

AMPLIAMENTO DELLO STABILIMENTO CONAD NORDOVEST

Viale Finzi - MODENA (MO)

**Procedimento Unico ex art. 53 della LR n. 24/2017
per l'approvazione di una variante al precedente progetto denominato
"Art. 53 LR 24/2017 – IMCO-CONAD - PdC 3493/2021"**

PROGETTISTI

POLITECNICA
building for humans

STUDIO TECNICO



RESPONSABILE DI PROGETTO

Ing.Arch. Corrado Giacobazzi

STRUTTURE e GEOTECNICA

Ing. Giorgio Poggi

Ing. Luciano Gasparini

REFERENTE RAPPORTI COMMITTENZA

CONTRACT MANAGER

P.I. Emanuela Becchi

OPERE DI URBANIZZAZIONE, VIABILITA',

RETI e ALLACCIAMENTI

Ing. Stefano Ripari

Ing. Alessio Gori

PROGETTO ARCHITETTONICO

Ing.Arch. Corrado Giacobazzi

Arch. Stefano Maffei

PREVENZIONE INCENDI

IMPIANTI

P.I. Emanuela Becchi

P.I. Alberto Sgrilli

P.I. Roby Malverti

URBANISTICA e PAESAGGIO

RAPPORTI CON ENTI

Arch. Maria Cristina Fregni

Arch. Paola Gabrielli

ACUSTICA

Ing. Claudio Pongolini

Arch. Matteo Falcini

COMMITTENTE

IMCO s.p.a

TEAM DI PROGETTO

Dott. Guglielmo Billi, Arch. Antonio Giungo,

Ing. Sara Perini, Ing. Francesco Pollini, Arch. Giacomo Provesi

ELABORATO

PERMESSO DI COSTRUIRE

OPERE STRUTTURALI

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA - SISMICA

PARTE D'OPERA

DISCIPLINA

DOC. E PROG.

FASE REV.

C2

OS

RT02

2B0

Cartella	File name	Prot.	Scala	Formato
04-C	C2_OS_RT01_2B0_4993_Rel geol-geot-sis-cart	4993	-	A4
5				
4				
3				
2				
1				
0	EMISSIONE	Maggio 2026	P. L. Dallari	G. Poggi
REV.	DESCRIZIONE	Data	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.

Comune di Modena

Provincia di Modena

RELAZIONE GEOLOGICA inerente la caratterizzazione e modellazione geologica del sito (6.2.1. NTC 2018)

ANALISI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE relativa alla caratterizzazione geofisica del volume significativo di terreno (3.2.2 NTC 2018), valutazione dell'azione sismica di riferimento (3.2.3. NTC 2018) e verifica della stabilità nei confronti della liquefazione (7.11.3. NTC 2018)



OGGETTO:

**Caratterizzazione geologica e sismica
inerente al progetto di realizzazione
di ampliamento dello stabilimento
CONAD NORDOVEST,
in Viale Finzi nel Comune di Modena**

Novembre 2020
Rif. 567/20



GEO GROUP s.r.l.
Via C. Costa, 182 - 41123 MODENA
Tel. 059/3967169 Fax. 059/5960176
E-mail: info@geogroupmodena.it
P.IVA e C.F. 02981500362
www.geogroupmodena.it



**AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV
= ISO 9001 =**

RELAZIONE TECNICA

comprendente:

RELAZIONE GEOLOGICA

inerente alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito (6.2.1 NTC 2018)

ANALISI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

relativa alla caratterizzazione geofisica del volume significativo di terreno (3.2.2 NTC 2018), valutazione dell'azione sismica di riferimento (3.2.3. NTC 2018) e verifica della stabilità nei confronti della liquefazione (7.11.3. NTC 2018)

OGGETTO

Caratterizzazione geologica e sismica inerente al progetto di realizzazione di ampliamento dello stabilimento CONAD NORDOVEST, in Viale Finzi nel Comune di Modena (MO).

Rif. n. 567/2020



UFFICI: via Per Modena, 12 - 41051 Castelnovo R. (MO)
SEDE LEGALE: via C. Costa, 182 - 41123 Modena (MO)
tel. 059/3967169; 059/828367 - p. Iva e C.F. 02981500362

Email: info@geogroupmodena.it Pec: geo.group@winpec.it Sito: www.geogroupmodena.it



INDICE DEL CONTENUTO

1	PREMESSE.....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE	4
2.1	Inquadramento geografico.....	4
2.2	Elementi geologici e geomorfologici.....	5
2.3	Inquadramento sismico	6
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
3.1	Indagini Geotecniche	7
3.1.1	Sondaggio a carotaggio continuo.....	8
3.1.2	Prove penetrometriche dinamiche standard SPT in foro	9
3.1.3	Analisi di laboratorio di geotecnica.....	10
3.1.4	Prove penetrometriche statiche CPTU	16
3.1.5	Prove penetrometriche statiche DMT	25
3.2	Indagini Geofisiche.....	27
3.2.1	Indagine sismica in foro Down Hole	27
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	29
4.1	Pericolosità sismica di base	29
4.2	Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC2018)	31
4.3	Azione sismica e risposta sismica del sito – Approccio semplificato	32
5	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	33
5.1	Stabilità nei confronti della liquefazione (§ A2.2. DGR 630/2019)	33
6	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	36

TAVOLE

Tav. n. 1: "Carta Topografica"
Tav. n. 2: "Ripresa Satellitare"
Tav. n. 3: "Ubicazione indagini"

scala 1: 5.000
 scala 1: 5.000
 scala 1: 3.000

ALLEGATI

ALL. n. 1 Prove penetrometriche statiche CPTU e DMT
ALL. n. 2 Sondaggi a carotaggio continuo
ALL. n. 3 Prove SPT
ALL. n. 4 Prove di laboratorio geotecnico
ALL. n. 5 Indagini sismiche
ALL. n. 6 Verifica alla liquefazione

1 PREMESSE

Nel mese di ottobre 2020 è stato eseguito il presente studio geologico e sismico inerente al progetto di ampliamento e di realizzazione di nuovi edifici presso l'area CONAD-CIV, in Viale Finzi nel Comune di Modena (MO).

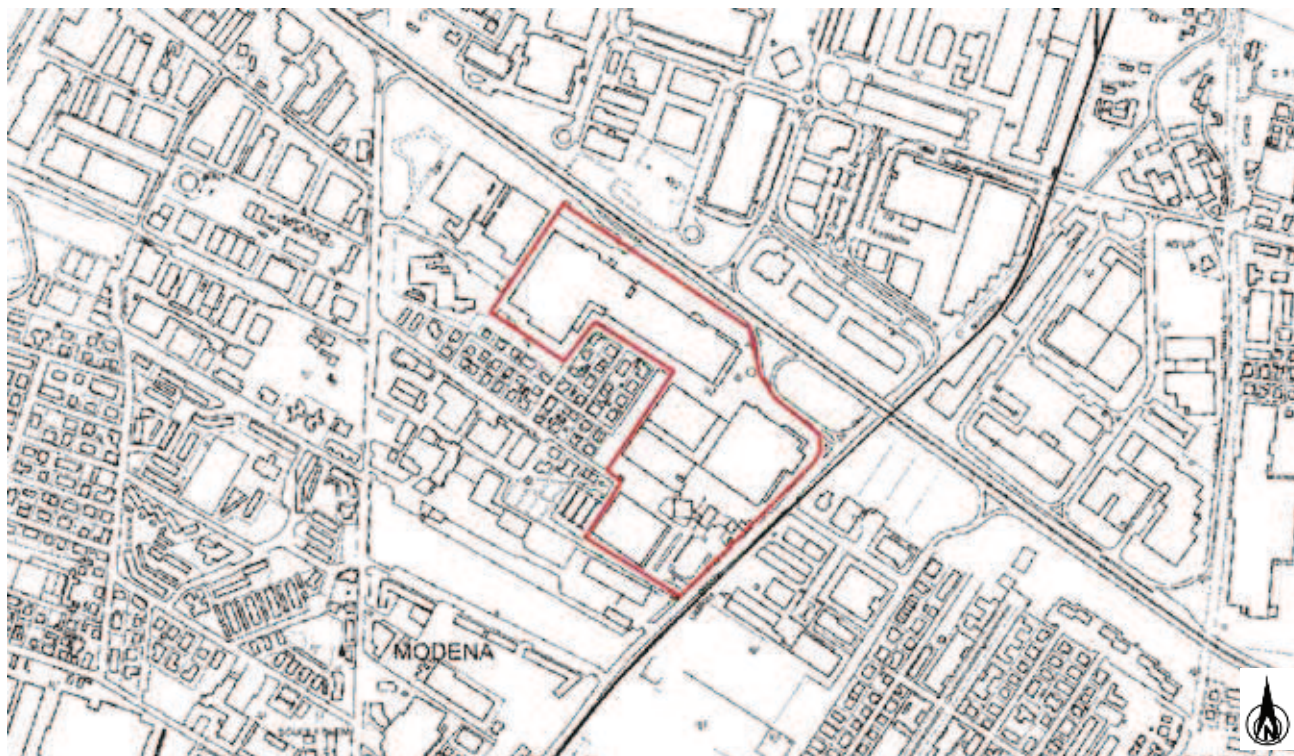


Fig.1.1 - Ubicazione del sito in studio.

La presente relazione fa riferimento alle disposizioni normative contenute in:

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 – D.M. 17/01/2018;
- DGR 630/2019;
- Studio di Microzonazione sismica del Comune di Modena.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 Inquadramento geografico

L'area in esame è collocata a nord del Comune di Modena (Fig.2.1). Le coordinate specifiche dell'area sono le seguenti:

SITO IN ESAME	
COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	LONGITUDINE
44.664726	10.936797



Fig.2.1 – Ubicazione geografica del sito in studio.

Per un completo inquadramento geografico dell'area si rimanda dalla cartografia allegata alla presente relazione, in particolare alla "Carta topografica", alla scala 1: 5.000 (tav. n. 1) e alla "Ripresa satellitare" alla scala 1: 5.000 (tav. n. 2).

2.2 Elementi geologici e geomorfologici

Dalla consultazione della carta delle coperture, si evidenzia come l'area in studio sia caratterizzata da limo argilloso, tipico di un ambiente alluvionale di piana inondabile.

In particolare l'area in studio è caratterizzata dall'**Unità di Modena AES8**, ovvero depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo potente meno di 100 cm, calcareo, grigio-giallastro o bruno grigiastro. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C.. Potenza massima di alcuni metri (< 10 m). L'area in studio è caratterizzata da depositi argillosi di piana alluvionale.



Fig.2.2 – Estratto della carta di litologia di superficie.

2.3 Inquadramento sismico

A supporto dell'analisi sismica e della valutazione della stabilità del sito, successivamente descritta nei paragrafi seguenti, per quel che concerne i fenomeni co-sismici è stata preliminarmente consultata la cartografia relativa allo studio del Rischio Sismico del Comune di Modena, ed in particolare dalla *"Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS"*, un cui estratto è riportato in figura (Fig. 2.3), si nota come l'area in studio ricada in zona stabile.

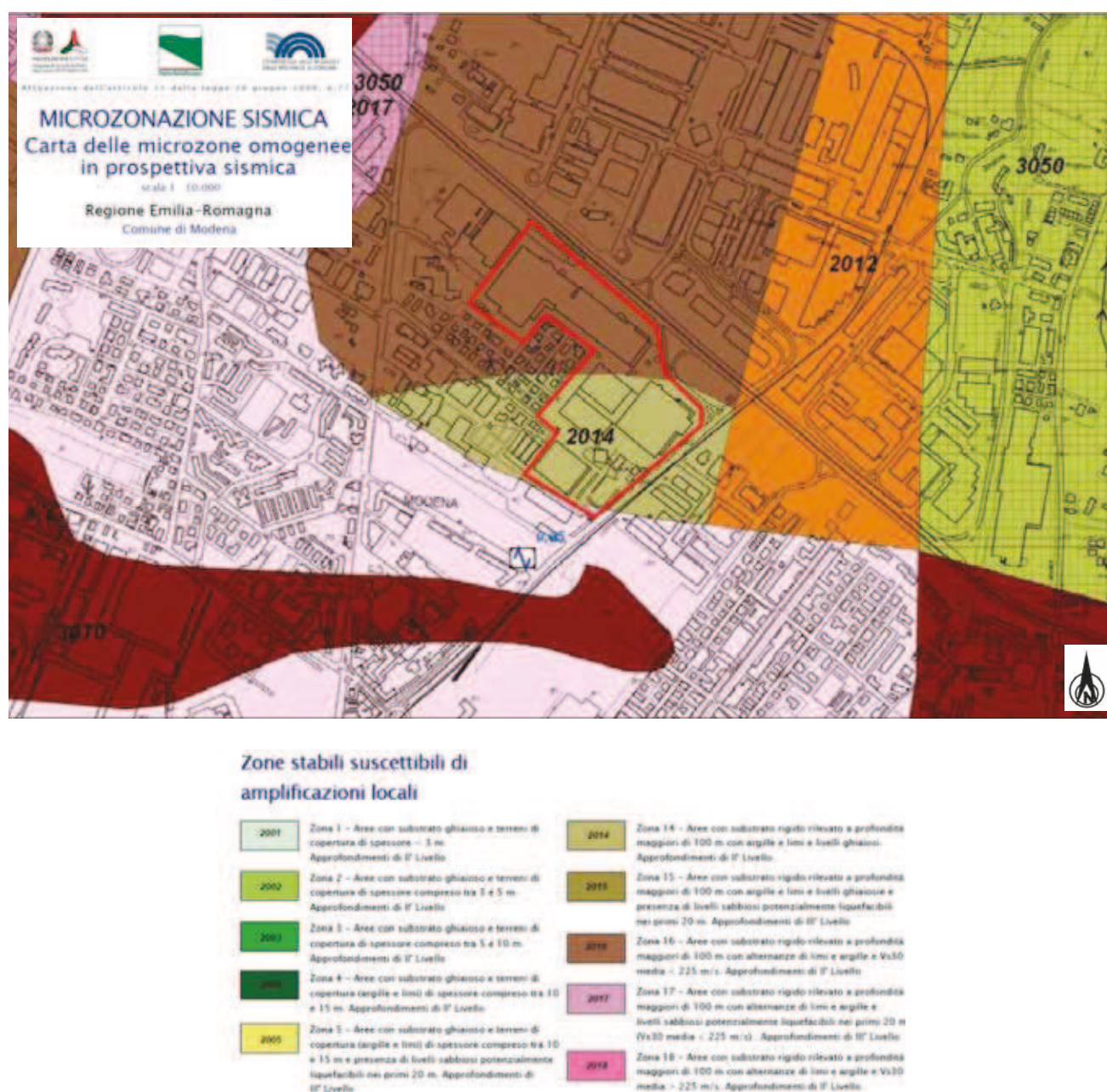


Fig.2.3 – Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

3.1 Indagini Geotecniche

In relazione alla litologia presente nell'area e in base alla tipologia di intervento in progetto, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- **n. 8 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU**
- **n. 2 prove penetrometriche statiche con dilatometro Marchetti DMT**
- **n. 2 sondaggi a carotaggio continuo**



Fig.3.1 – Ubicazione delle indagini (il piezometro esistente è rappresentato dal punto S10M).

3.1.1 Sondaggio a carotaggio continuo

Il sondaggio meccanico è stato eseguito “a rotazione”: tale tecnica consiste nel fare avanzare un utensile “carotiere” per mezzo di una batteria di aste, alla quale viene applicata una spinta assiale dal sistema idraulico dell’impianto.

La perforazione è inoltre stata eseguita nella modalità a “carotaggio continuo”. Questa tecnica consiste nell’utilizzo di aste cave che prevedono l’utilizzo di un carotiere al posto dello scalpello distruttore di nucleo. Nell’area in studio sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alle seguenti profondità:

Sondaggio	Profondità
S1_DH	-40.00 m da p.c.
S2_PZ	-31.30 m da p.c.

I sondaggi sono individuati dalle seguenti coordinate:

SONDAGGIO	LATITUDINE [m N]	LONGITUDINE [m E]	ALTITUDINE [m s.l.m]
S1_DH	4947374.8994	653311.3399	30.7320
S2_PZ	4947537.1266	653493.8815	30.2878

Le “carote” di terreno, prelevate nel corso dei sondaggi sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, a 5 scomparti, per una lunghezza totale di 5.00 m cadauna: la litologia estrapolata è riportata nella stratigrafia presente nell’**allegato 1**.

Sulle carote estratte è stata valutata la resistenza alla penetrazione in condizioni non drenate R_{pp} , misurata mediante POCKET PENETROMETER e la resistenza al taglio, sempre in condizioni non drenate R_{VT} , mediante VANE TEST.

Nel corso del sondaggio eseguito, al fine della caratterizzazione geotecnica dei terreni attraversati durante la perforazione, sono stati prelevati i seguenti campioni caratteristici del terreno:

CAMPIONE	PROFONDITÀ
S1C1	-6.30 ÷ -6.80 m da p.c.
S1C2	-12.10 ÷ -12.60 m da p.c.
S1C3	-18.00 ÷ -18.50 m da p.c.
S1C4	-32.00 ÷ -32.50 m da p.c.
S2C1	-3.10 ÷ -3.60 m da p.c.
S2C2	-9.00 ÷ -9.50 m da p.c.

Tab. 3.1 – Campioni prelevati nel corso dei sondaggi.

3.1.2 Prove penetrometriche dinamiche standard SPT in foro

Durante la perforazione, all'interno dei fori di sondaggio, sono state effettuate n. 5 prove penetrometriche dinamiche di tipo SPT ("Standard Penetration Test") con punta conica chiusa, al fine di determinarne i parametri geotecnici del terreno riscontrato.

La prova penetrometrica dinamica in foro SPT consiste nel far cadere, con una frequenza di 20/25 colpi al minuto, un maglio da 63,50 kg da un'altezza di 76,00 cm (standard europeo) su una batteria di aste che possiedono, nella parte terminale, un campionatore cilindrico a "punta aperta", o, in alternativa, una punta conica "chiusa" (come nel nostro caso), con angolo di punta pari a 60° e avente un diametro esterno di 50.46 mm. Nel corso della prova SPT viene registrato il numero di colpi necessario per infiggere la punta conica per 45 cm nel terreno. Il valore di (Nspt30) viene ottenuto eliminando i colpi dei primi 15 cm di infissione e sommando il valore dei colpi necessario per infiggere la punta conica nei rimanenti 30 cm di sottosuolo. Le prove penetrometriche SPT ("Standard Penetration Test") sono state eseguite all'interno del foro di sondaggio alle seguenti profondità dal piano campagna attuale:

S1_DH						
SPT 1	PUNTA	PROFONDITÀ	NUMERO DI COLPI			NSPT 30
	CHIUSA	-24.20 m da p.c.	6	8	14	22
SPT 2	PUNTA	PROFONDITÀ	NUMERO DI COLPI			NSPT 30
	CHIUSA	-25.50 m da p.c.	7	9	12	21
SPT 3	PUNTA	PROFONDITÀ	NUMERO DI COLPI			NSPT 30
	CHIUSA	-27.00 m da p.c.	9	11	10	21
S2_PZ						
SPT 1	PUNTA	PROFONDITÀ	NUMERO DI COLPI			NSPT 30
	CHIUSA	-25.30 m da p.c.	10	11	17	28
SPT 2	PUNTA	PROFONDITÀ	NUMERO DI COLPI			NSPT 30
	CHIUSA	-27.80 m da p.c.	12	19	14	33

Il numero dei colpi N, in base alle Normative AGI (1977) ci dà una classifica orientativa dello stato di compattezza (addensamento) dei terreni incoerenti, come visibile nella tabella di seguito esposta:

N	valutazione dello stato di addensamento
0 - 4	sciolto
4 - 10	poco addensato
10 - 30	moderatamente addensato
30 - 50	addensato
> 50	molto addensato

Fig. 3.2 – Classifica orientativa dello stato di addensamento dei terreni incoerenti (da classificazione A.G.I-1977).

3.1.3 Analisi di laboratorio di geotecnica

Sui campioni prelevati, allo scopo di valutare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione dell'area oggetto di studi, sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio di geotecnica:

- **N. 6 ANALISI GRANULOMETRICHE** (ASTM D421-02, ASTM D422-02);
- **N. 6 DETERMINAZIONI DEL PESO SPECIFICO DEI GRANULI** (ASTM D854-14, ASTM C127-01)
- **N. 1 DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE** (ASTM D1188-15)
- **N. 1 DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE** (ASTM D2216-10, ASTM D2974-14)
- **N. 6 LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG** (ASTM D 4318, ASTM D 4943);
- **N. 4 PROVE DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.** (ASTM D 2850-03)
- **N. 3 PROVE EDOMETRICHE** (ASTM D 2435-03, D3877-02, D4186-98, D4546-03).

PESO SPECIFICO DEI GRANULI (ASTM D854-14, ASTM 127-01)

Il peso specifico dei grani (γ_s) è stato determinato mediante l'utilizzo di picnometri calibrati. Per ogni prova vengono state eseguite due determinazioni. Nel certificato viene indicato la media delle due determinazioni e il valore corretto a 20 °C (γ_{sc}).

Campione	Quota	Peso specifico dei grani [γ_s]	Peso specifico dei grani corretto a 20 °C [γ_{sc}]
S1 C1	6.30-6.80 m da p.c.	2.70	2.70
S1 C2	12.10-12.60 m da p.c.	2.76	2.76
S1 C3	18.00-18.50 m da p.c.	2.70	2.70
S1 C4	32.00-32.50 m da p.c.	2.70	2.70
S2 C1	3.10-3.60 m da p.c.	2.71	2.71
S2 C2	9.00-9.50 m da p.c.	2.71	2.71

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE (ASTM D1188-15)

Il peso di volume umido è stato calcolato utilizzando una fustella tarata, come media di due determinazioni indipendenti.

Campione	Quota	Peso di Volume [γ]
S1 C2	12.10-12.60 m da p.c.	18.3 kN/m ³

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE (ASTM D2216-10, ASTM D2974-14)

La determinazione del contenuto d'acqua (W_n) è stata eseguita tramite essiccazione in stufa termostatica alla temperatura di 110 °C. Il valore viene espresso come media di tre determinazioni.

Campione	Quota	Contenuto d'acqua [W_n]
S1 C2	12.10-12.60 m da p.c.	35.9 %

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA E SEDIMENTAZIONE (ASTM D421-02, ASTM D422-02)

La seguente tipologia di indagine permette di determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle che compongono un campione di terreno e di stabilire le percentuali in peso delle varie frazioni che rientrano entro limiti prefissati (frazioni granulometriche).

I metodi utilizzati per ottenere le varie frazioni granulometriche sono principalmente due: la setacciatura e l'aerometria. L'analisi granulometrica mediante setacci con caratteristiche standardizzate è limitata alla frazione grossolana di un terreno, cioè alla percentuale trattenuta dal setaccio di luce 0.075 mm; lo strumento consiste in una serie di setacci incolonnati uno sopra l'altro, in modo tale che la luce delle maglie diminuisca dall'alto verso il basso. Per il materiale passante al setaccio inferiore, ovvero quello con luce più piccola (0.075 mm), si ricorre all'analisi per sedimentazione o aerometria. Quest'ultima tecnica viene effettuata se la parte di terreno con diametro inferiore a 0.075 mm è presente in percentuale superiore al 10%. La prova si basa sulla legge di Stokes, che permette di calcolare la velocità di sedimentazione di una particella sferica di cui si conosca il peso specifico, in un fluido di densità, viscosità e temperatura note. Il campione da analizzare viene prima di tutto trattato con acqua ossigenata, per eliminare il materiale organico, e con acido cloridrico, per disciogliere il carbonato di calcio; dopodiché viene inserito in una soluzione di acqua bidistillata ed esametfosfato di sodio al fine di evitare il processo di flocculazione, che accelererebbe la sedimentazione rendendo così inadeguata l'applicazione della Legge di Stokes. Dopo aver agitato il tutto, si può dare inizio alla prova. Ad intervalli di tempo stabiliti in base alla temperatura della soluzione, si prelevano dei campioni di terreno ad una certa profondità e, dopo averli essiccati, per ognuno di essi si calcola il peso: alla fine di un intervallo di tempo " t ", le particelle con velocità di sedimentazione maggiore di " h/t " si troveranno a profondità maggiori di " h ", mentre quelle con velocità minore di " h/t ", dopo il tempo " t " si troveranno ad una profondità minore di " h ", di conseguenza, queste ultime, alla profondità " h " avranno ancora la loro concentrazione originale. Prelevato il primo campione, si lascia trascorrere un periodo di tempo " t_2 ", dopodiché si preleva il secondo campione, sempre alla profondità " h ": quest'ultimo campione conterrà un residuo minore del precedente di una quantità uguale al peso del materiale con velocità di sedimentazione intermedia alle due scelte (" h/t " e " h/t_2 "). I risultati sono stati diagrammati in scala semilogaritmica, riportando in ascissa il diametro delle particelle e in ordinata le percentuali in peso delle particelle.

campione	QUOTA da p.c. :	-6.30 m ÷ 6.80 m		
S1 C1	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	31.9 %	64.1 %	4.00 %	0.0 %
	Denominazione AGI: LIMO CON ARGILLA			
campione	QUOTA da p.c. :	-12.10 m ÷ -12.60 m		
S1 C2	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	79.5 %	20.0 %	0.5 %	0.0 %
	Denominazione AGI: ARGILLA LIMOSA			
campione	QUOTA da p.c. :	-18.00 m ÷ -18.50 m		
S1 C3	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	66.3 %	32.3 %	1.4 %	0.0 %
	Denominazione AGI: ARGILLA CON LIMO			
campione	QUOTA da p.c. :	-32.00 m ÷ 32.50 m		
S1 C4	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	70.1 %	26.1 %	3.80 %	0.0 %
	Denominazione AGI: ARGILLA CON LIMO			
campione	QUOTA da p.c. :	-3.10 m ÷ -3.60 m		
S2 C1	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	67.2 %	30.8 %	2.0 %	0.0 %
	Denominazione AGI: ARGILLA CON LIMO			
campione	QUOTA da p.c. :	-9.00 m ÷ -9.50 m		
S2 C2	ARGILLA (%)	LIMO (%)	SABBIA (%)	GHIAIA (%)
	56.3 %	42.8 %	0.9 %	0.0 %
	Denominazione AGI: ARGILLA CON LIMO			

LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG (ASTM D 4318, ASTM D 4943)

I limiti di Atterberg definiscono i contenuti di acqua dei campioni determinati in laboratorio, con procedure standardizzate che rappresentano adeguatamente i passaggi critici di comportamento del terreno al variare del contenuto d'acqua. Il campione passa dallo stato solido a semisolido a quello plastico e infine a quello liquido. A queste variazioni continue di stato possiamo abbinare una variazione della risposta deformazionale del terreno. Il contenuto d'acqua che separa il passaggio dal semisolido al plastico è detto limite plastico WP, quello dallo stato plastico al liquido è detto limite liquido WL e quello dalla fase solida a semisolido è detto limite di ritiro WR.

La differenza tra il limite liquido WL e il limite plastico WP è detto indice di plasticità IP e indica il campo di contenuto d'acqua nel quale il terreno è allo stato plastico.

Campione	Quota	Wl (%)	Wp (%)	Ip (%)	Ic	Classificazione USCS
S1 C1	6.30-6.80 m da p.c.	49.7	24.6	25.1	0.61	Argille inorganiche a media compressibilità
S1 C2	12.10-12.60 m da p.c.	66.7	30.0	36.7	0.84	Argille inorganiche ad alta compressibilità
S1 C3	18.00-18.50 m da p.c.	70.8	32.7	38.1	0.58	Argille inorganiche ad alta compressibilità
S1 C4	32.00-32.50 m da p.c.	68.5	33.6	34.9	1.24	Limi inorganici e argille e limi organici ad alta compressibilità
S2 C1	3.10-3.60 m da p.c.	67.1	29.9	37.2	0.93	Argille inorganiche ad alta compressibilità
S2 C2	9.00-9.50 m da p.c.	63.3	29.8	33.5	0.67	Argille inorganiche ad alta compressibilità

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE NON CONSOLIDATA – NON DRENATA TxUU (ASTM D 2850-03)

La prova di compressione triassiale TxUU permette di determinare la resistenza al taglio non drenata c_u . La prova viene eseguita su 3 provini a differenti pressioni totali di cella. Poiché la pressione di consolidazione dei tre provini è la stessa, i cerchi di Mohr a rottura dei tre provini nel piano delle tensioni totali avranno lo stesso diametro e quindi saranno inviluppati da una retta orizzontale di equazione:

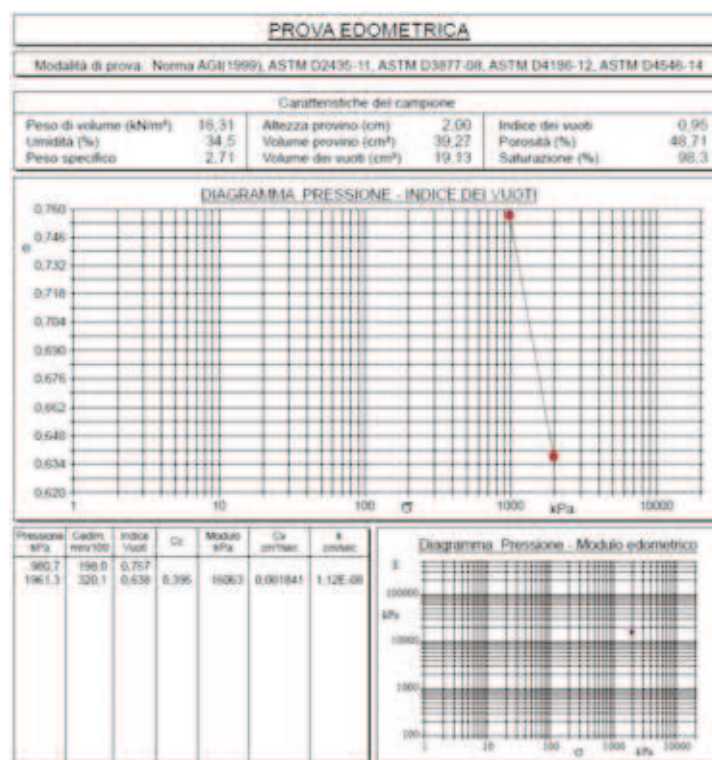
$$\tau = c_u$$

Di seguito si riportano i valori ottenuti:

Campione	Quota	coesione non drenata c_u (kPa)
S1 C3	18.00 – 18.50 m da p.c.	46.0
S1 C4	32.00 – 32.50 m da p.c.	79.0
S2 C1	3.10 – 3.60 m da p.c.	60.0
S2 C2	9.00 – 9.50 m da p.c.	22.0

PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435-03, D3877-02, D4186-98, D4546-03)

Le caratteristiche di compressibilità del campione sono state analizzate in cella edometrica mediante edometro a fulcro fisso con incrementi lineari di carico IL. La prova edometrica viene eseguita incrementando con progressione geometrica il carico assiale applicato sul provino, che ad ogni gradino viene mantenuto costante per un tempo sufficiente a completare il fenomeno di “consolidazione”. Quando un nuovo carico è applicato al terreno si possono avere variazioni di volume per compressione delle particelle e, in misura maggiore, per l’espulsione del fluido che riempie i pori e la conseguente nuova posizione delle particelle, corrispondente ad un indice dei vuoti più piccolo. Nella prova edometrica standard si simula la consolidazione naturale del terreno sotto il peso degli strati sovrastanti, cioè una compressione assiale senza deformazioni laterali, e si misura la velocità e l’entità degli assestamenti derivanti dalle variazioni di volume del campione. Si eseguono un ciclo di carico ed uno di scarico. I risultati della prova edometrica con incrementi di carico lineari “IL” vengono riportati in un diagramma in scala semilogaritmica che correla la pressione di consolidazione σ' con l’indice dei vuoti e . Nelle figure che seguono vengono schematizzati i risultati ottenuti.

S1 C1 – (6.30-6.80 m da p.c.)

S2 C1 – (3.10-3.60 m da p.c.)**S2 C2 – (9.00-9.50 m da p.c.)**

3.1.4 Prove penetrometriche statiche CPTU

Nell'area di interesse sono state eseguite **n. 8 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU**, spinte fino alle profondità riportate di seguito. Al termine delle prove penetrometriche statiche con piezocono CPTU è stata rilevata la soggiacenza della falda freatica mediante l'utilizzo di un freatimetro elettroacustico. Il livello della falda freatica è riportato nella tabella sottostante.

INDAGINI	PROFONDITÀ	LIVELLO FALDA FREATICA
CPTU 1	-23.30 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 2	-23.32 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 3	rifiuto a -3.41 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 4	-23.94 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 5	-20.07 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 6	-22.80 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 7	-23.73 m da p.c.	-1.00 m da p.c.
CPTU 8	-22.35 m da p.c.	-1.00 m da p.c.

Il penetrometro utilizzato per realizzare le prove statiche è un Gouda da 200 kN di spinta, montato su autocarro gommato a trazione integrale.

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



Fig. 3.3 – Attrezzatura di prova utilizzata.

La punta elettrica è strumentata con sensori elettrici e un sistema di trasmissione dei dati in superficie via cavo, che permette l'acquisizione e la registrazione dei dati quasi in continuo, ogni centimetro. I dati misurati durante la prova sono la resistenza totale alla penetrazione Q_t , la resistenza alla penetrazione della punta Q_c

e la resistenza laterale del manicotto F_s ; è possibile inoltre monitorare, durante l'esecuzione della prova, alcuni parametri di controllo quali l'inclinazione rispetto alla verticalità e la velocità di penetrazione del cono. Una punta elettrica particolare, detta "piezocono", è dotata anche di un dispositivo di misura della pressione, attraverso il quale viene misurata la pressione dell'acqua nei pori del terreno u (CPTU). La pressione che viene misurata è la pressione $u = u_0 + \Delta u$, dove u_0 è la pressione dovuta al livello idrostatico e Δu quella generata dallo sforzo alla penetrazione nel terreno.

Il piezocono da Noi utilizzato è un Pagani, con sistema di acquisizione TGAS07 ed è dotato di un dispositivo di misura della pressione costituito da un cilindro metallico saturato con grasso, situato poco al di sopra della punta conica. Si riportano, di seguito, la composizione dell'attrezzatura di prova (**fig. 3.2**) e le caratteristiche del piezocono (**fig. 3.3**).

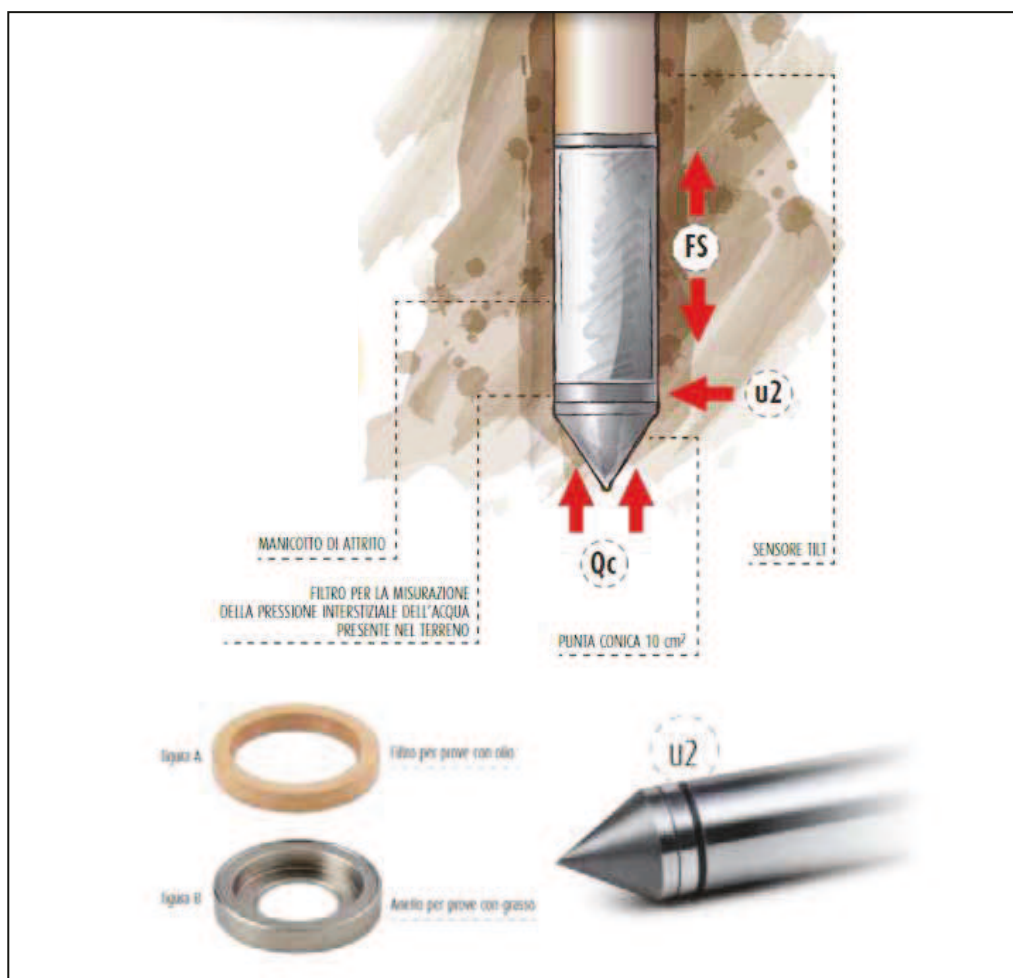


Fig. 3.4 – Attrezzatura di prova.

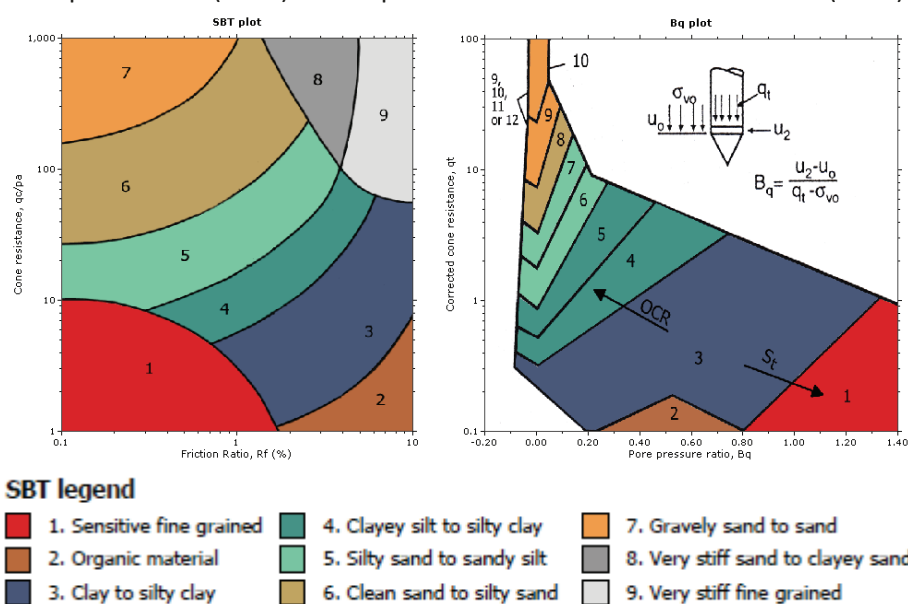
SPECIFICHE TECNICHE			
Sensore	Fondo scala	Risoluzione	Precisione
QC	50 - 100 MPa	24 bit	0,005 MPa
FS	1600 kPa	24 bit	0,04 MPa
U2	2500 kPa	24 bit	0,04 MPa
TILT	0° - 20°	12 bit	0,5°

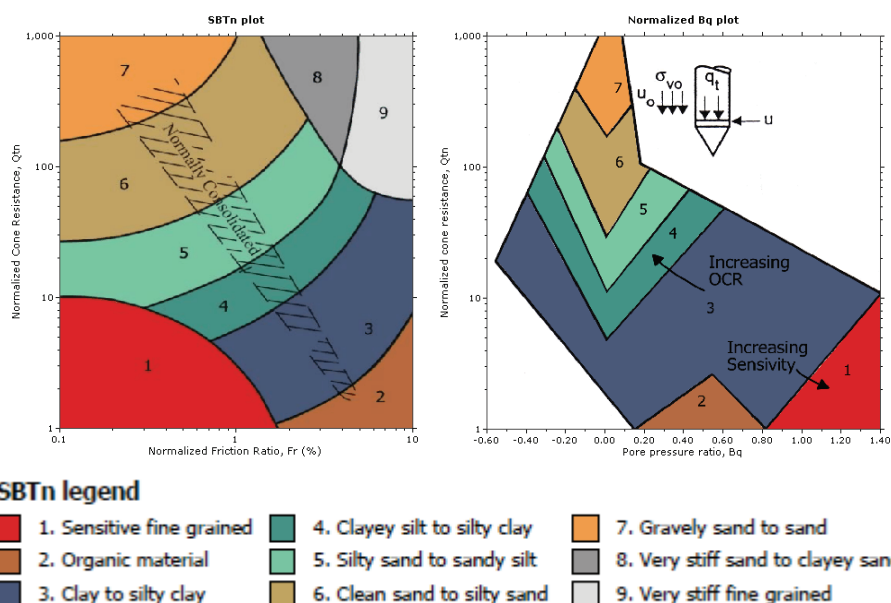
DIMENSIONI			
Lunghezza	320 mm	Peso	1,8 kg
Diametro	35,8 mm	Angolo di apertura punta	60°
Sezione	10 cm ²	Superficie manicotto laterale	150 cm ²

Fig. 3.5 – Caratteristiche del Piezocono Pagani.

I dati acquisiti sono stati elaborati con software CPeT – IT v. 1.7.4.13 prodotto da GeoLogisMiki – Geotechnical Software.

La caratterizzazione litostratigrafica del terreno è stata effettuata in funzione delle carte proposte da Robertson, in cui il tipo di comportamento del terreno è definito da tre parametri: q_t , resistenza alla punta corretta, R_f , B_q , nella prima carta (1986) e con i parametri normalizzati nella seconda (1990).





La ricerca e la disponibilità di numerosi dati ottenuti in camera di calibrazione e in campagna ha prodotto numerose correlazioni tra i dati misurati in sito e il valore dei parametri geotecnici caratteristici dei terreni. Il software utilizzato per l'elaborazione delle prove utilizza le correlazioni riportate nello schema seguente.

Unit Weight, g (kN/m³) : $g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_r) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_s}\right) + 1.236 \right)$ where g_w = water unit weight Permeability, k (m/s) : $I_c < 3.27$ and $I_c > 1.00$ then $k = 10^{0.952 - 3.04 I_c}$ $I_c \leq 4.00$ and $I_c > 3.27$ then $k = 10^{-4.52 - 1.37 I_c}$ N₆₀ (blows per 30 cm) : $N_{60} = \left(\frac{q_t}{p_s} \right) \cdot \frac{1}{10^{0.1108 - 0.2817 I_c}}$ $N_{100} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{0.1108 - 0.2817 I_c}}$ Young's Modulus, E_s (MPa) : $(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.168}$ (applicable only to $I_c < I_{c,limit}$) Relative Density, D_r (%) : $100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}}$ (applicable only to SBTs: 5, 6, 7 and 8 or $I_c < I_{c,limit}$) State Parameter, ψ : $\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,60})$ Peak drained friction angle, ϕ (°) : $\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$ (applicable only to SBTs: 5, 6, 7 and 8) 1-D constrained modulus, M (MPa) : If $I_c > 2.20$ $\alpha = 14$ for $Q_{tn} > 14$ $\alpha = Q_{tn}$ for $Q_{tn} \leq 14$ $M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$ If $I_c \leq 2.20$ $M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.168}$	Small strain shear Modulus, G_0 (MPa) : $G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.168}$ Shear Wave Velocity, V_s (m/s) : $V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$ Undrained peak shear strength, S_u (kPa) : $N_{sk} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r)$ or user defined $S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{sk}}$ (applicable only to SBTs: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c,limit}$) Remolded undrained shear strength, $S_u(rem)$ (kPa) : $S_u(rem) = f_c$ (applicable only to SBTs: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c,limit}$) Overconsolidation Ratio, OCR : $k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.30}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25}$ or user defined $OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$ (applicable only to SBTs: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c,limit}$) In situ Stress Ratio, K_0 : $K_0 = 0.1 \cdot \left(\frac{q_t - \sigma_v}{\sigma_v} \right)$ (applicable only to SBTs: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c,limit}$) Soil Sensitivity, S_t : $S_t = \frac{F_r}{F_c}$ (applicable only to SBTs: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c,limit}$) Effective Stress Friction Angle, ϕ' (°) : $\phi' = 29.5^\circ \cdot B_0^{0.123} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_0 + \log Q_t)$ (applicable for $0.10 < B_0 < 1.00$)
---	---

Fig. 3.6 – Correlazioni utilizzate per la stima dei parametri geotecnici.



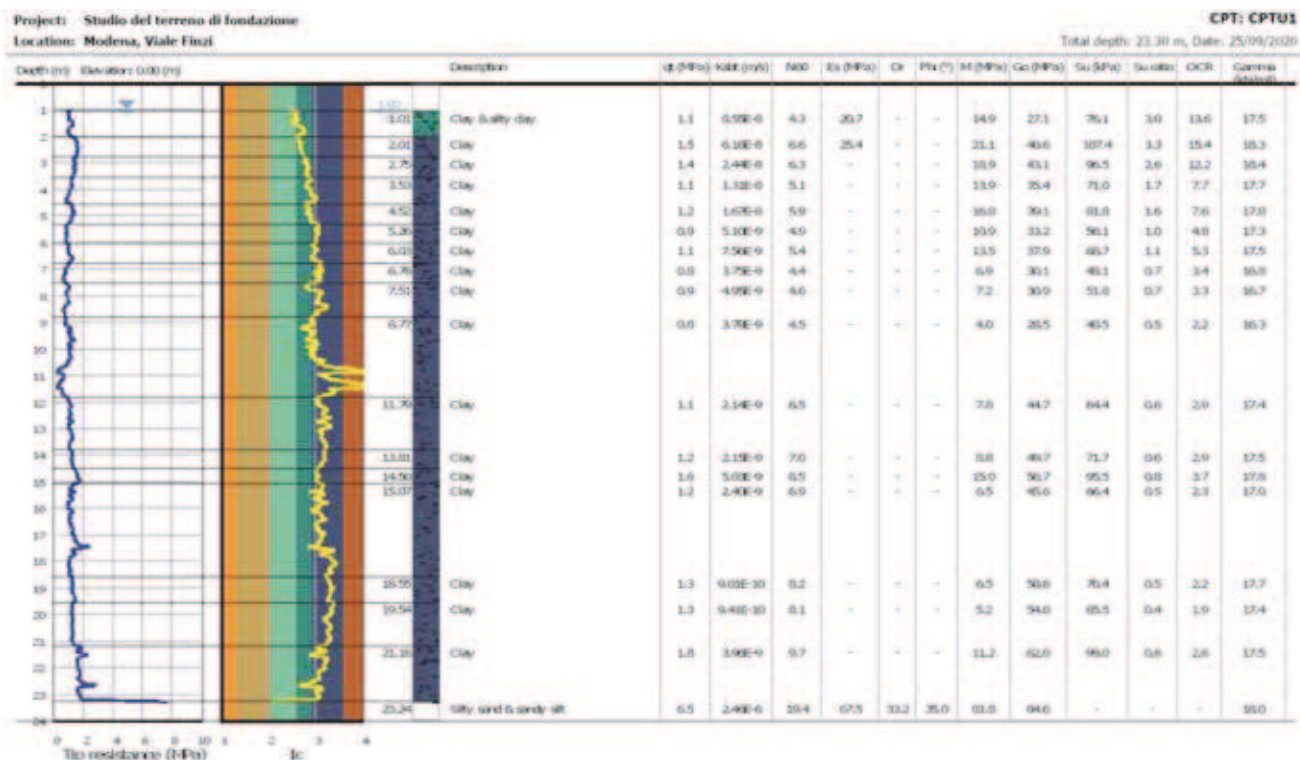
Fig.3.7 – Ubicazione delle CPTU.

Le prove penetrometriche CPTU sono individuate dalle seguenti coordinate:

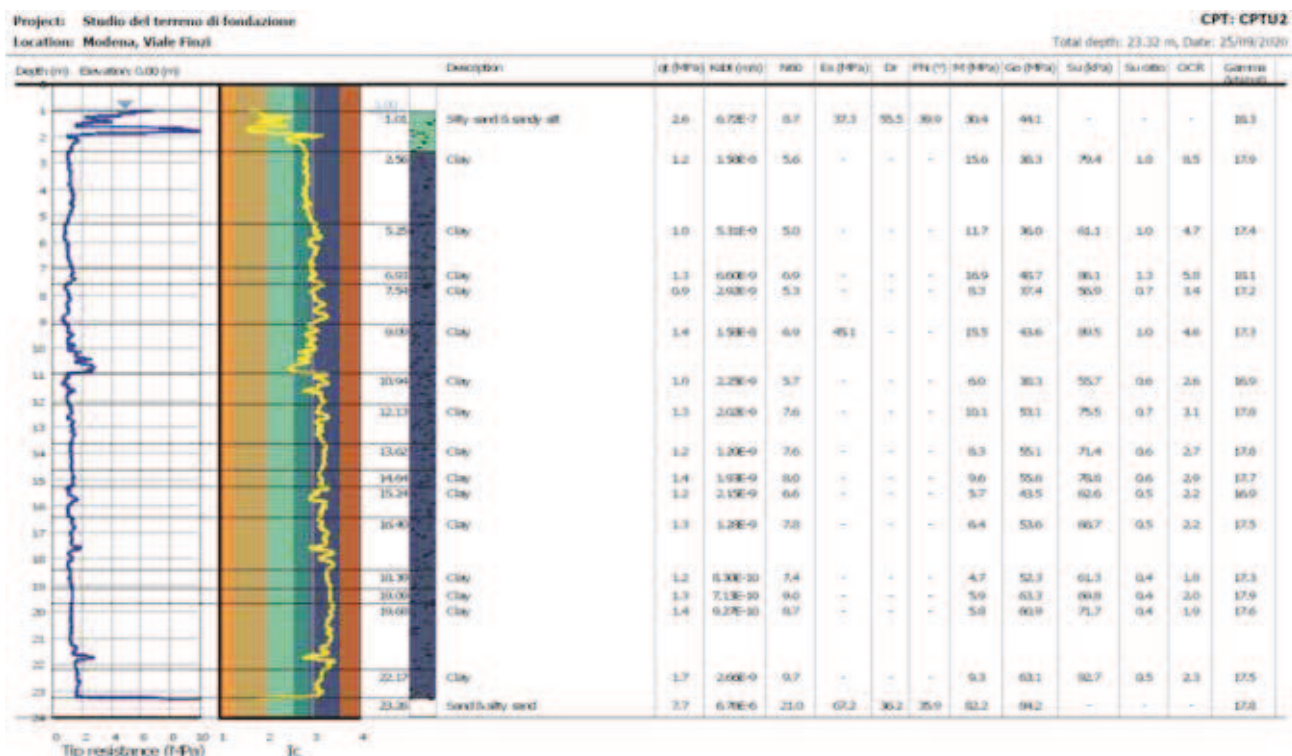
SONDAGGIO	LATITUDINE [m N]	LONGITUDINE [m E]	ALTITUDINE [m s.l.m.]
CPTU 1	4947582.6709	653158.8274	31.2279
CPTU 2	4947575.9101	653276.6787	31.2495
CPTU 3	4947600.7893	653427.8108	30.0984
CPTU 4	4947487.9457	653422.5773	30.2260
CPTU 5	4947420.8645	653365.3113	/
CPTU 6	4947363.3307	653431.8240	30.0285
CPTU 7	4947325.2156	653371.1010	30.2705
CPTU 8	4947266.7293	653373.6970	30.0537

A causa della presenza di una tettoia, la quota della prova CPTU 5 non è stata rilevata.

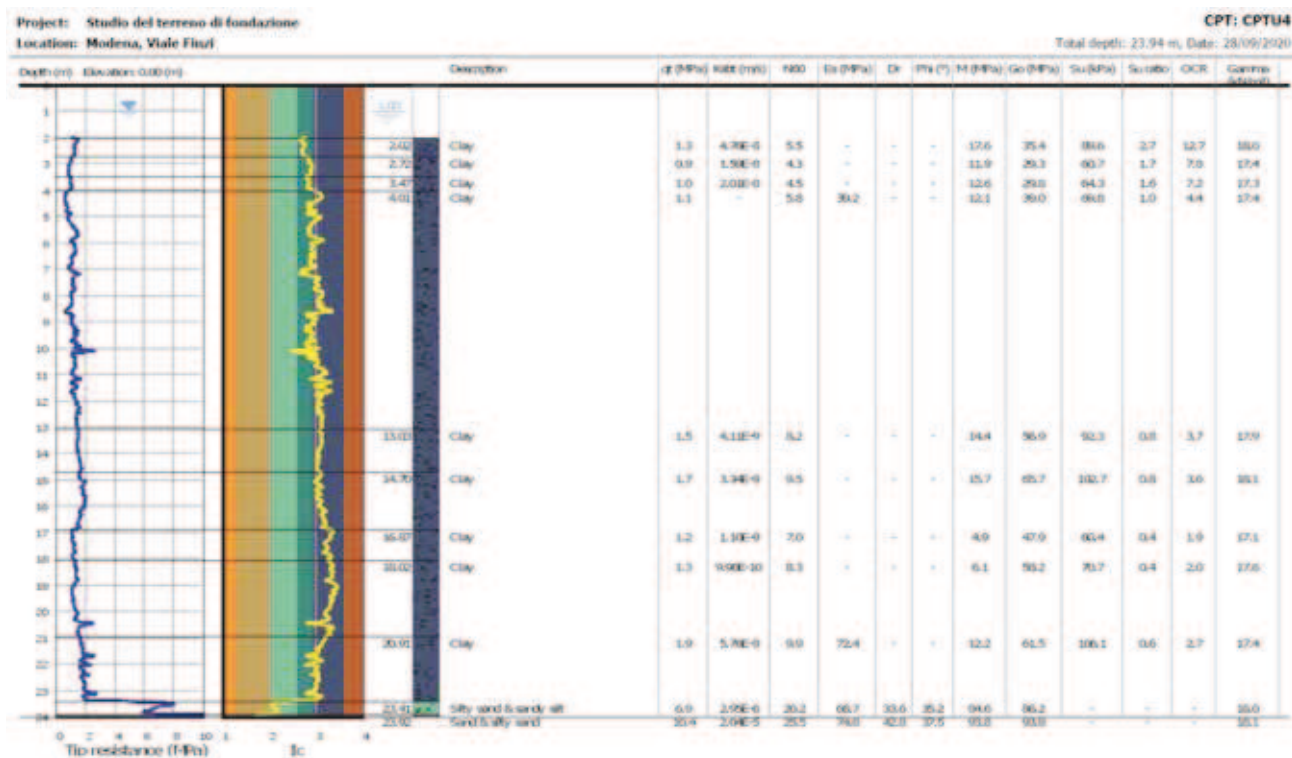
CPTU 1



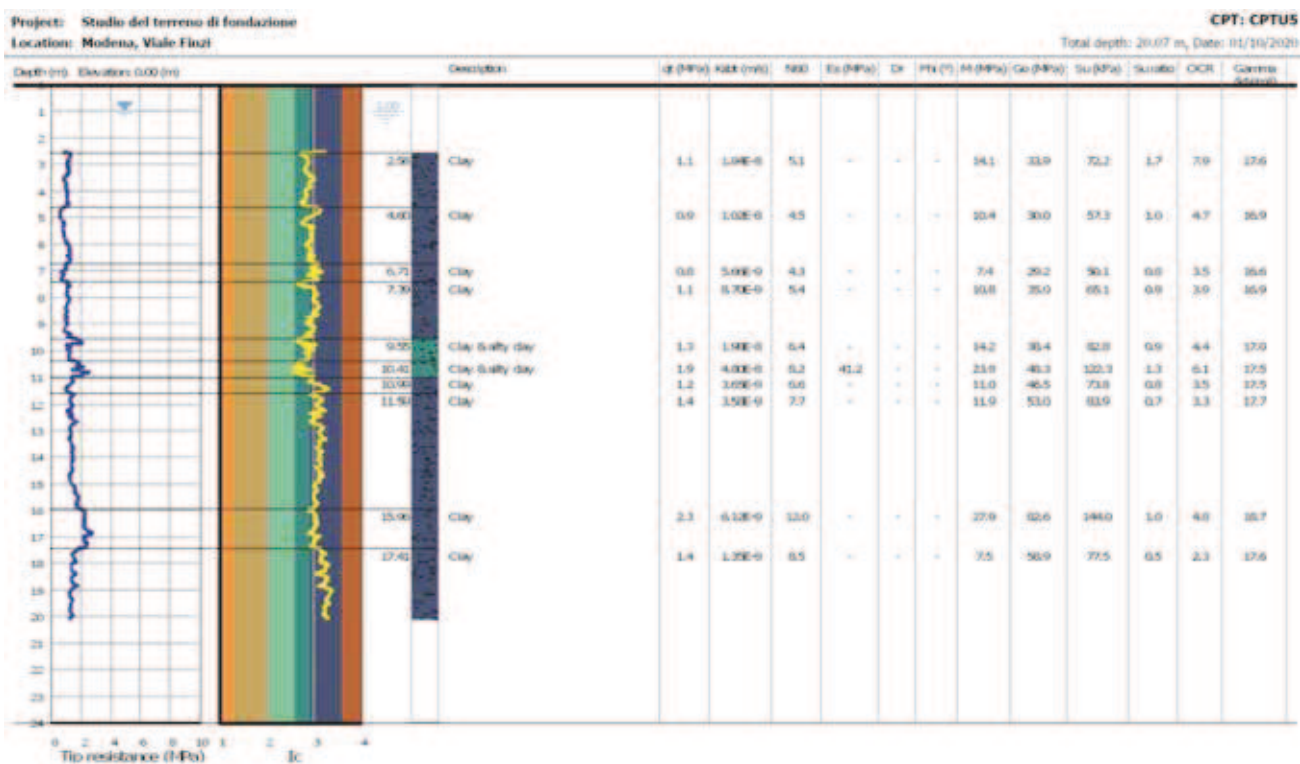
CPTU 2



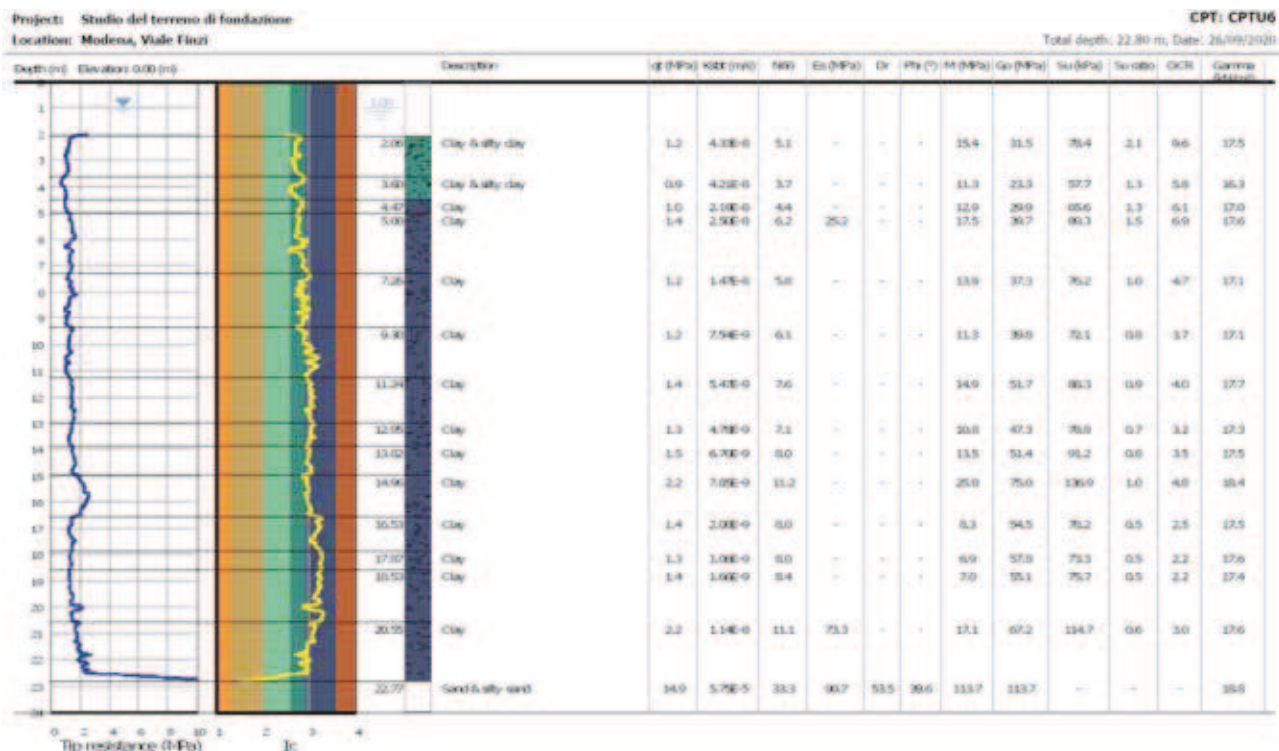
CPTU 4



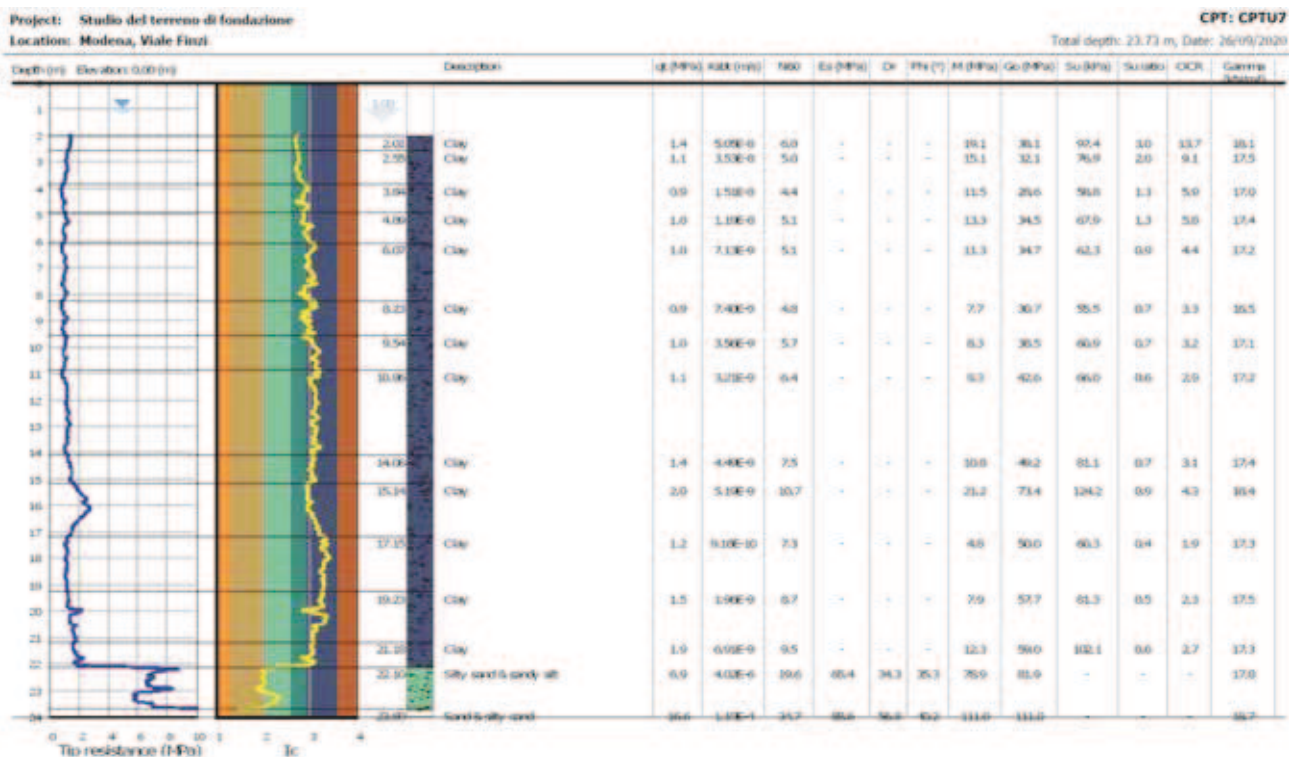
CPTU 5



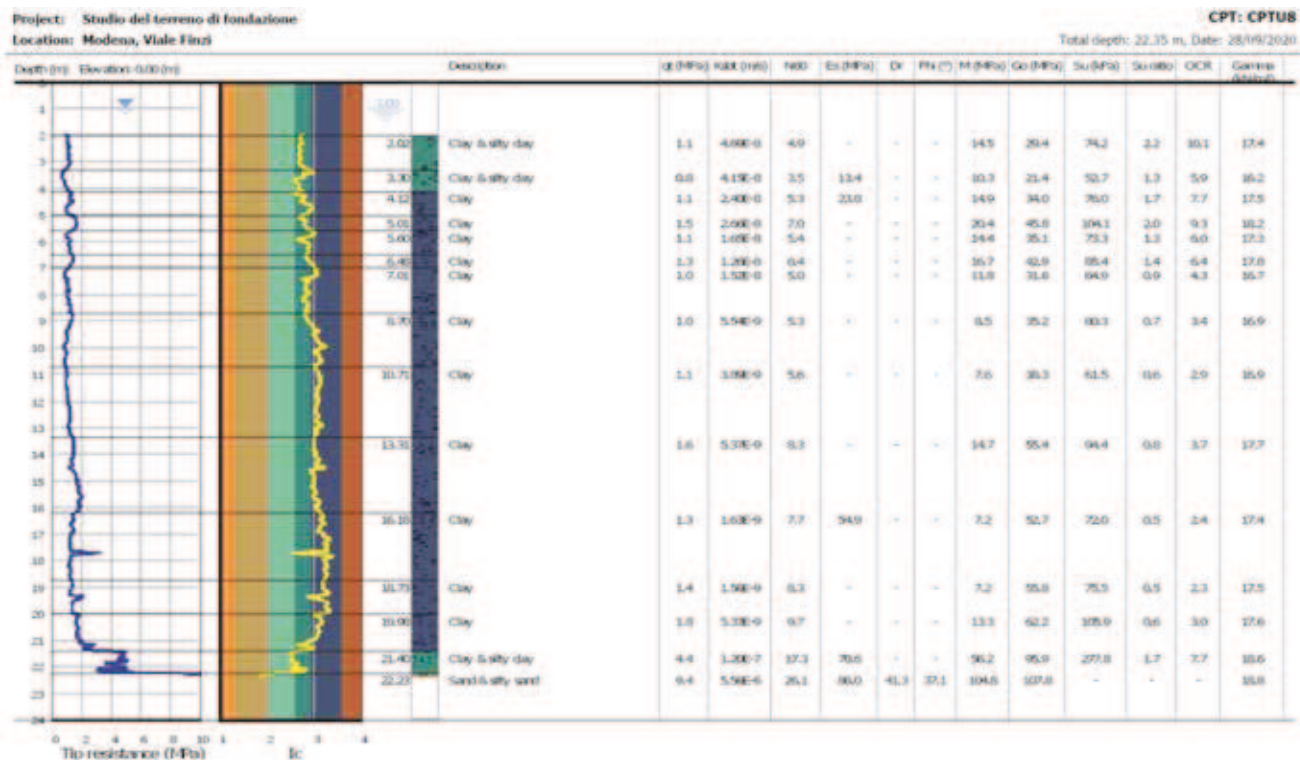
CPTU 6



CPTU 7



CPTU 8



3.1.5 Prove penetrometriche statiche DMT

Il dilatometro piatto o dilatometro Marchetti è una prova che consiste nell'infissione a pressione nel terreno di un sistema di aste che termina in una lama di acciaio di forma e dimensioni standardizzate, al cui centro è posizionata una membrana piana di forma circolare.



Fig.3.8 – Dilatometro Marchetti.

Ogni 20 cm di penetrazione lo strumento è arrestato per la determinazione degli indici della prova. Essa consiste nell'immissione, attraverso un cavo pneumatico interno alle aste, di un gas in pressione che determina l'**espansione della membrana**.

Si registrano due valori di pressione: la **pressione p_0** che corrisponde all'inizio dell'espansione della membrana contro il terreno e la **pressione p_1** che corrisponde ad uno spostamento del centro della membrana di 1.1 mm.

Le prove penetrometriche DMT sono individuate dalle seguenti coordinate:

SONDAGGIO	LATITUDINE [m N]	LONGITUDINE [m E]	ALTITUDINE [m s.l.m]
DMT 1	4947359.2502	653333.4535	30.5648
DMT 2	4947283.0903	653427.3473	30.5390



Fig.3.9 – Strumentazione DMT.

Si riescono così a determinare i seguenti parametri:

- indice del materiale
- indice di tensione orizzontale
- modulo dilatometrico

3.2 Indagini Geofisiche

Per la caratterizzazione sismica dell'area di studio, è stata eseguita la seguente indagine geofisica:

- ***n. 1 indagine sismica in foro Down Hole, eseguita in data 20/10/2020***

I risultati sono riportati integralmente nell'**allegato n. 5**.

3.2.1 Indagine sismica in foro Down Hole

All'interno del foro di sondaggio è stata eseguita una misura delle velocità delle onde di compressione P e taglio S secondo metodologia Down-Hole. Le misure sono state eseguite mediante doppio geofono da foro (Ambrogeo 3D Twin) dotato di n. 2 geofoni triassiali disposti a 1.00 m di distanza.

Mediante la seguente strumentazione si eseguono misure di velocità differenziale calando lo strumento sul fondo del foro (in questo caso 40.00 m) acquisendo gli arrivi per le onde generate da uno scoppio verticale (onde P) e due scoppi orizzontali a polarità negativa e positiva (S+ e S-) su entrambi i geofoni. Le misure vengono ripetute fino in superficie facendo avanzare i geofoni di 1.00 m.

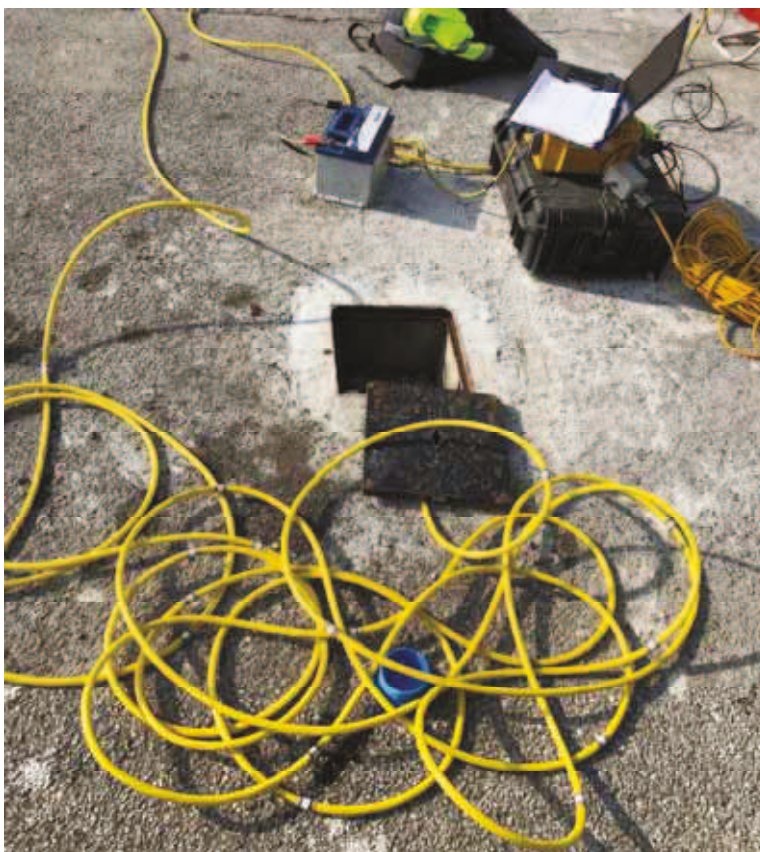
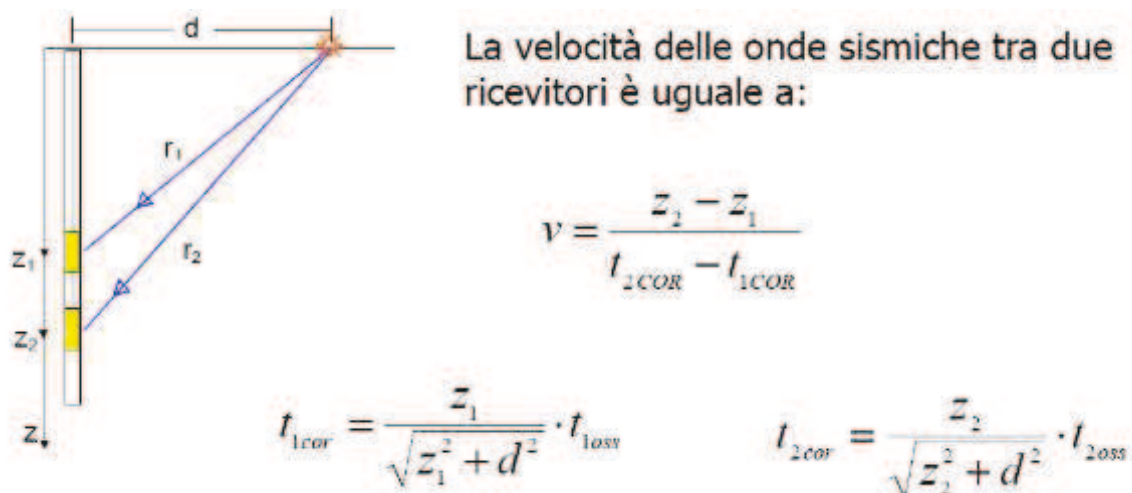


Fig.3.10 – Misura Down Hole.

Disponendo di due punti di misura per ciascuna stazione, si rende possibile elaborare le misure e ricavare le velocità (P e S) secondo il metodo dell'intervallo. Tale metodologia, a differenza del metodo classico diretto, consente una maggiore definizione del profilo di velocità.

Si illustra successivamente il passaggi teorici del calcolo delle velocità secondo il metodo dell'intervallo:



Dove:

- **v** = velocità (m/s);
- **z1** e **z2** = sono le profondità relative dei geofoni;
- **t1_{obs}** e **t2_{obs}** = sono i tempi di arrivo osservati su ciascun geofono;
- **t1_{cor}** e **t2_{cor}** = sono i tempi di arrivo corretti su ciascun geofono;
- **d** = distanza scoppio (in questo caso pari a 3.0 m);

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

4.1 Pericolosità sismica di base

Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale proposta a partire dall'O.P.C.M. n. 3274/2003 e successive modifiche, il **Comune di Modena (MO)** risulta appartenente alla **classe di sismicità 3** (Fig. 4.1).

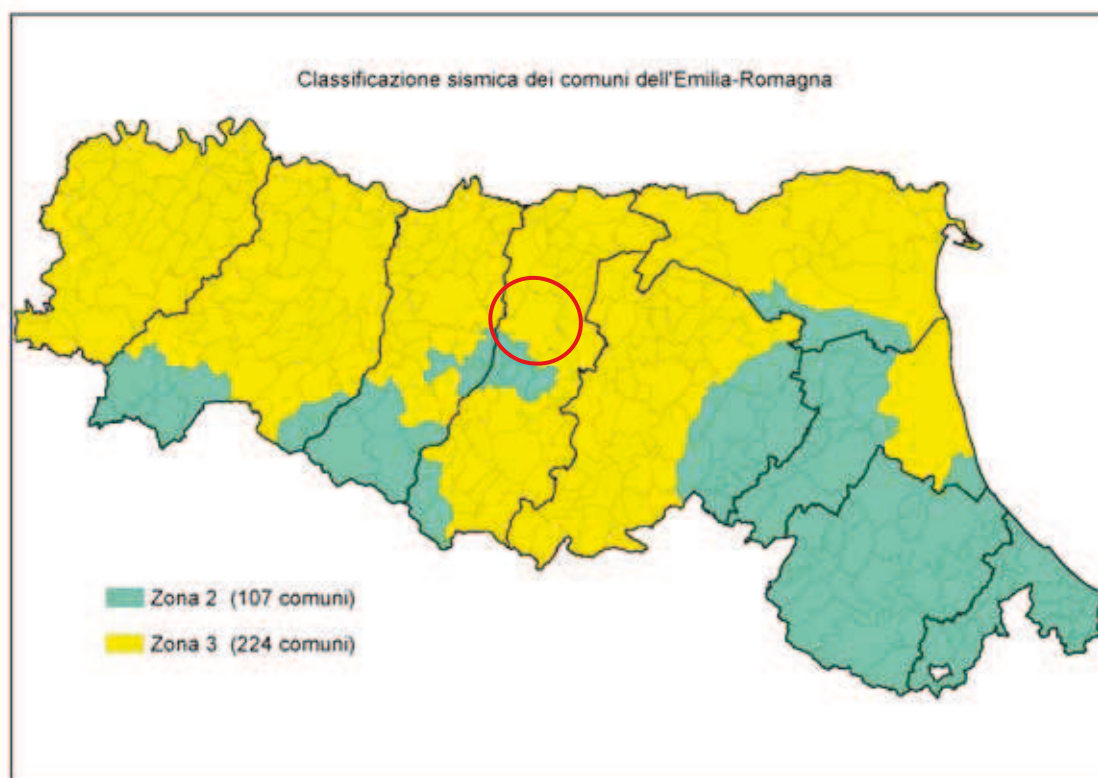


Fig.4.1 - Classificazione sismica e dei comuni della regione Emilia-Romagna – DGR 1164/18.

La suddivisione del territorio nazionale in zone a diversa classe di sismicità, caratterizzate da un valore di accelerazione di picco ed un corrispondente spettro di risposta elastico da utilizzare nella progettazione, risulta in realtà superata dall'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008. Sulla base dei contenuti delle NNTC 2008 e delle successive NTC 2018, per ogni costruzione deve essere definita un'accelerazione di riferimento propria, in funzione delle coordinate geografiche dell'area e della vita nominale dell'opera.

Per ciascuna area in oggetto, in relazione a un periodo di riferimento T_R stimato di 475 anni, è stato definito un parametro di accelerazione massima attesa a_g definita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale. L'accelerazione a_g rappresenta uno dei parametri principali che definisce la **pericolosità sismica di base**, insieme ai parametri F_0 e T_c^* dello spettro di risposta elastico, desumibili nelle tabelle riportate sotto (Tab. 4.1).

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali.

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_p [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.047	2.476	0.253
Danno (SLD)	50	0.059	2.506	0.269
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.162	2.491	0.279
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.214	2.481	0.283
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

H (m) U_5 (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica 11

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1.50	1.50	1.40	1.38
CC Coeff. funz. categoria	1.65	1.62	1.60	1.59
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

☐ Acc. ne. massima attesa al sito [m/s²] 0.5

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
k_h	0.014	0.018	0.057	0.083
k_v	0.007	0.009	0.028	0.041
A_{max} [m/s ²]	0.695	0.864	2.320	2.895
Beta	0.200	0.200	0.240	0.280

Tab.4.1 - Tabella riassuntiva dei parametri sismici del sito in esame secondo NTC18.

4.2 Categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC2018)

Per determinare il parametro V_{30} e definire quindi la categoria di sottosuolo dell'area indagata (§ 3.2.2 NTC 2018) sono state eseguite in sito le indagini sismiche sopra descritte nel paragrafo precedente. Il valore di V_{30} si calcola attraverso la formula 3.2.1 delle NTC 2018:

$$V_{s,Eq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

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

DH	V_{s30}	239 m/s
----	-----------	---------

Pertanto, secondo la classificazione del sottosuolo imposta dal NTC 2018, si definisce il sottosuolo indagato come appartenente alla appartenente alla **categoria C**, corrispondente a

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**.

4.3 Azione sismica e risposta sismica del sito – Approccio semplificato

Per la definizione dell'azione sismica, sulla base di quanto previsto dalle NTC si può fare riferimento ad un approccio semplificato che **si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche del sito**, in funzione delle quali si definiscono l'entità dell'amplificazione stratigrafica e topografica. Sulla base delle NTC 2018, e tenendo conto dei dati ottenuti **dalle indagini geofisiche eseguite in sito**, si **classifica** il terreno di fondazione in oggetto, come appartenente alla **categoria C**.

Si ricava quindi il **fattore stratigrafico S_s** , mediante la seguente relazione, valida suoli in classe C:

$$1.00 \leq S_s = 1.70 - (0.60 \cdot F_o \cdot a_g/g) \leq 1.50 \quad (4.1.1)$$

dove:

- F_o = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2; per il sito oggetto di studio tale valore è pari a **2.491**;
- a_g/g = accelerazione orizzontale del sito, con tempo di ritorno pari a **475 anni**/accelerazione di gravità, pari a **0.162g**.
- S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica o fattore stratigrafico, calcolato tramite la relazione sopra riportata, pari a **1.46**.

Successivamente, sulla base delle condizioni topografiche del sito studiato, si considera un valore di un fattore topografico S_T sulla base della seguente tabella:

Categoria topografica	Ubicazione opera/intervento	S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$	1.2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$	1.4

Per le aree studiate si considera una categoria topografica **T1**, a cui corrisponde un fattore topografico S_T pari a **1.0**.

Infine, si calcola per ciascuna area l'accelerazione massima orizzontale A_{max} con la seguente formula:

$$A_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 1.46 \cdot 1.0 \cdot 0.162 = 0.236g$$

5 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

5.1 Stabilità nei confronti della liquefazione (§ A2.2. DGR 630/2019)

In accordo con la normativa regionale DGR 630/19 si è proceduto alla verifica della liquefazione per le verticali di prova.

La valutazione del fenomeno della liquefazione viene svolta attraverso il calcolo del fattore di sicurezza di ciascun livello che compone il sottosuolo analizzato nei confronti del fenomeno stesso. Il fattore di sicurezza è derivato secondo la seguente formulazione:

$$F_L(z) = \frac{CRR_{M=7.5; \sigma'_{v0}=latmi}}{CSR} \cdot MSF \cdot K_\sigma$$

Dove:

CRR è rappresentato dal rapporto di resistenza ciclica

MSF rappresenta il fattore di scala della magnitudo che è funzione della magnitudo stessa, della PGA e del valore di CRR

K_σ è il fattore di correzione che tiene conto della pressione efficace alla profondità a cui la resistenza viene valutata

CSR è il rapporto di tensione ciclica, ovvero la tensione di taglio indotta dall'azione sismica, normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace. Tale parametro è derivabile secondo la seguente formulazione:

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \cdot \frac{a_{maxs}}{g} \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d$$

I termini che compongono la seguente relazione sono rappresentati da a_{max}/g che descrive il valore dell'accelerazione orizzontale a $T = 0.00$ s, il rapporto della tensione litostatica totale ed efficace, e il coefficiente riduttivo r_d . Quest'ultimo, in accordo con la predetta normativa è stato stimato secondo la seguente formulazione:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M]$$

$$\alpha(z) = -1.012 - 1.126 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11.73} + 5.133\right)$$

$$\beta(z) = 0.106 + 0.118 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{z}{11.28} + 5.142\right)$$

dove M rappresenta il valore di magnitudo di riferimento per il sito in analisi.

Il valore **CRR** è stato ricavato attraverso la metodologia di calcolo proposta da **Boulanger&Idriss 2014**. Per le specifiche della procedura di calcolo adottata si faccia riferimento all'allegato **A2.2** della DGR 630/2019 della Regione Emilia-Romagna. L'analisi di liquefazione è stata eseguita entro i -20.00 m rispetto al piano campagna come prescritto dalla normativa di riferimento.

Le verifiche sono state svolte considerando una magnitudo di riferimento $M = 6.14$ (derivante dalla zonazione sismogenetica) e una accelerazione massima al suolo $A_{max} = 0.236g$ (NTC18).

A seguito dell'identificazione del fattore di sicurezza F_L è stato determinato l'indice potenziale di liquefazione IL (LPI) attraverso il quale è possibile definire l'esposizione del sito al rischio di liquefazione. Il potenziale di liquefazione LPI è stato determinato secondo la seguente formulazione:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz \quad \text{in cui} \quad w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}} \right)$$

Dove $F(z)$ viene determinato secondo le formulazioni proposte da Somnez (2003)

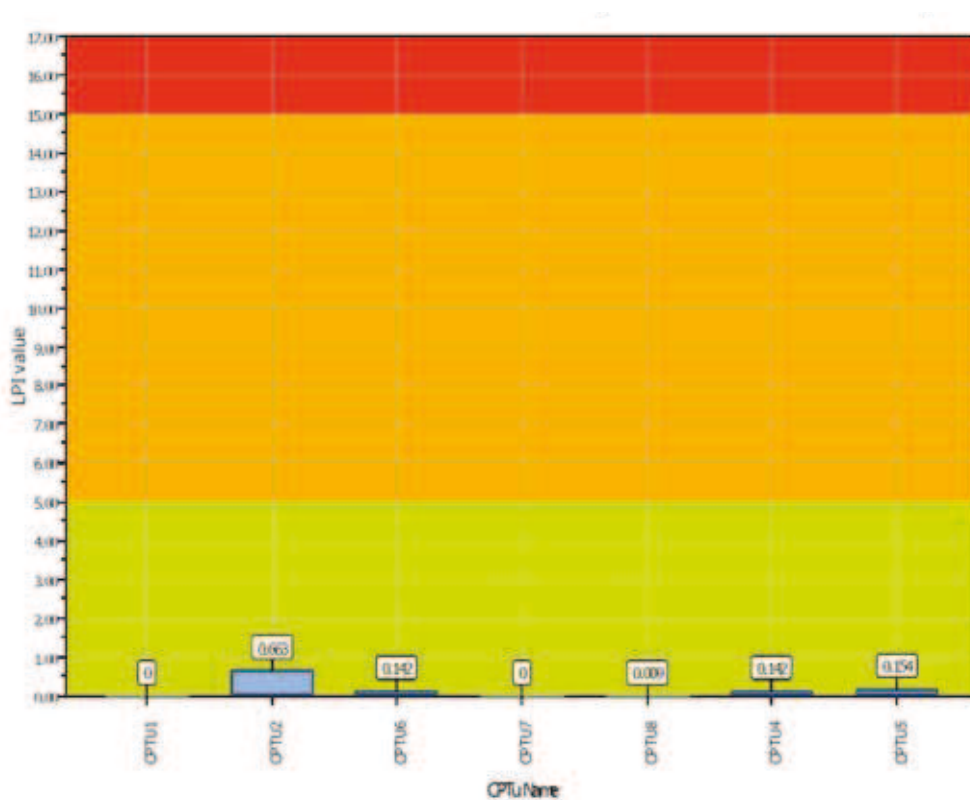
$$\begin{array}{ll} F(z) = 0 & \text{per } F_L \geq 1.2 \\ F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L) & \text{per } 1.2 > F_L \geq 0.95 \\ F(z) = 1 - F_L & \text{per } F_L \leq 0.95 \end{array}$$

In base al valore di LPI ottenuto è possibile fornire un'indicazione del rischio di liquefazione. In considerazione delle linee guida emesse dalla Regione Emilia-Romagna, a seguito degli eventi sismici di Maggio e Giugno 2012, si considera la classificazione di rischio definita da **Somnez 2003**:

INDICE DI LIQUEFAZIONE	Rischio di liquefazione
LPI=0	Nulla
0<LPI≤2	Basso
2<LPI≤5	Moderato
5<LPI≤10	Alto
15>LPI	Molto alto

Si illustra successivamente il valore di LPI derivato dalle verticali di prova:

INDAGINE	INDICE DI LIQUEFAZIONE	RISCHIO
CPTU1	0.0	NULLO
CPTU2	0.663	BASSO
CPTU4	0.142	BASSO
CPTU5	0.154	BASSO
CPTU6	0.142	BASSO
CPTU7	0.0	NULLO
CPTU8	0.009	BASSO



6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio geologico, geotecnico e sismico è stato redatto a supporto del progetto di ampliamento e di realizzazione di nuovi edifici presso l'area CONAD-CIV, in Viale Finzi nel Comune di Modena (MO).

In base alla tipologia di intervento in progetto sono state realizzate le seguenti indagini geotecniche:

- *n. 8 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU*
- *n. 2 prove penetrometriche statiche con dilatometro Marchetti DMT*
- *n. 2 sondaggi a carotaggio continuo*

In ottemperanza alla normativa tecnica nazionale (NTC 2018) e in accordo con i risultati ottenuti a seguito dell'indagine geofisica espletata per il sito in oggetto è possibile classificare il terreno di fondazione come appartenente alla **categoria C**, depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o a 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 equivalentemente compresi tra **180 m/s** e **360 m/s**.

Per la definizione dell'azione sismica, è stato utilizzato l'approccio semplificato delle NTC 2018. Dall'analisi così eseguita si sono ottenuti i seguenti risultati:

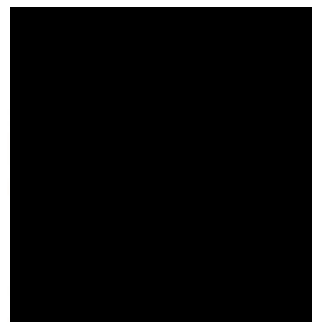
	Approccio semplificato NTC18	
ag	FA	Amax
0.162	1.46	0.236

Inoltre è stata eseguita la verifica della suscettibilità al fenomeno della liquefazione secondo il metodo *Boulanger&Idriss* 2014 (allegato A2.2 della DGR 630/2019 della Regione Emilia-Romagna). Dall'analisi della suscettibilità nei confronti del fenomeno della liquefazione si sono ottenuti valori di LPI corrispondenti a un **rischio di liquefazione basso e molto basso** (§ 5.1).

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

Modena, 2 novembre 2020

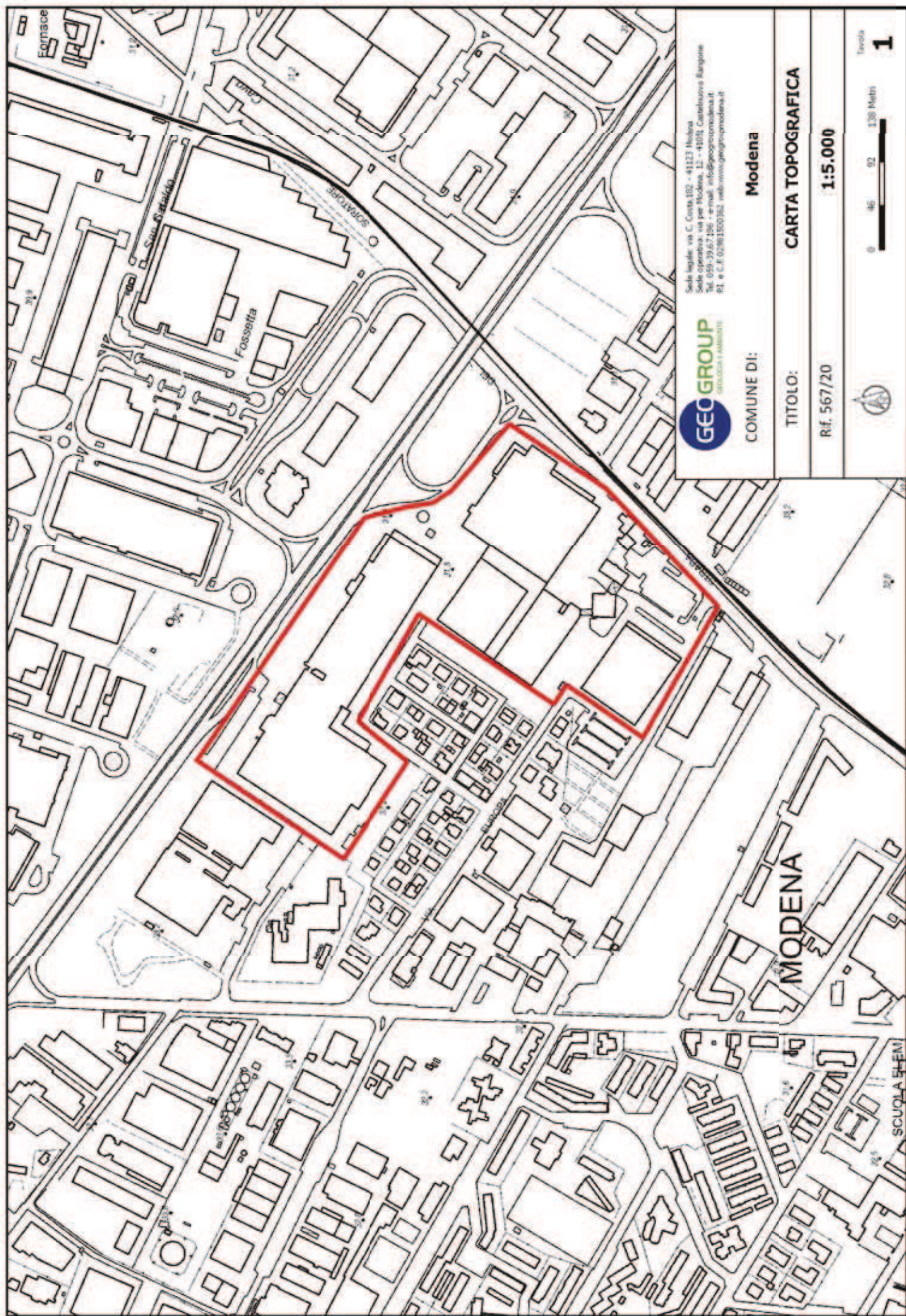
Dott. Geol. Pier Luigi Dallari



GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

TAVOLE





GEO GROUP
GEOLOGIA E AMBIENTE

Sede legale: via C. Costa 102 - 41123 Modena
Sede operativa: via per Modena, 12 - 41013 Castelvetro Rangone
Tel. 059-39.67.196 - email: info@geogruppmodena.it
P.I. e C.F. 02961550362 web: www.geogruppmodena.it

Modena

COMUNE DI:

TITOLO:

CARTA TOPOGRAFICA

Rif. 567/20

1:5.000

0 46 92 138 Metri

Tavola **1**



Sede legale: via C. Costa 102 - 41123 Modena
Sede operativa: via per Modena, 12 - 41013 Castelluccio Rangone
Tel. 059-39.67.196 - e-mail: info@geogroupmodena.it
P.I. e C.F. 02961500362 web: www.geogroupmodena.it

COMUNE DI:

Modena

TITOLO:

RIPRESA SATELLITARE

Rf.: 567/20

1:5.000



0 46 92 138 Metri
Tavola **2**



GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 1

Prove penetrometriche statiche CPTU e DMT

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

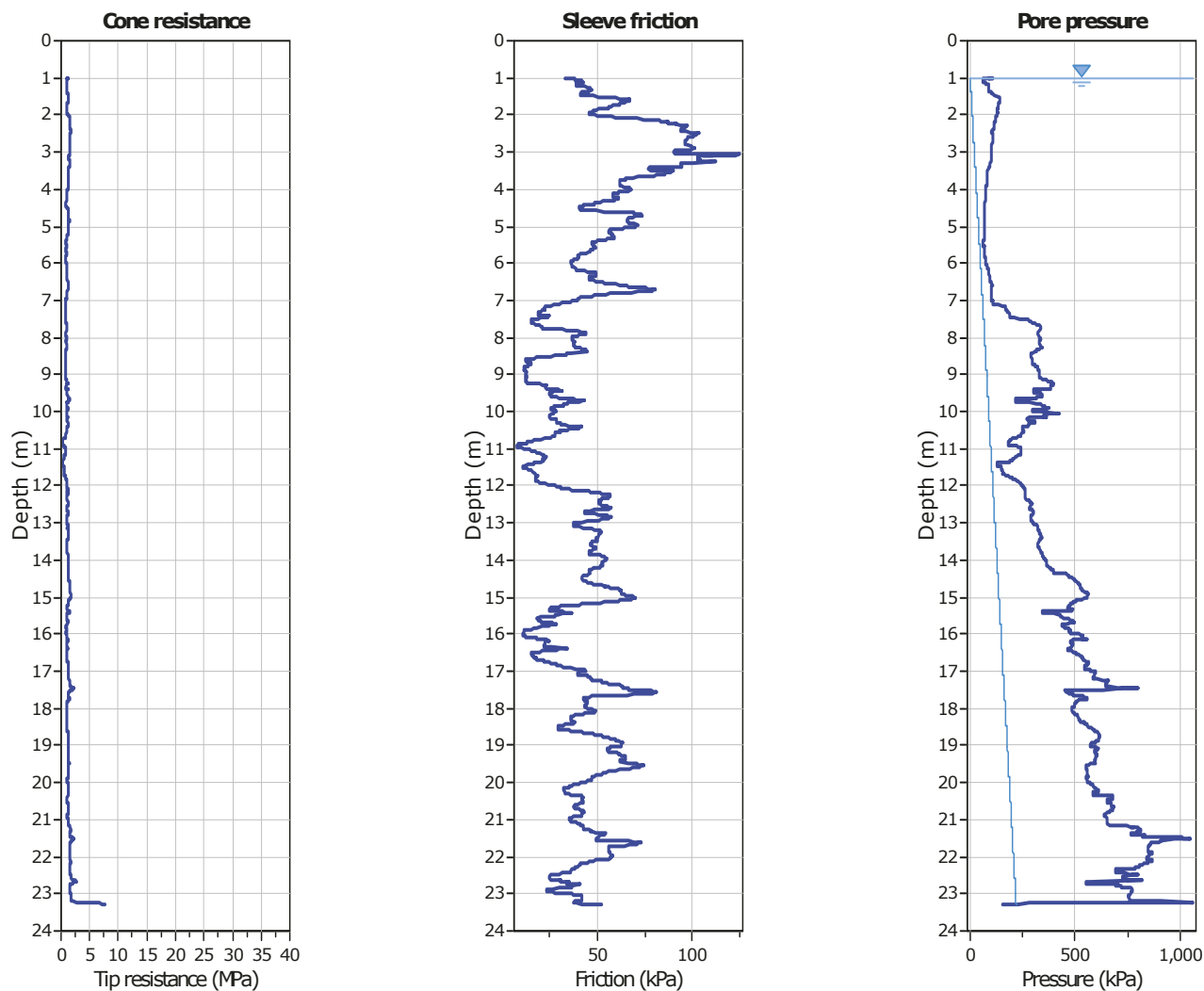
CPTU

Project: Studio del terreno di fondazione

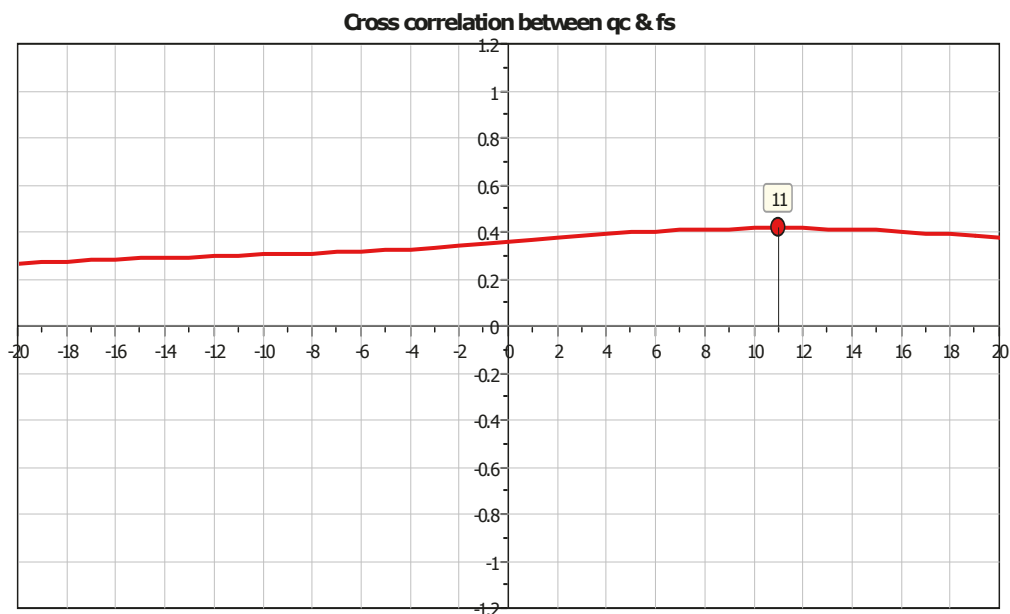
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU1

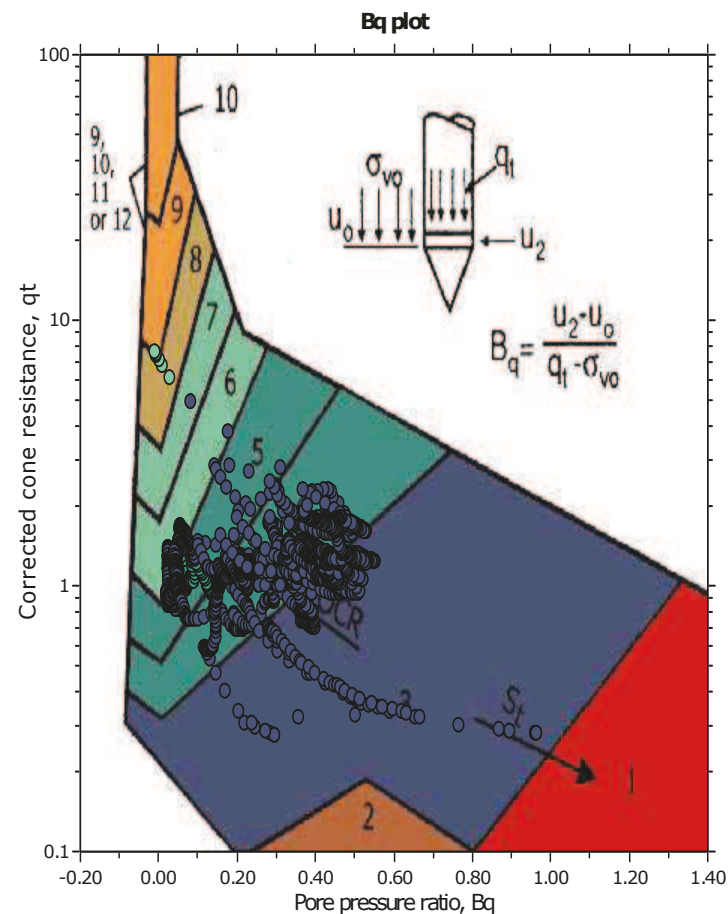
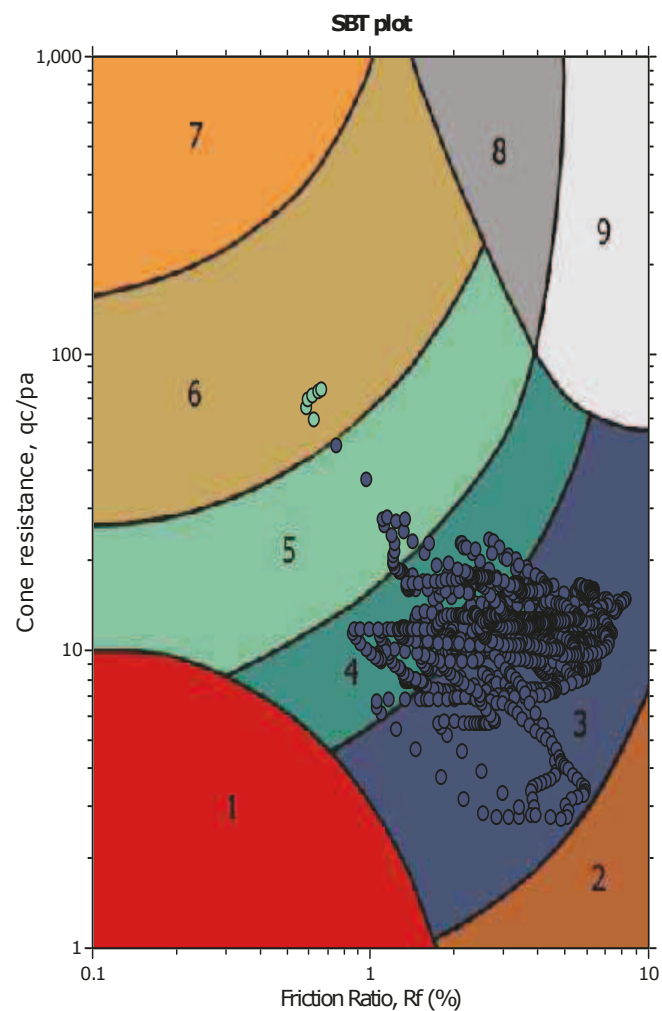
Total depth: 23.30 m, Date: 25/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



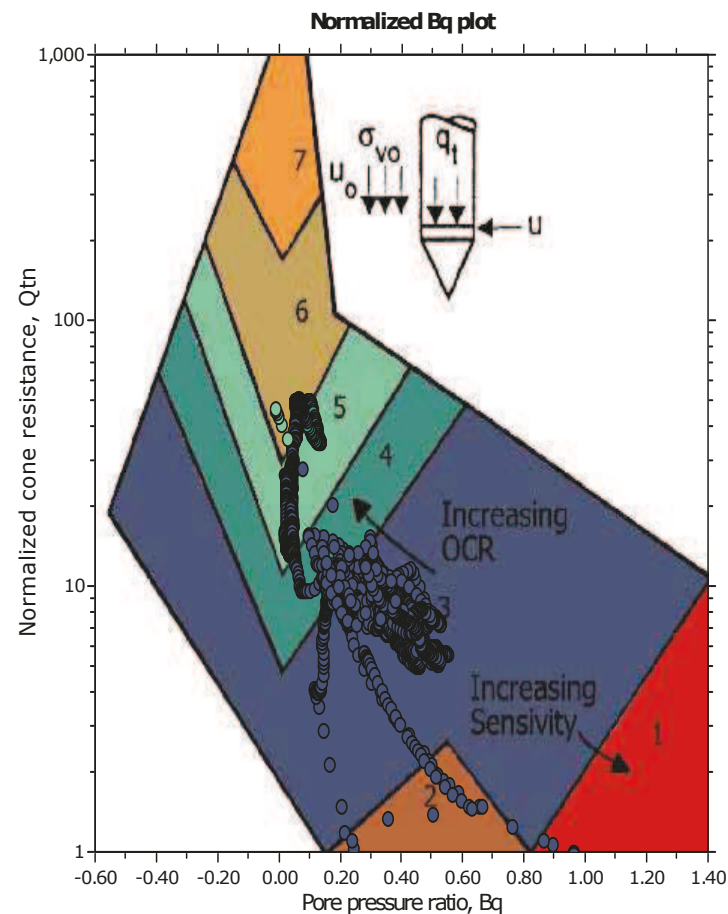
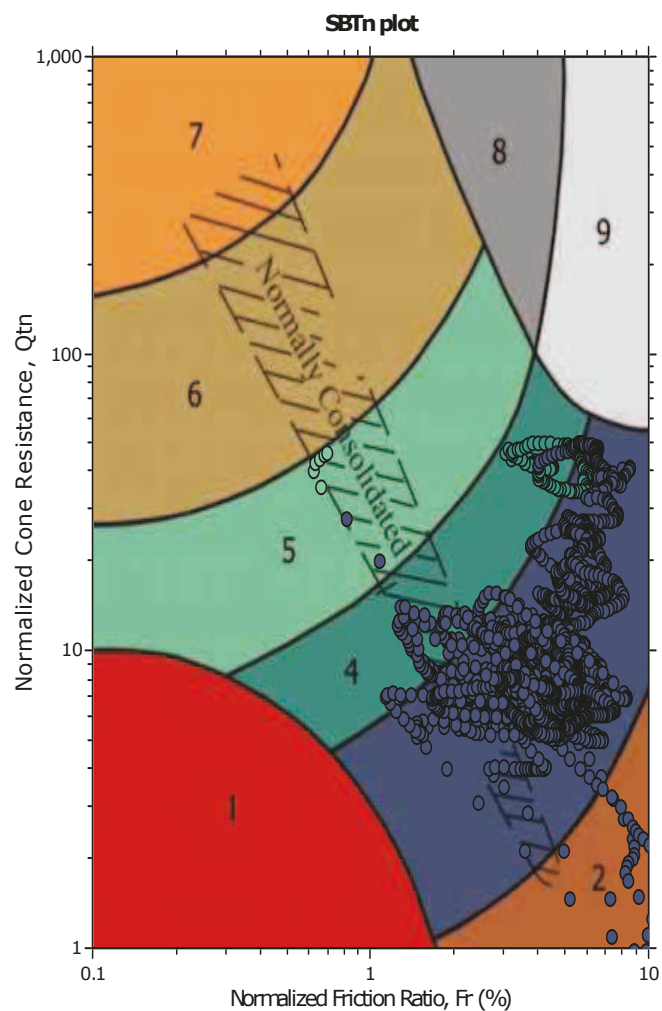
SBT - Bq plots



SBT legend

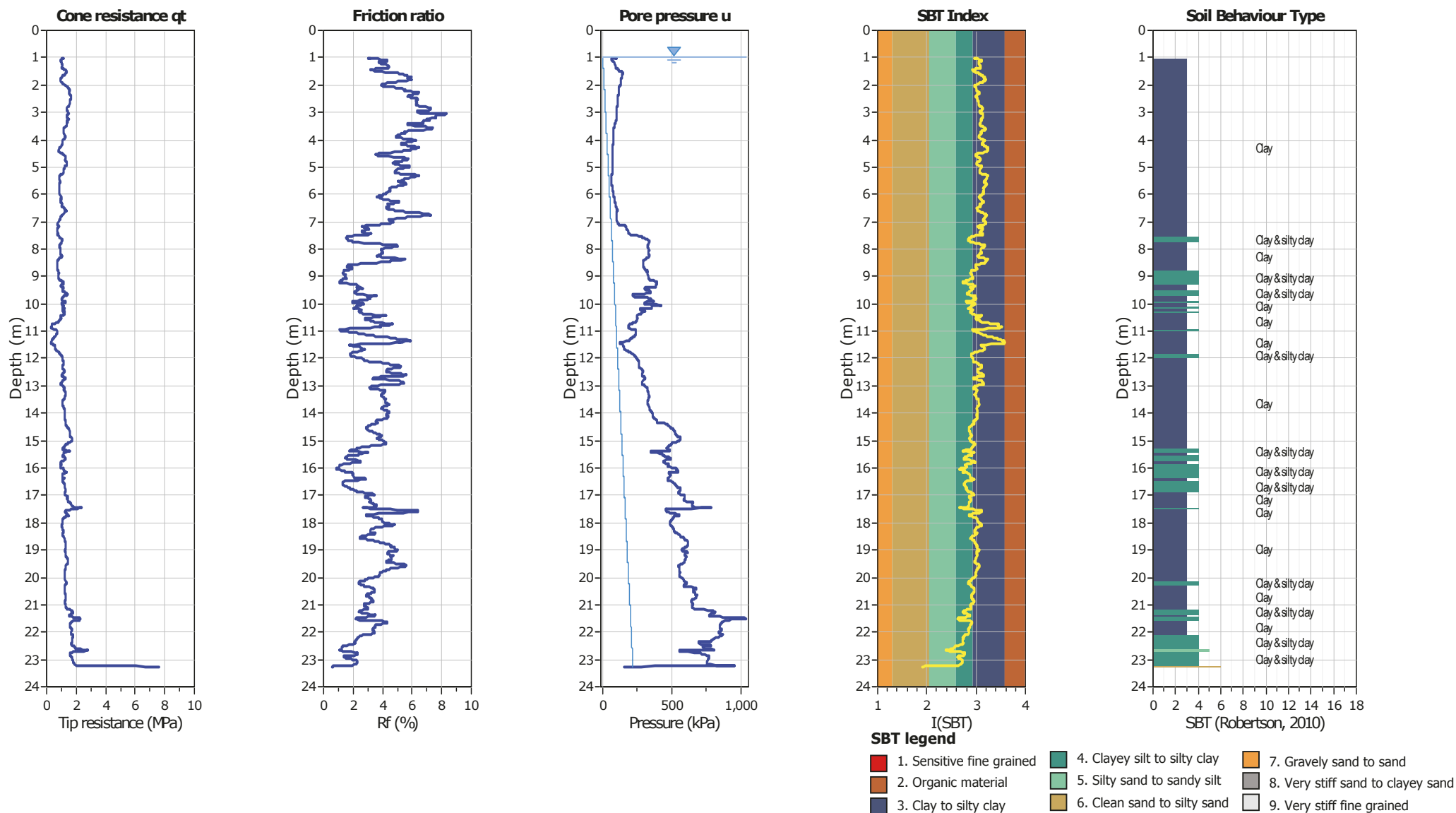
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

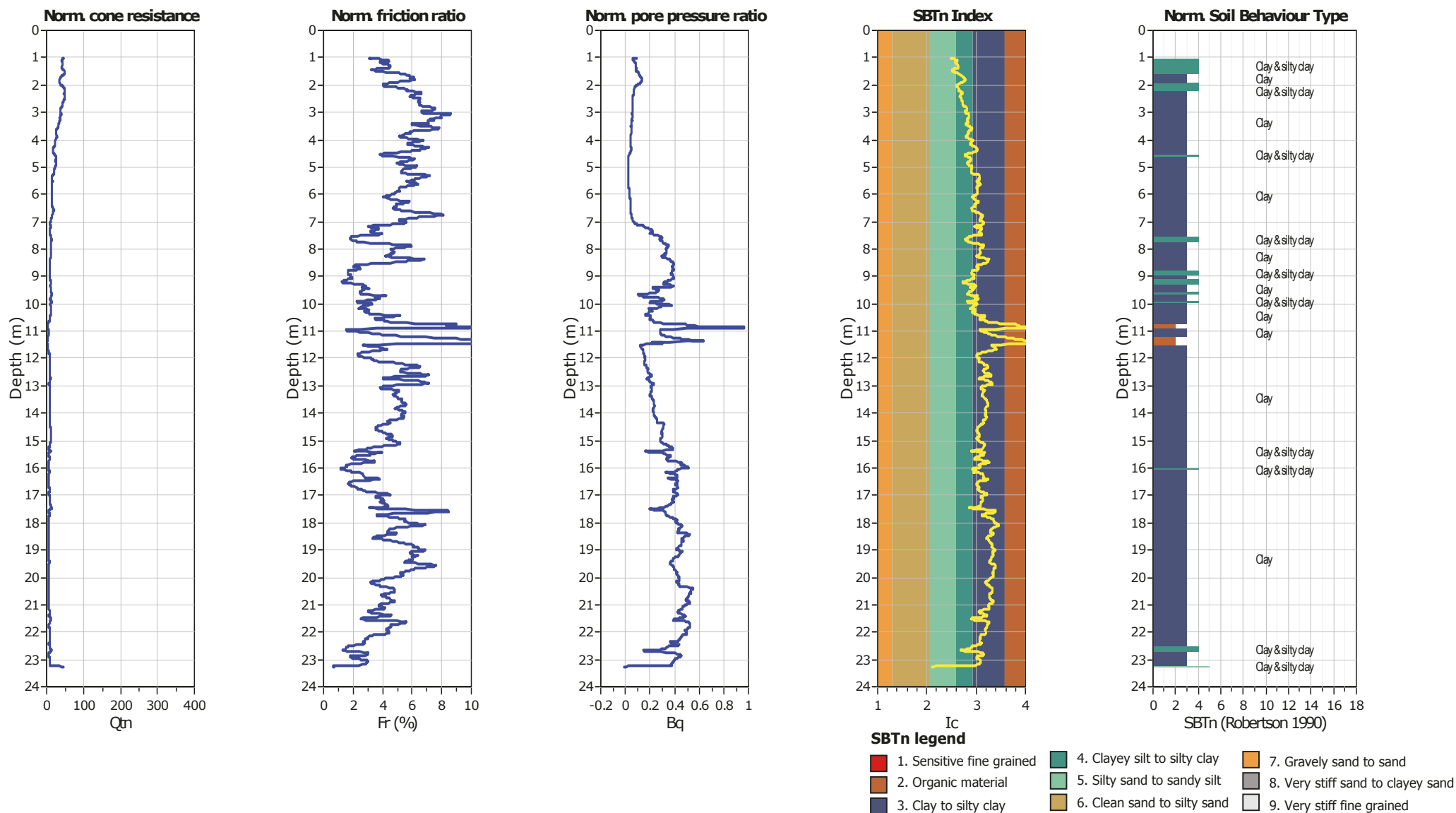
SBT - Bq plots (normalized)

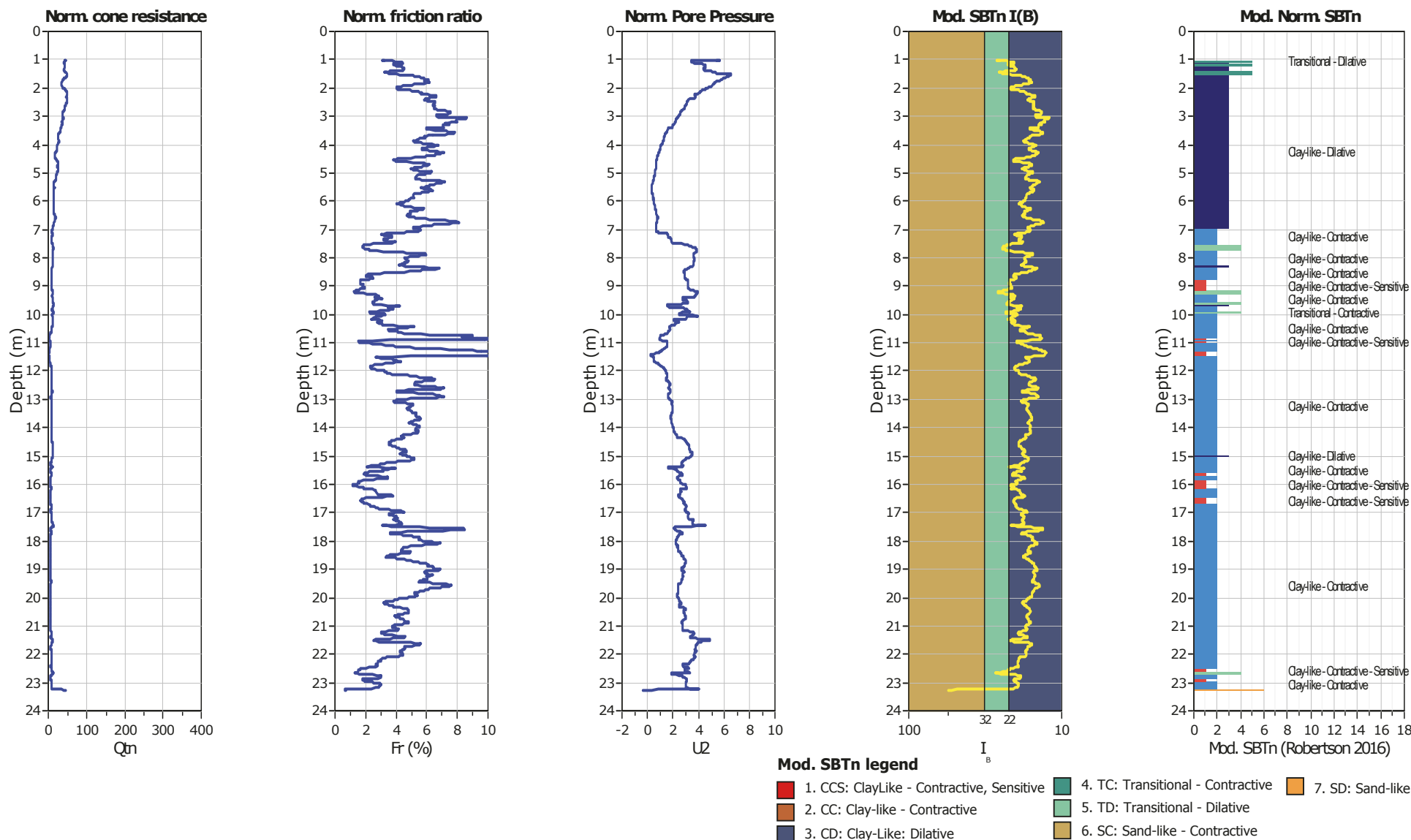


SBTn legend

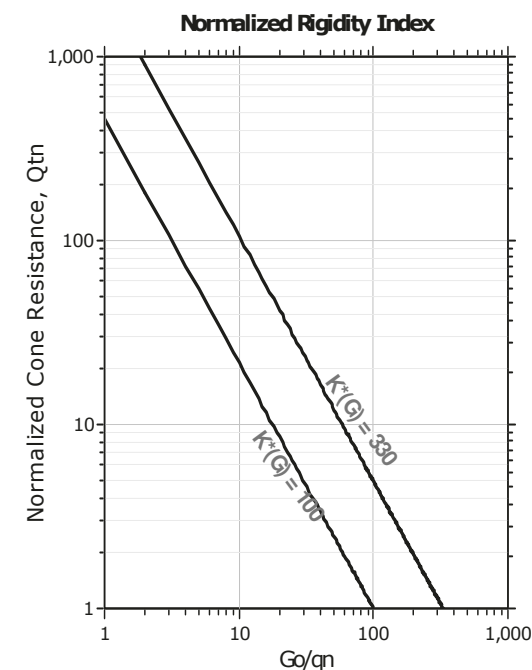
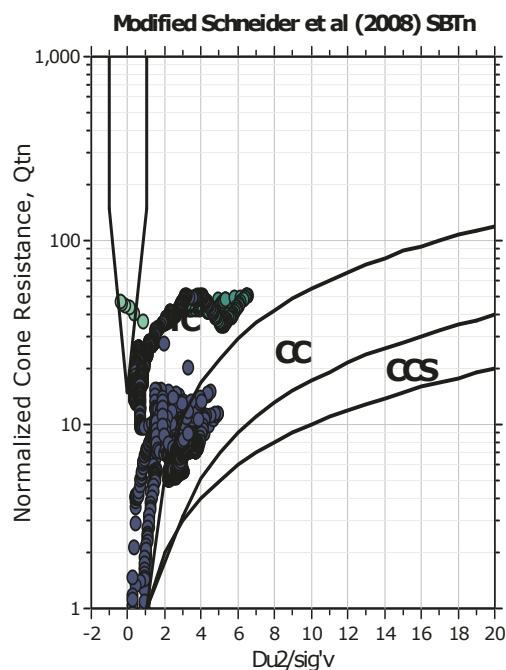
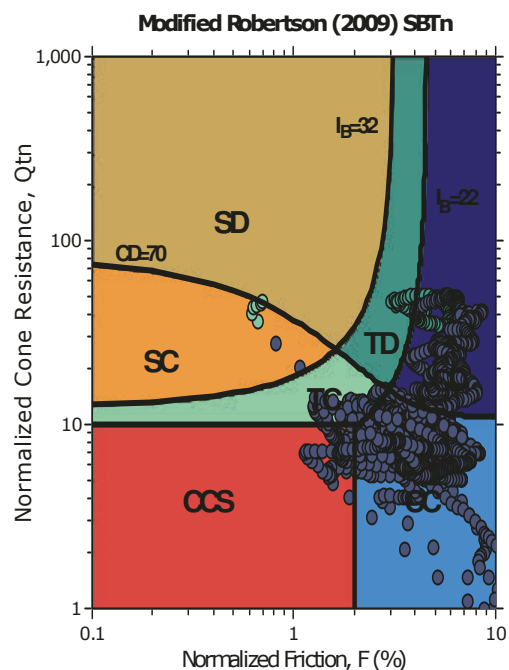
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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





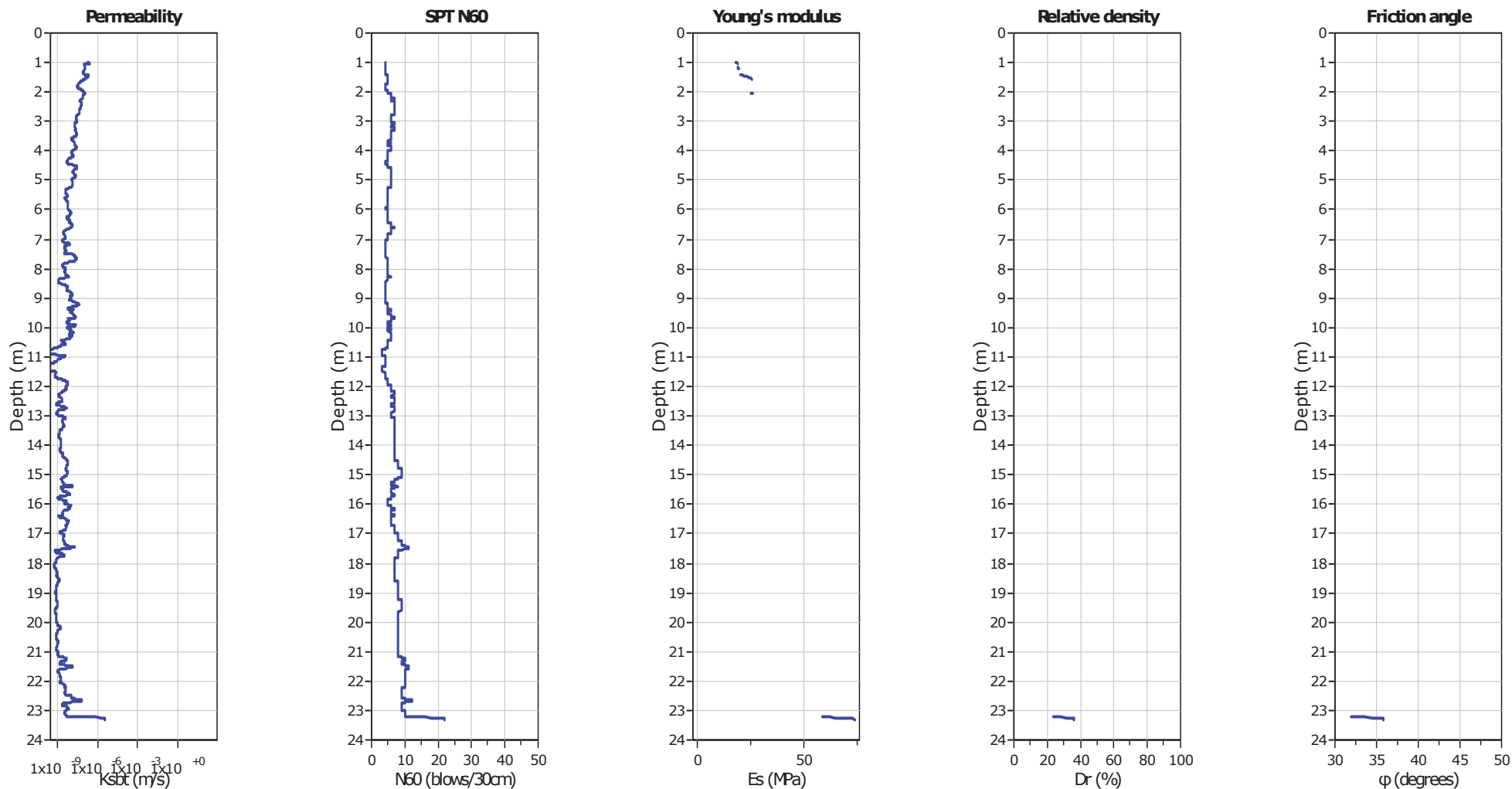


Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

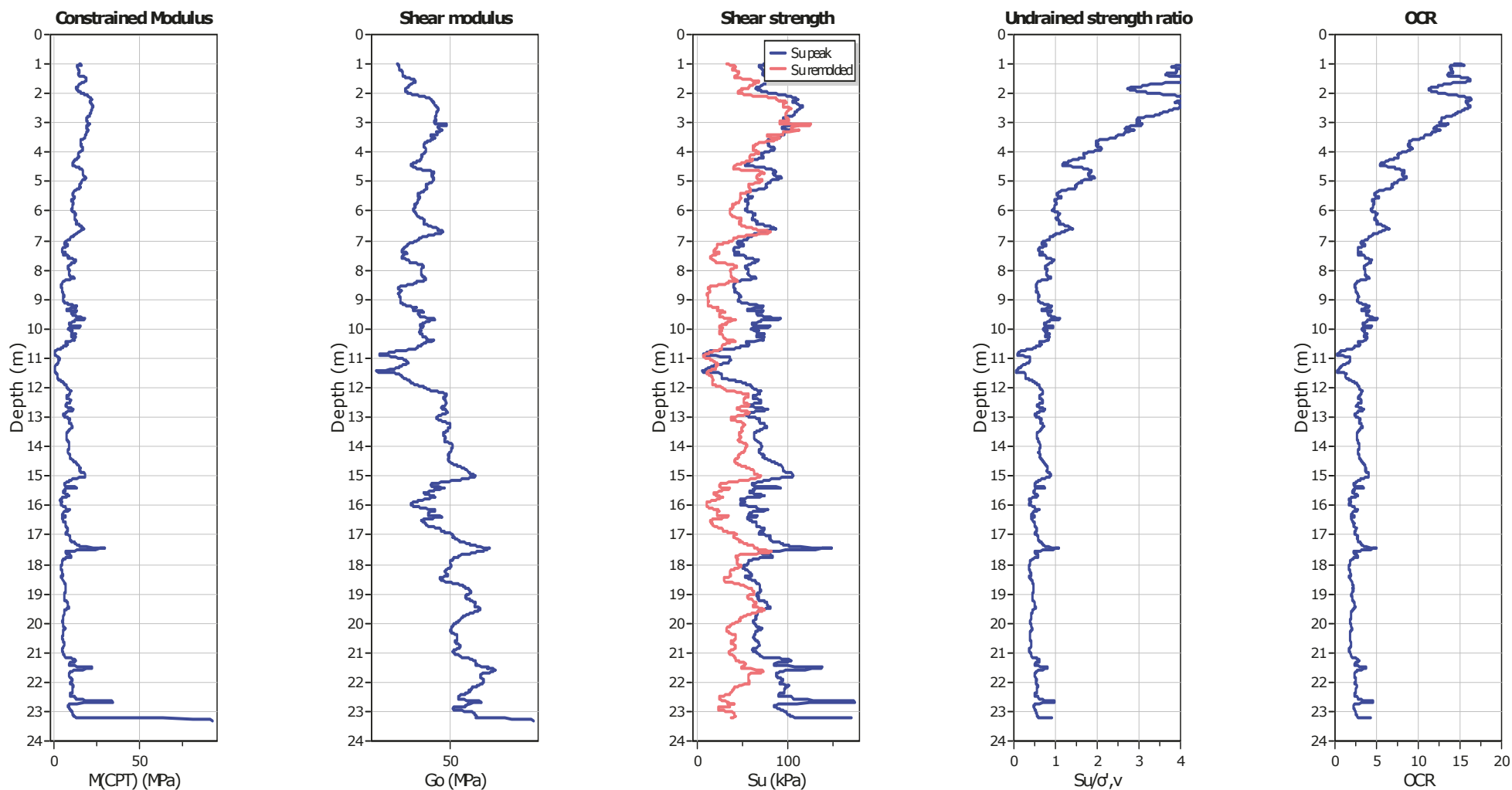
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

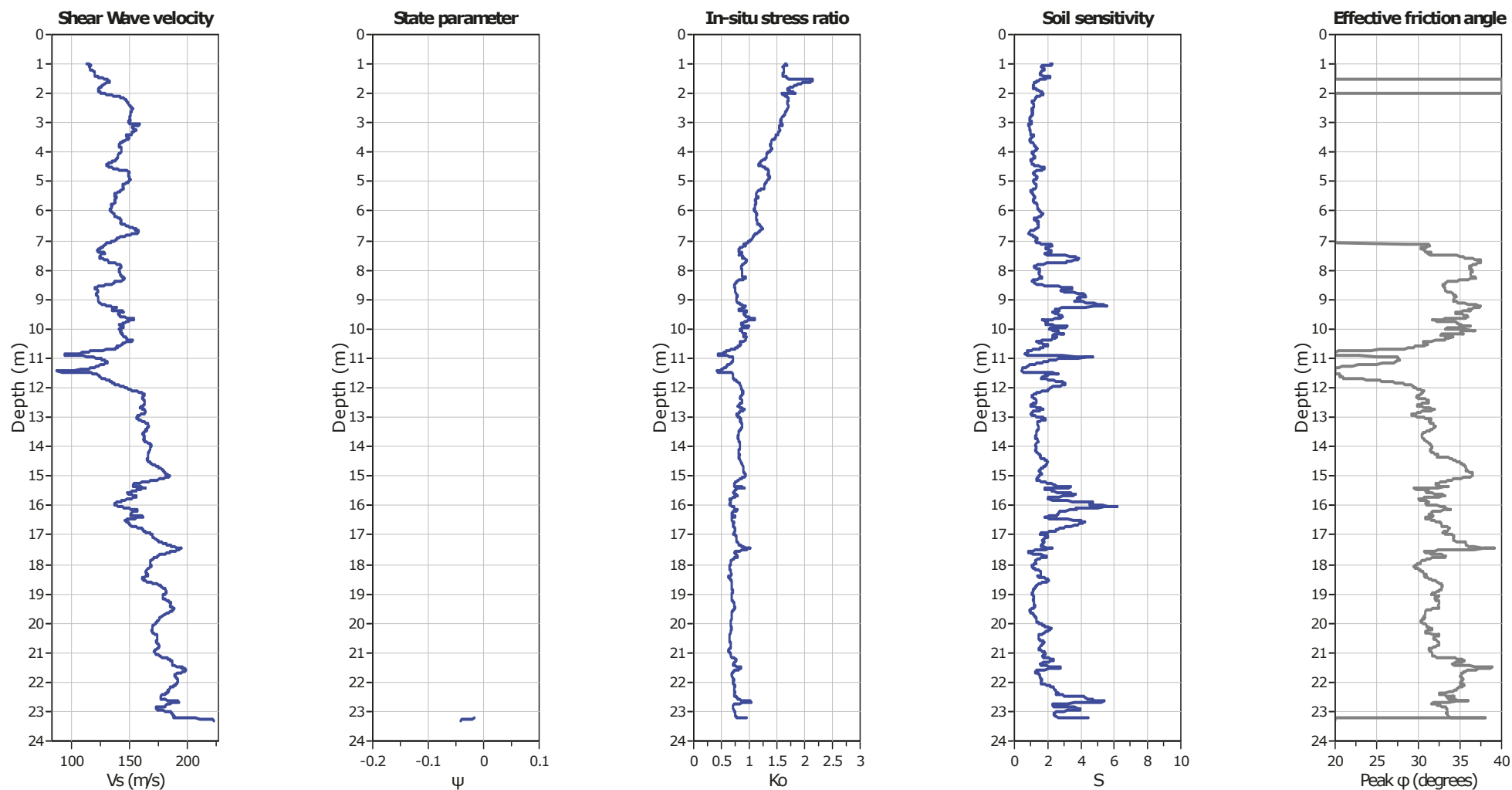
G_o : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

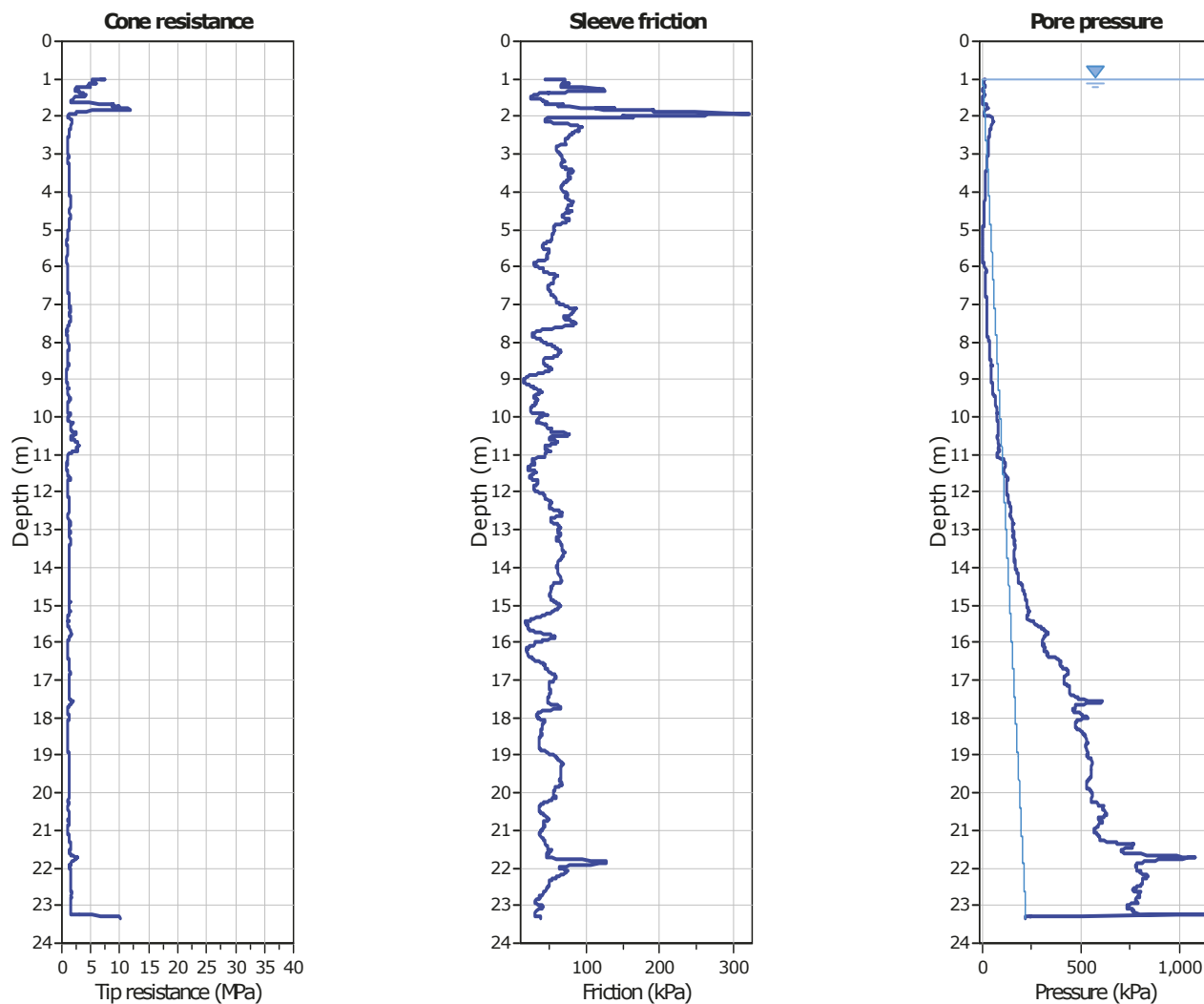
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

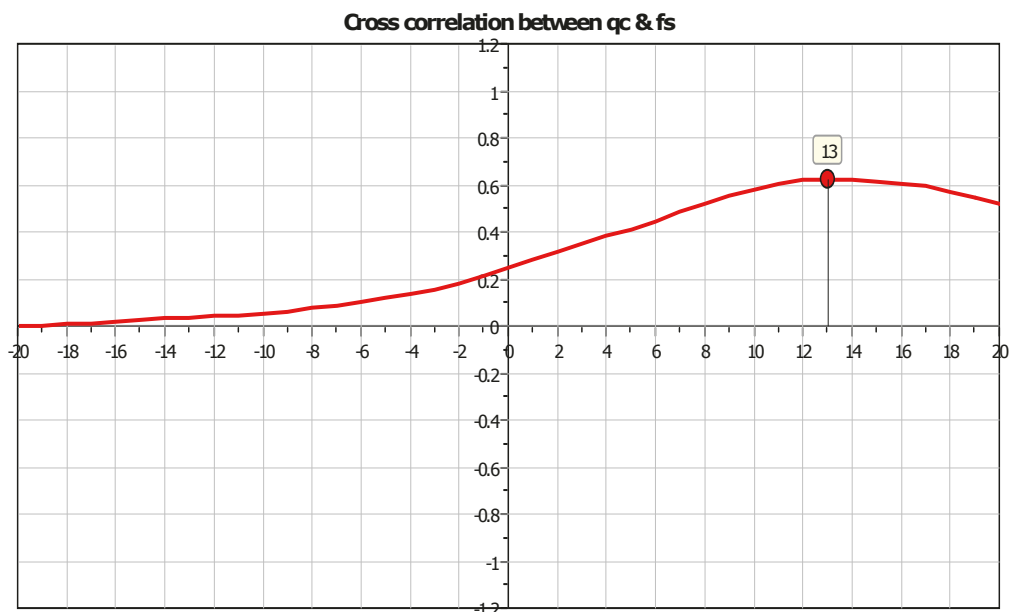
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU2

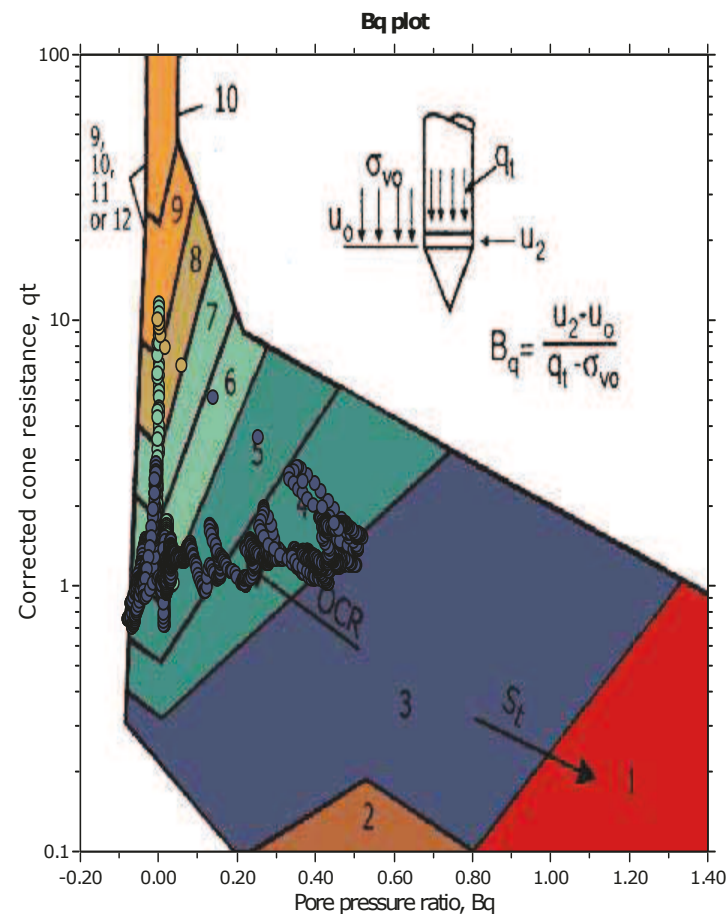
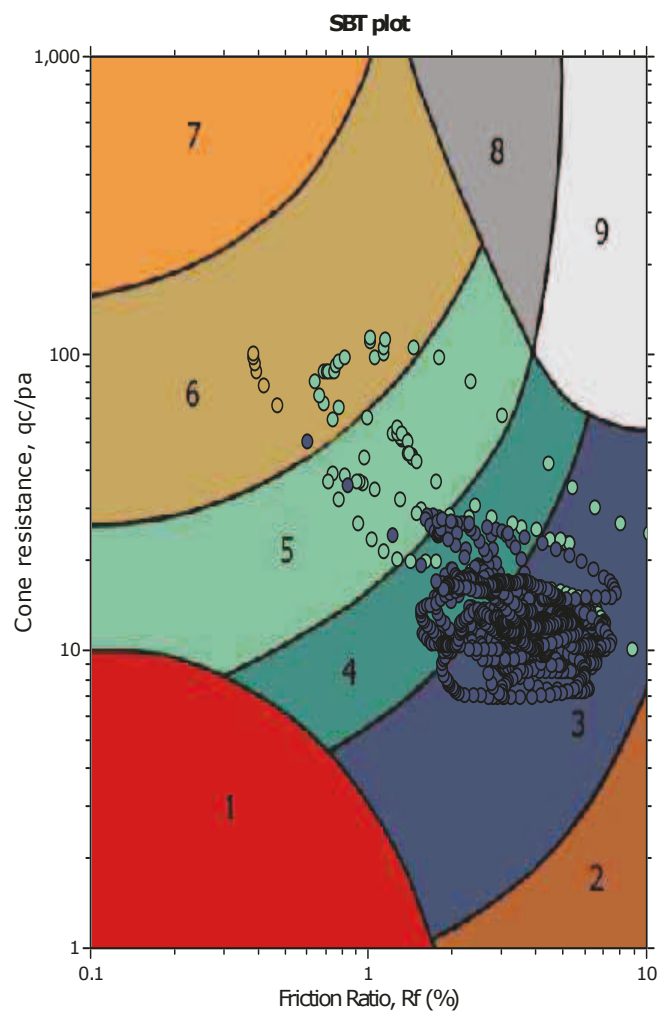
Total depth: 23.32 m, Date: 25/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



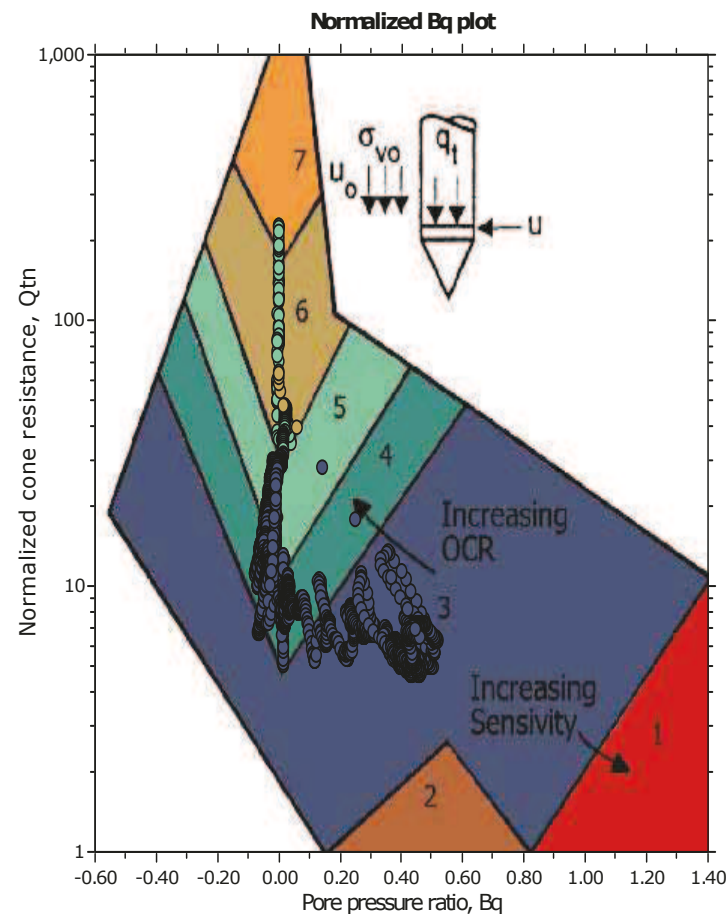
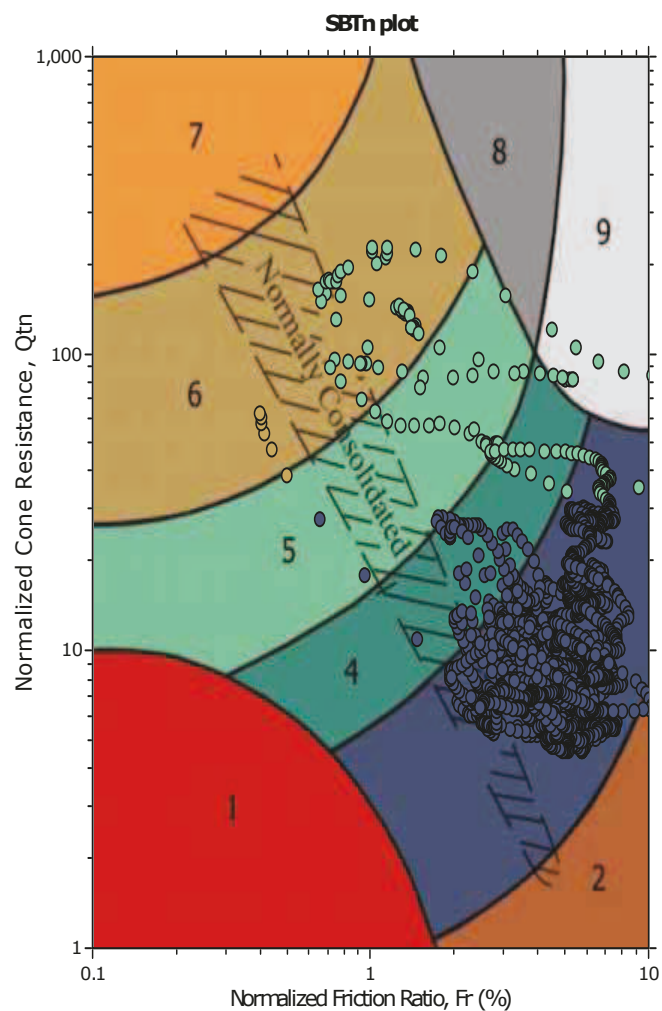
SBT - Bq plots



SBT legend

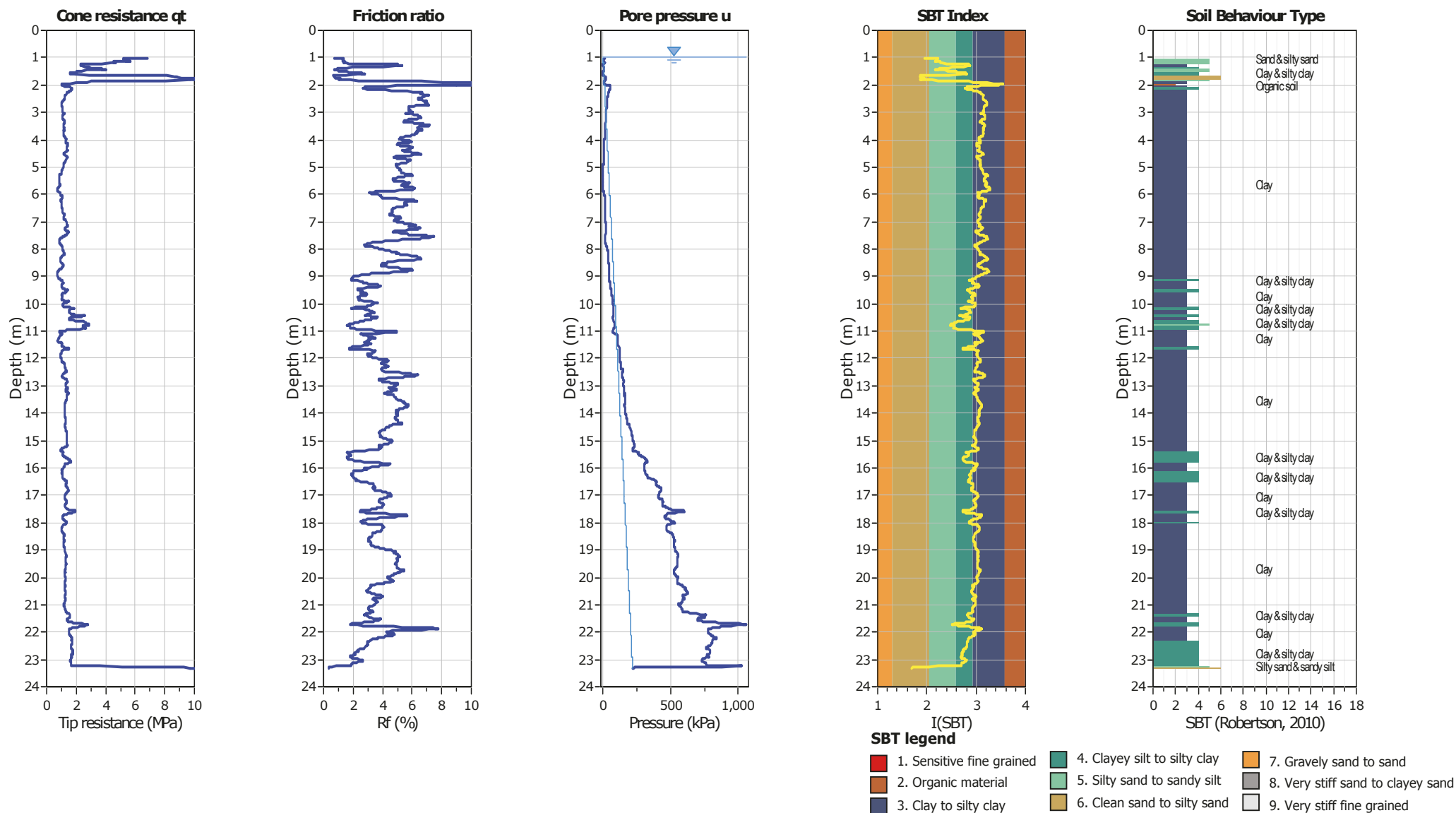
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

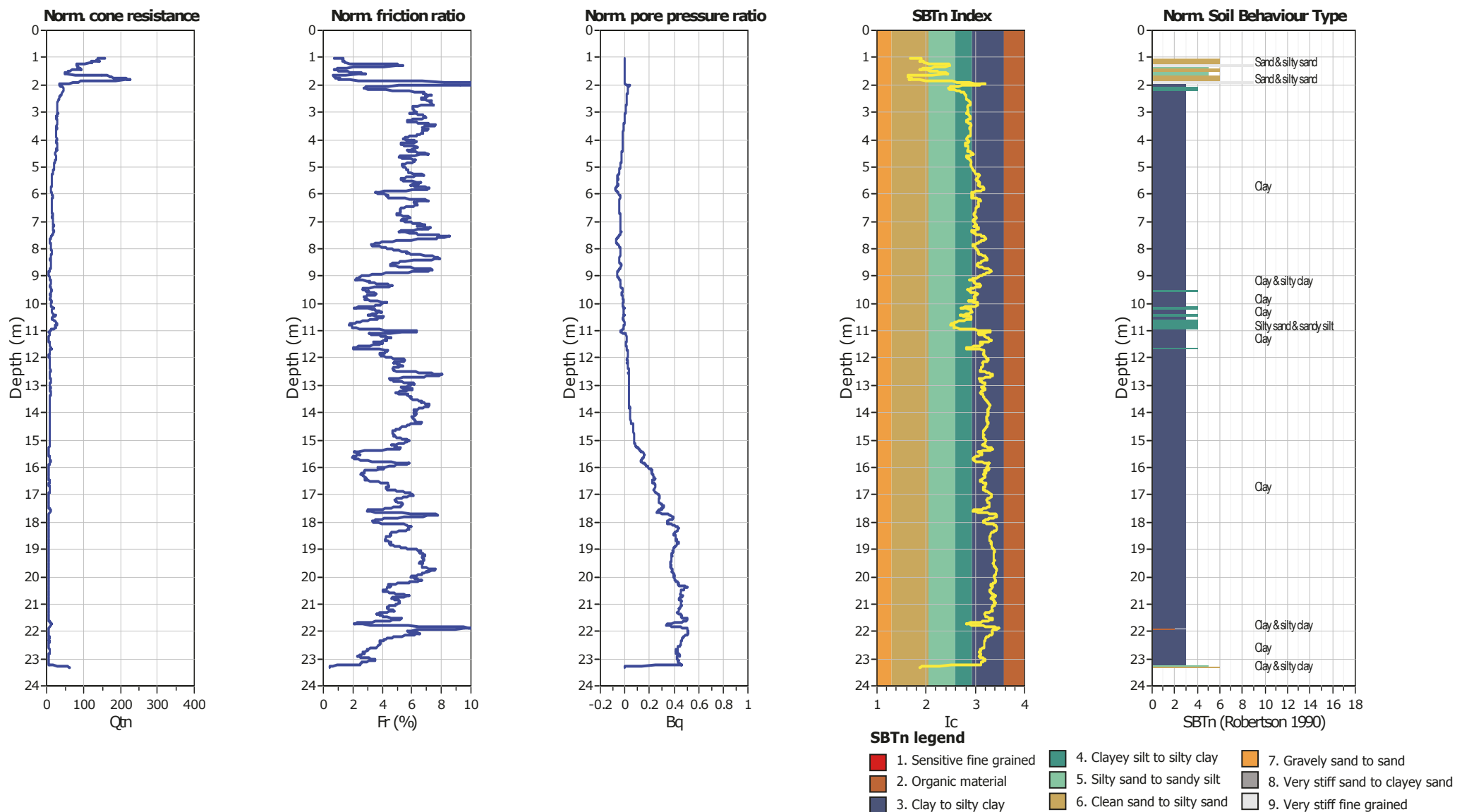
SBT - Bq plots (normalized)

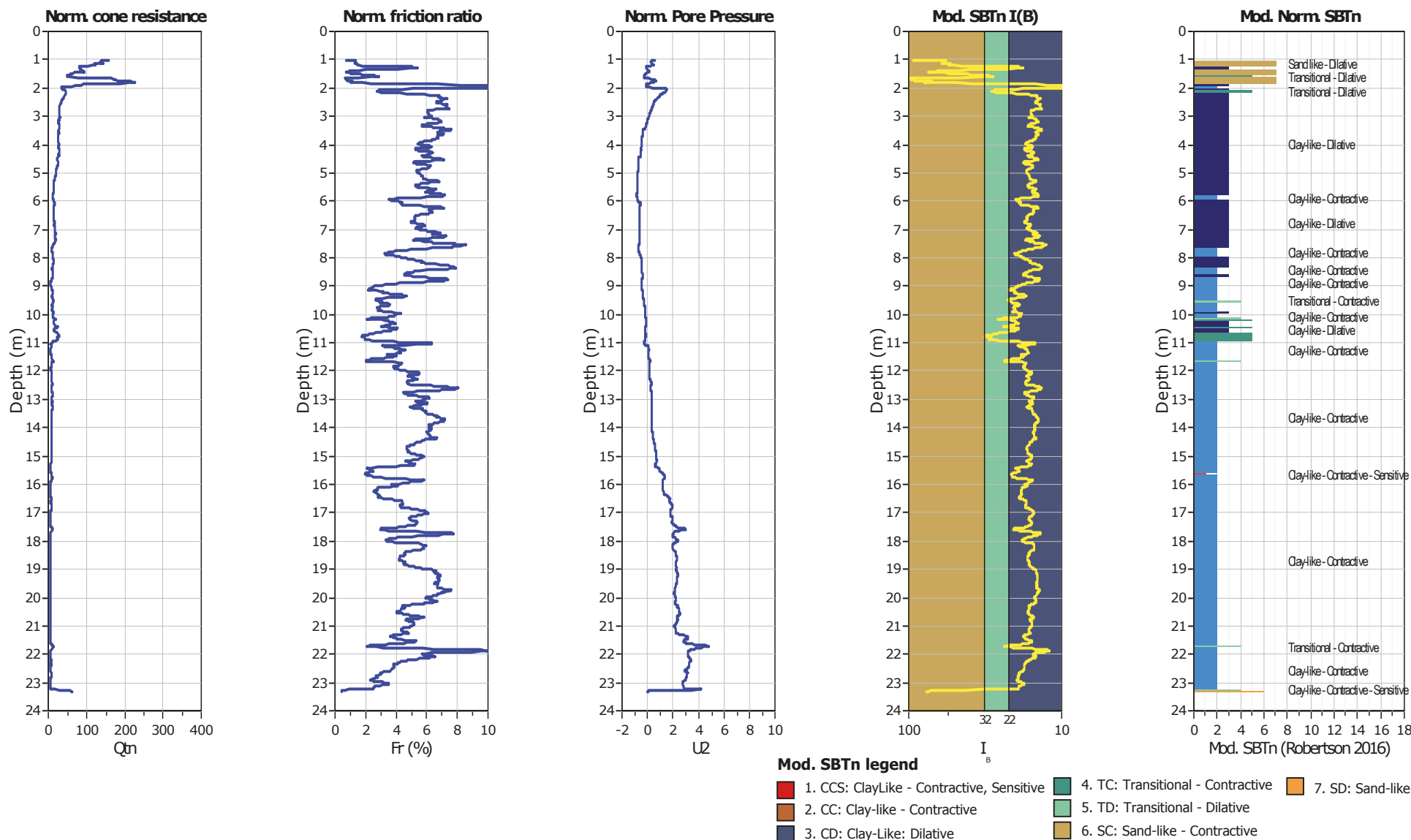


SBTn legend

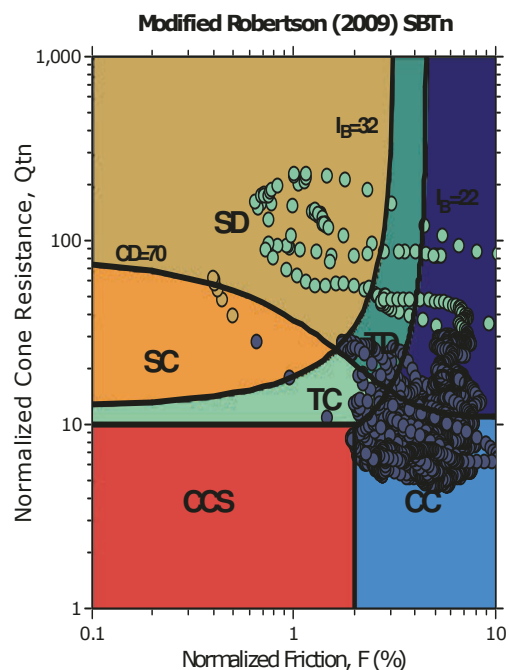
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



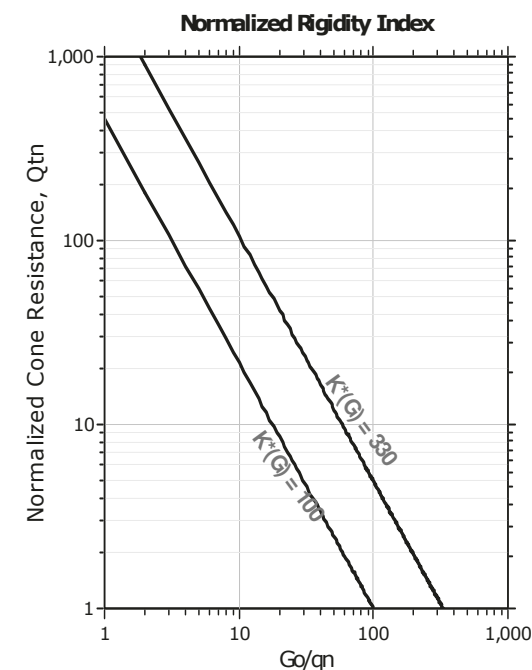
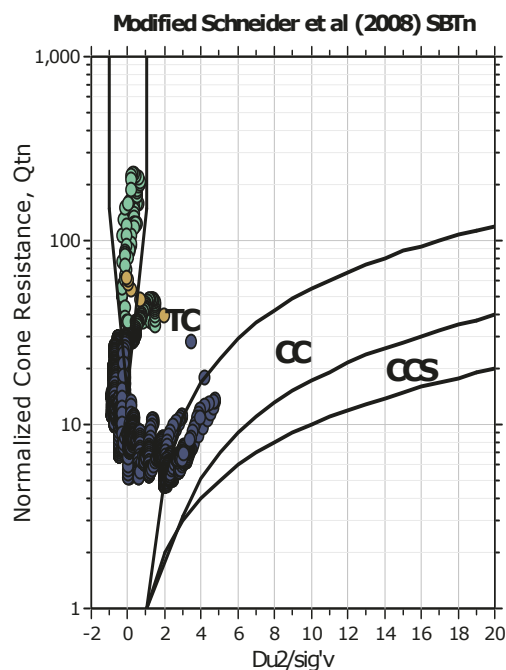




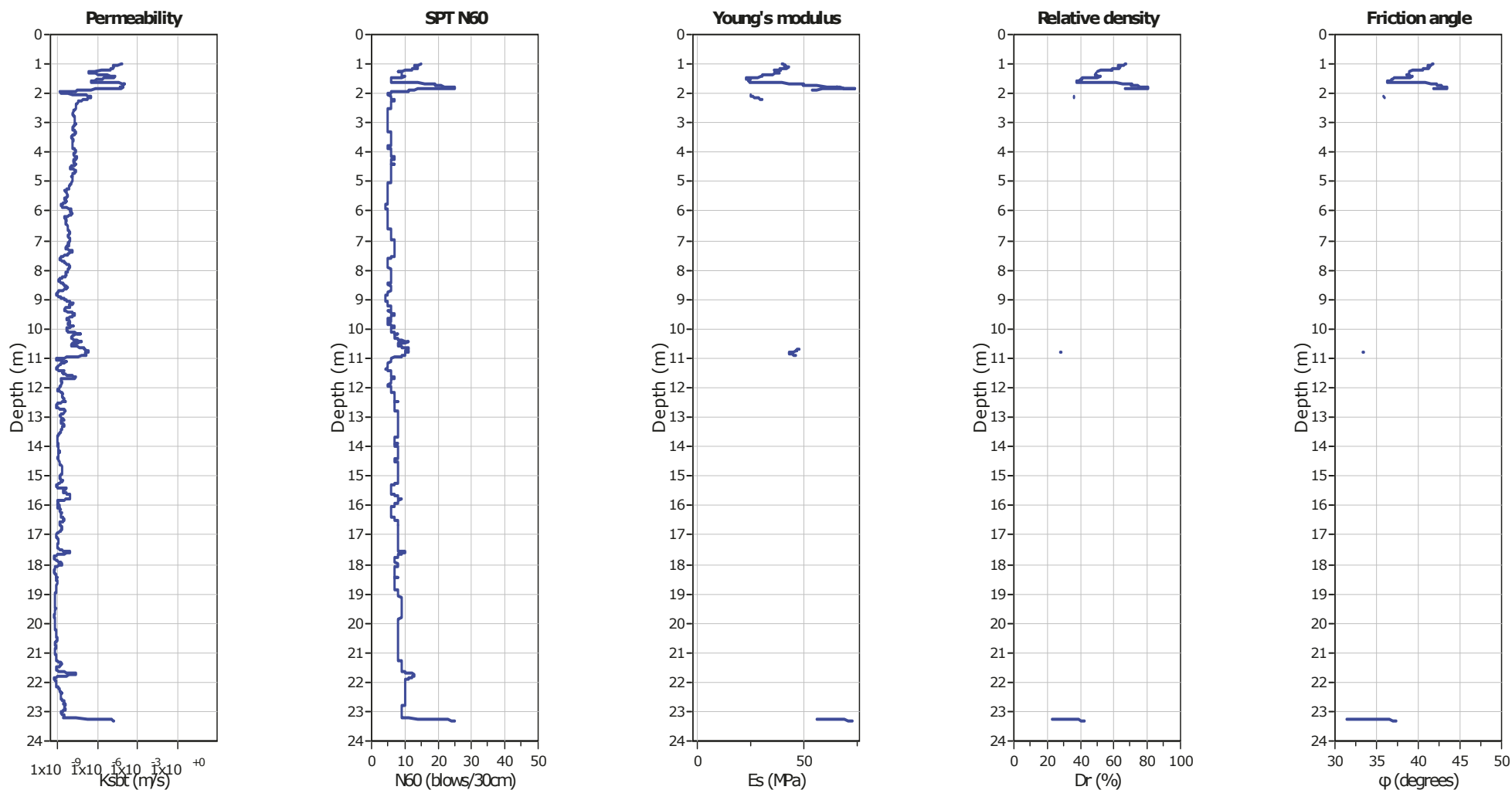
Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

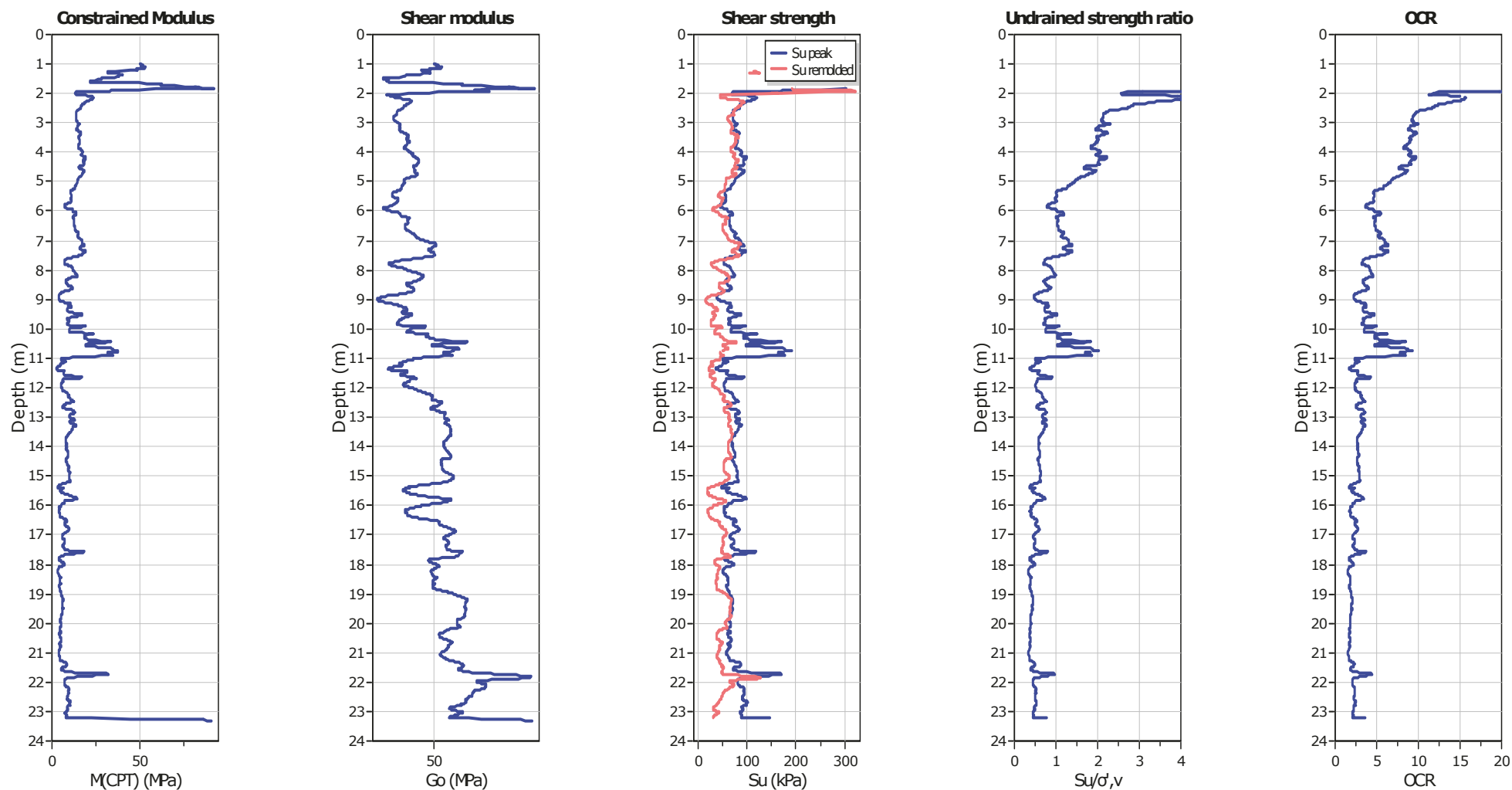
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

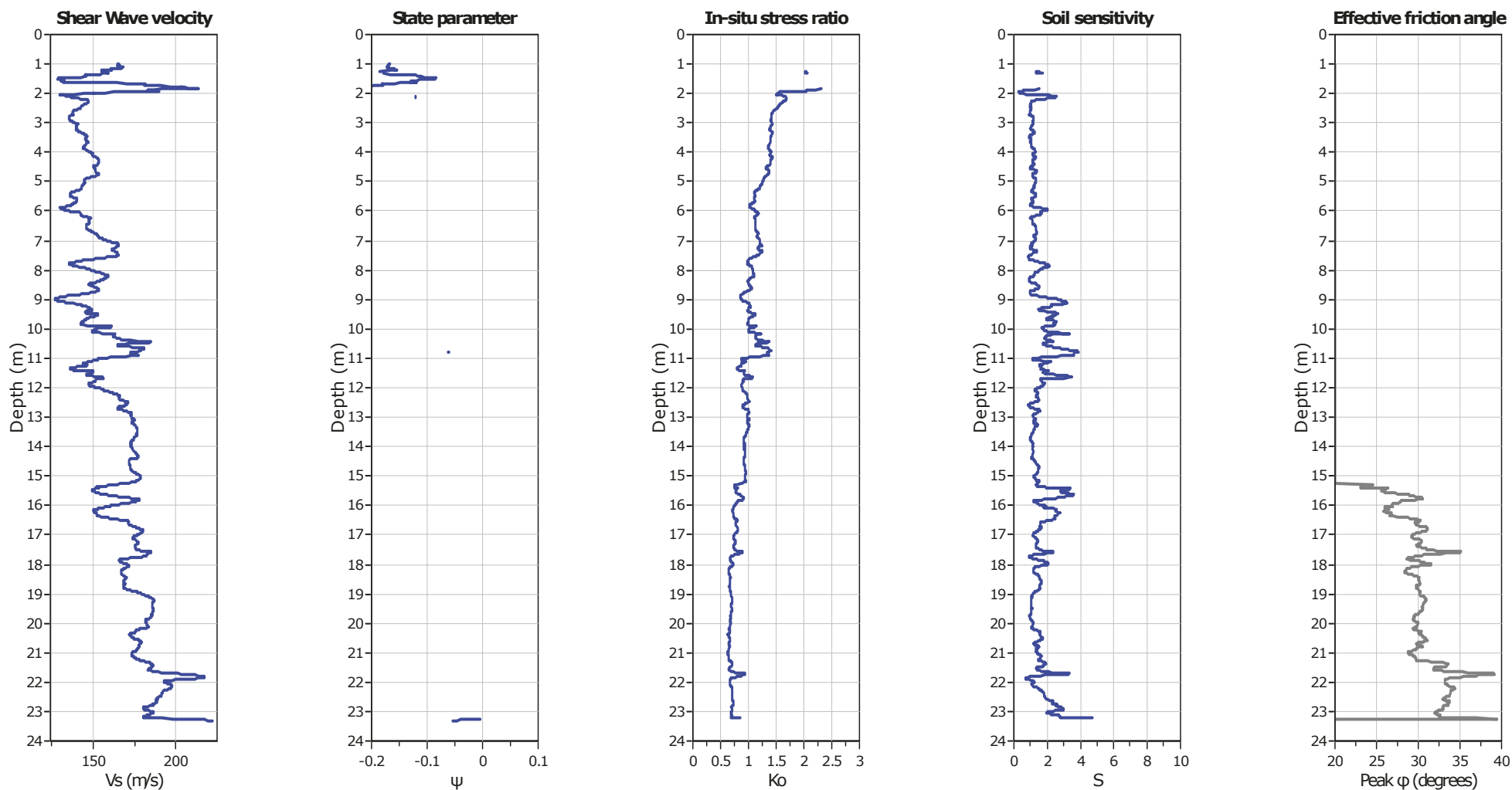
G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

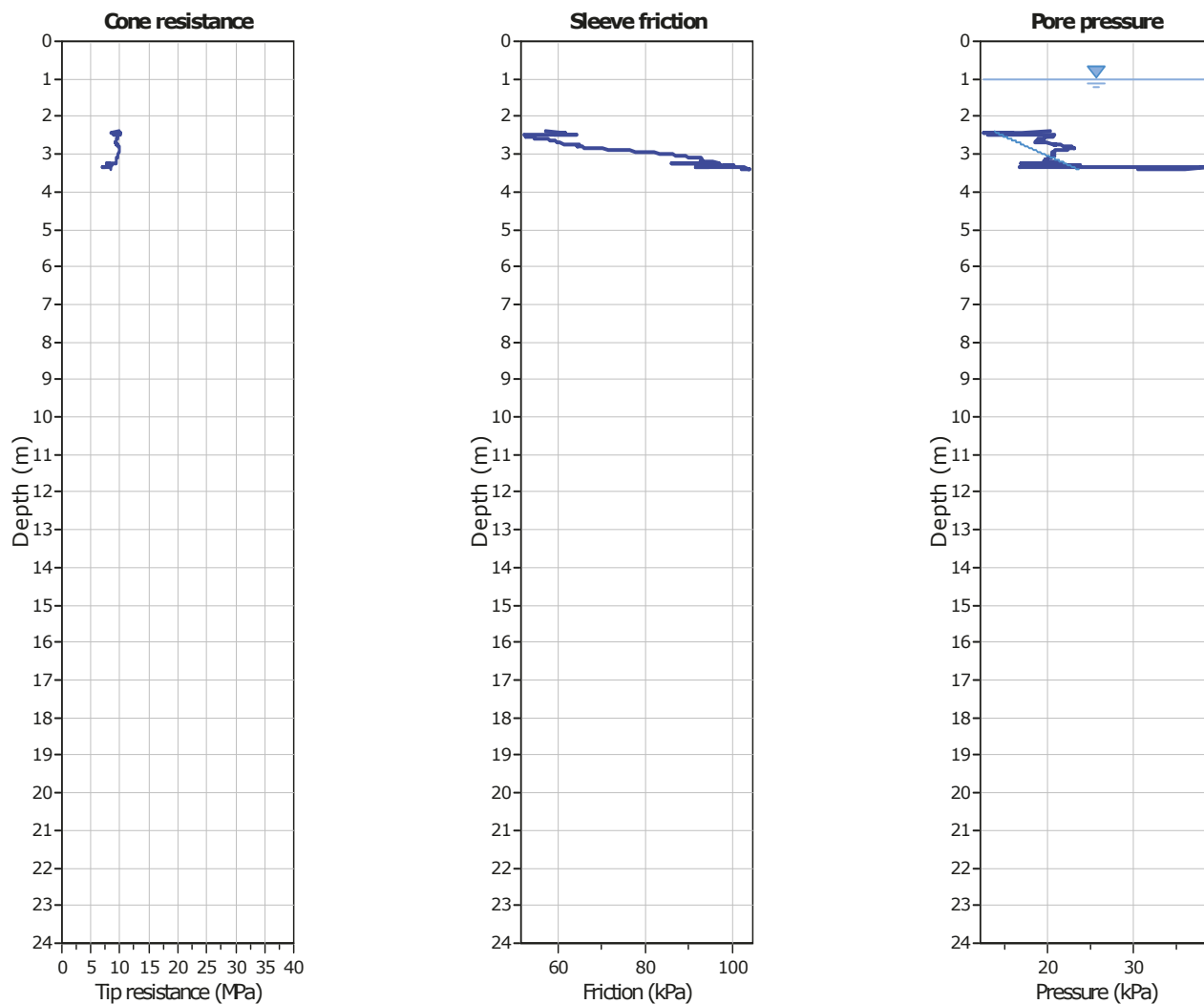
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

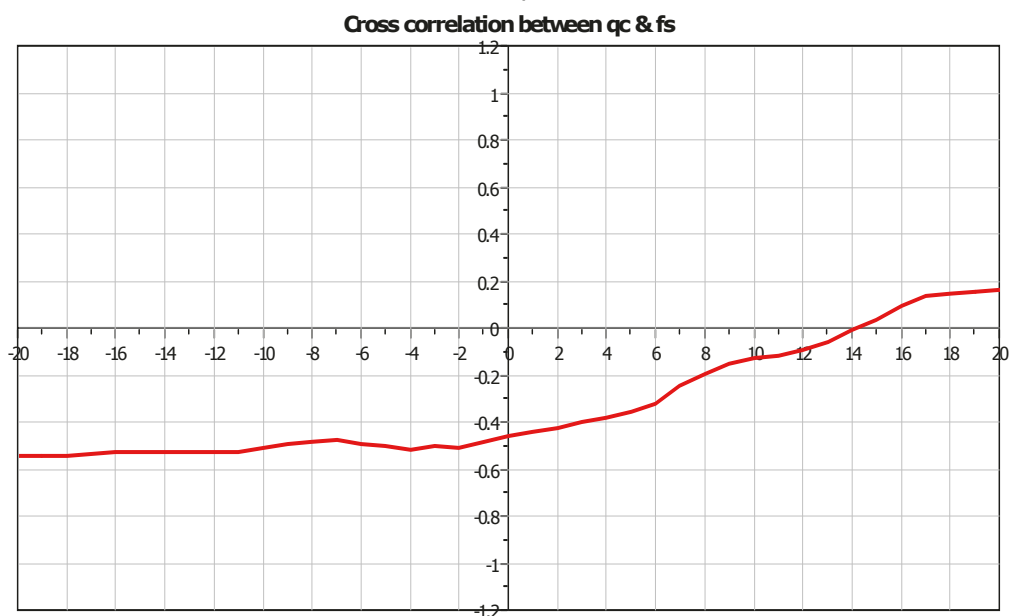
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU3

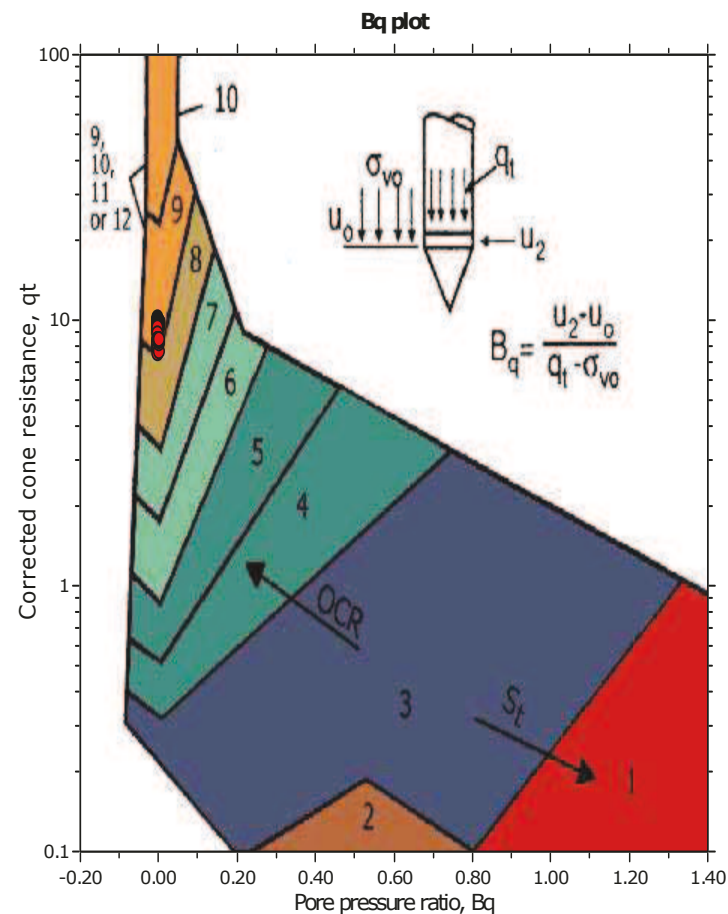
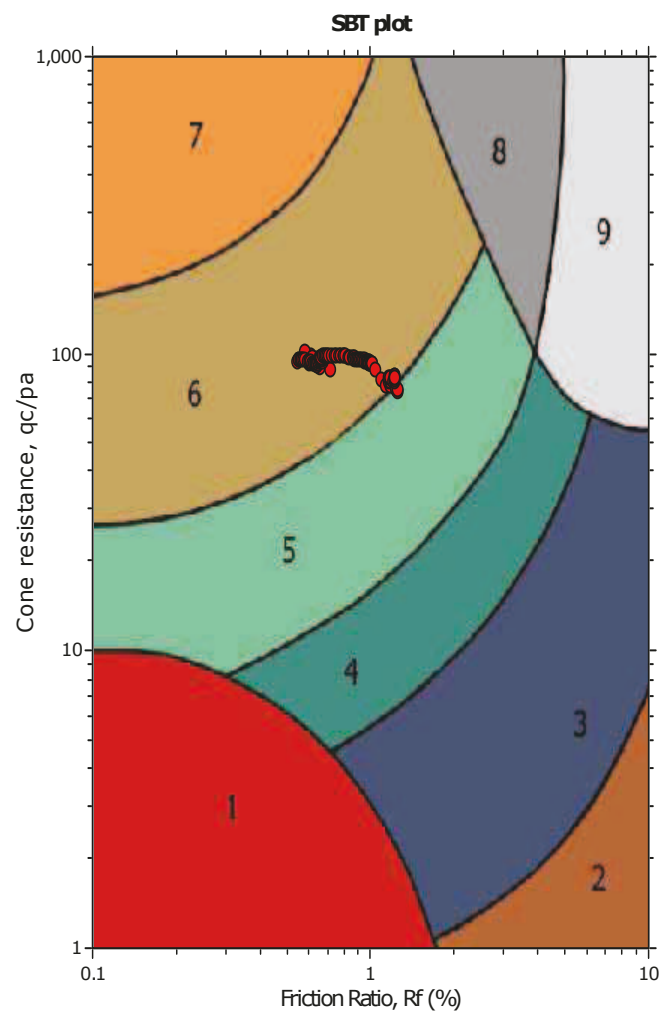
Total depth: 3.41 m, Date: 01/10/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



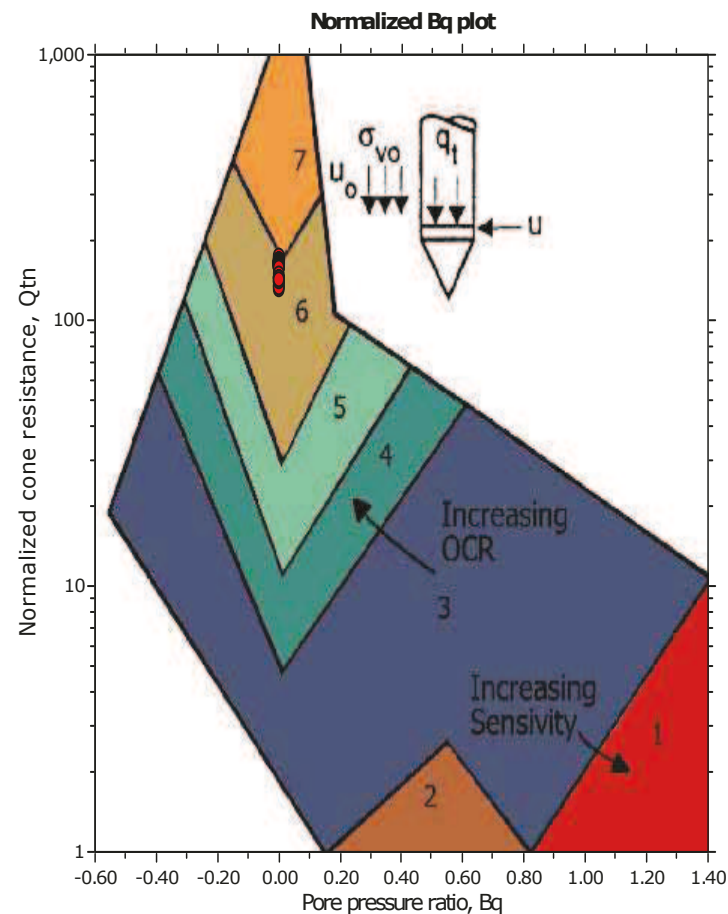
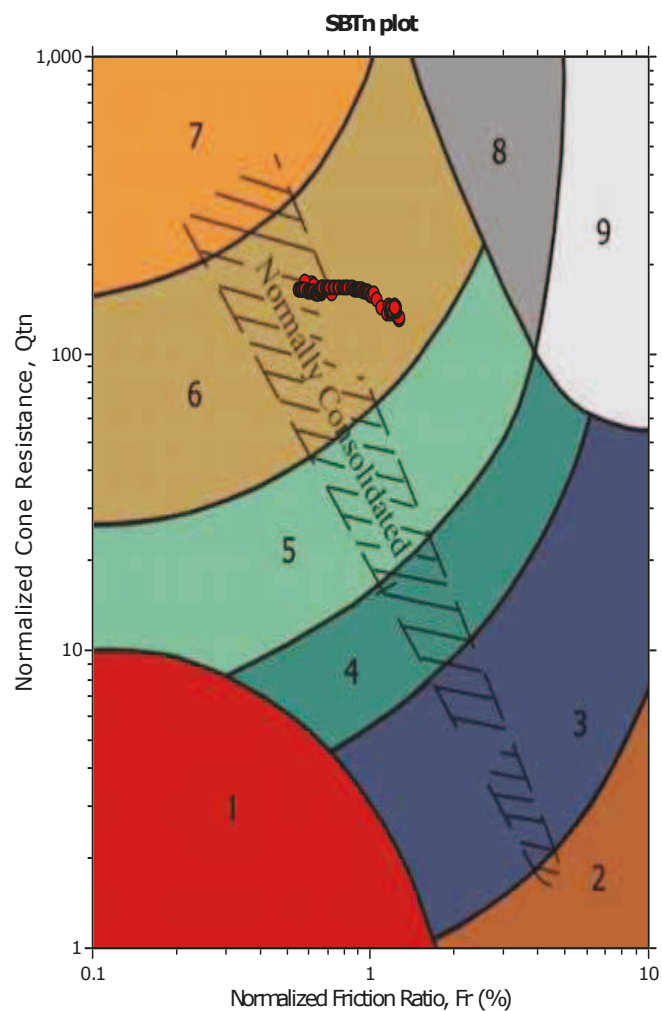
SBT - Bq plots



SBT legend

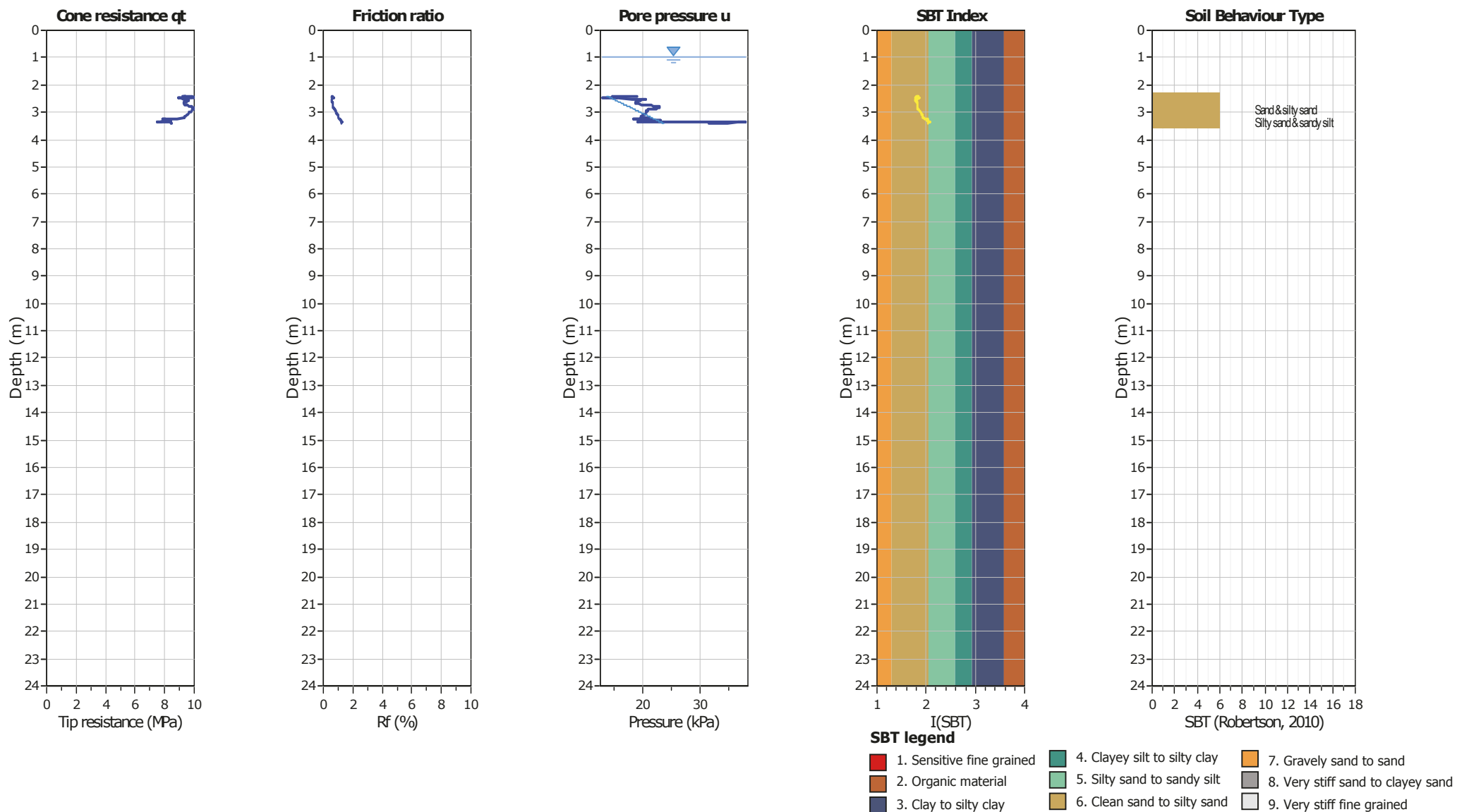
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

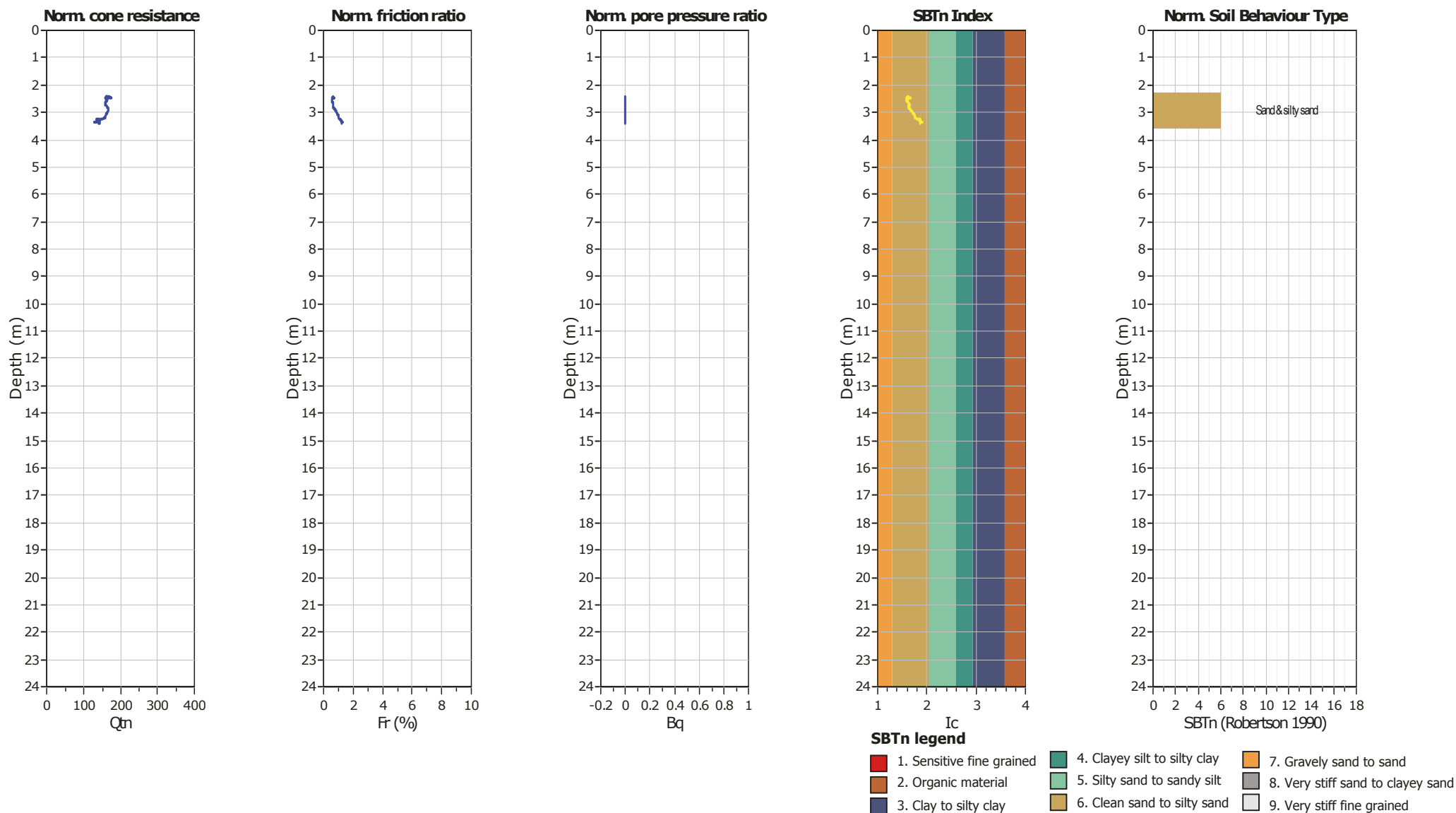
SBT - Bq plots (normalized)

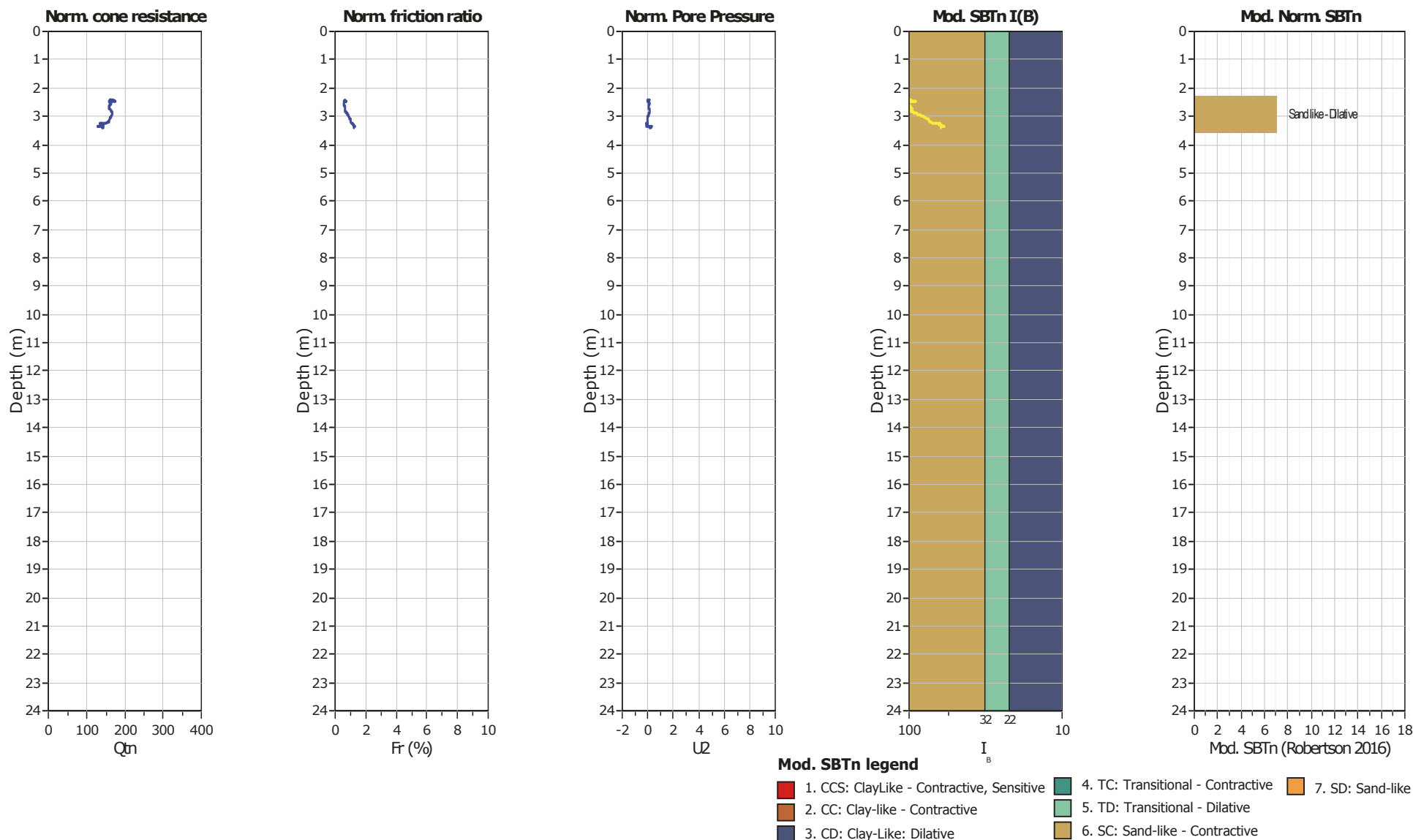


SBTn legend

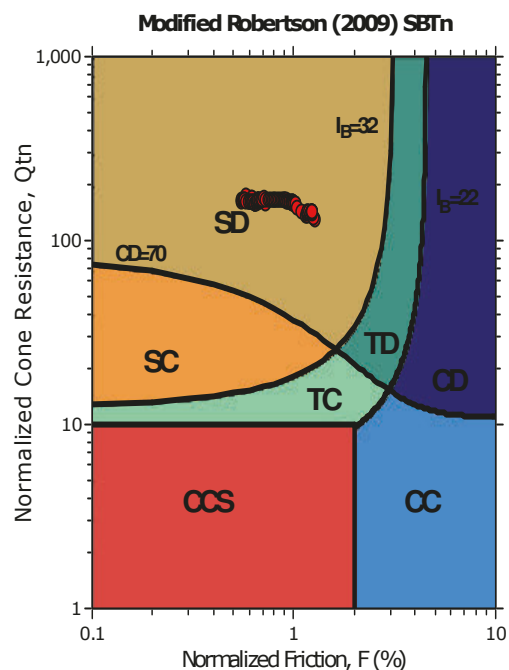
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



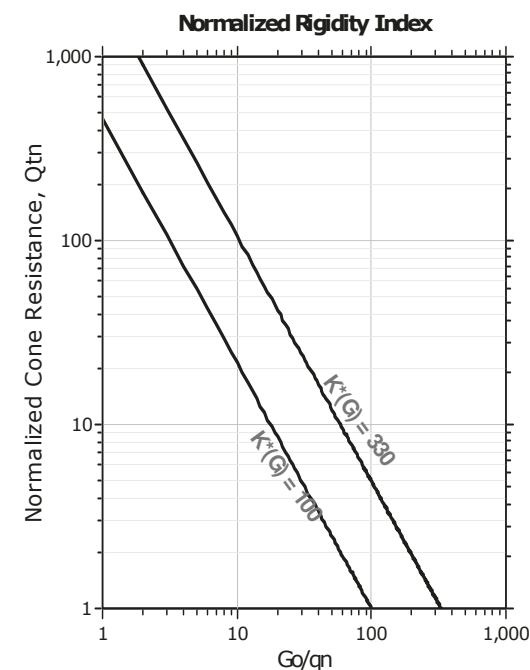
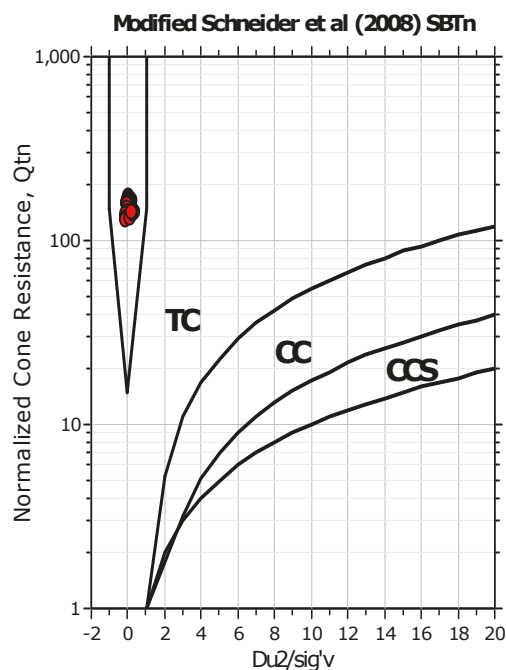




Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



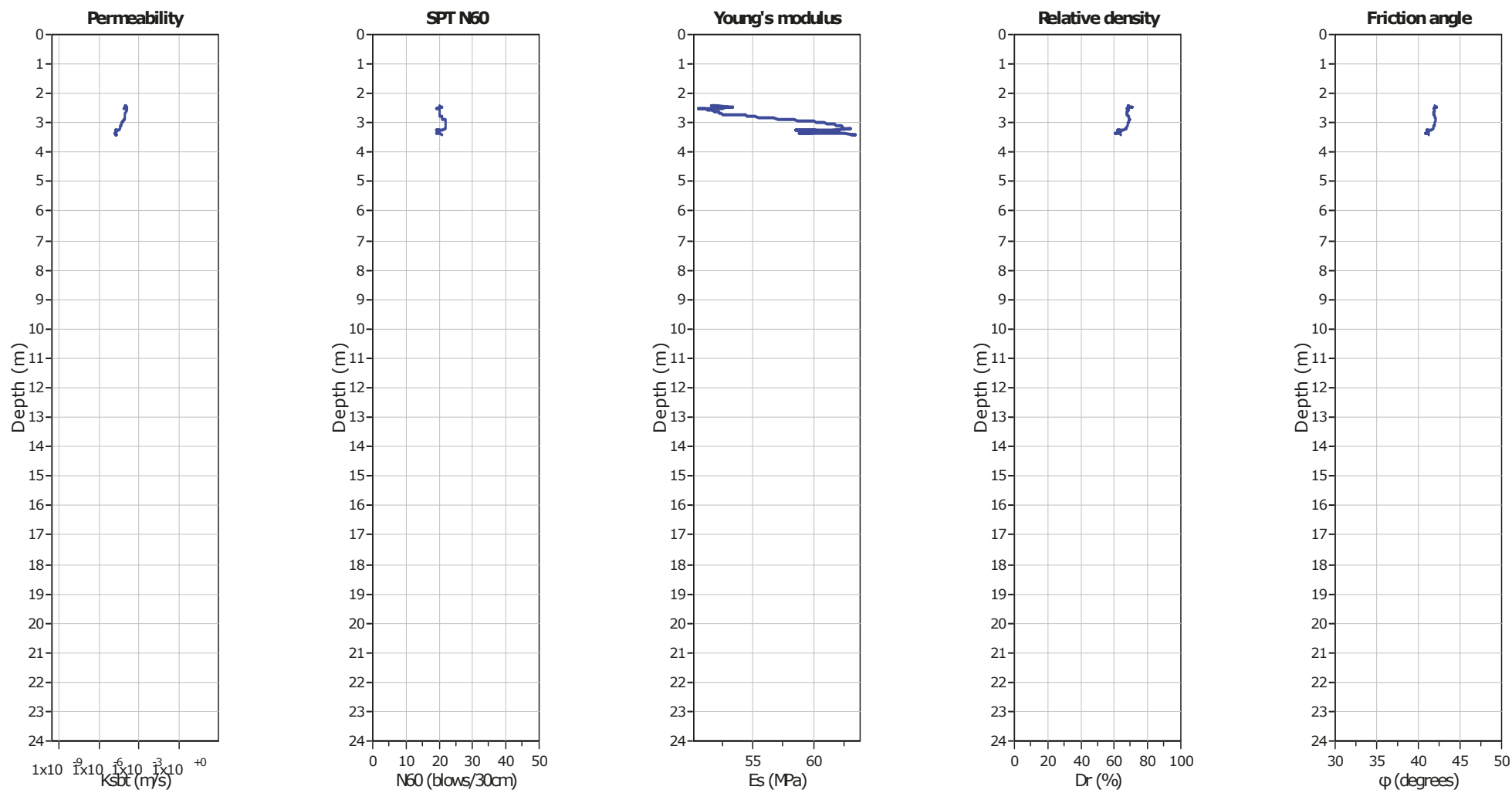
$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Studio del terreno di fondazione

Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU3

Total depth: 3.41 m, Date: 01/10/2020



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

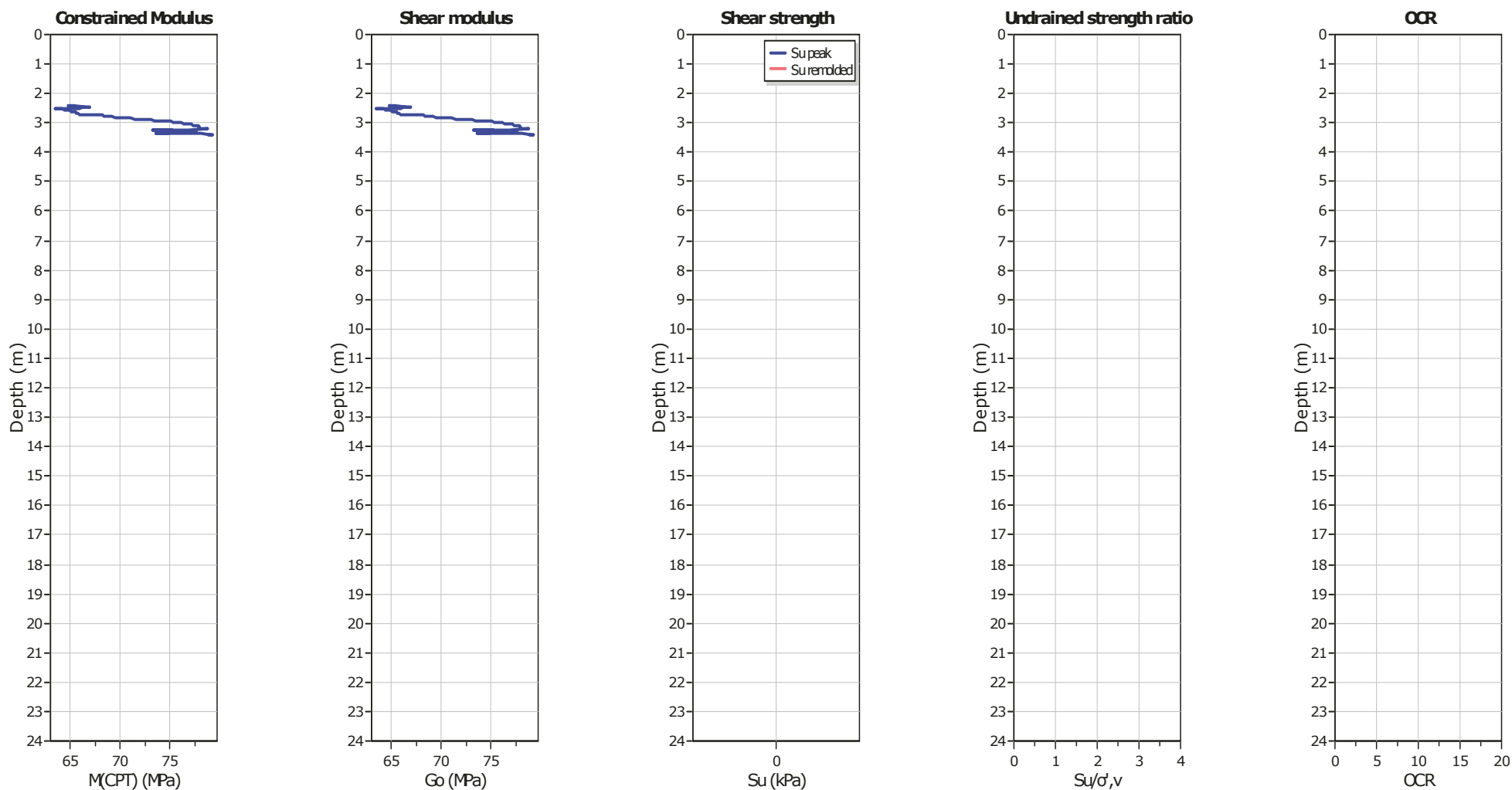
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

—●— User defined estimation data

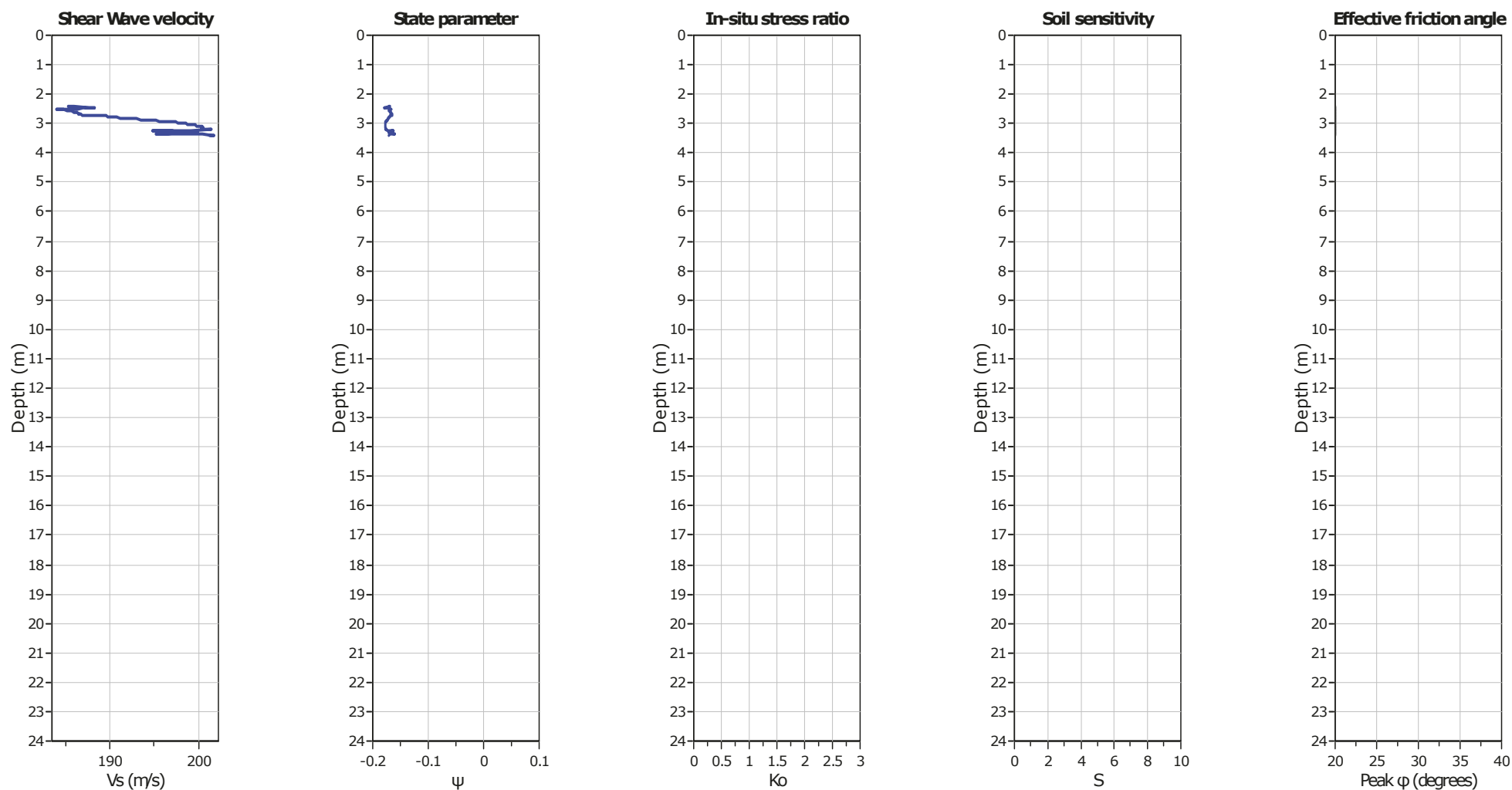
—●— Flat Dilatometer Test data

Project: Studio del terreno di fondazione

Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU3

Total depth: 3.41 m, Date: 01/10/2020



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

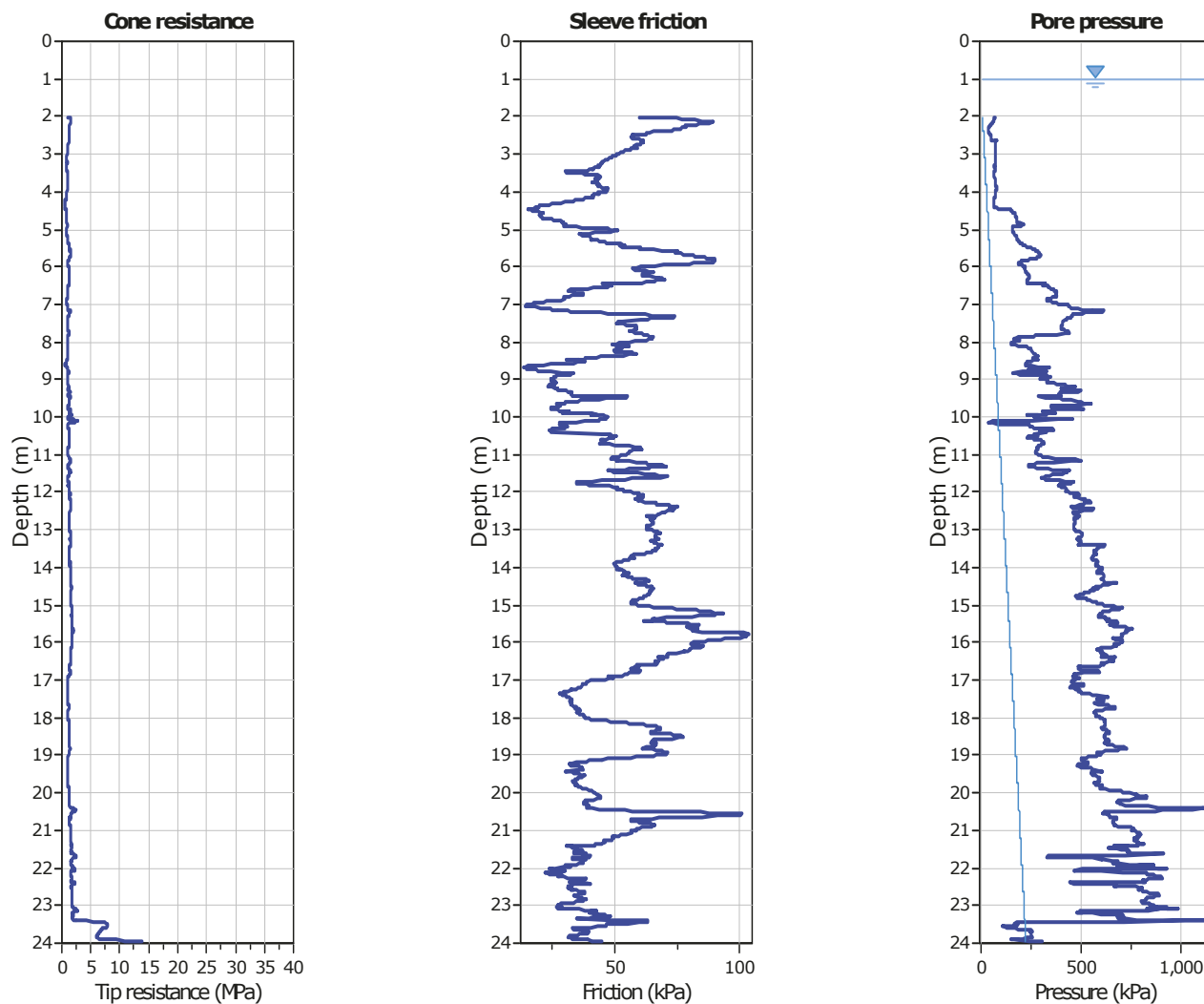
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

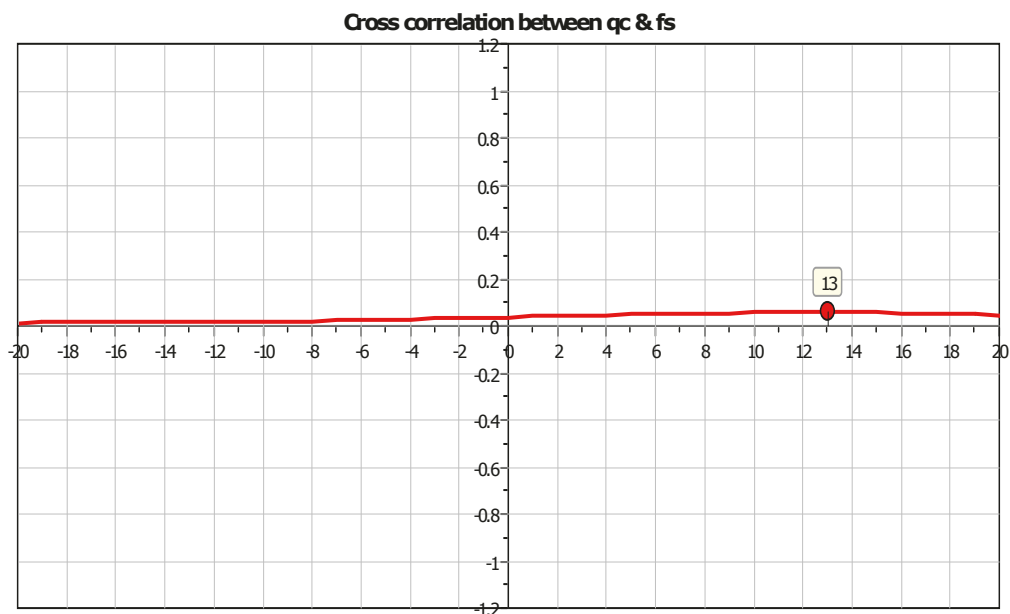
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU4

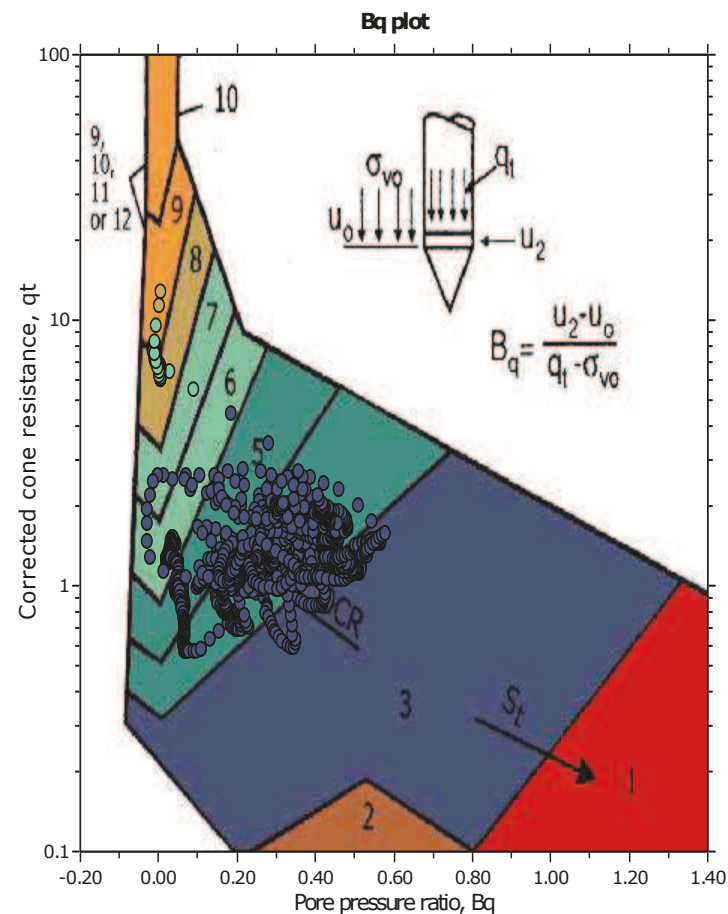
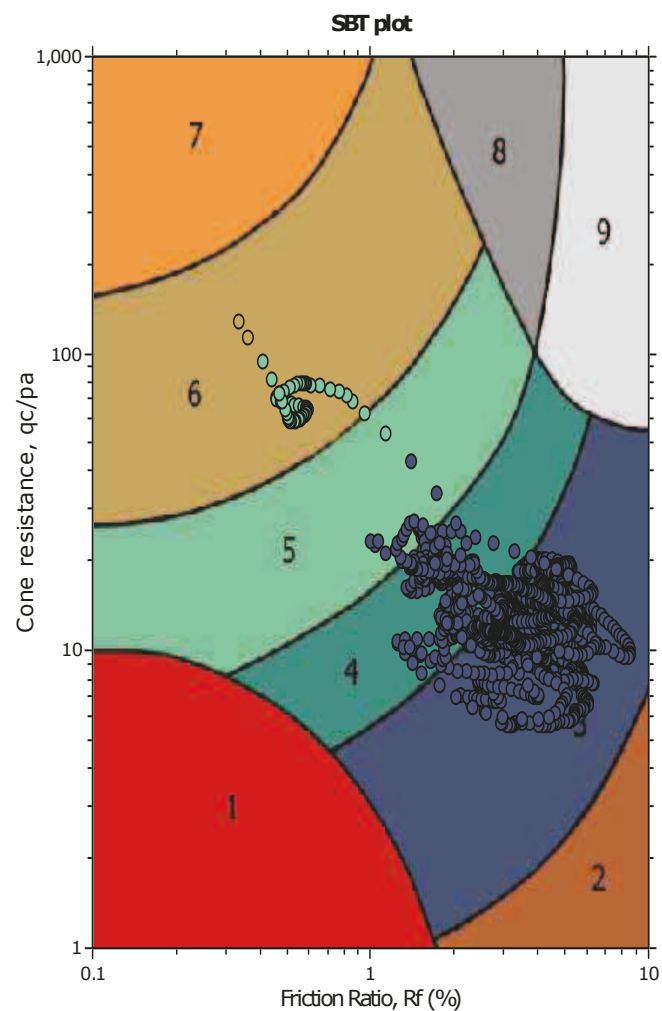
Total depth: 23.94 m, Date: 28/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



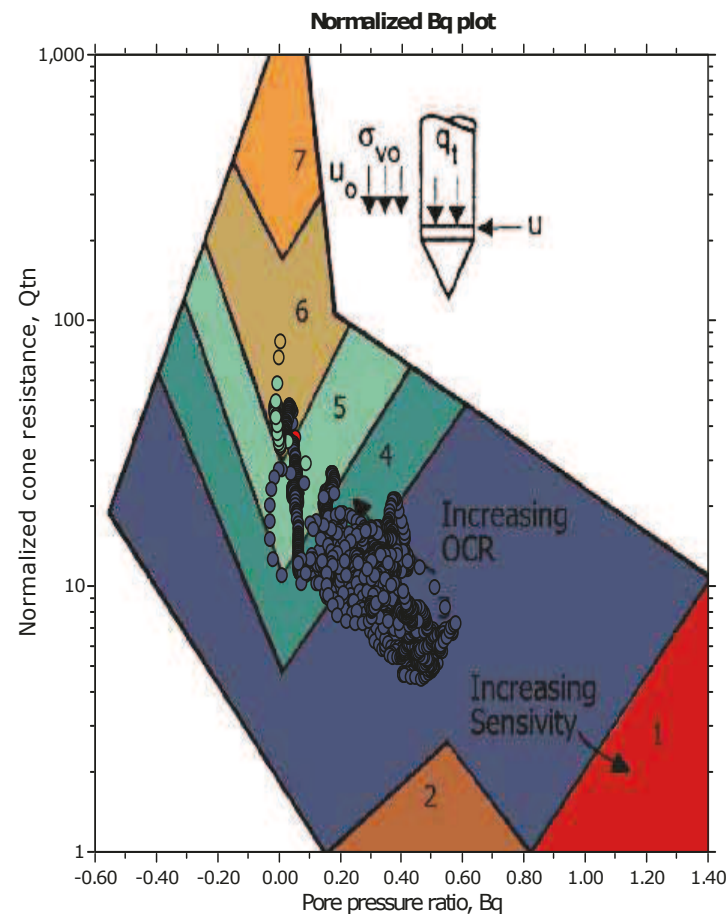
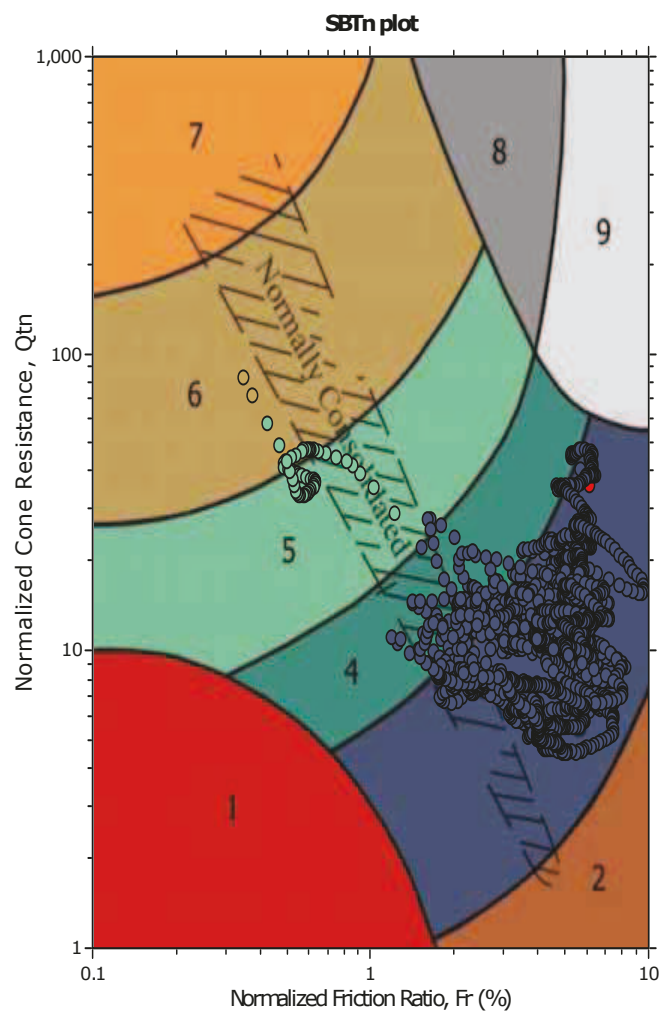
SBT - Bq plots



SBT legend

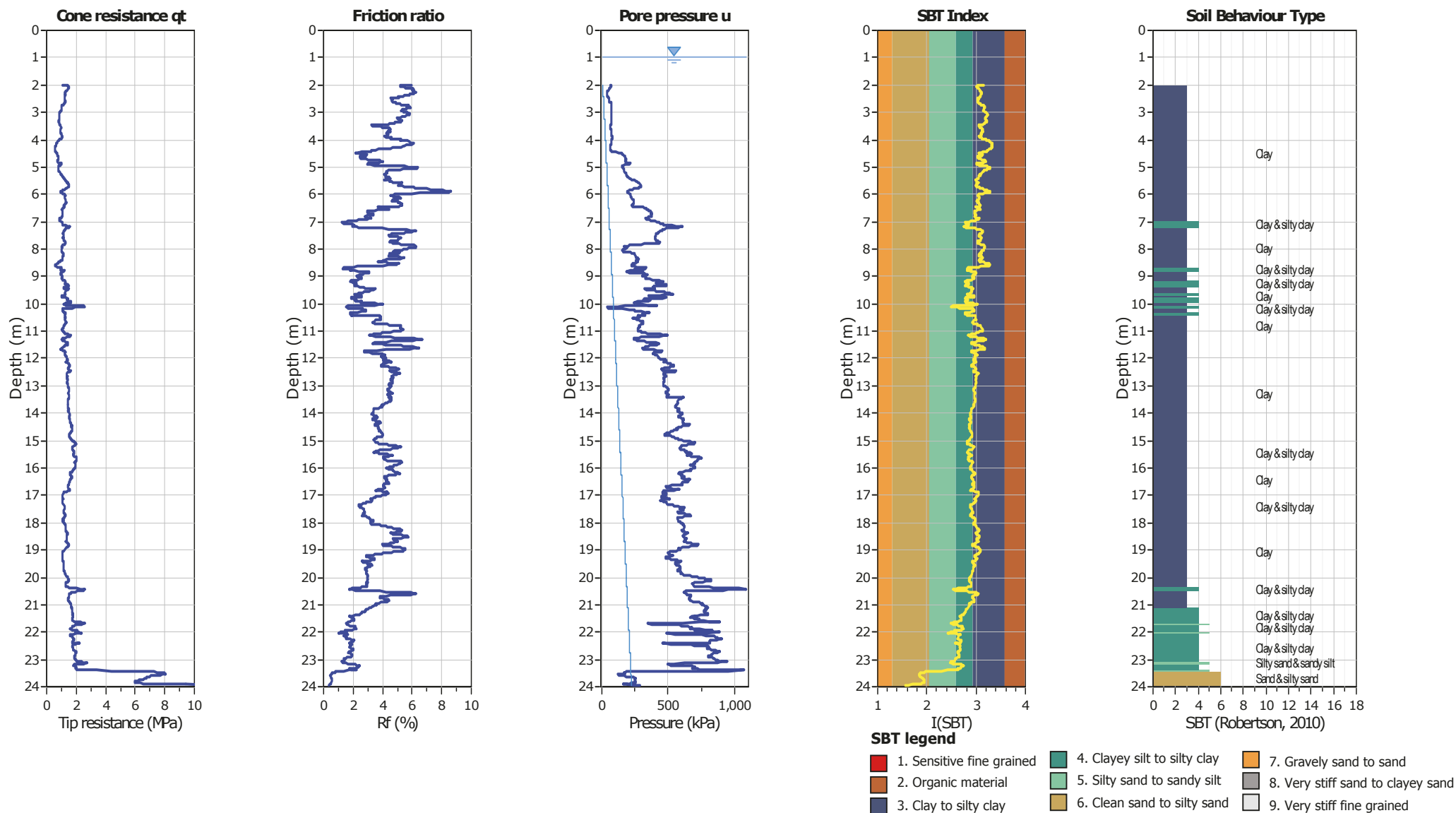
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

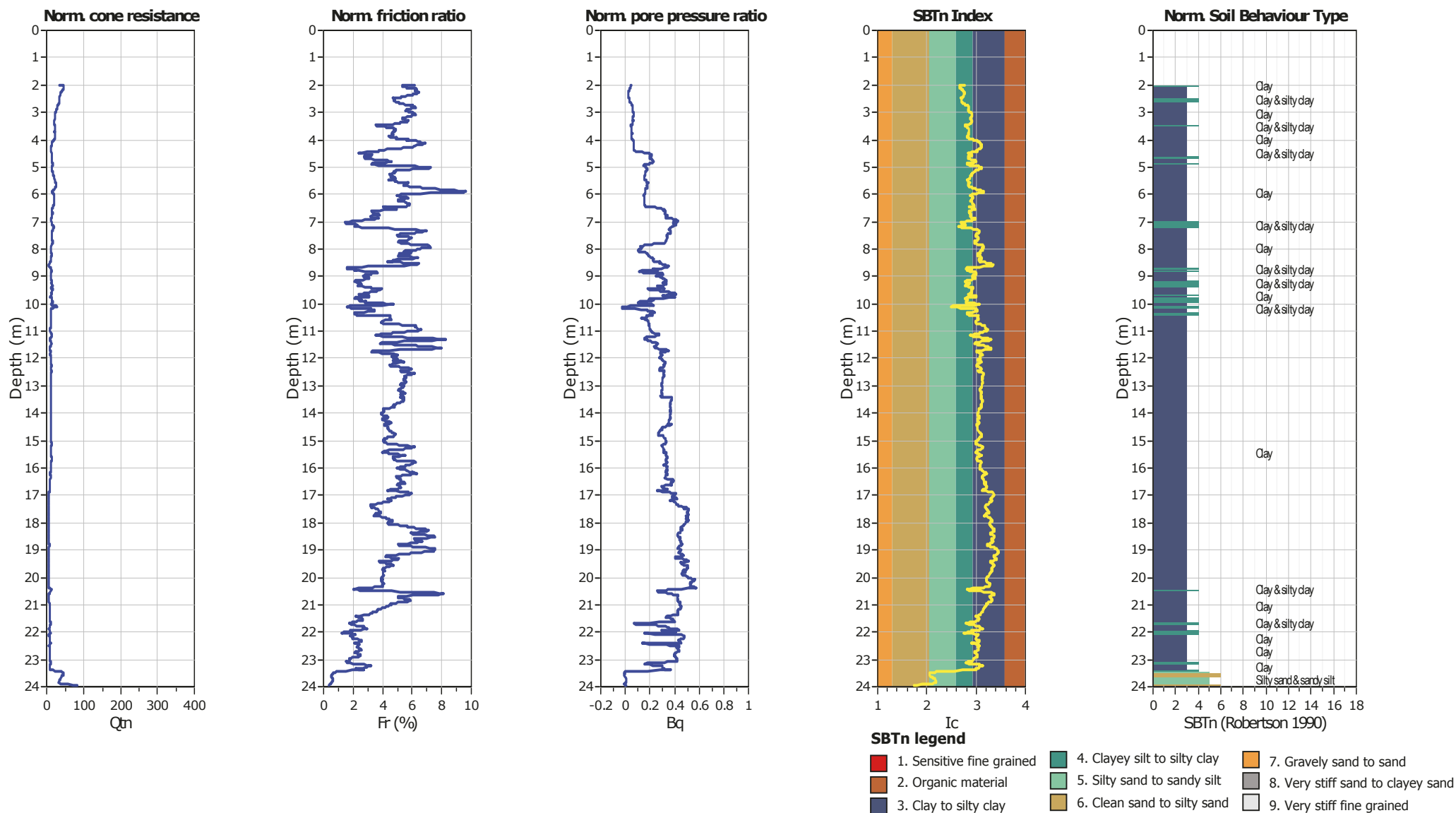
SBT - Bq plots (normalized)

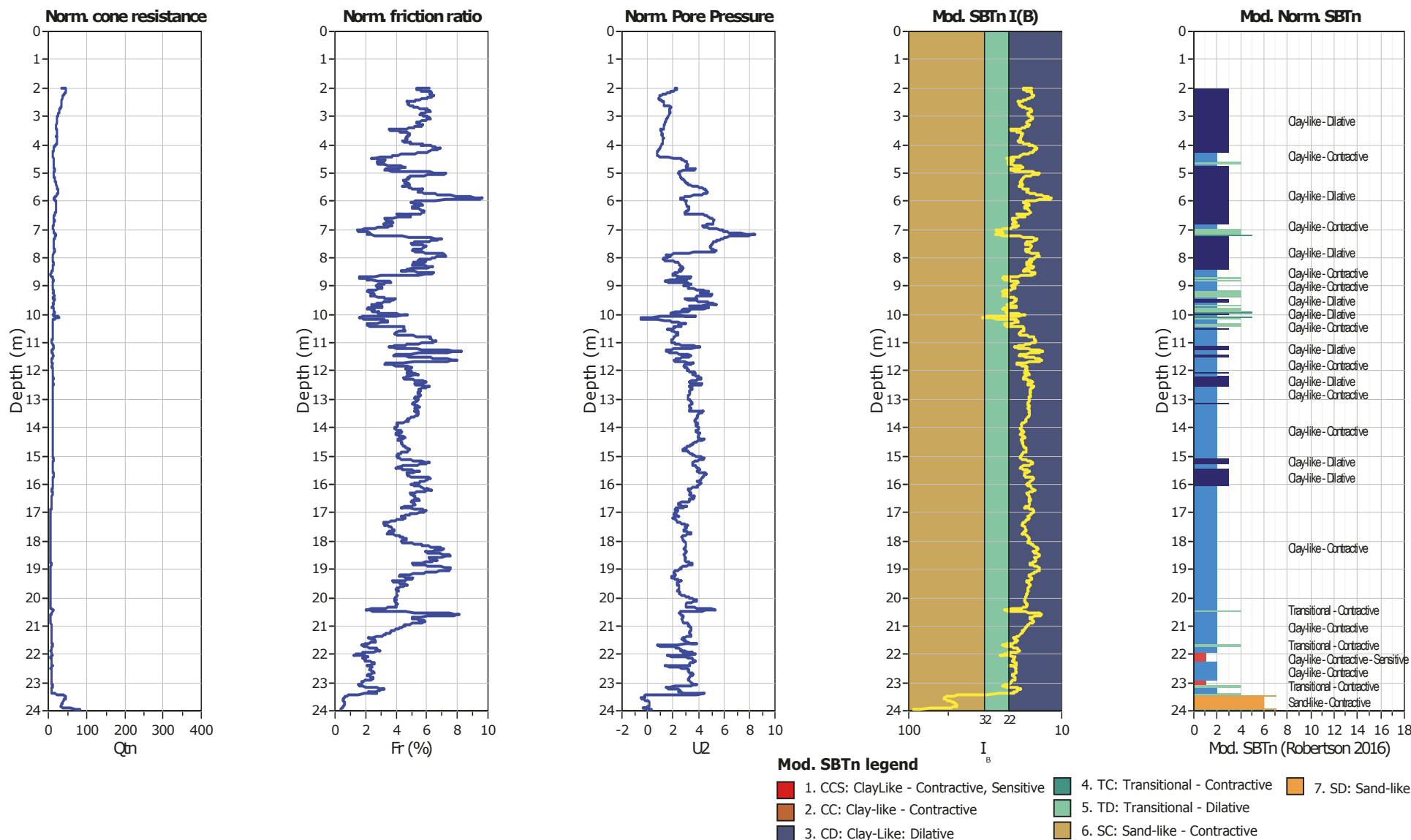


SBTn legend

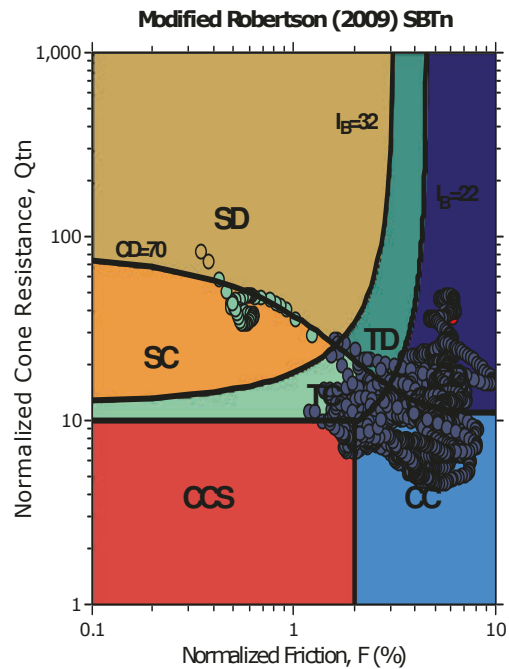
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



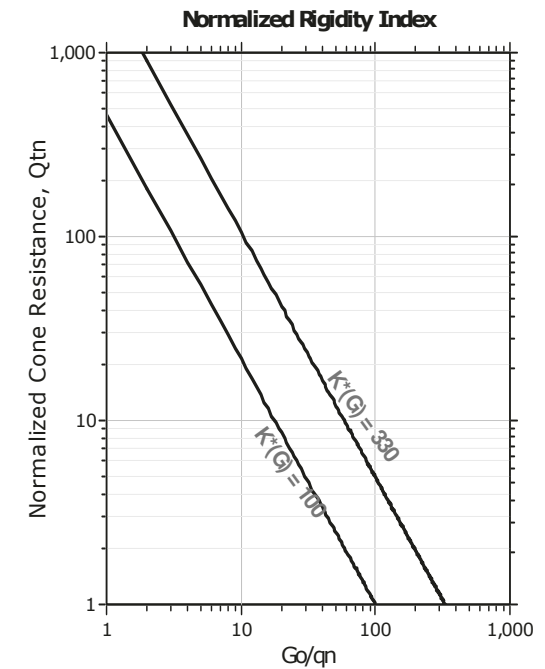
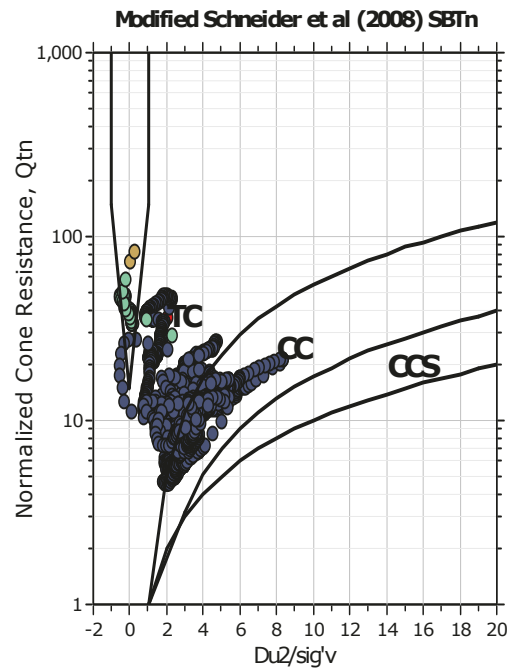




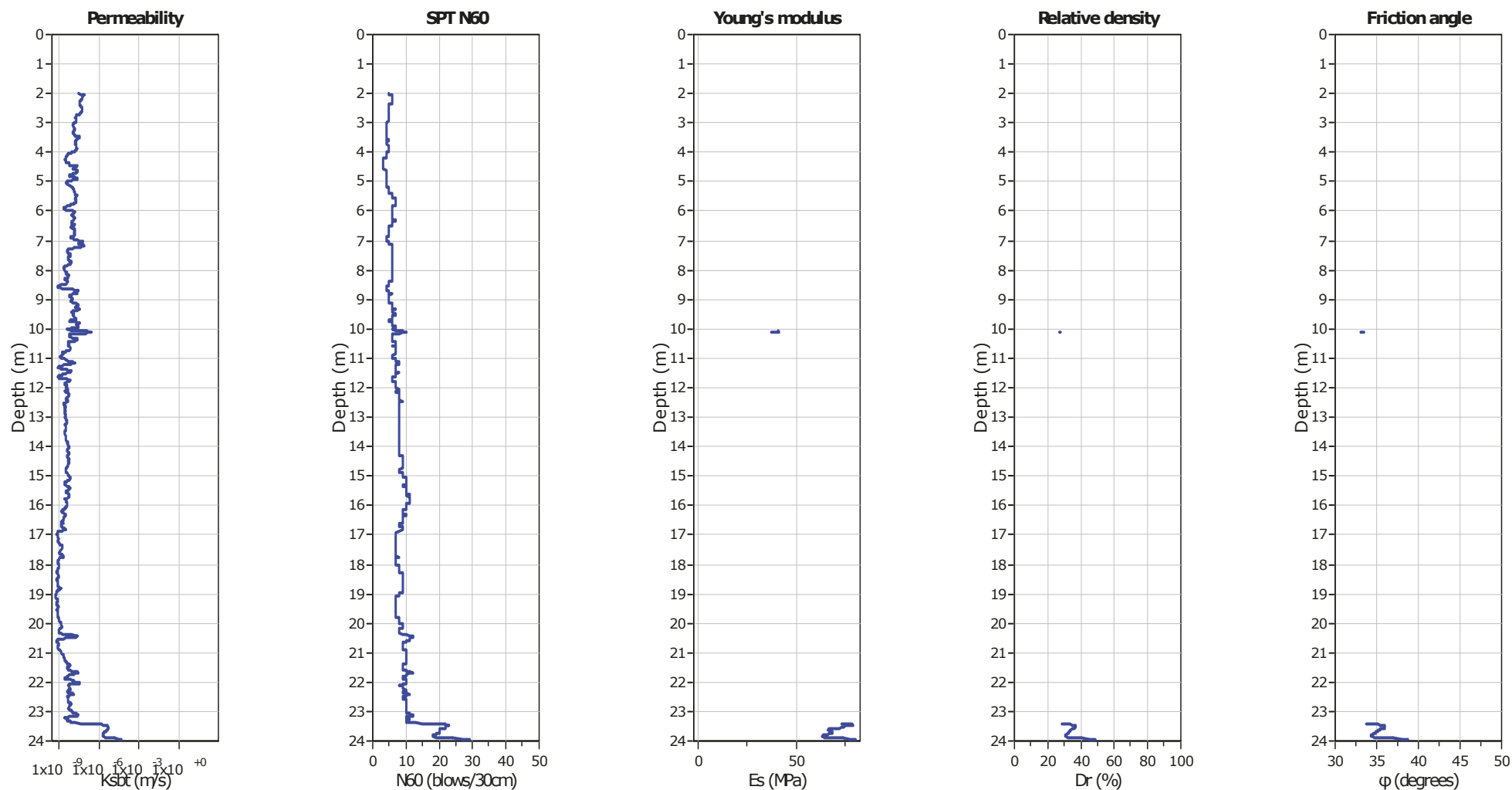
Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

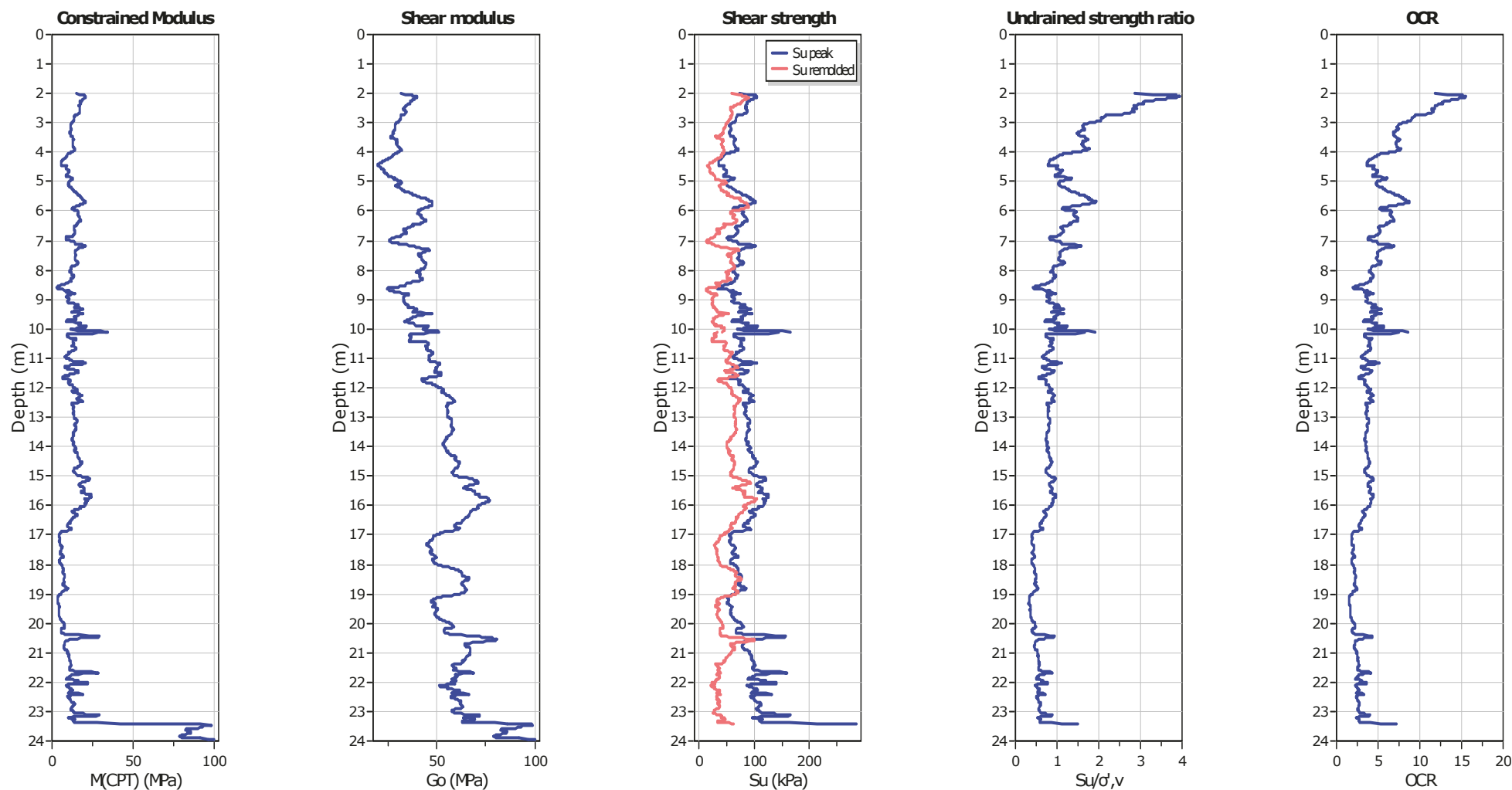
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

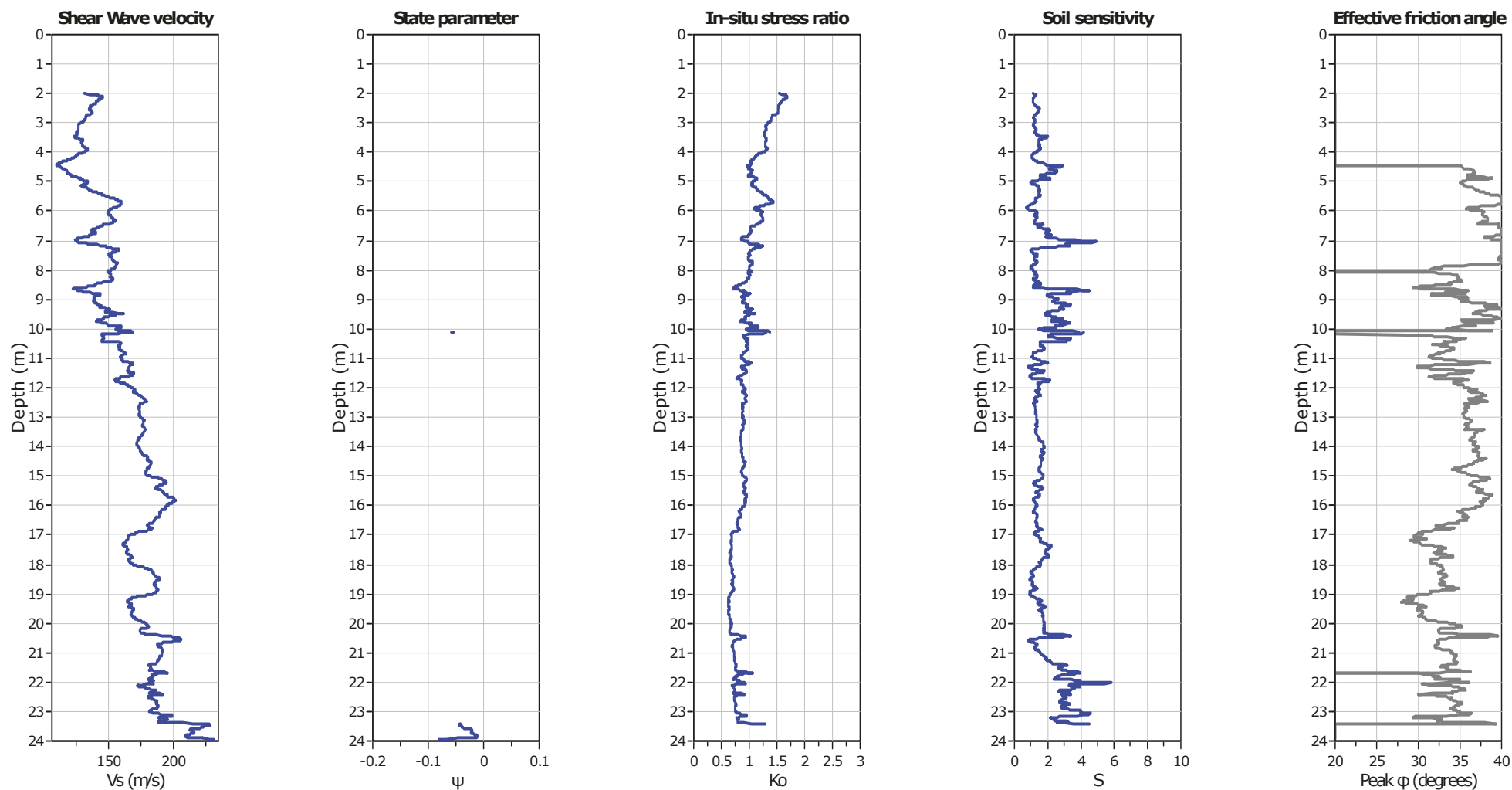
G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

—●— User defined estimation data

—●— Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

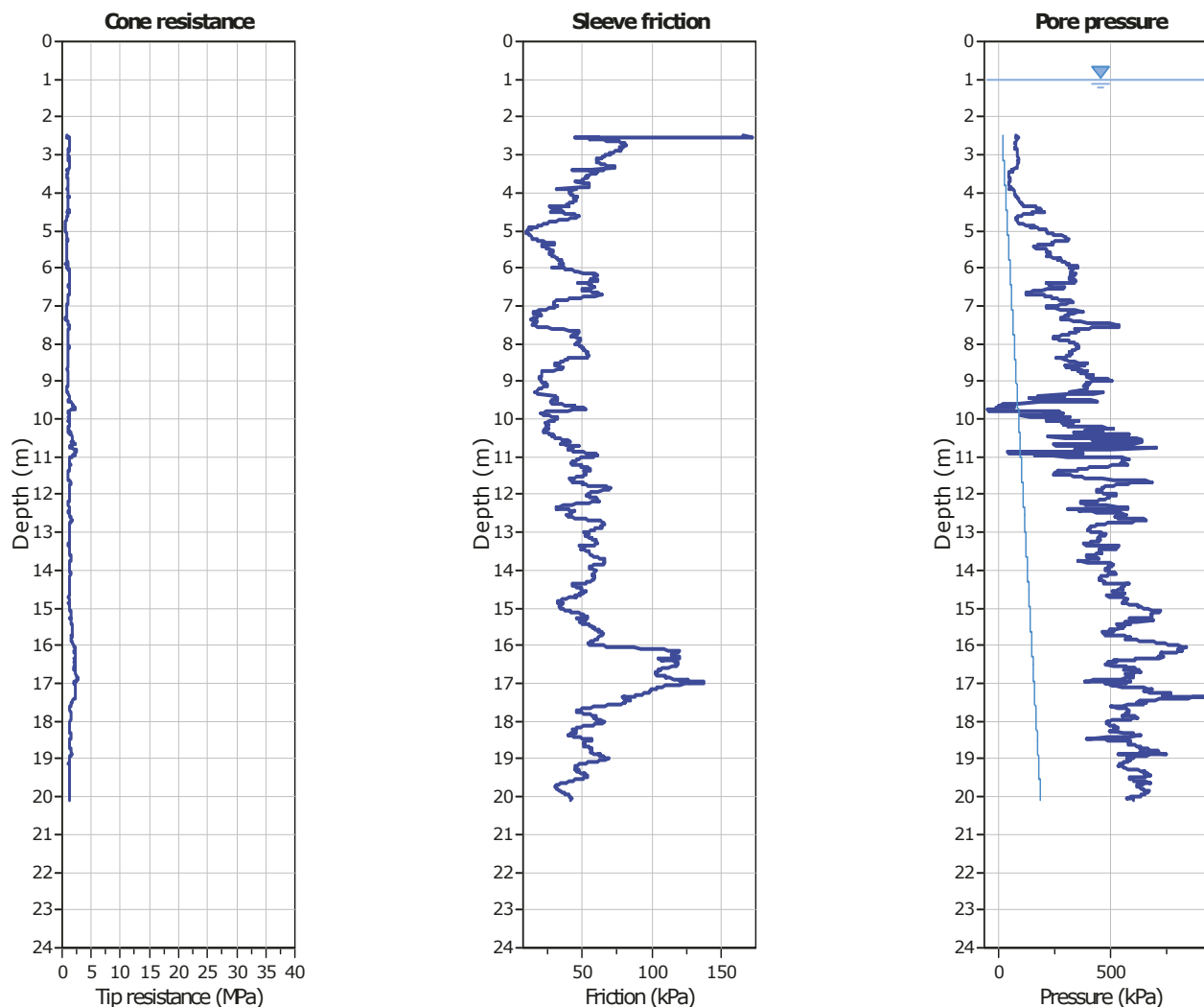
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

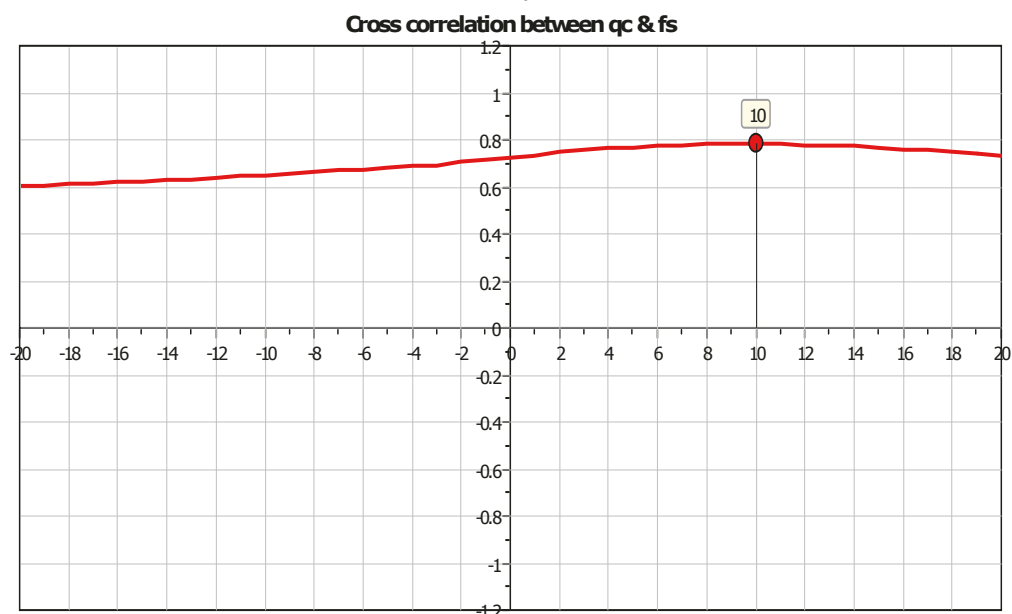
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU5

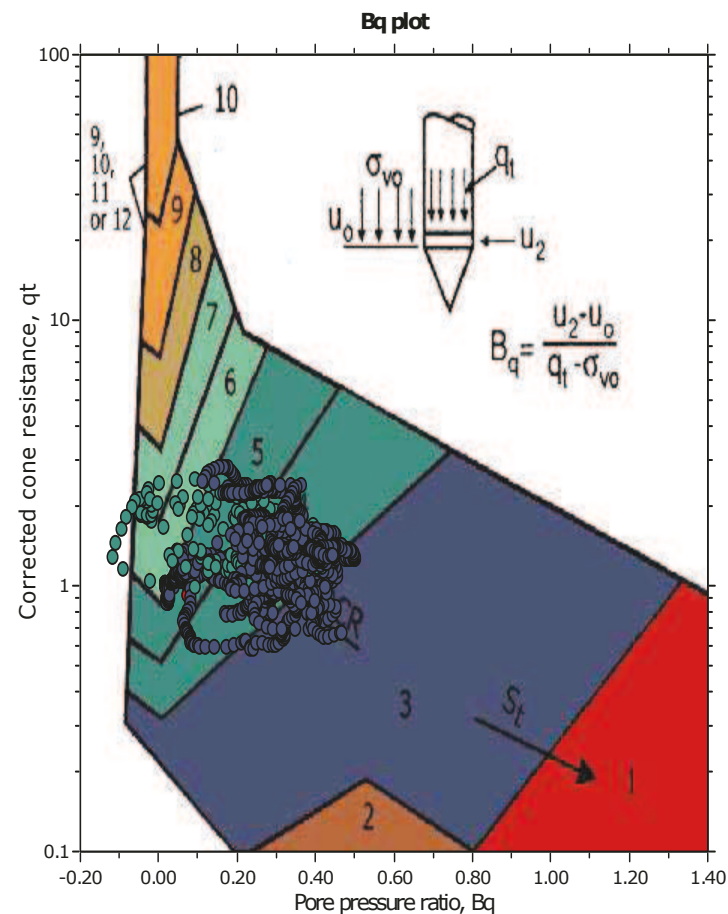
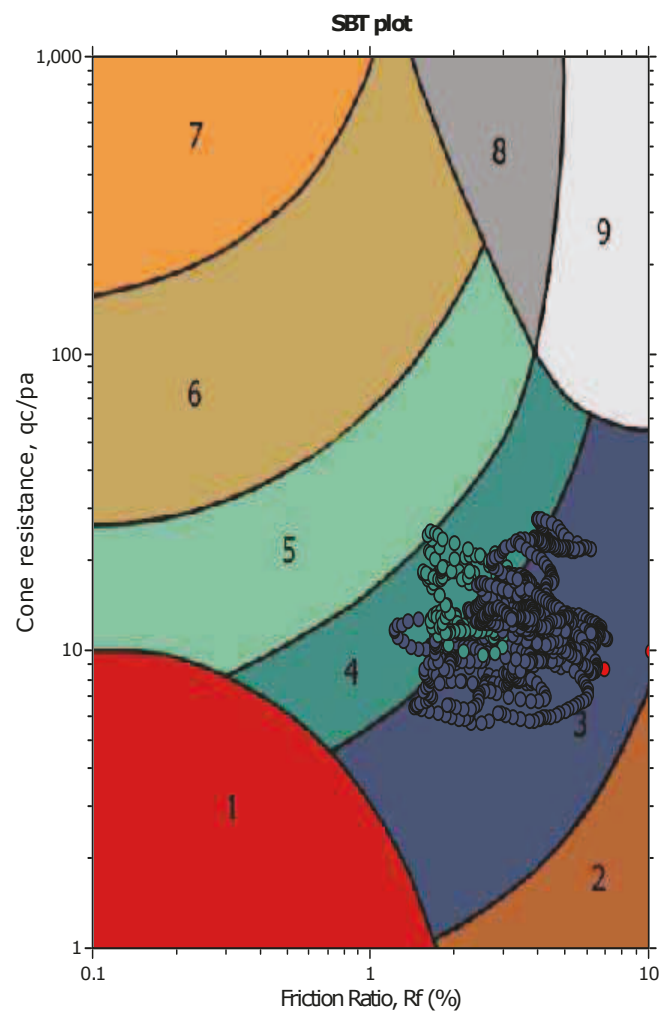
Total depth: 20.07 m, Date: 01/10/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



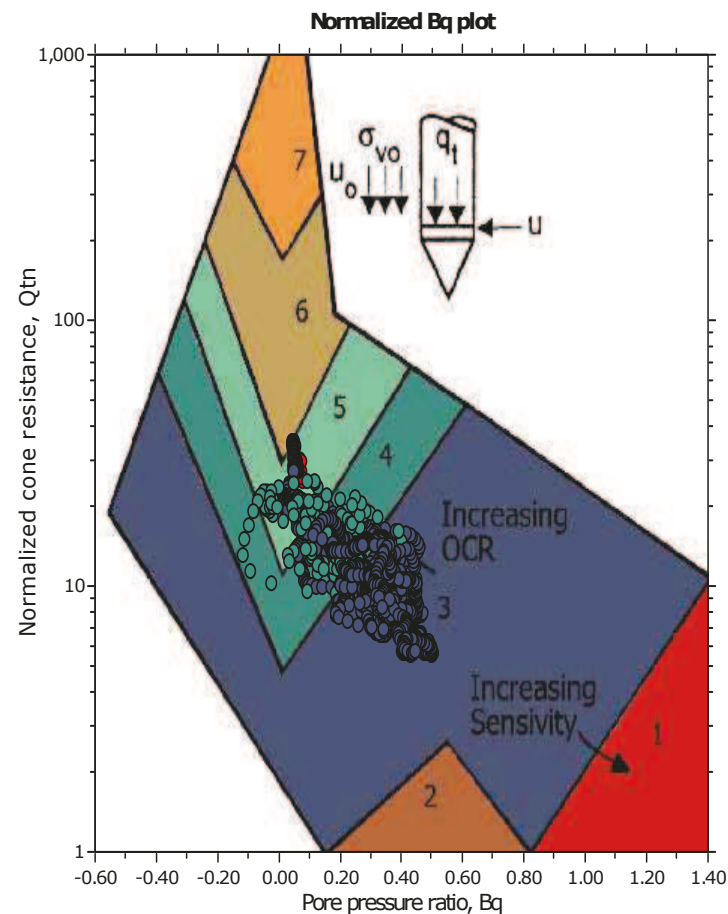
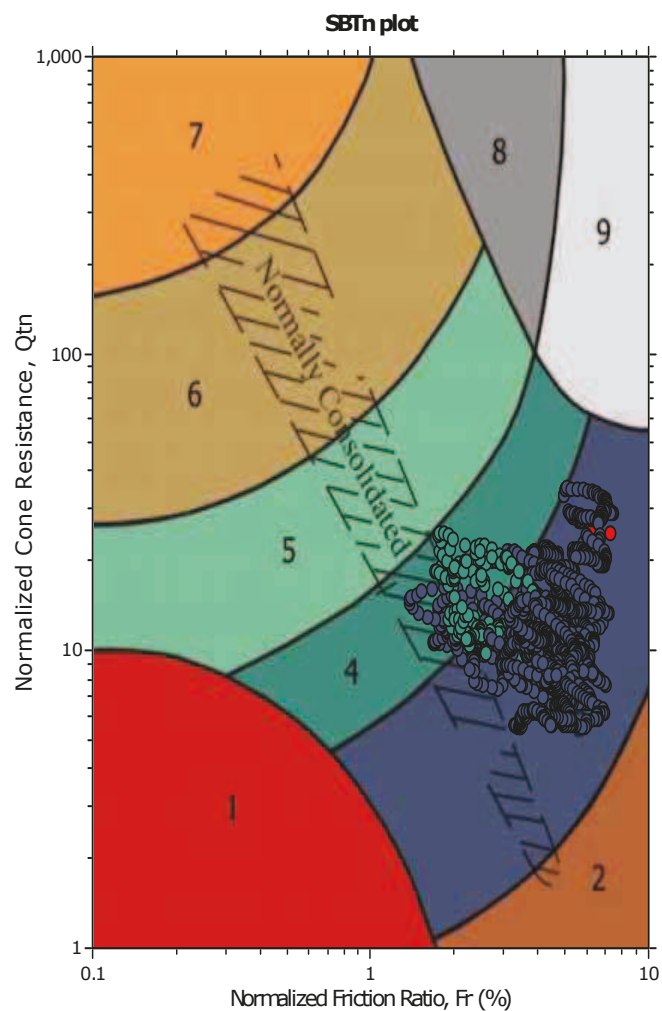
SBT - Bq plots



SBT legend

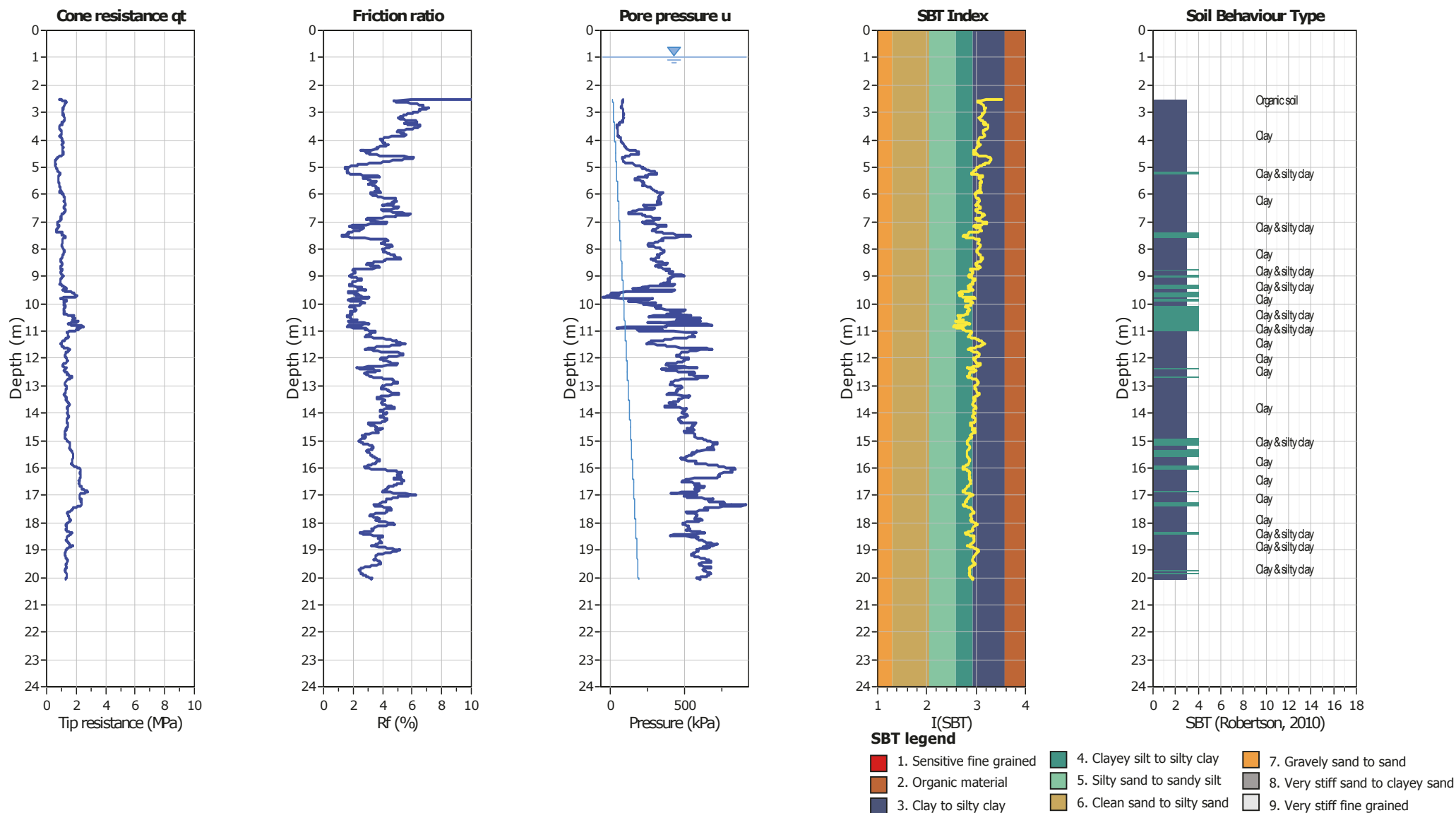
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

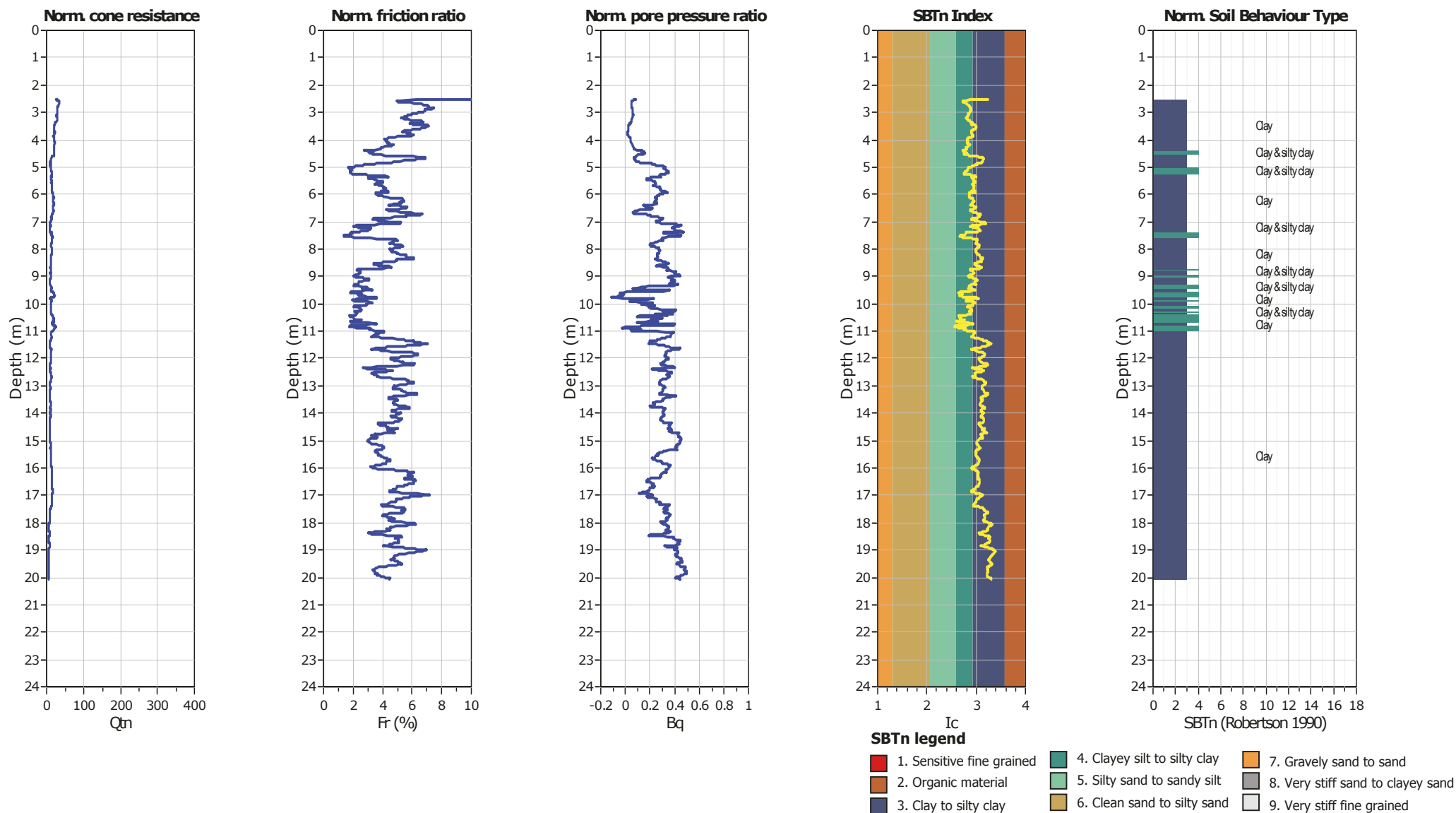
SBT - Bq plots (normalized)

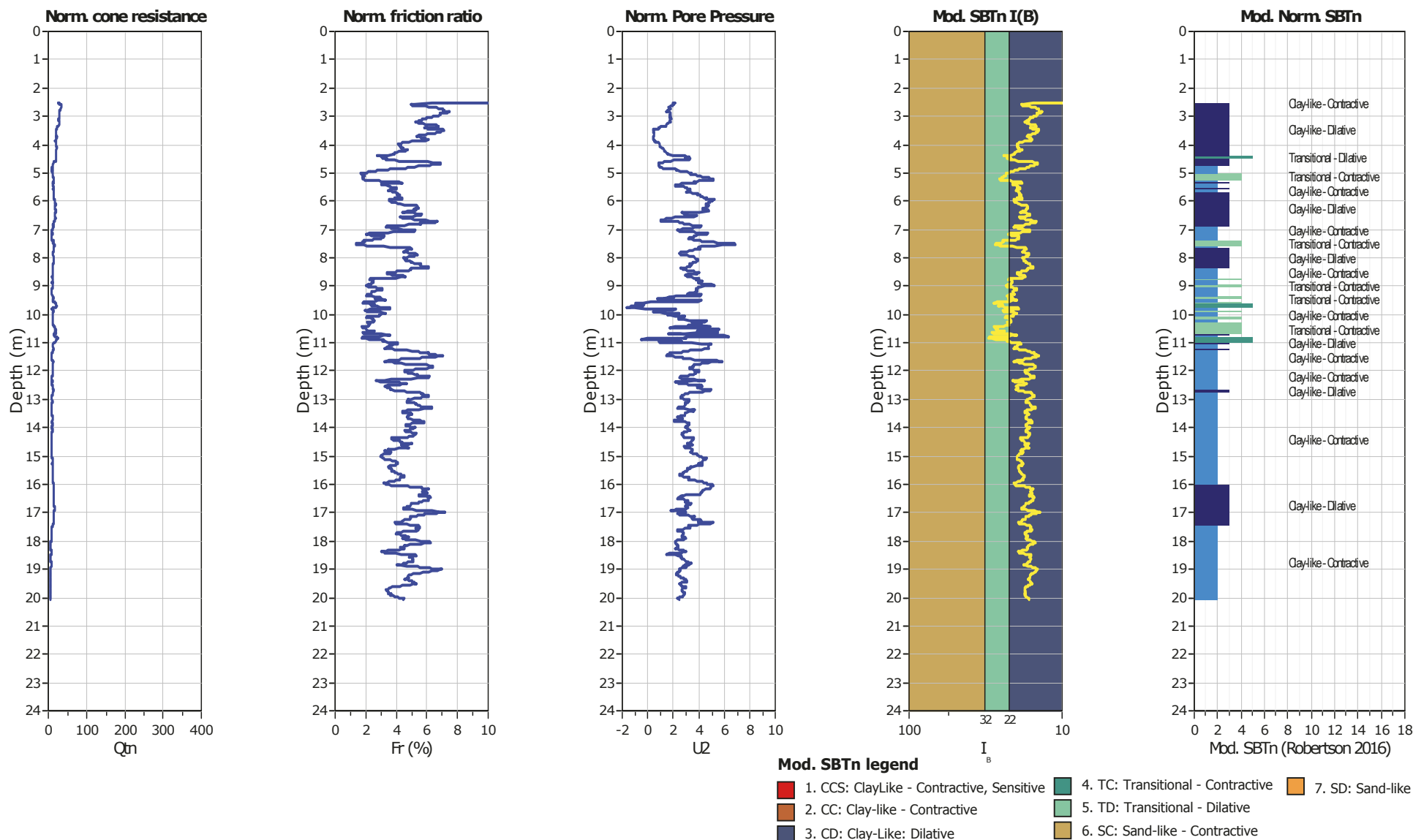


SBTn legend

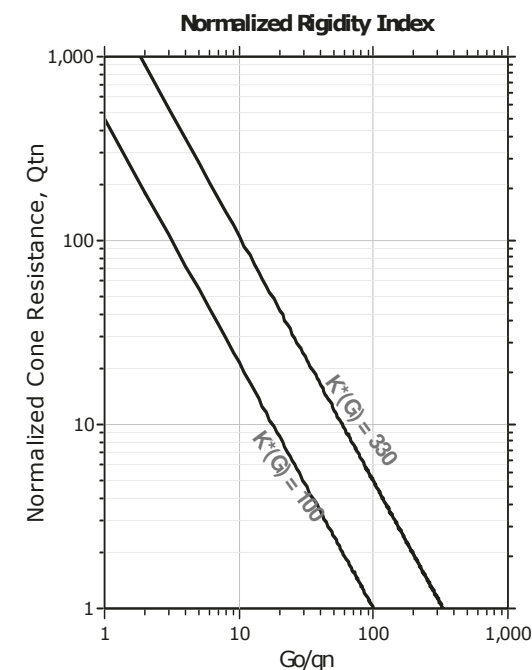
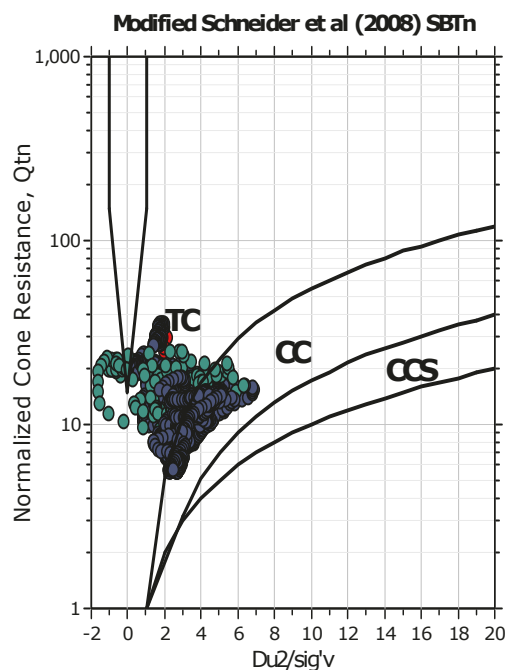
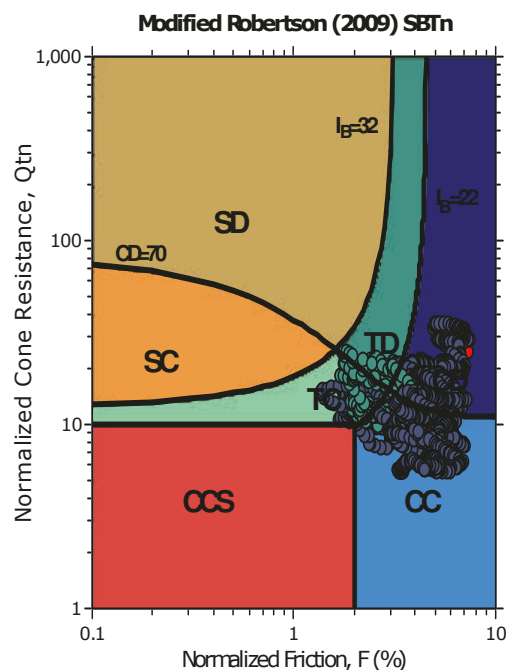
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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







Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative

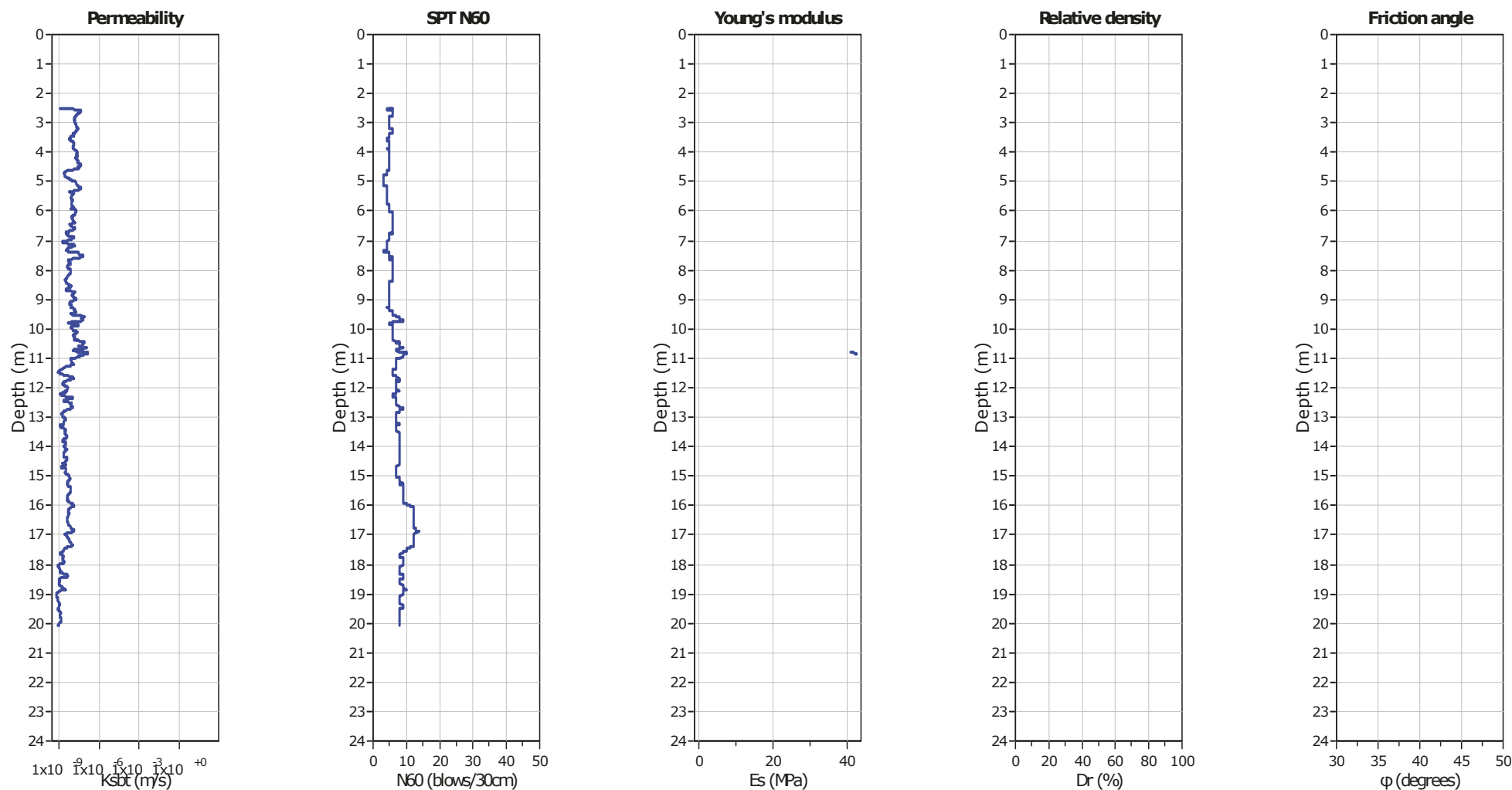
$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)

Project: Studio del terreno di fondazione

Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU5

Total depth: 20.07 m, Date: 01/10/2020



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

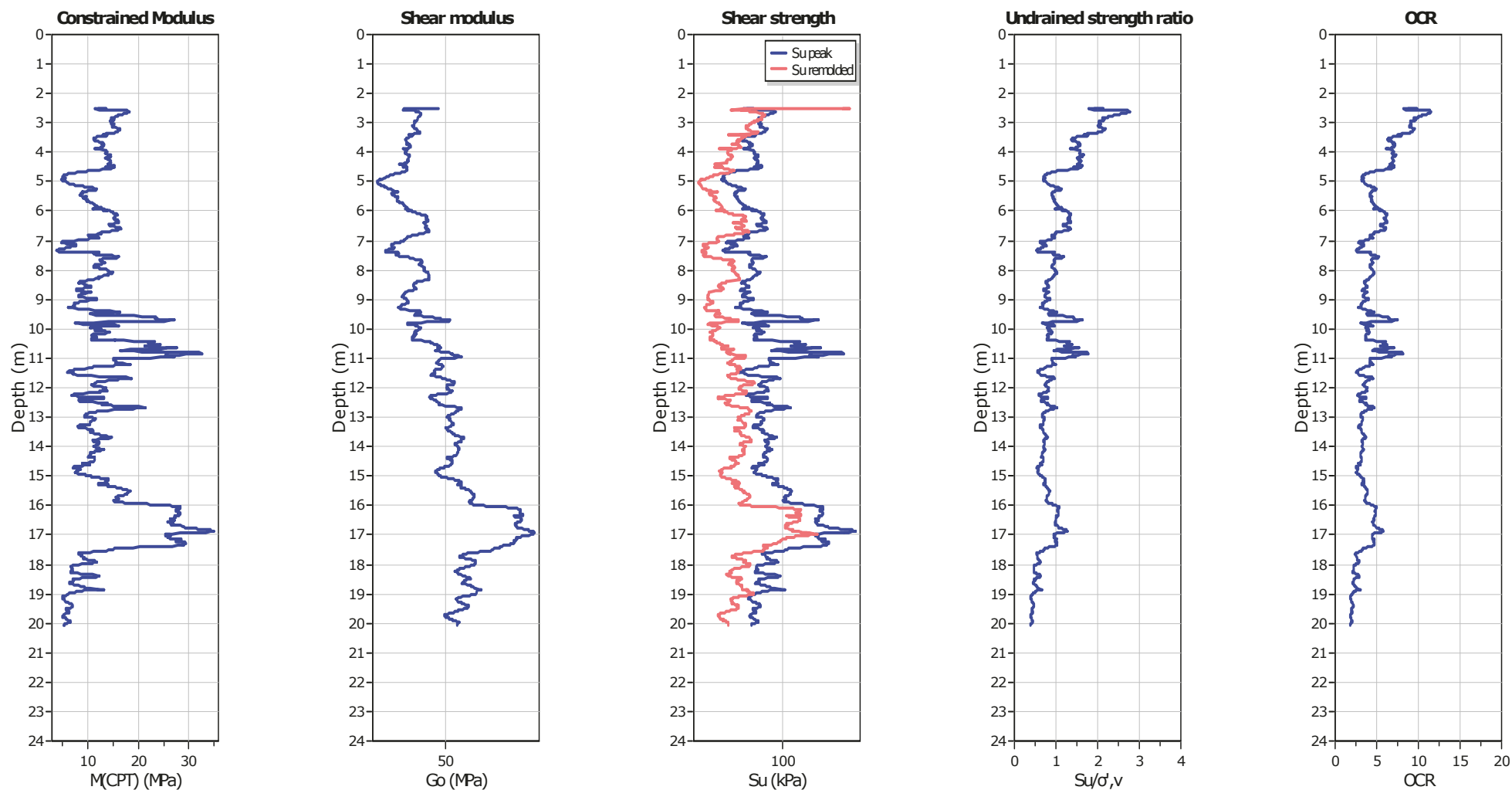
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

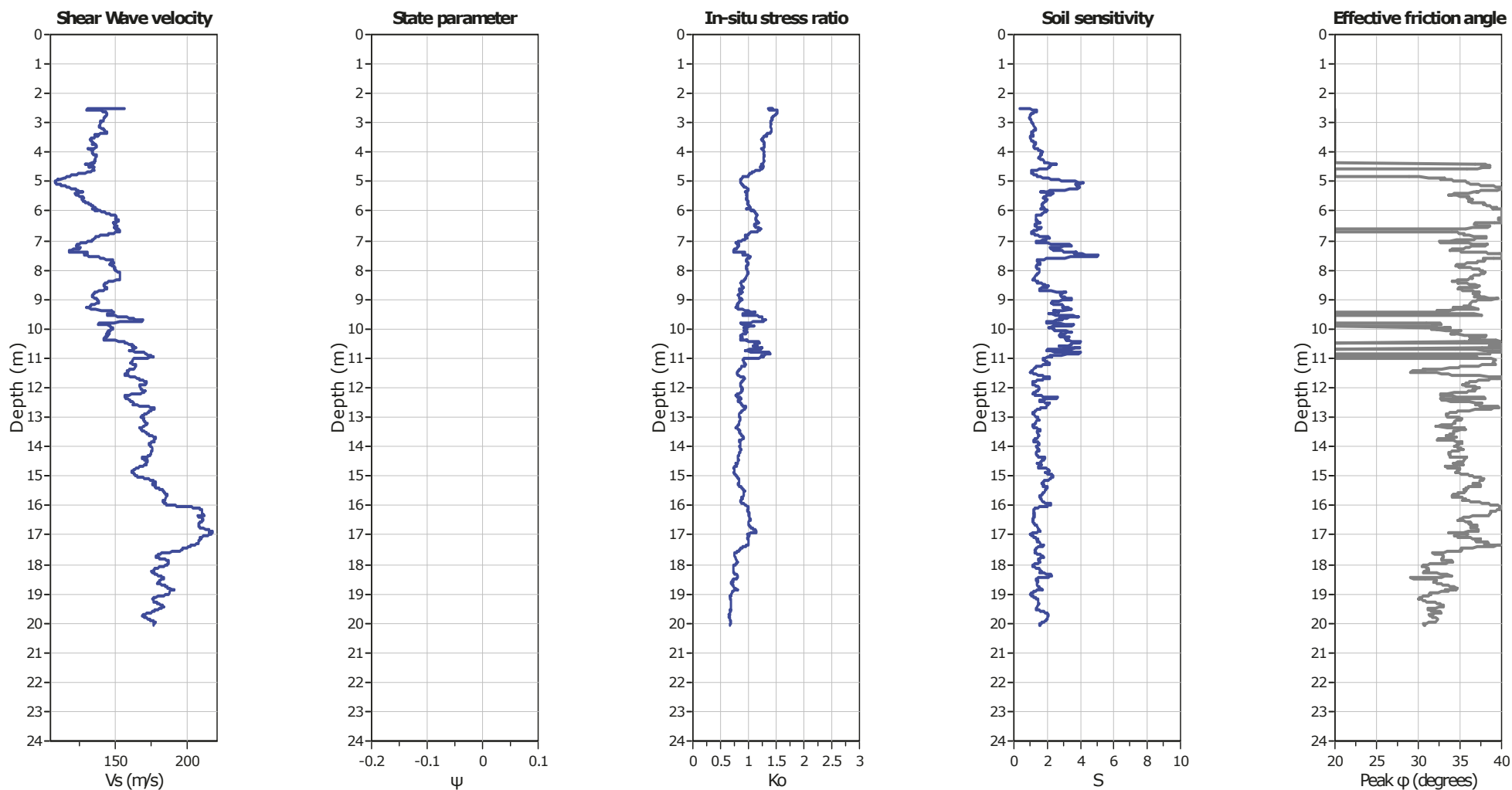
G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

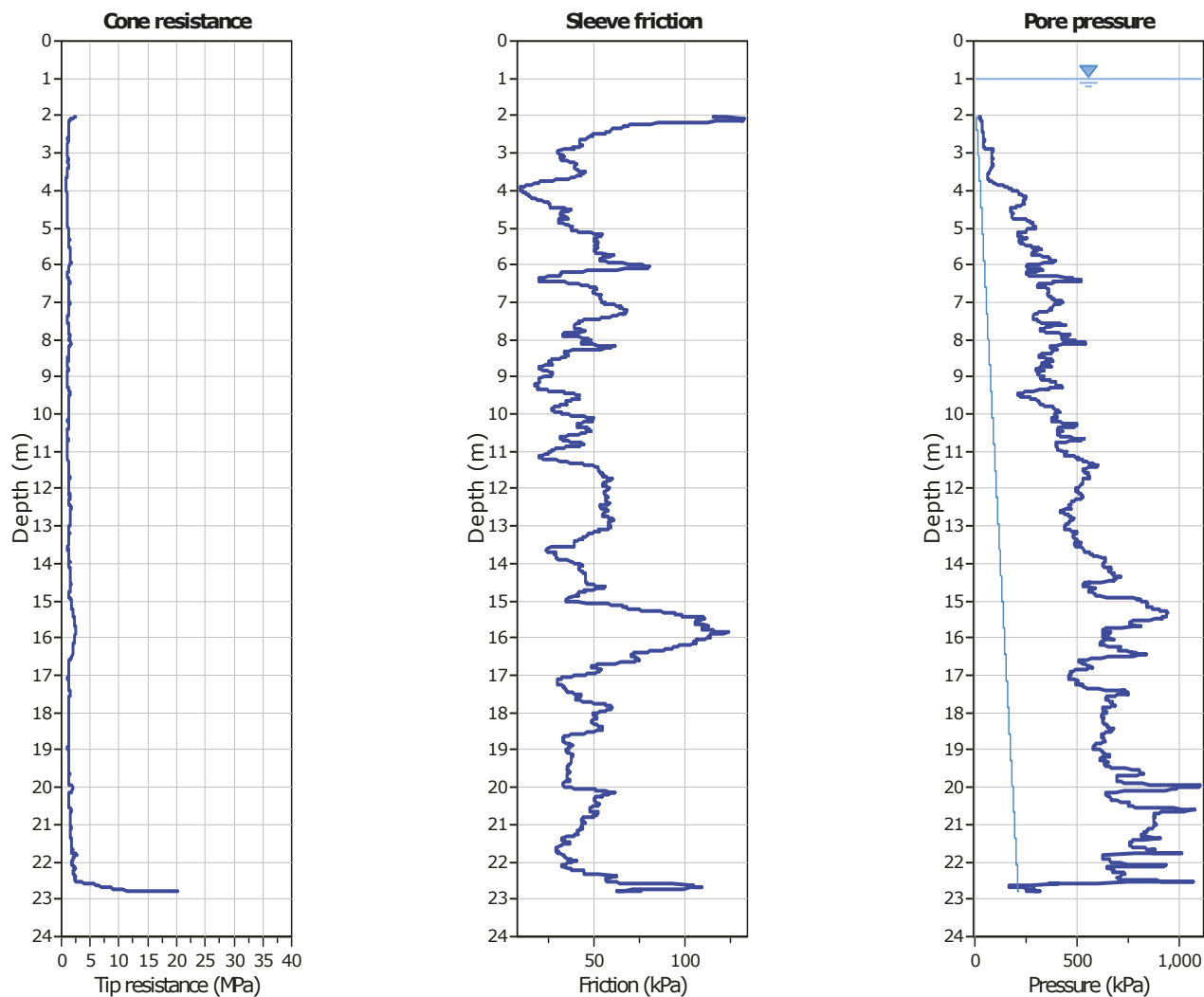
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

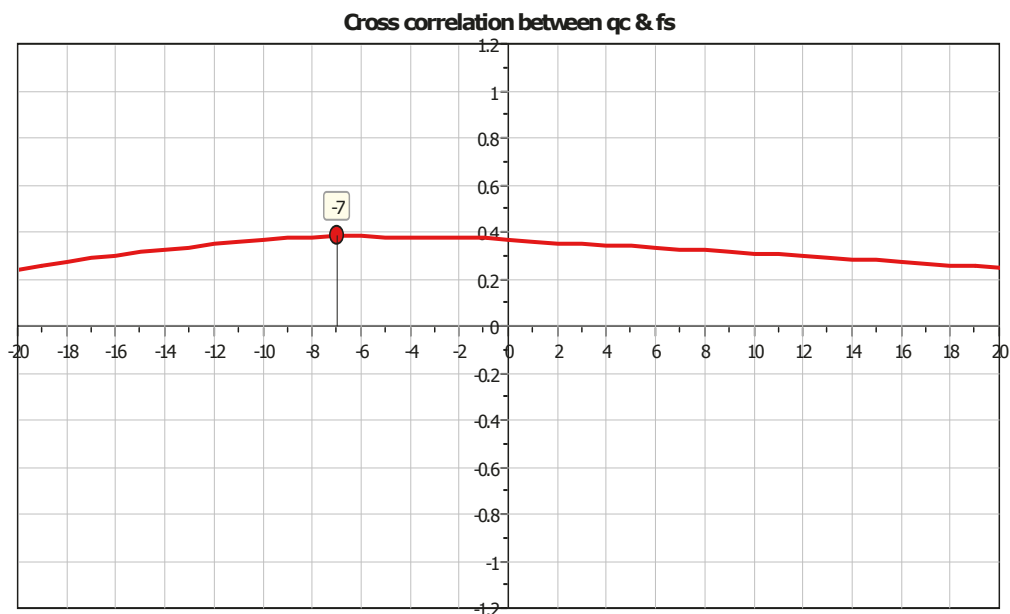
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU6

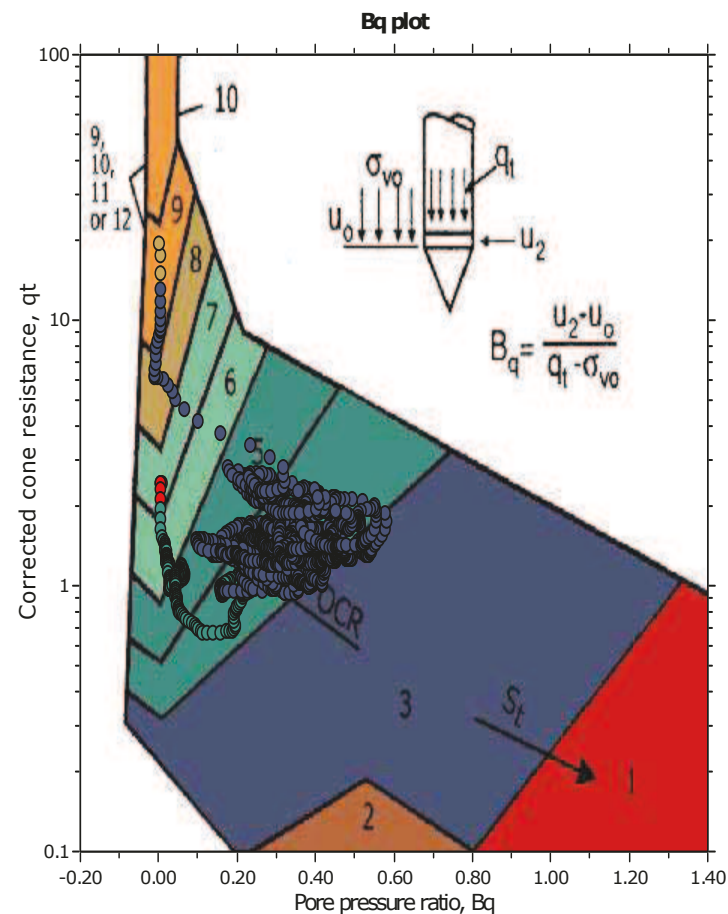
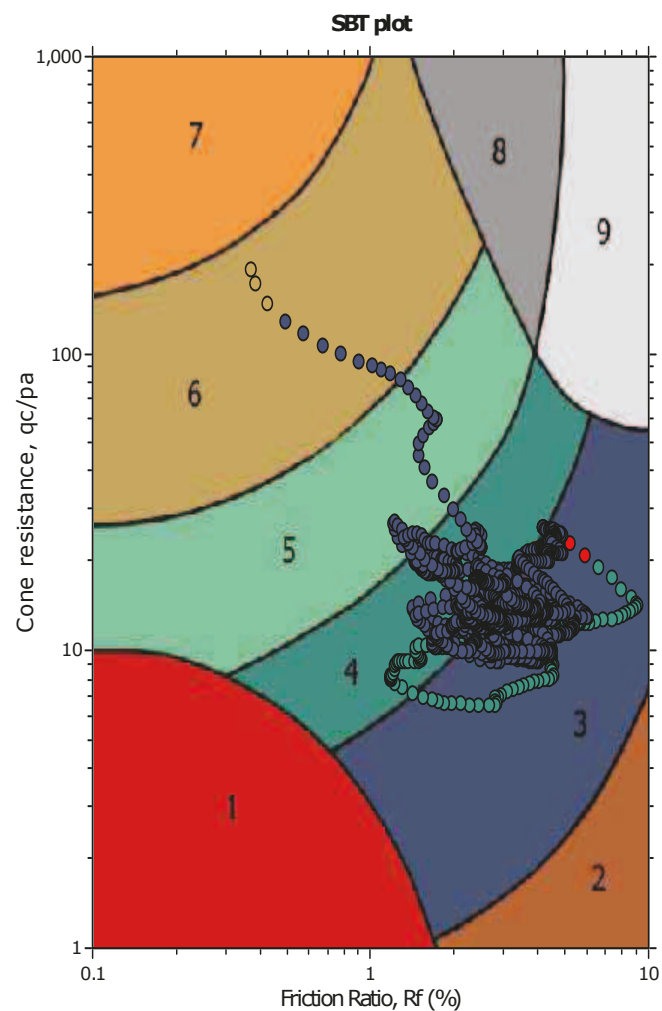
Total depth: 22.80 m, Date: 26/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



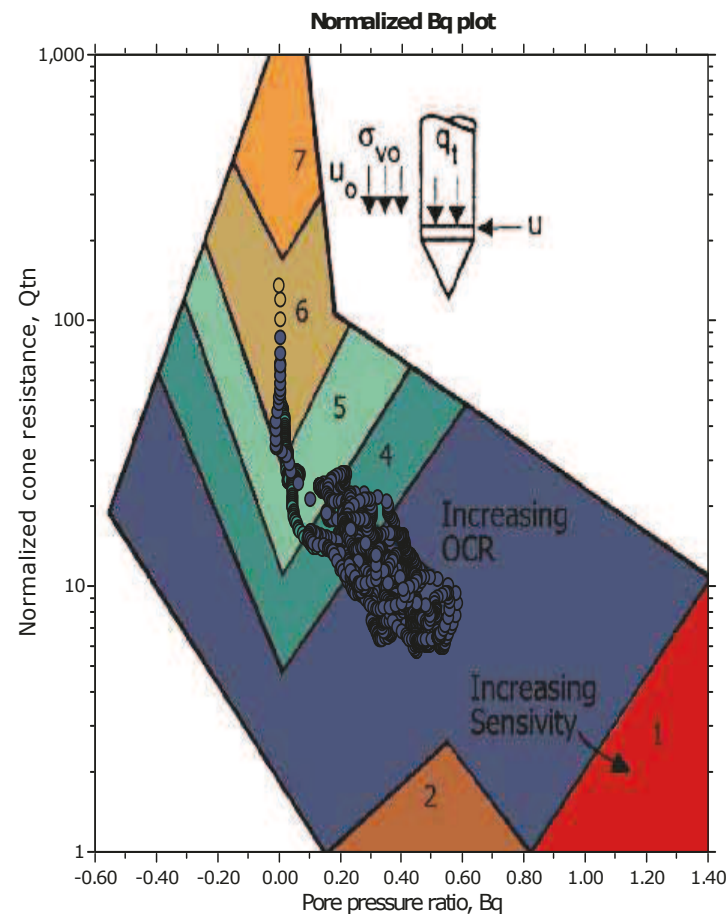
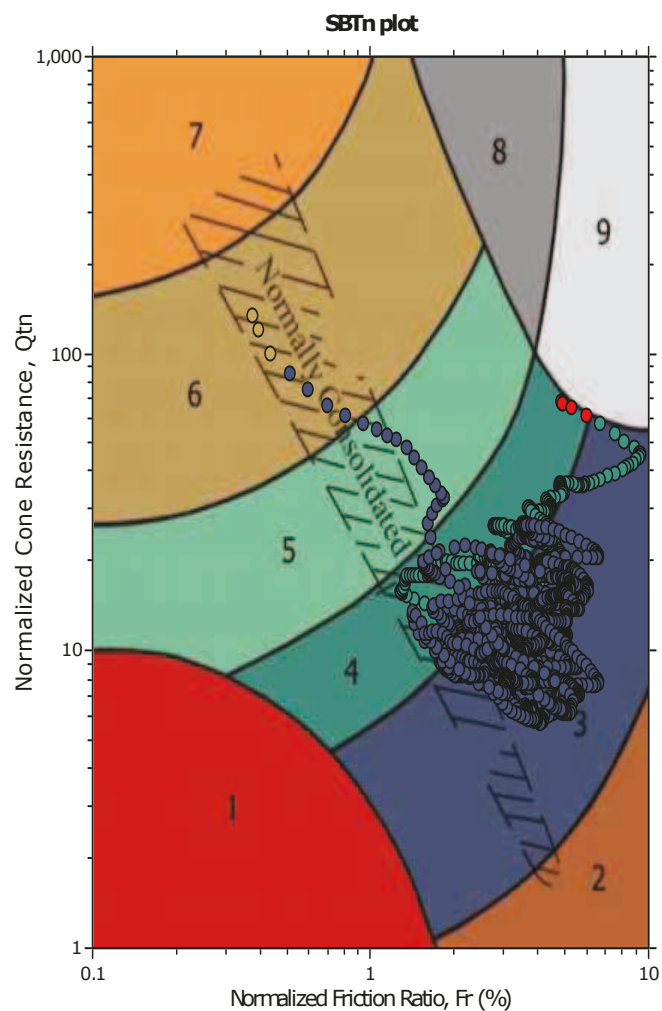
SBT - Bq plots



SBT legend

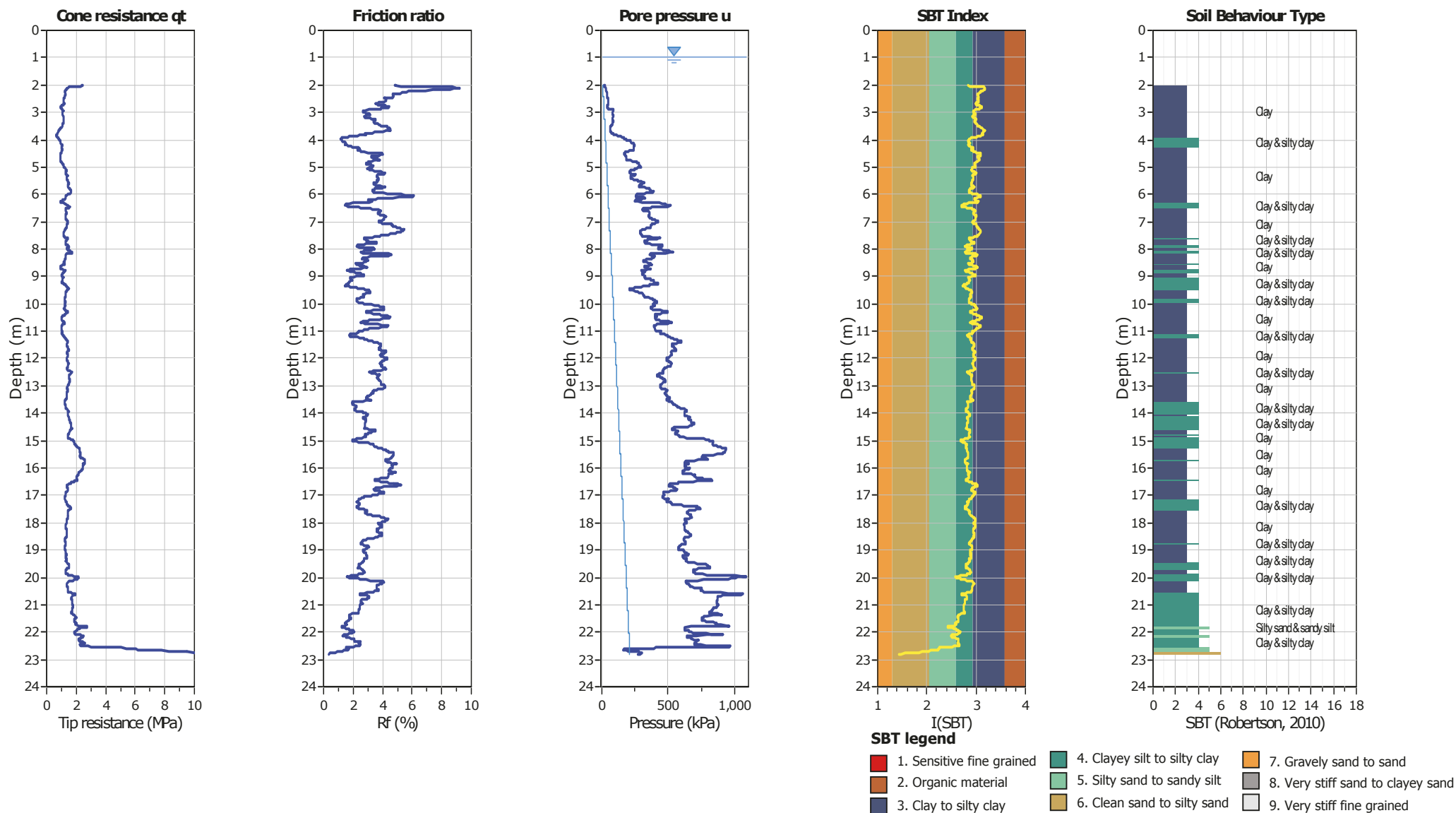
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

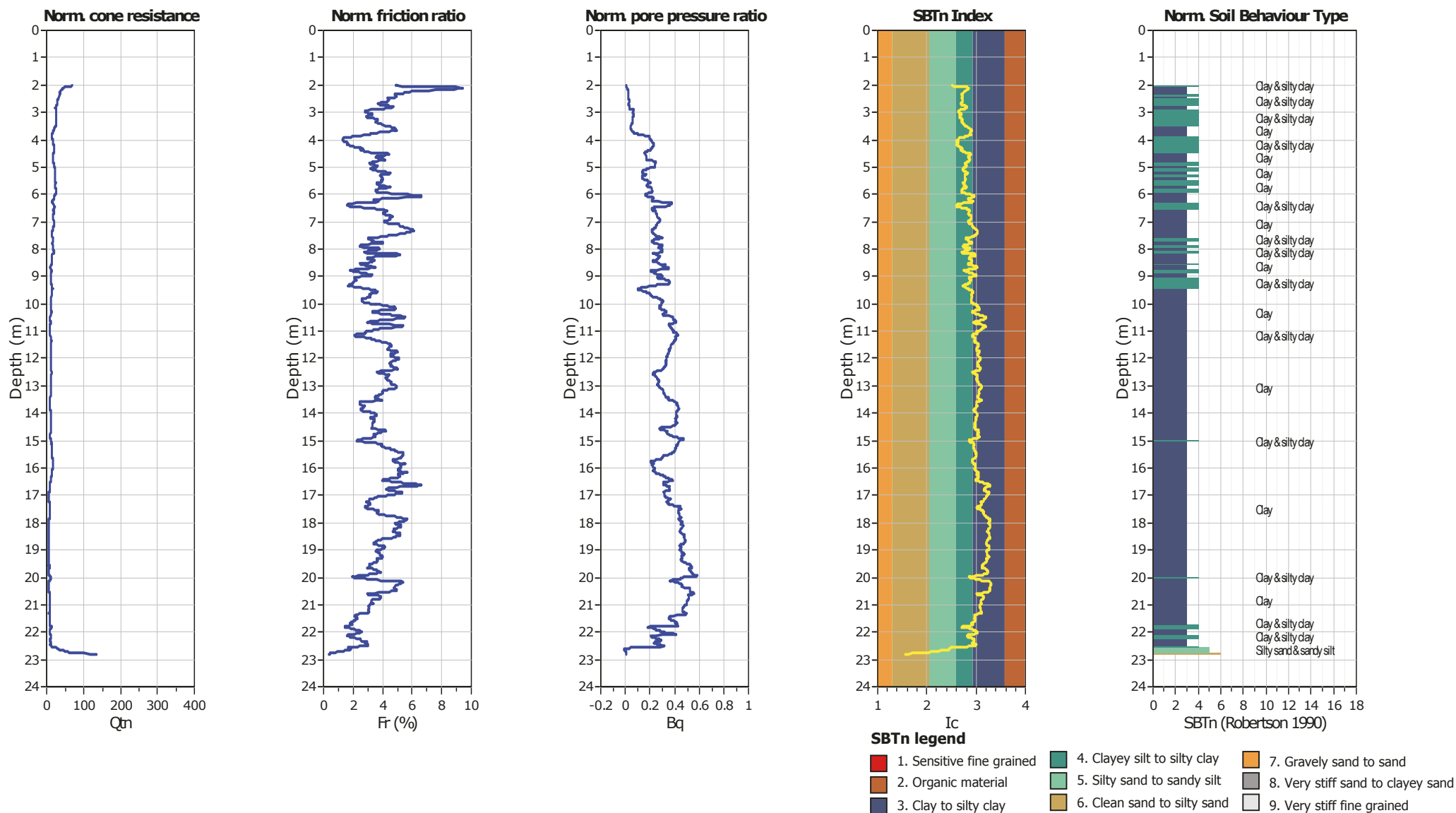
SBT - Bq plots (normalized)

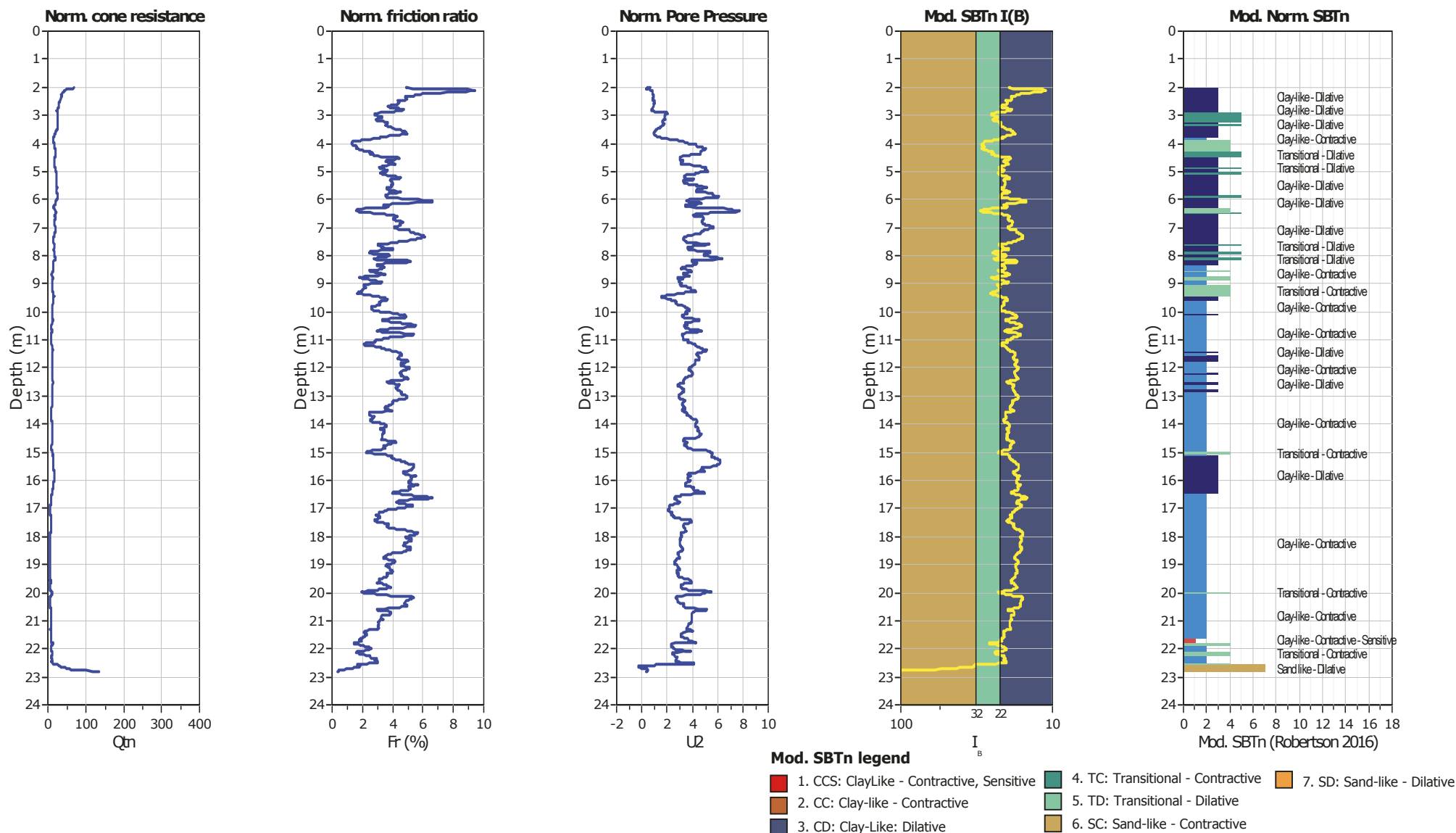


SBTn legend

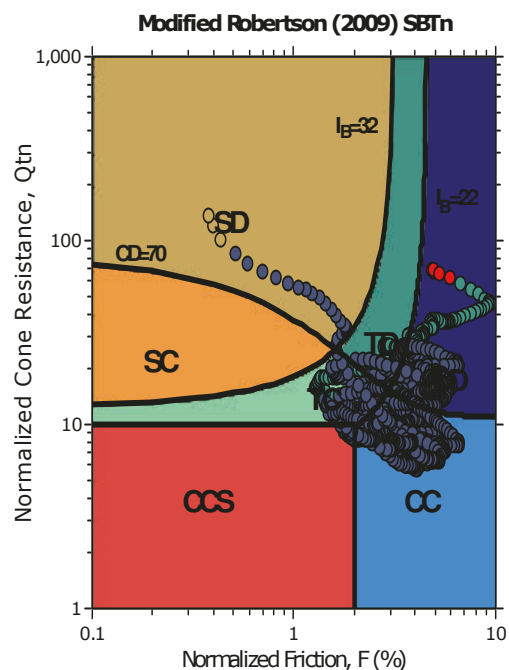
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



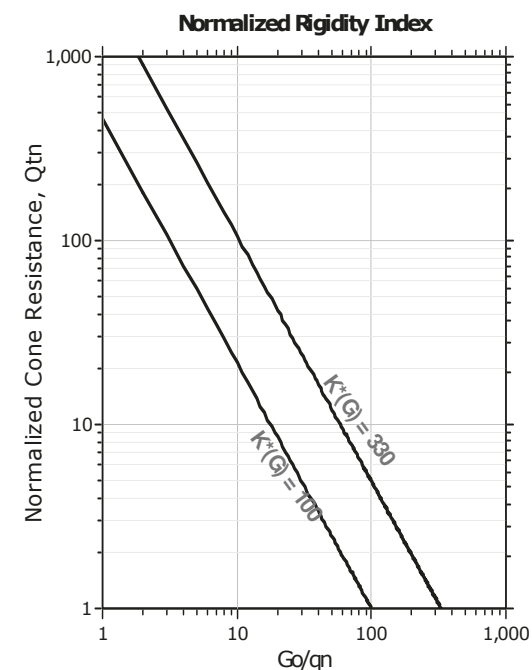
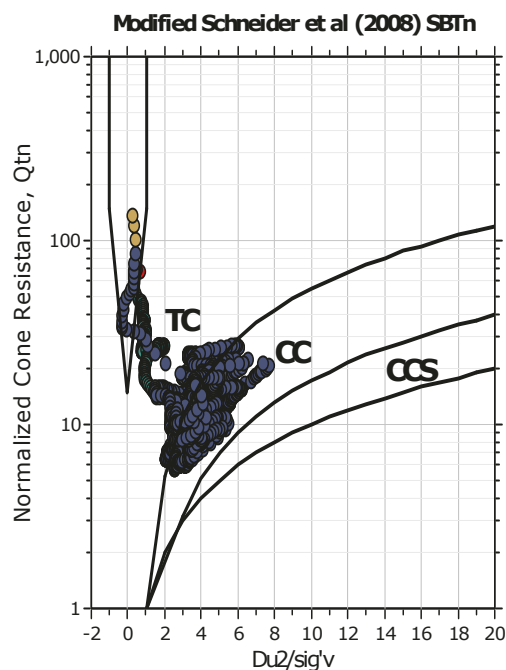




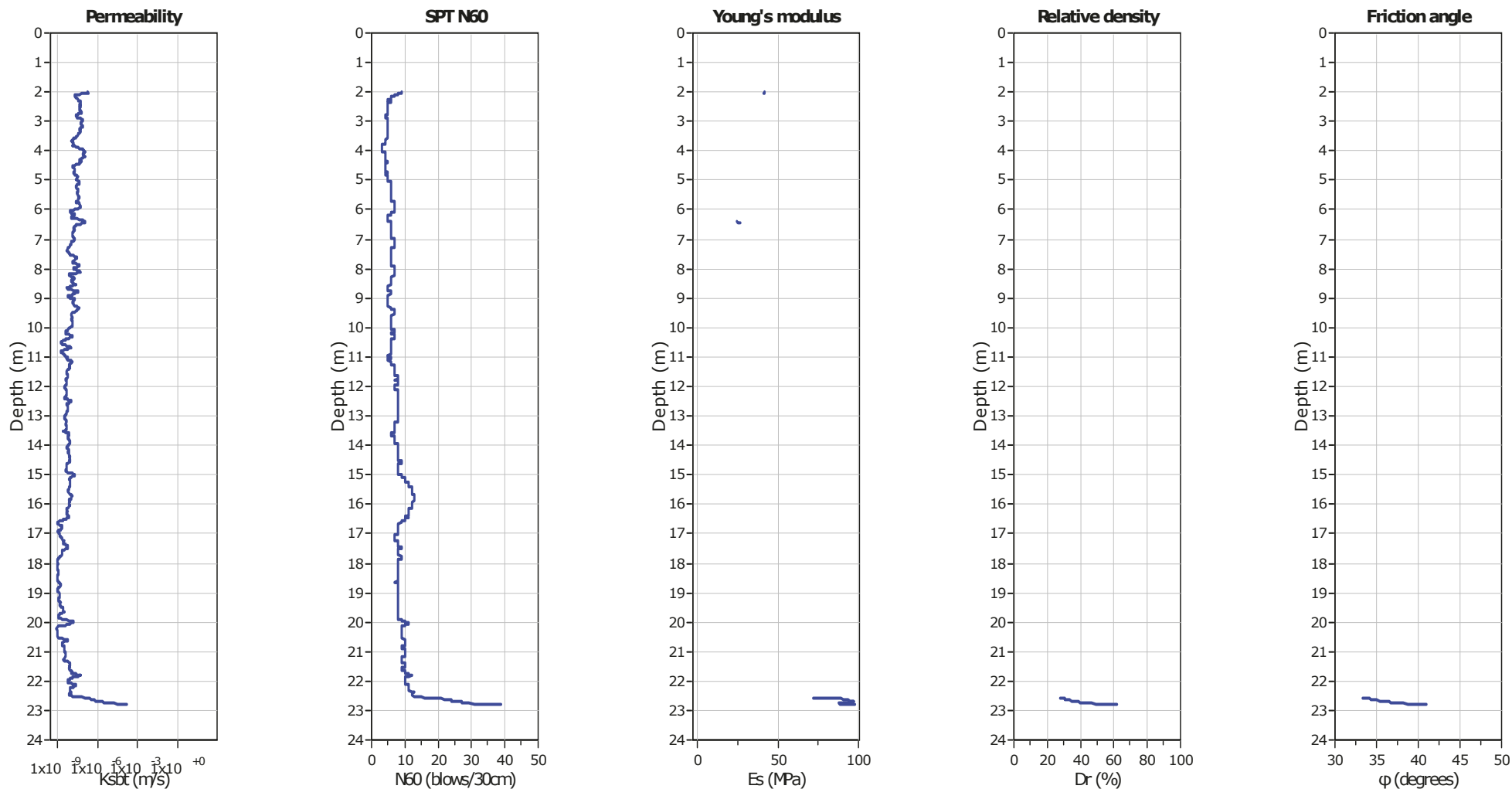
Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

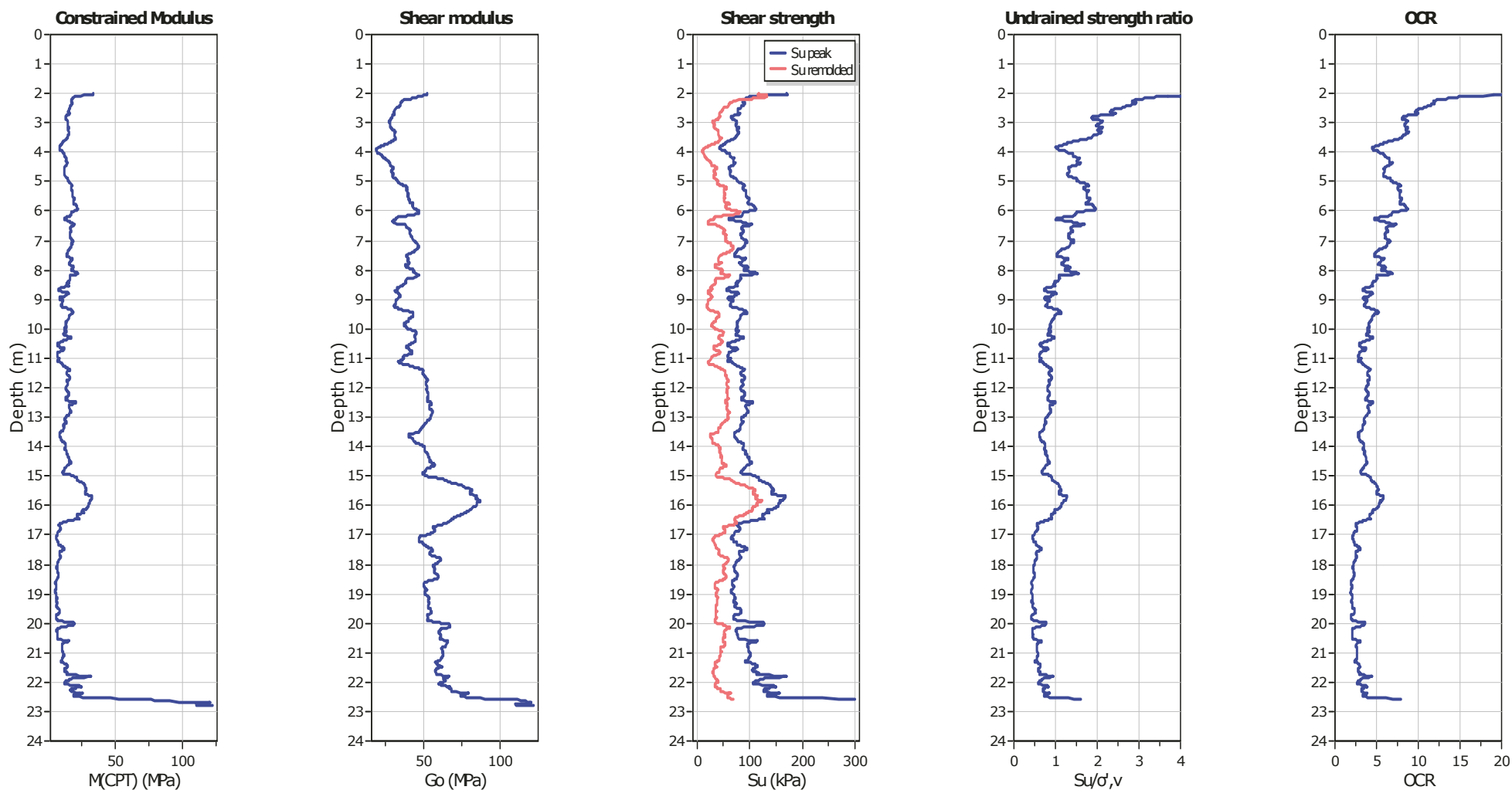
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable alpha using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

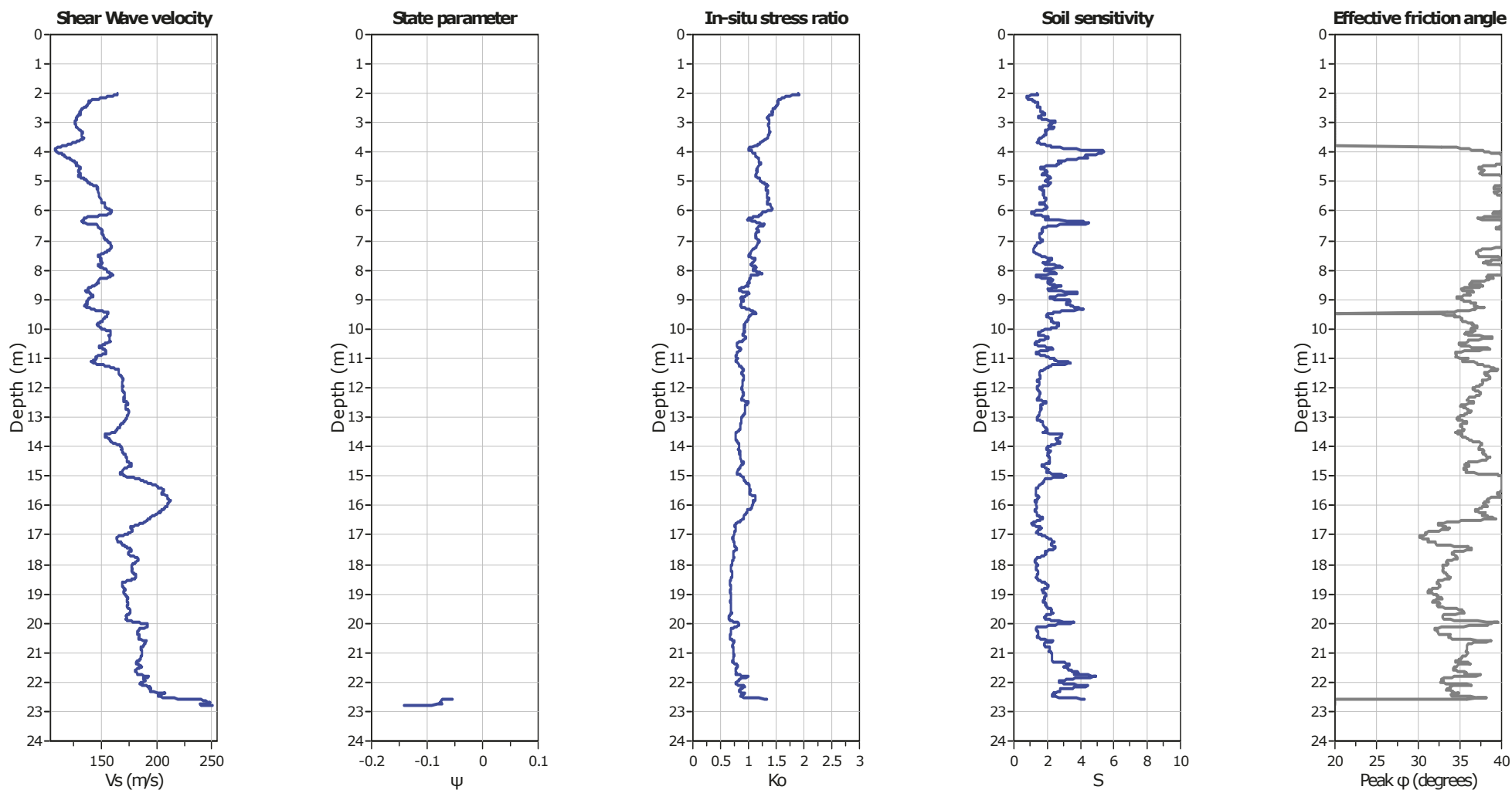
G_o : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

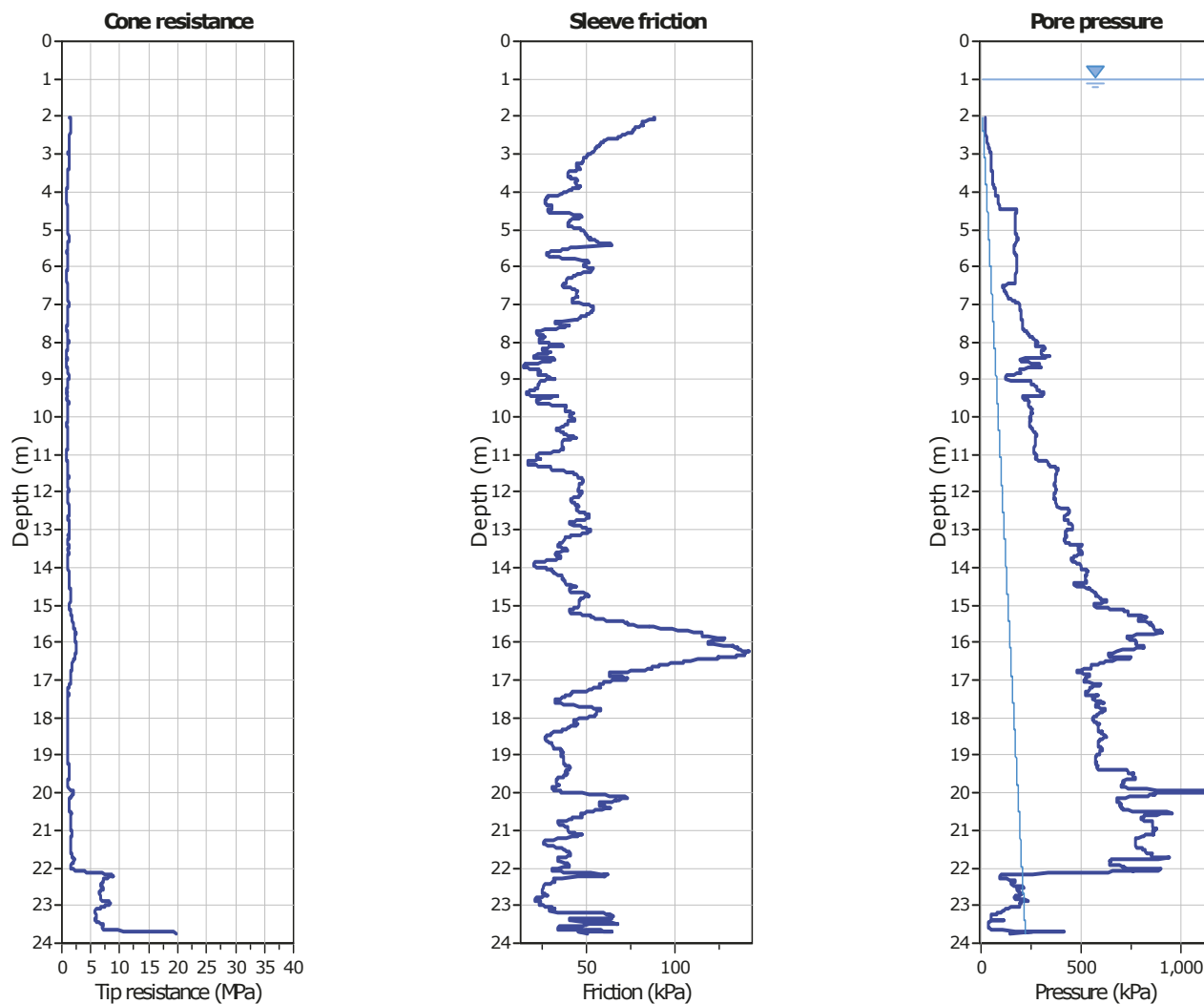
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

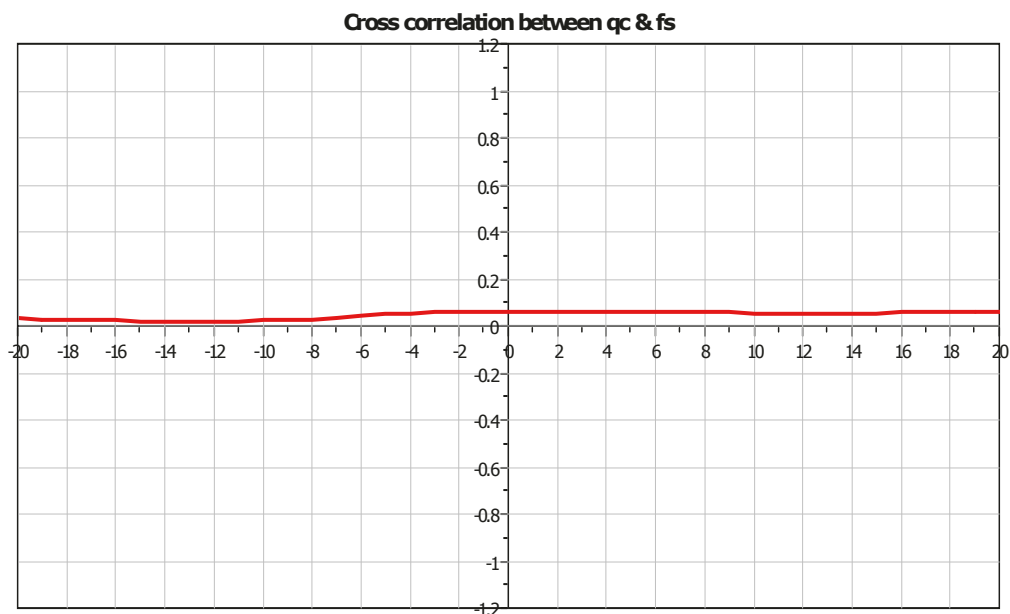
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU7

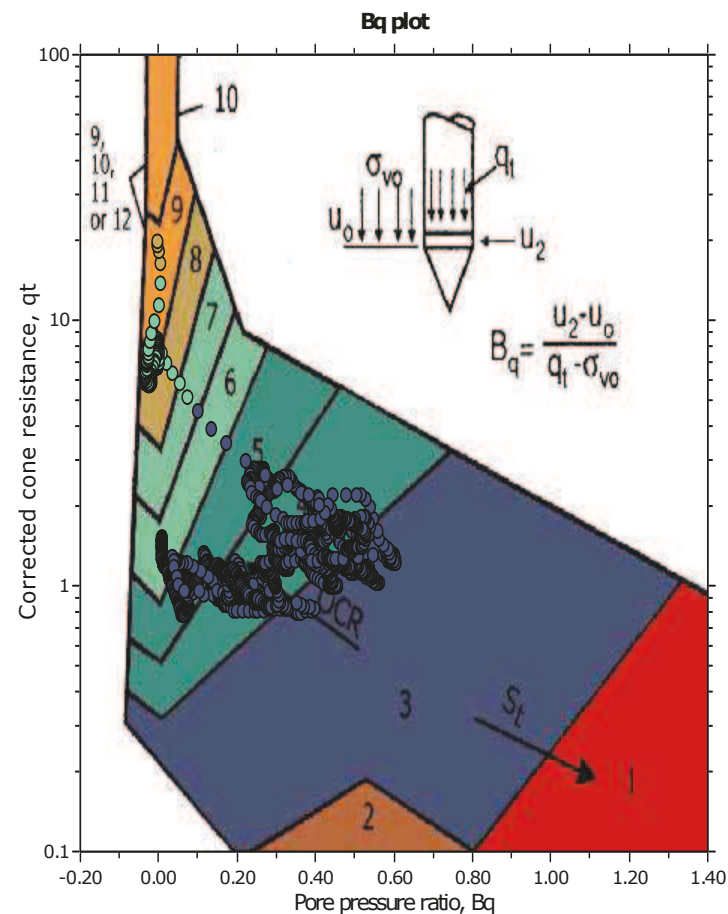
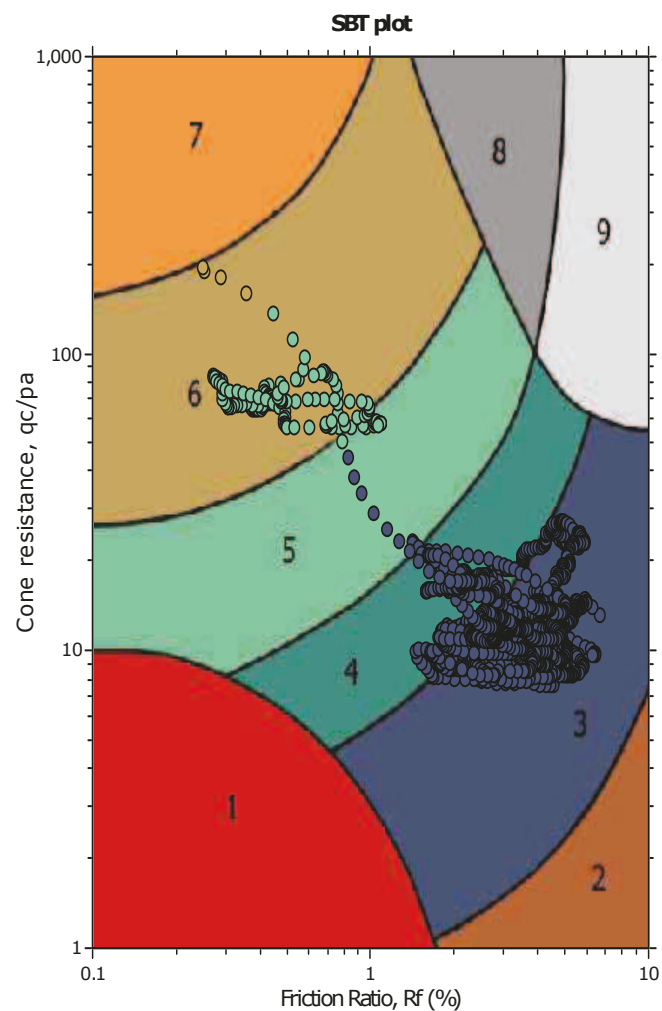
Total depth: 23.73 m, Date: 26/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



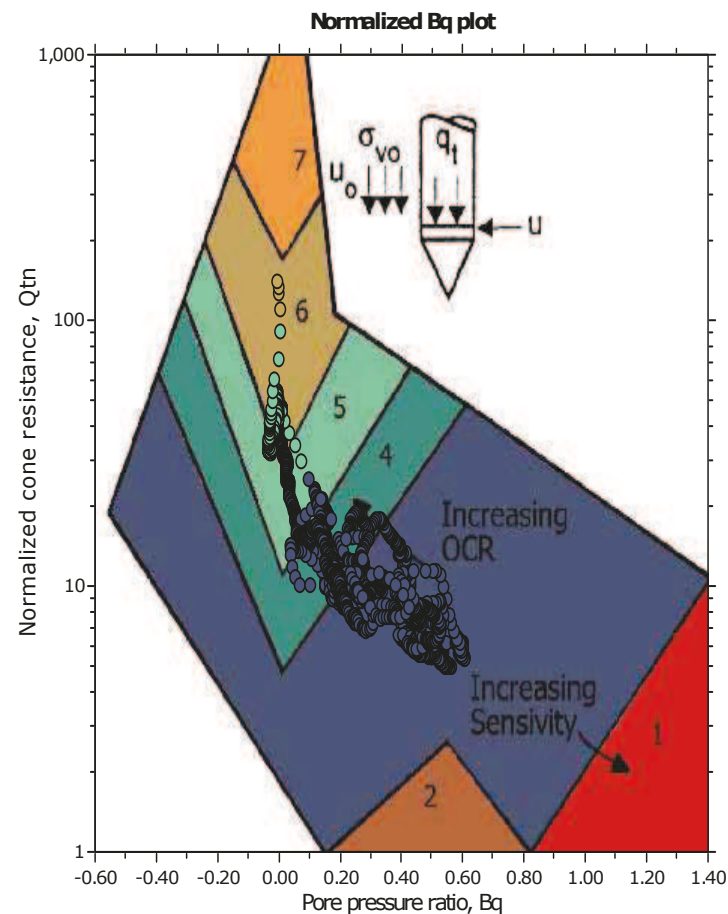
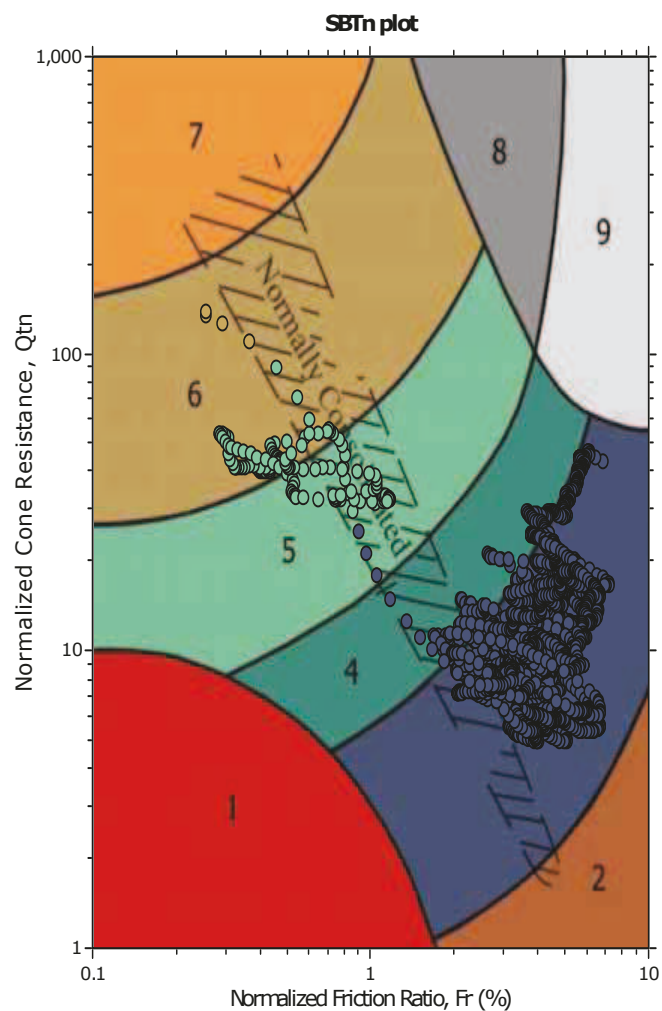
SBT - Bq plots



SBT legend

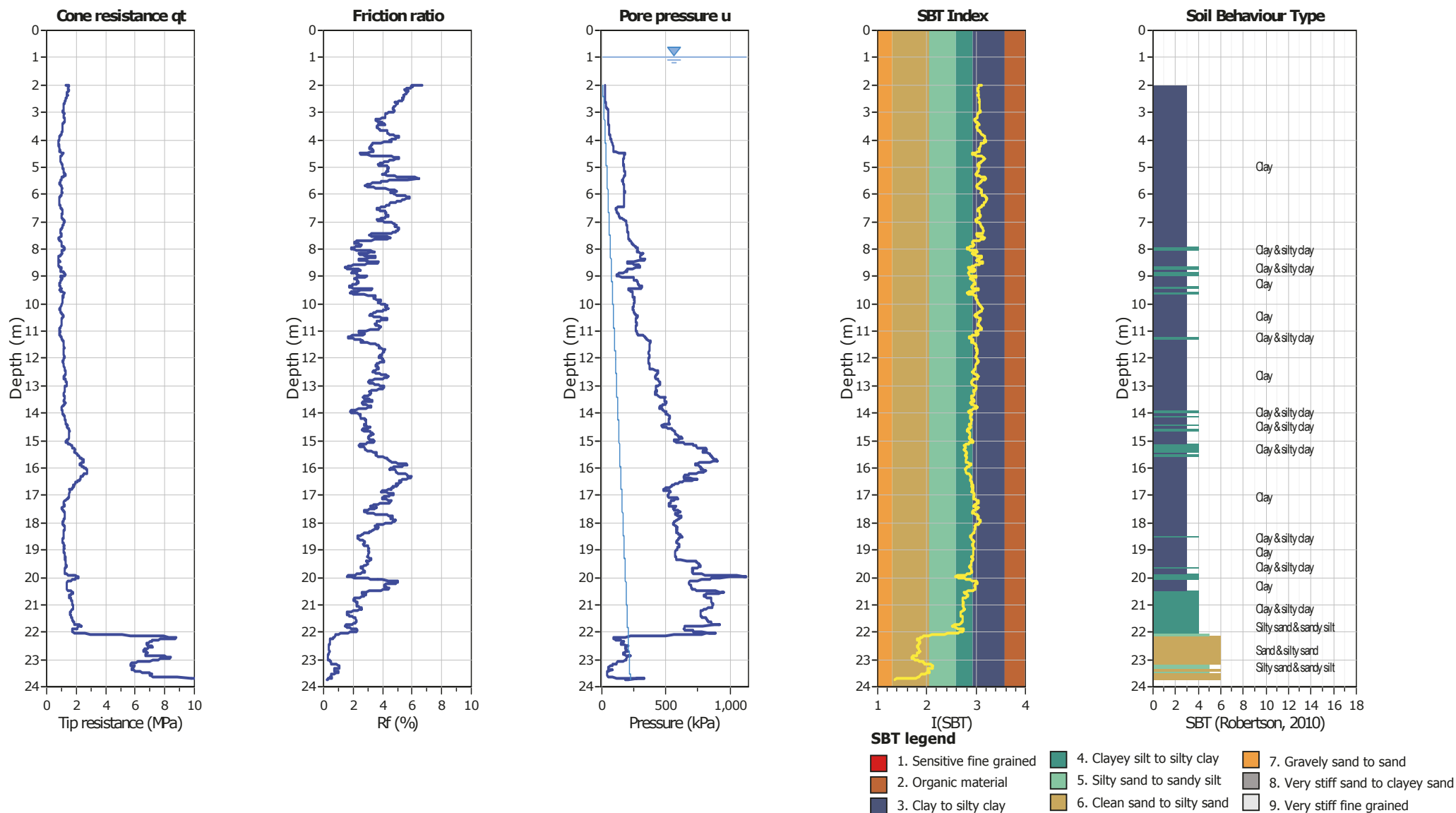
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

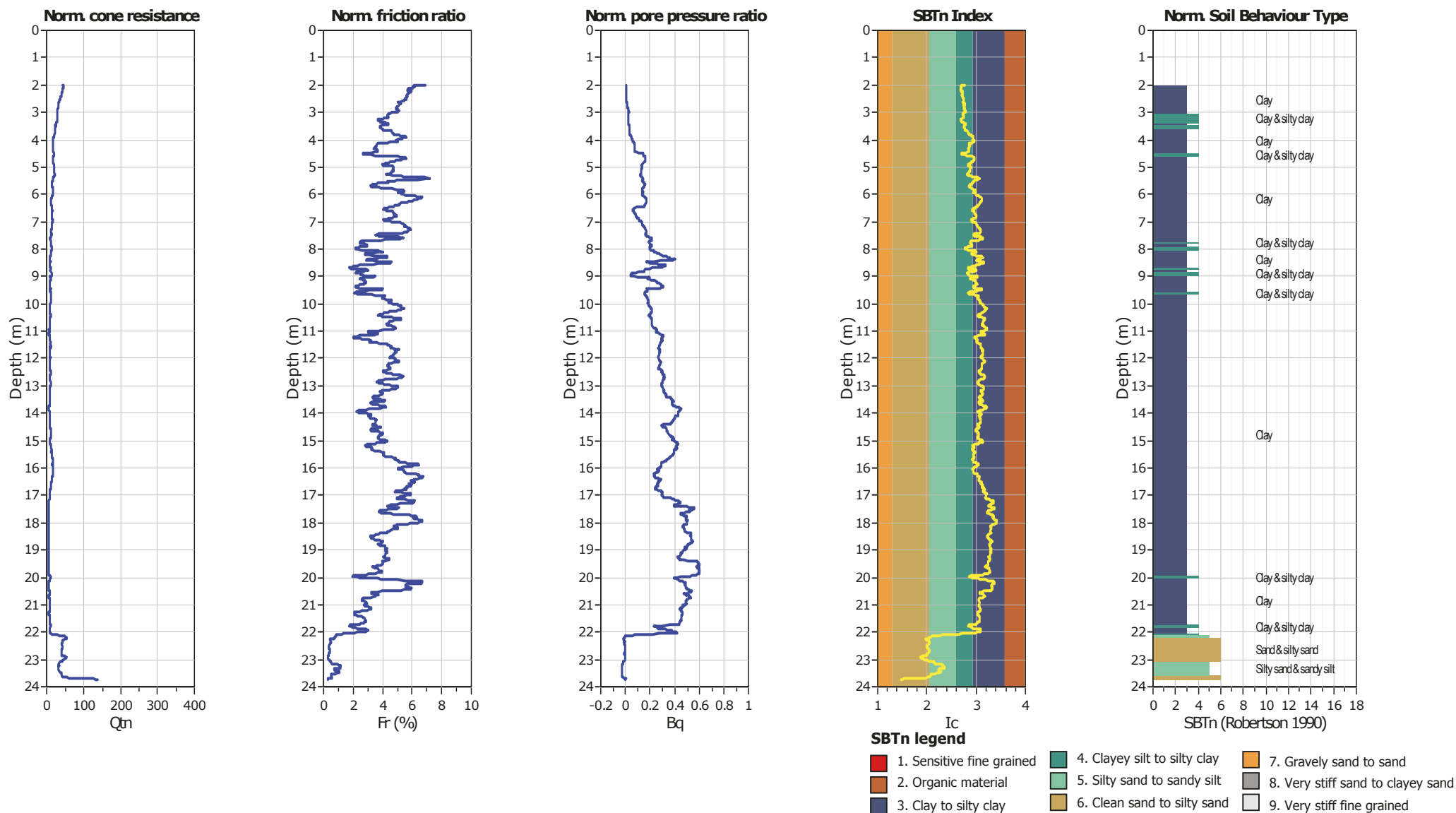
SBT - Bq plots (normalized)

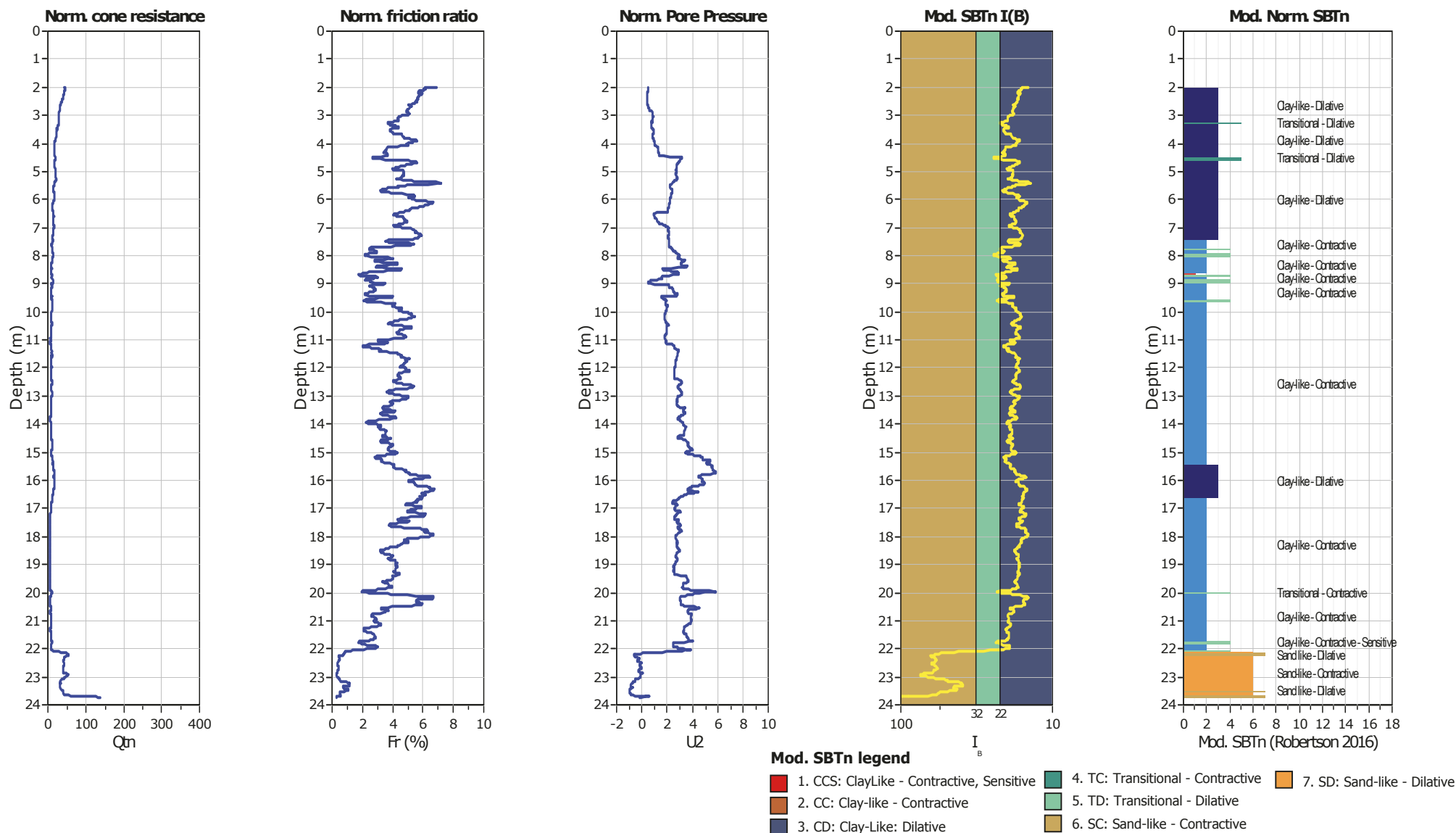


SBTn legend

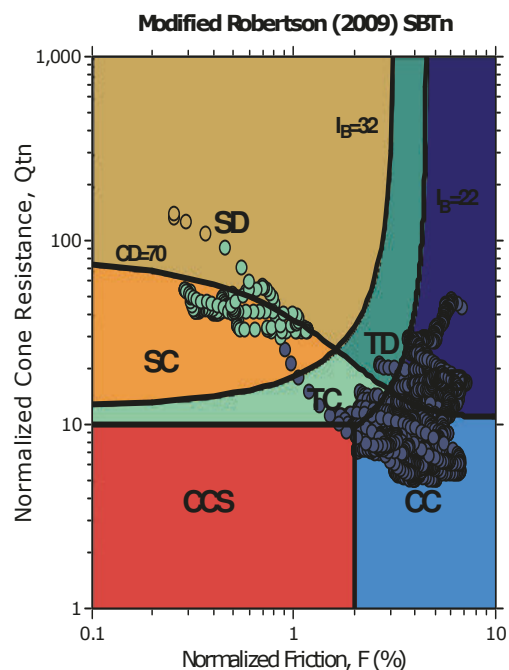
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



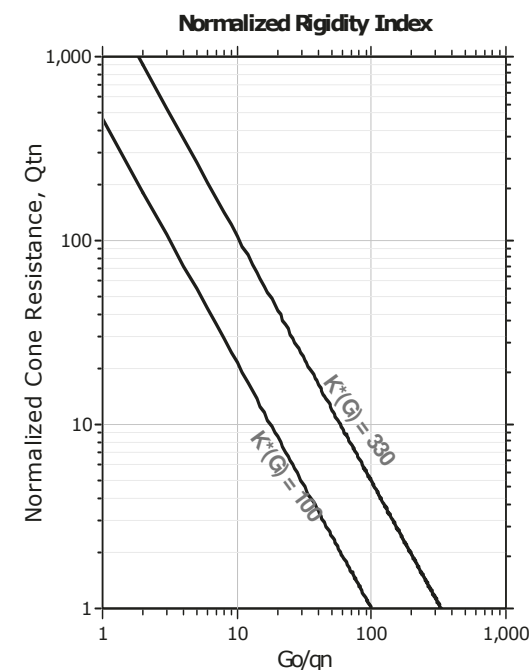
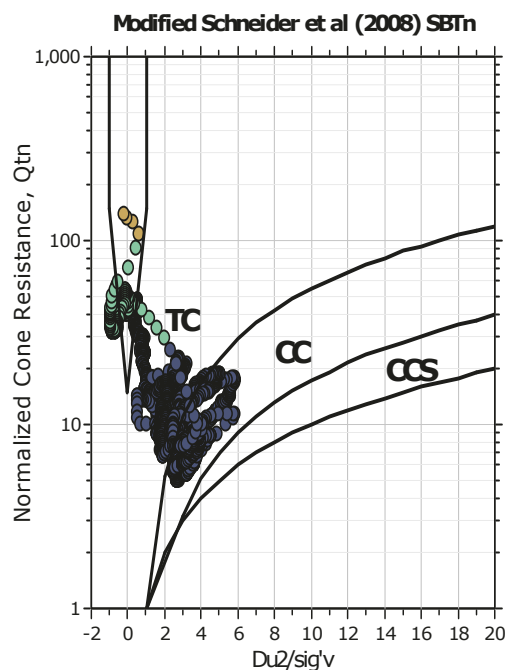




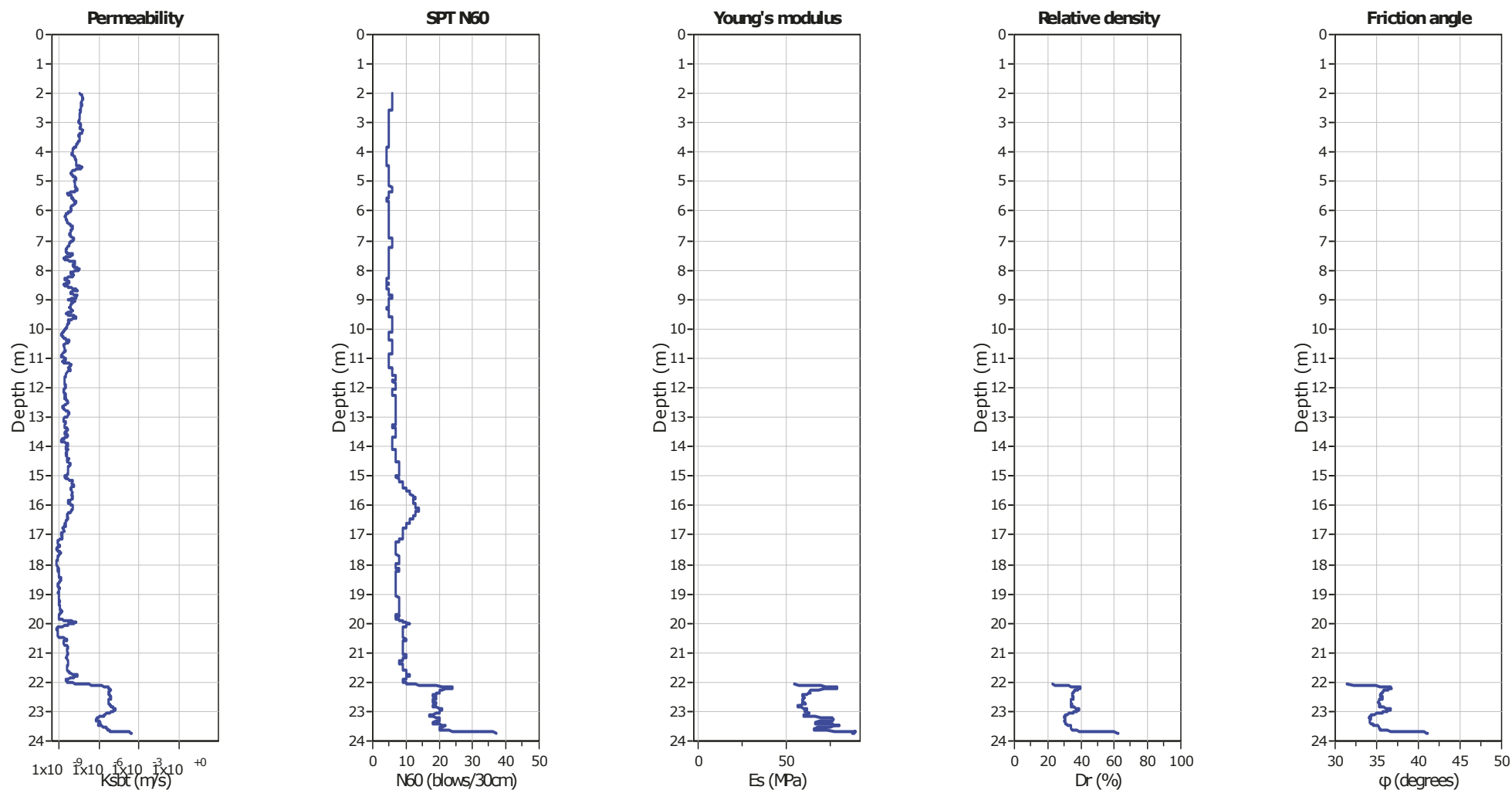
Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



$K(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

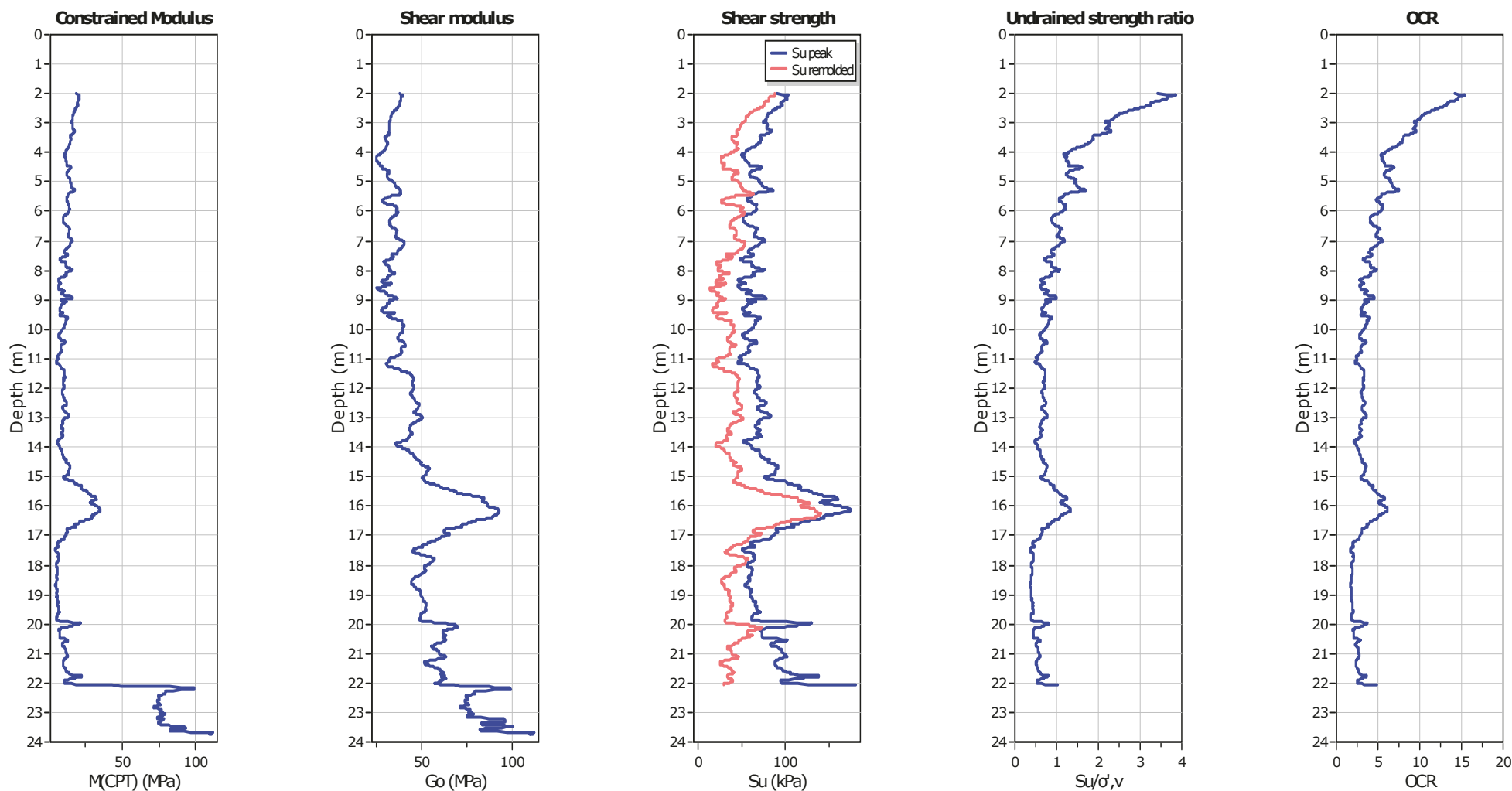
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

—●— User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

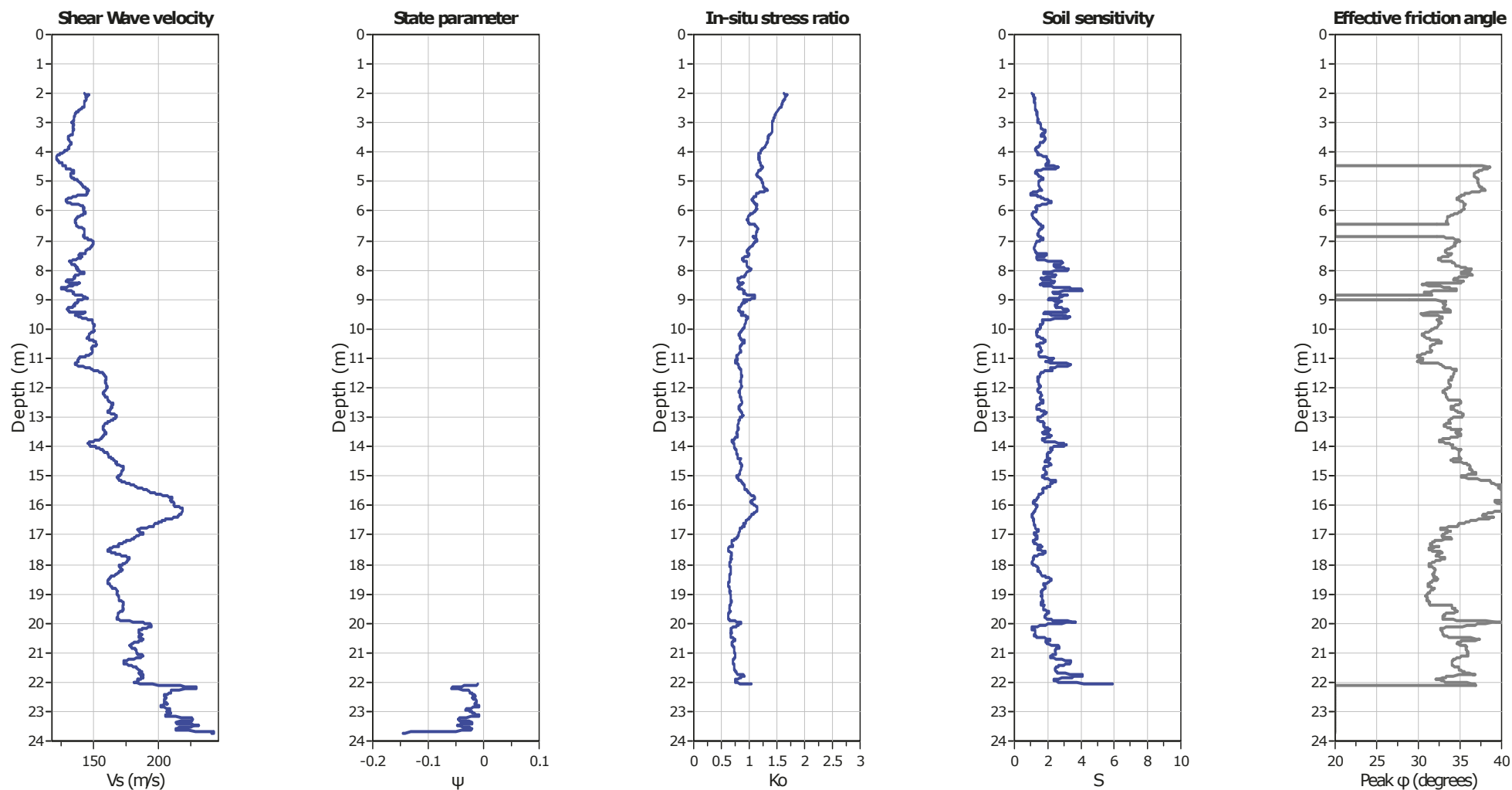
G_0 : Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

—●— User defined estimation data

—●— Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

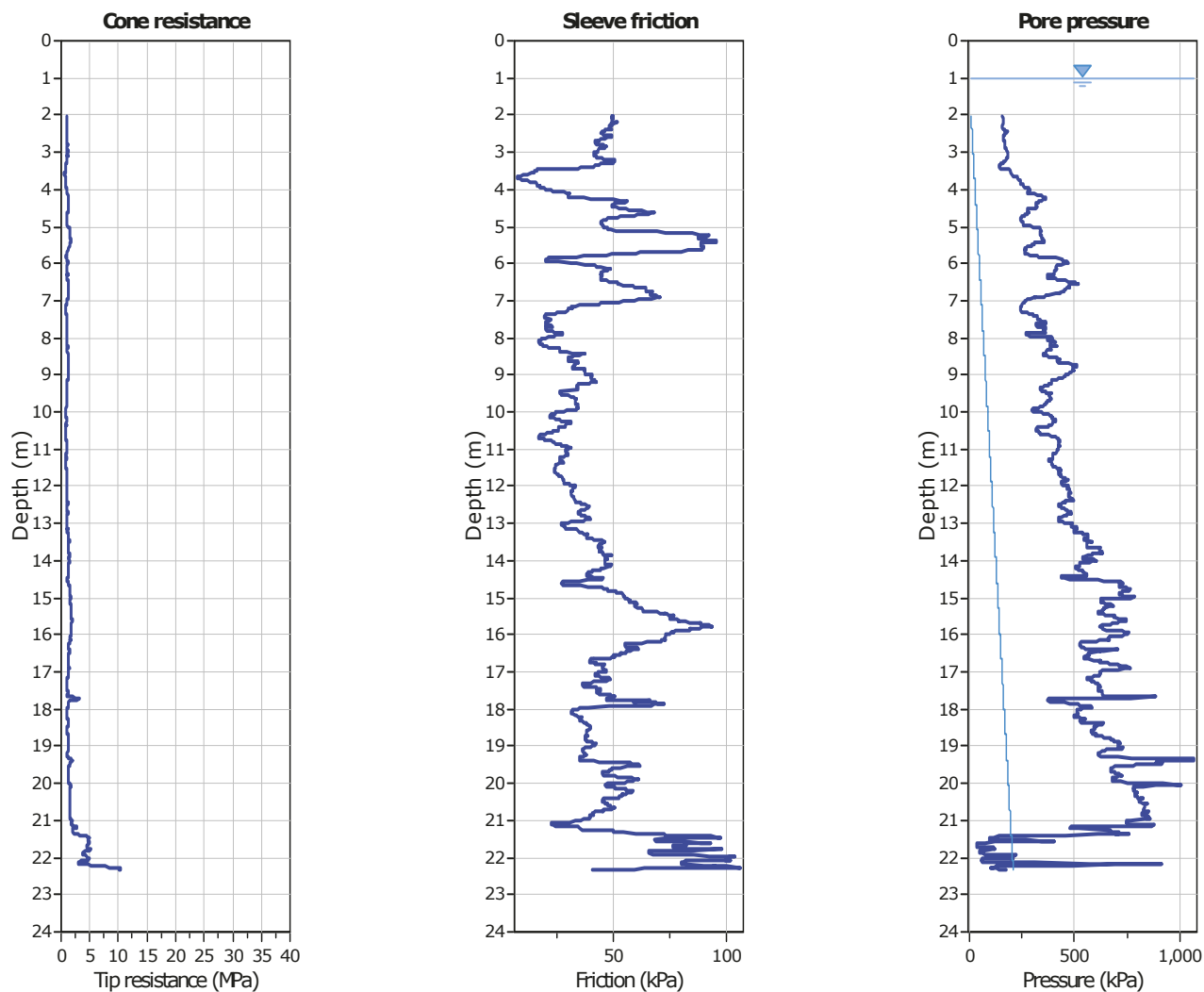
—●— User defined estimation data

Project: Studio del terreno di fondazione

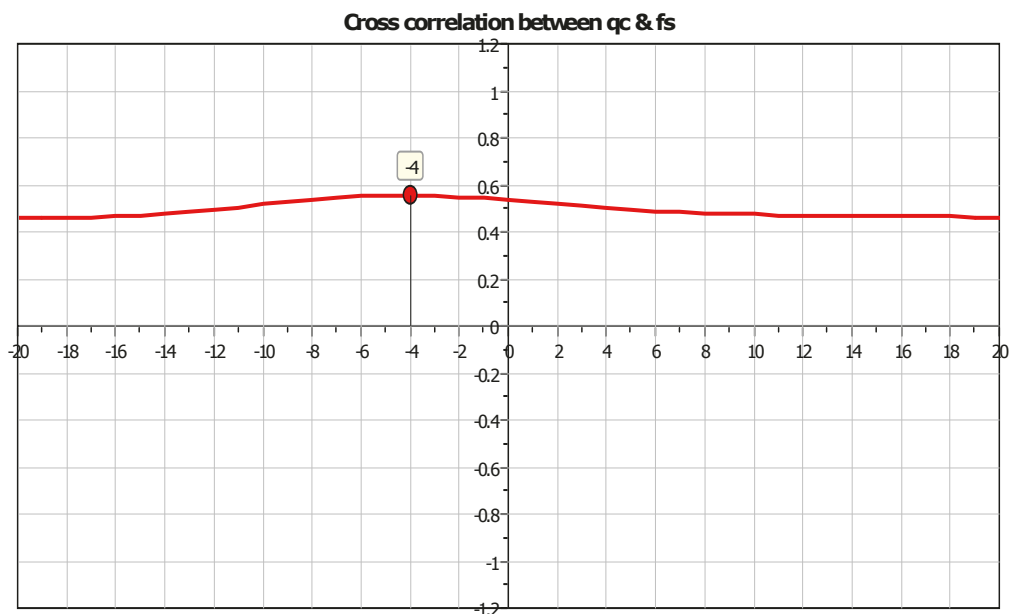
Location: Modena, Viale Finzi

CPT: CPTU8

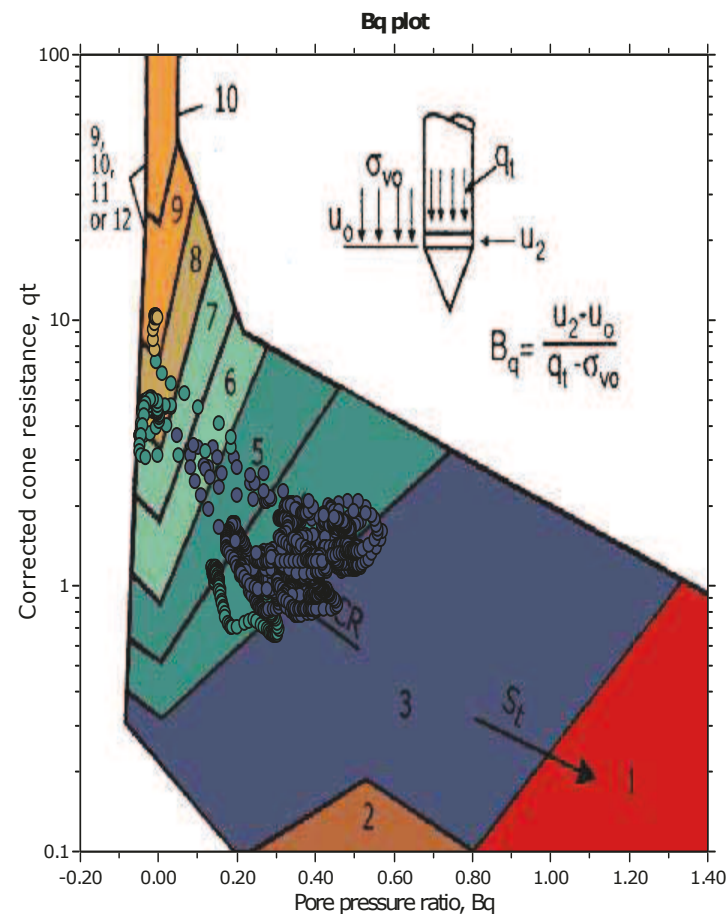
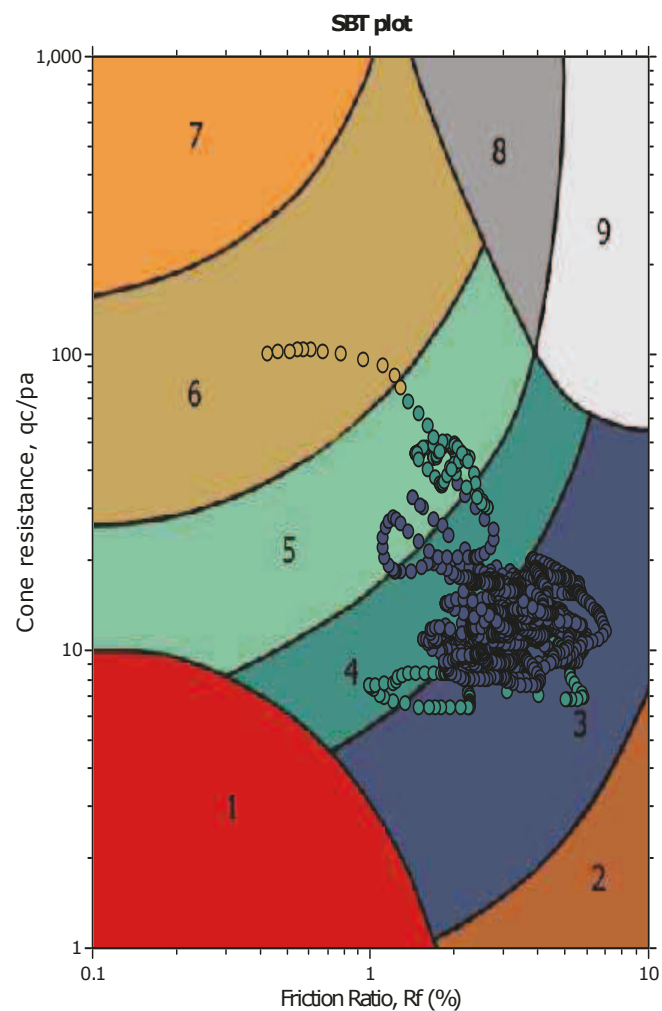
Total depth: 22.35 m, Date: 28/09/2020



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw q_c and f_s values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).



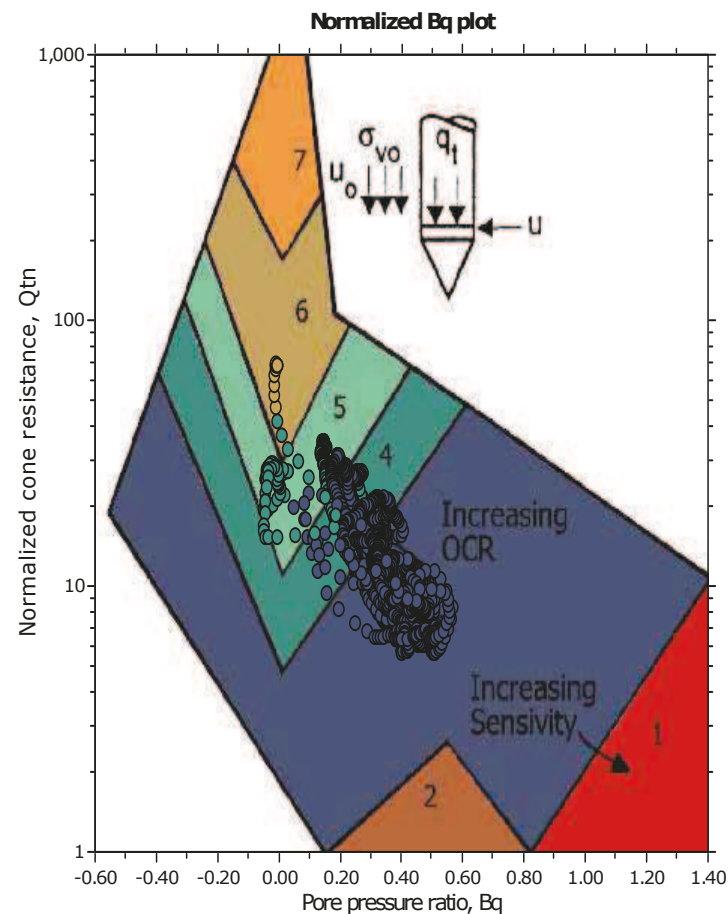
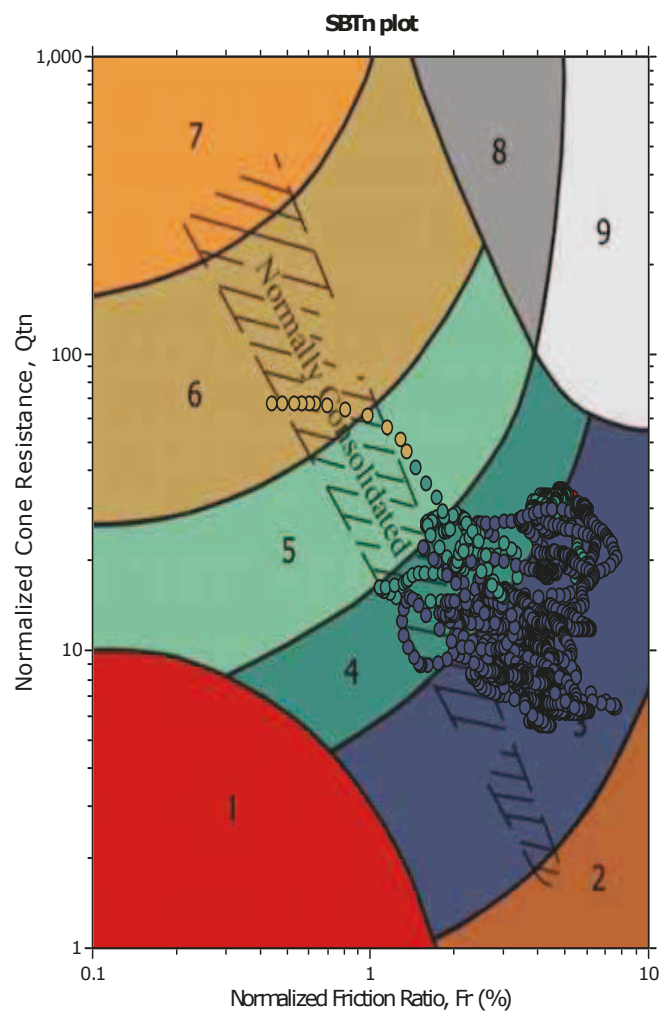
SBT - Bq plots



SBT legend

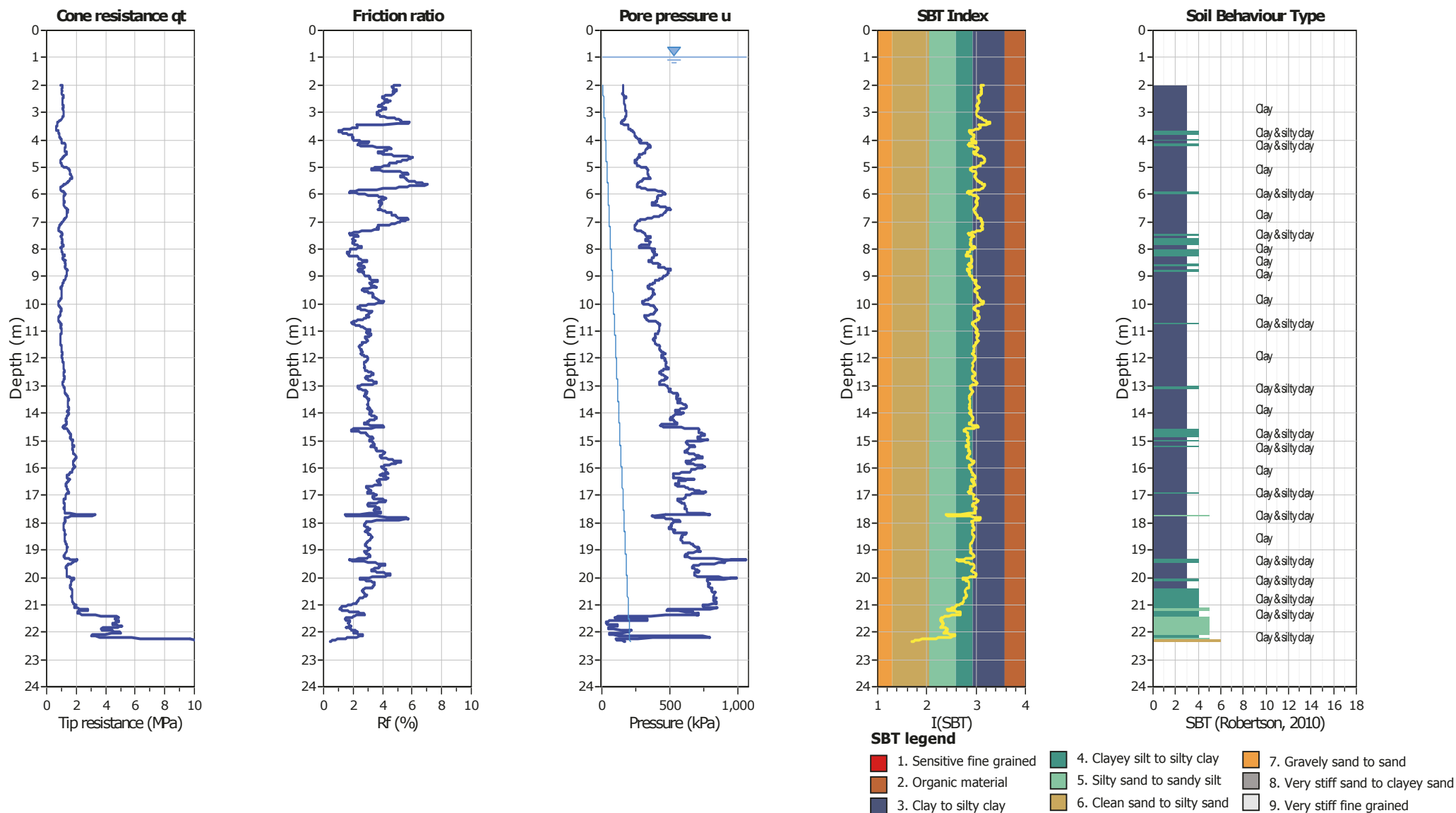
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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

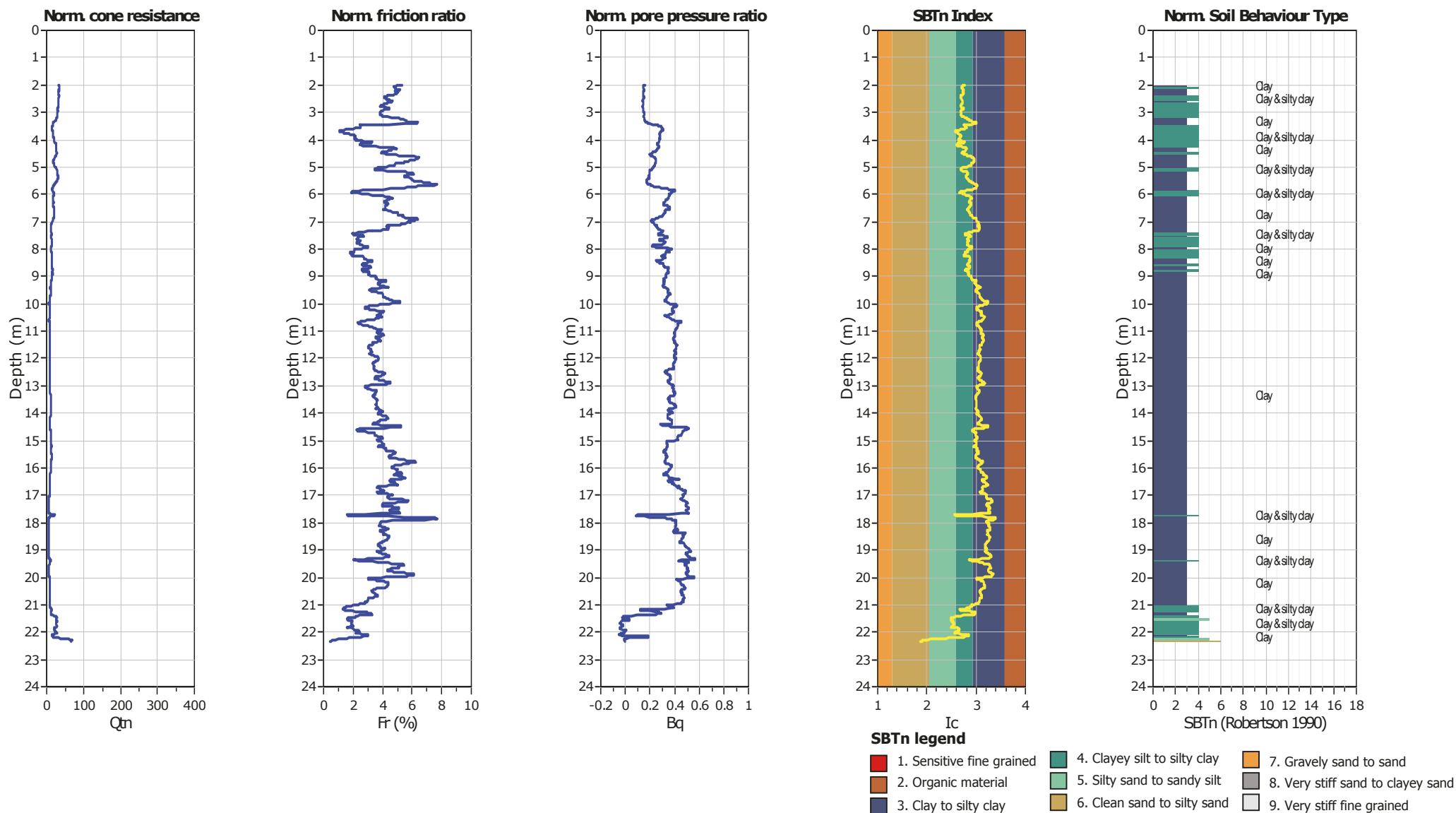
SBT - Bq plots (normalized)

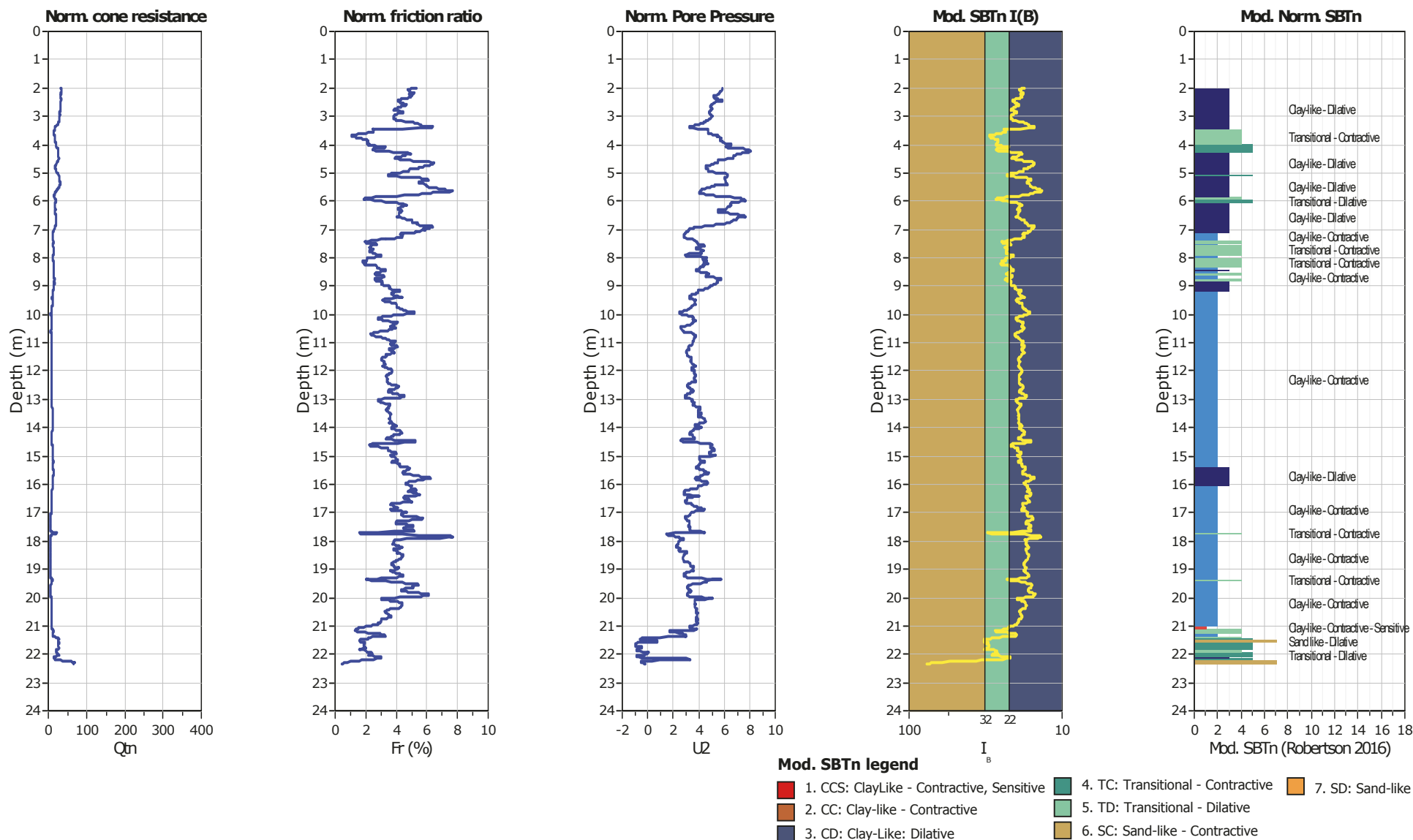


SBTn legend

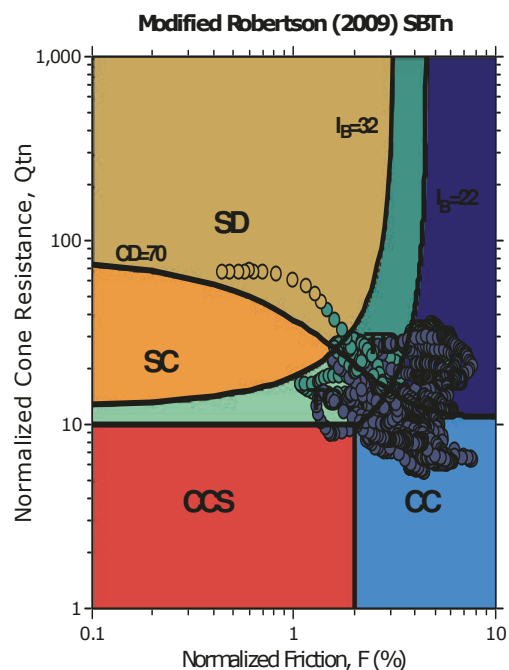
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravely sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty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



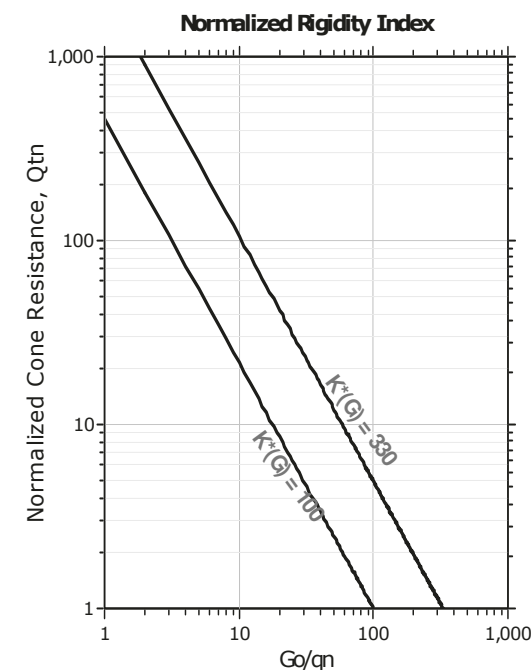
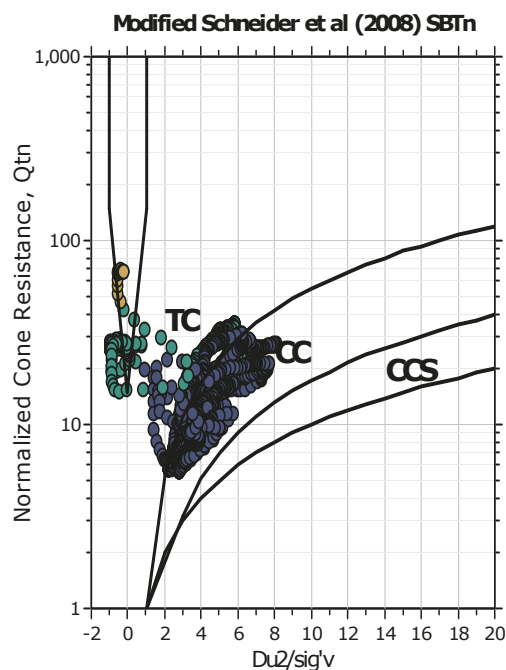




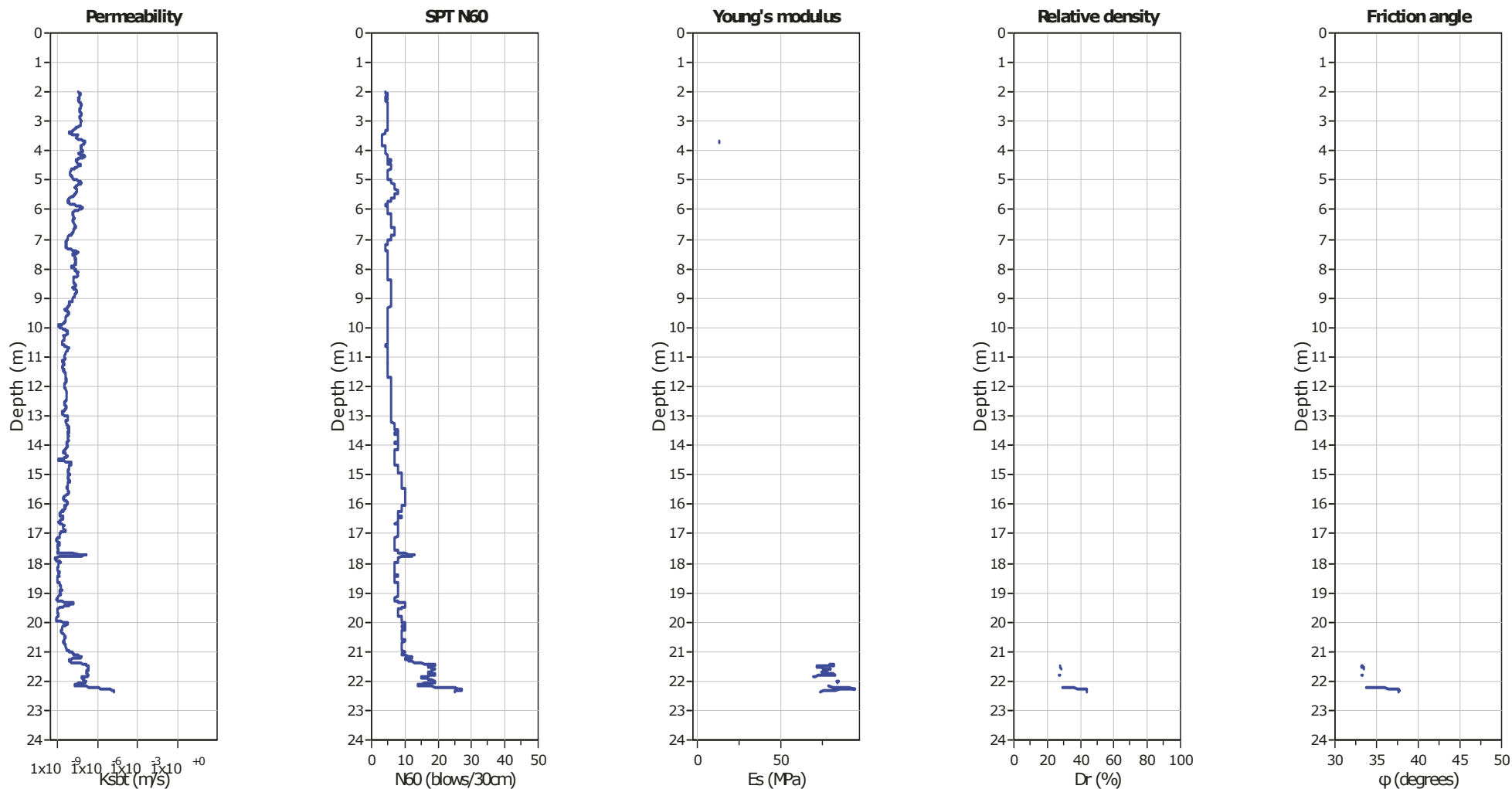
Updated SBTn plots



CCS: Clay-like - Contractive - Sensitive
CC: Clay-like - Contractive
CD: Clay-like - Dilative
TC: Transitional - Contractive
TD: Transitional - Dilative
SC: Sand-like - Contractive
SD: Sand-like - Dilative



$K^*(G) > 330$: Soils with significant microstructure
(e.g. age/cementation)



Calculation parameters

Permeability: Based on SBT_n

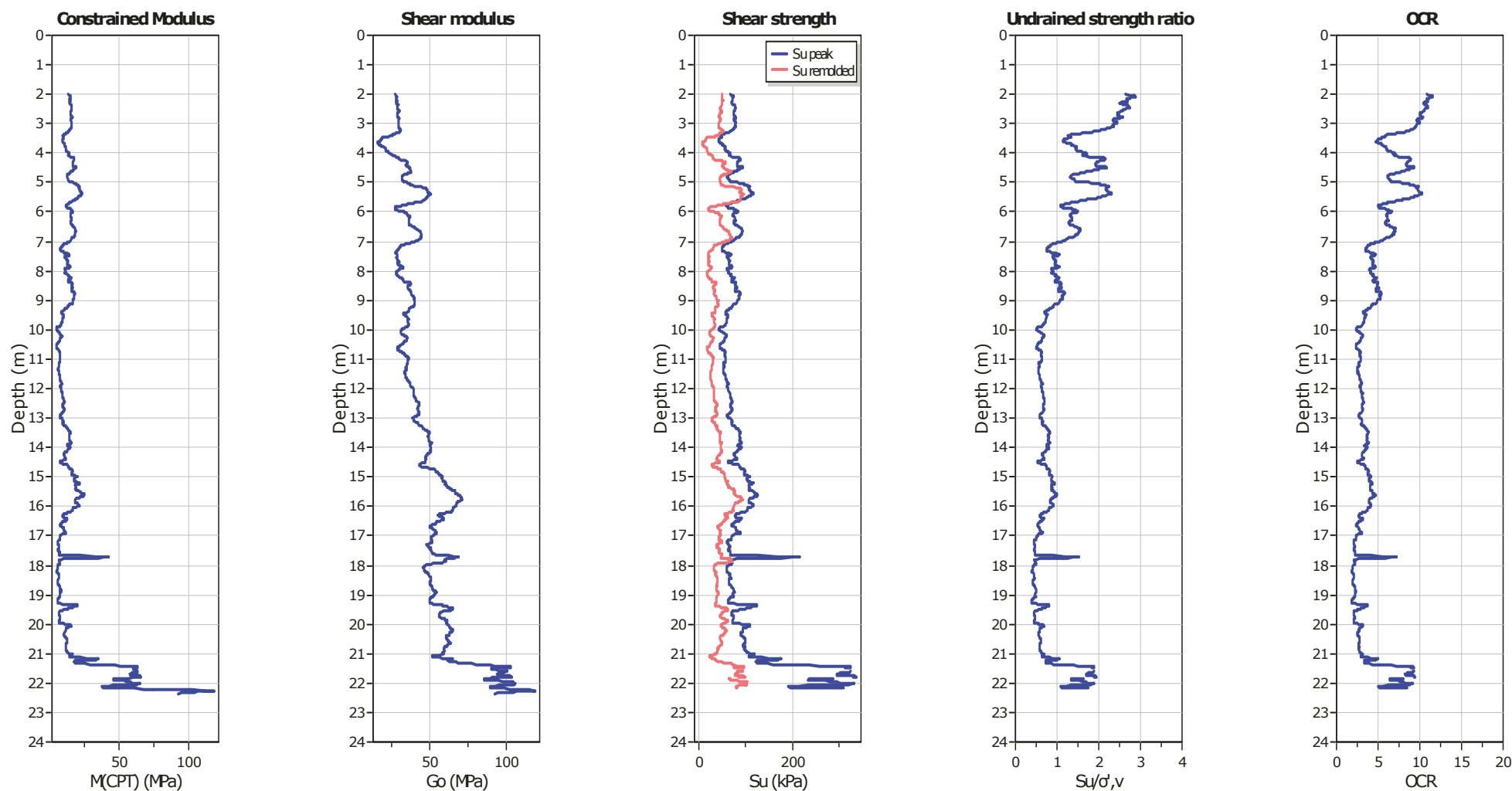
SPT N_{60} : Based on I_c and q_t

Young's modulus: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Relative density constant, C_{Dr} : 350.0

Phi: Based on Kulhavy & Mayne (1990)

● — User defined estimation data



Calculation parameters

Constrained modulus: Based on variable α using I_c and Q_m (Robertson, 2009)

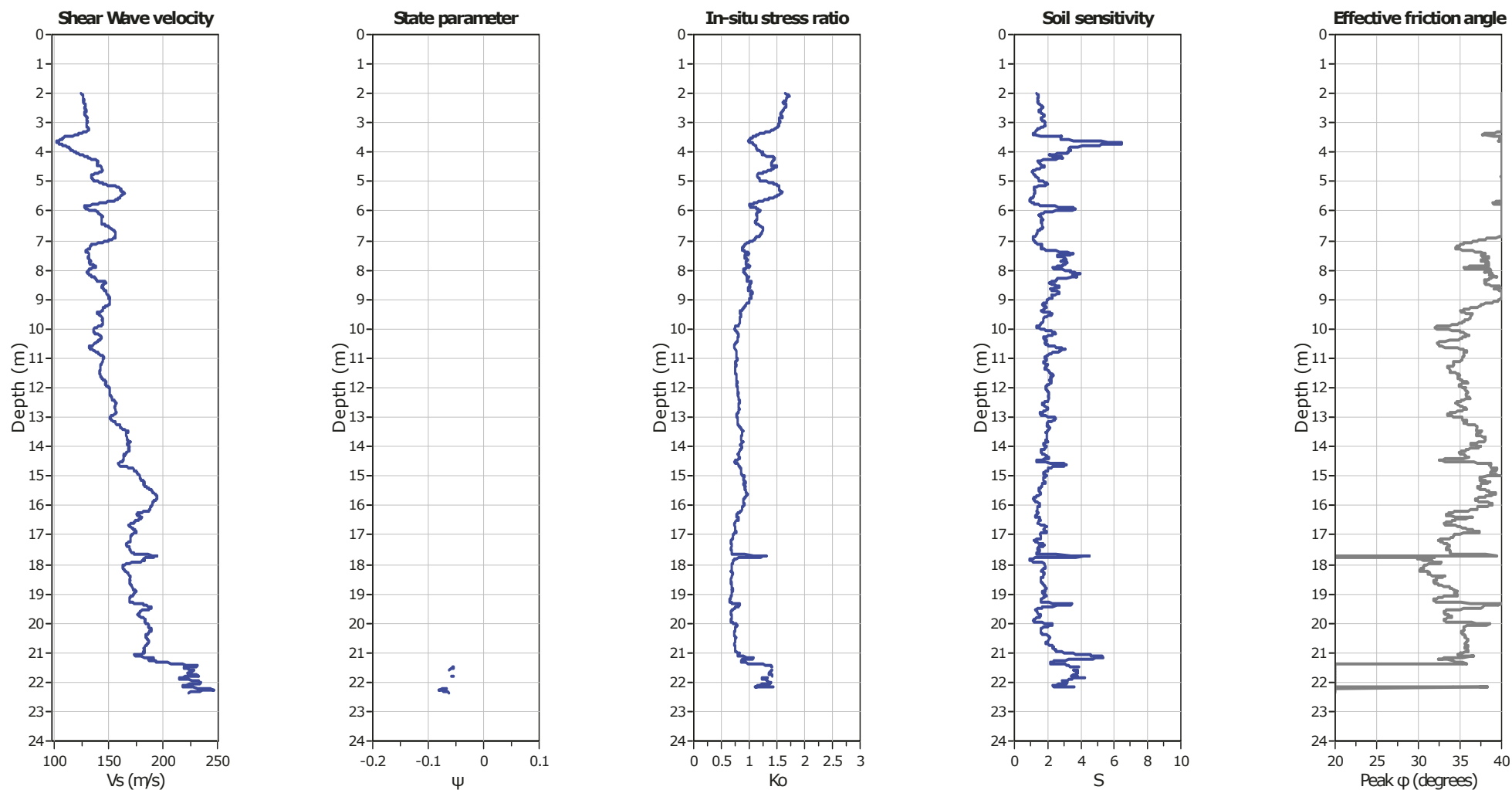
Go: Based on variable α using I_c (Robertson, 2009)

Undrained shear strength cone factor for clays, N_{kt} : 14

OCR factor for clays, N_{kt} : 0.33

● User defined estimation data

● Flat Dilatometer Test data



Calculation parameters

Soil Sensitivity factor, N_s : 7.00

—●— User defined estimation data

GEO GROUP s.r.l.

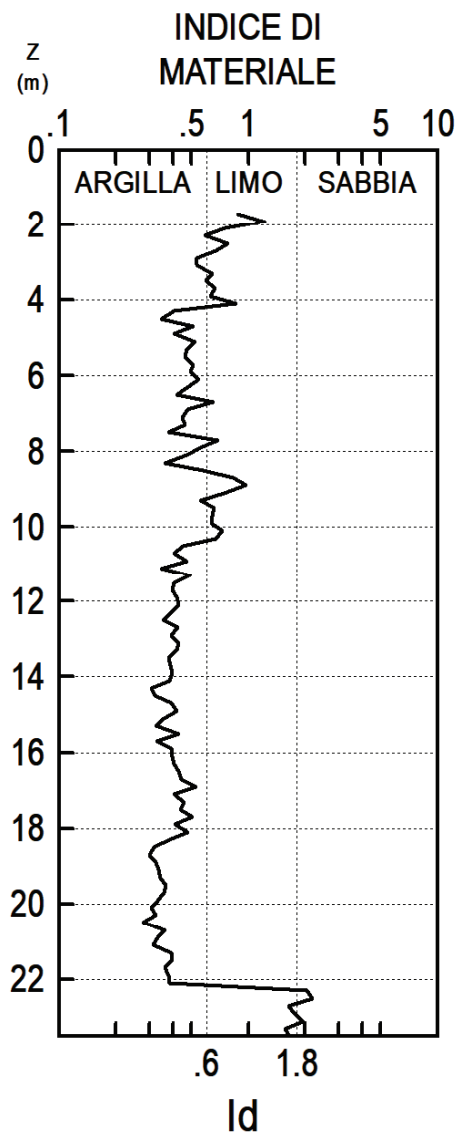
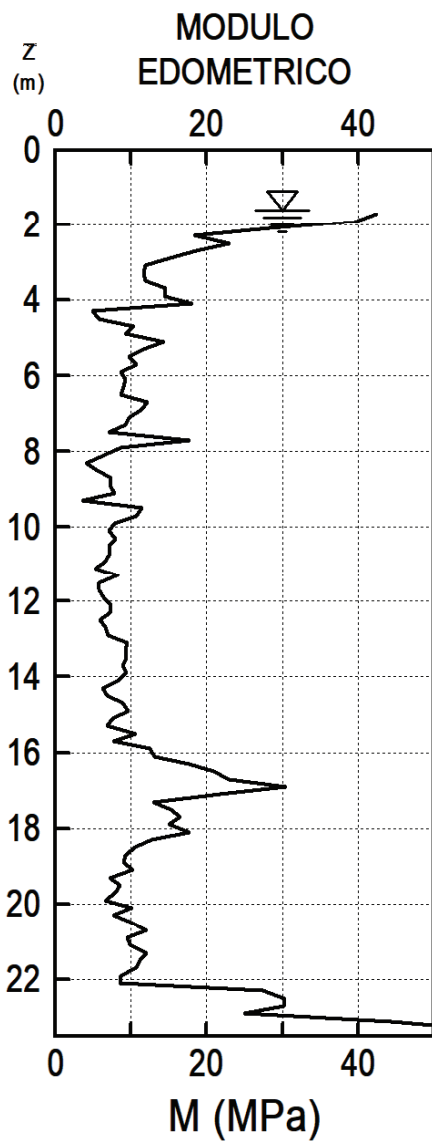
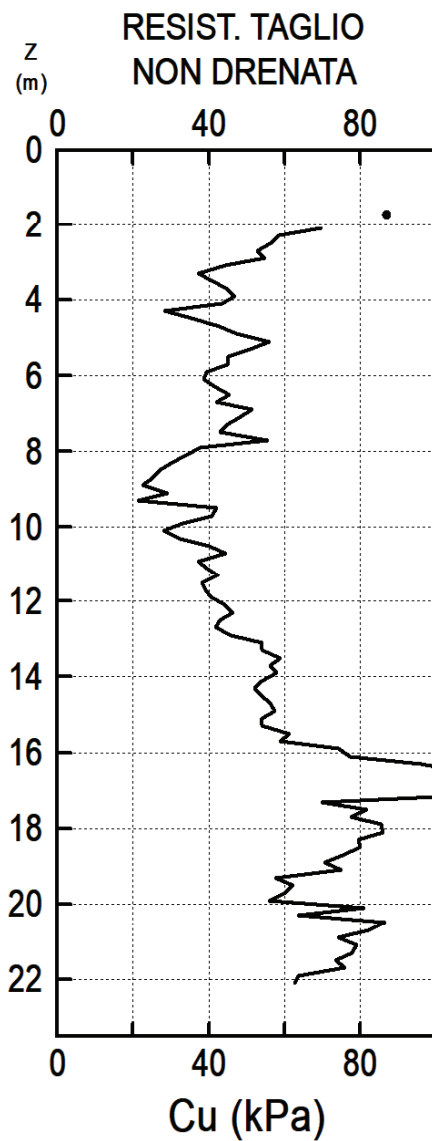
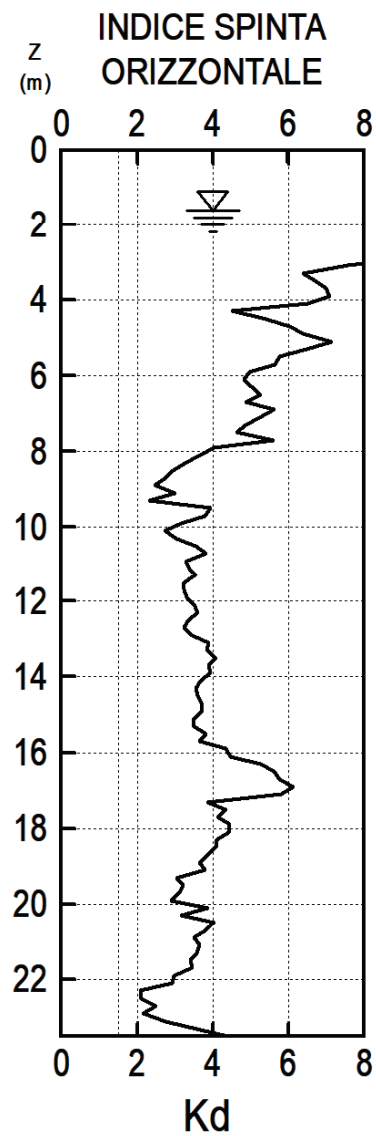
Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

DMT

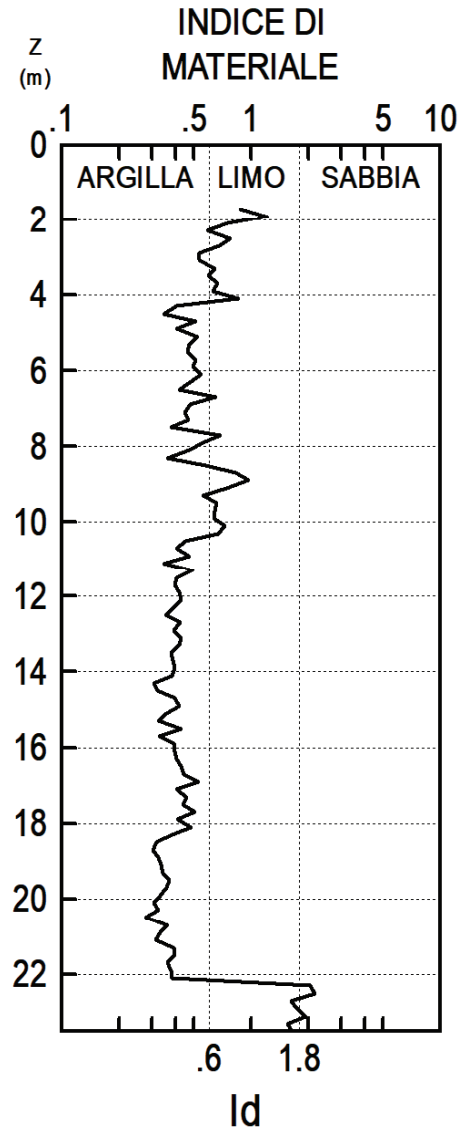
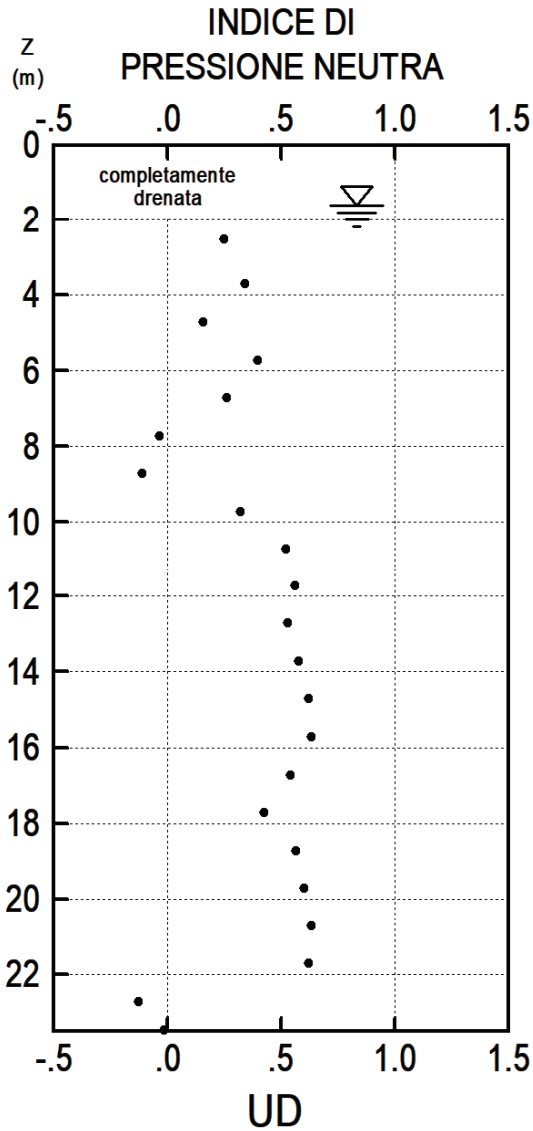
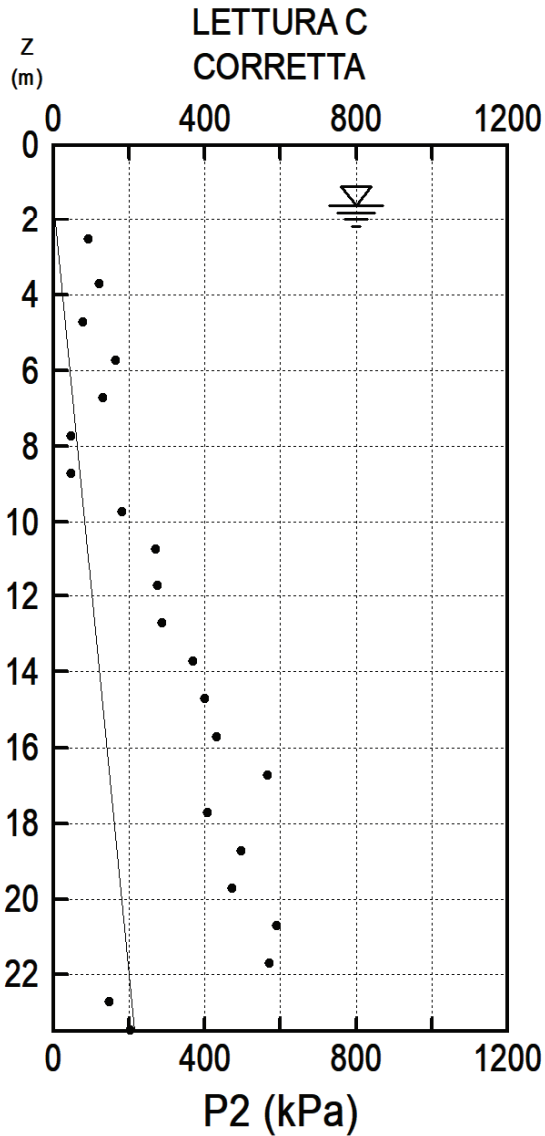
CONAD

GEO GROUP s.r.l.
MODENA

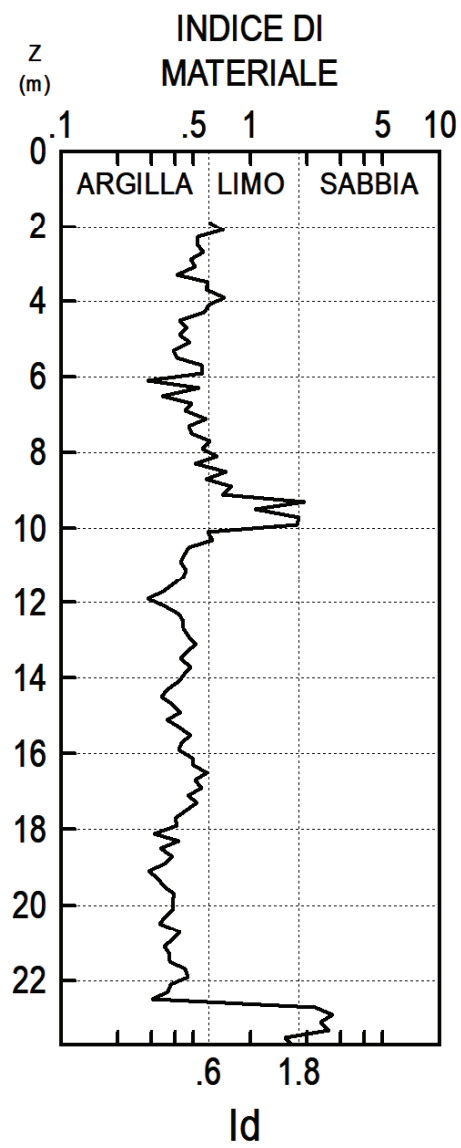
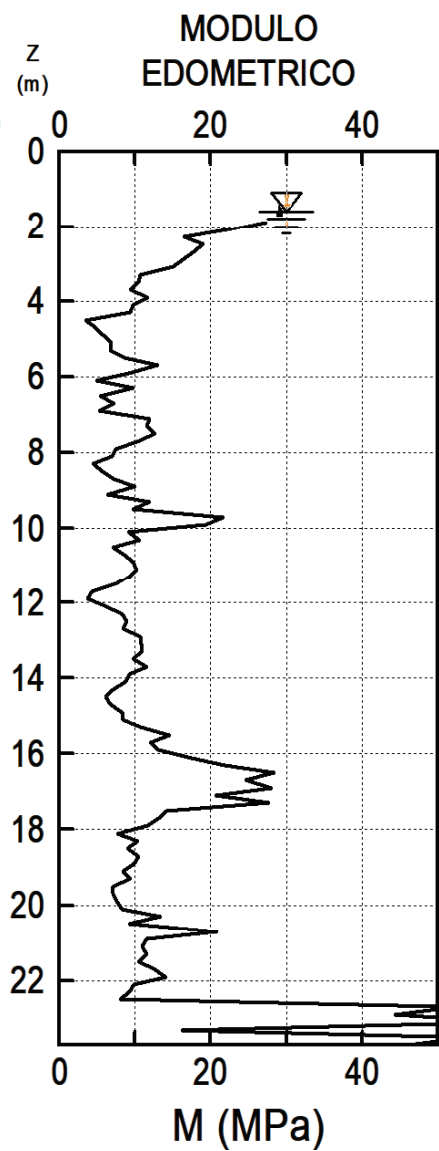
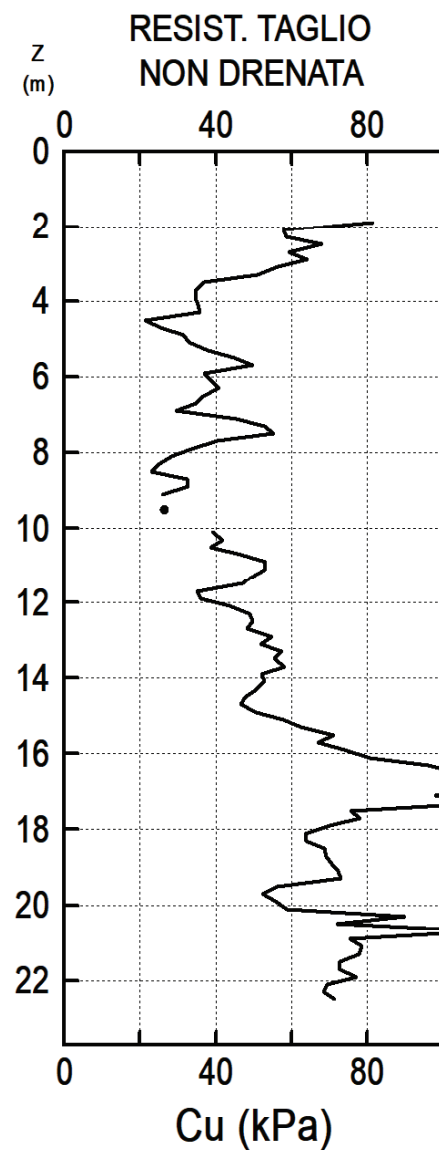
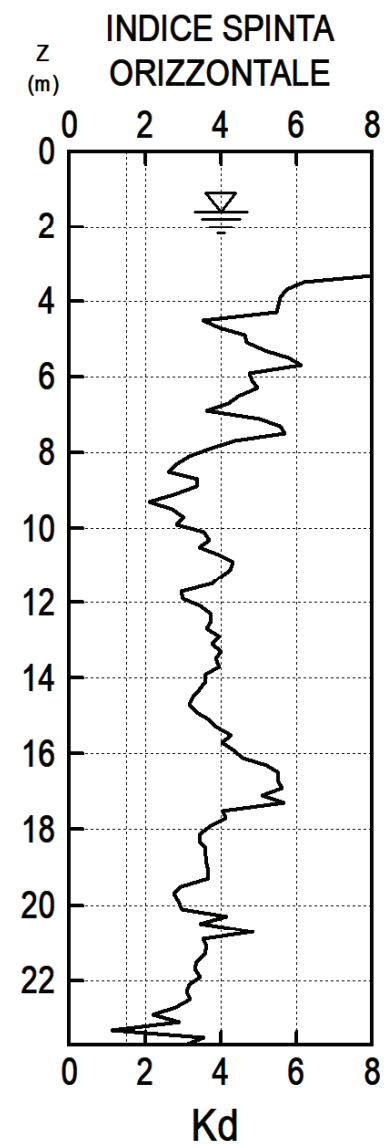
PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI

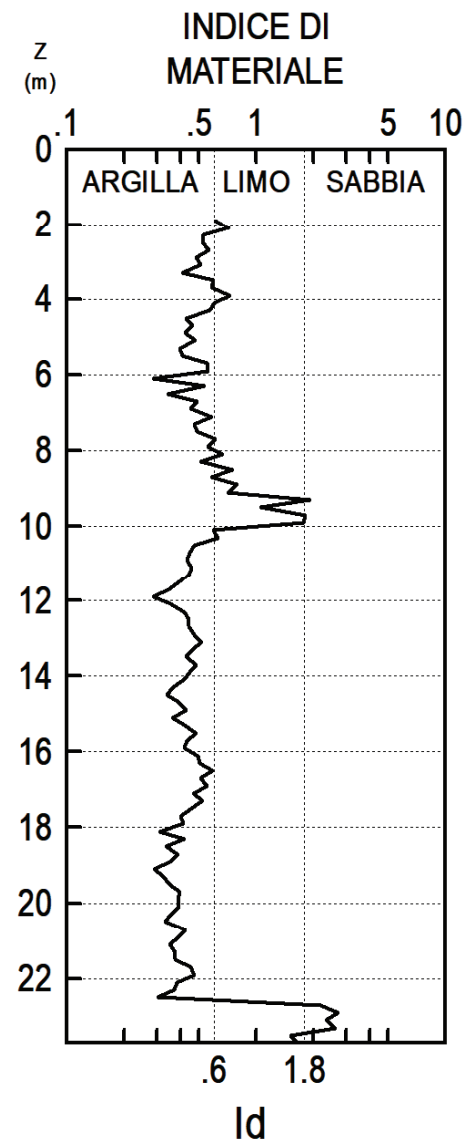
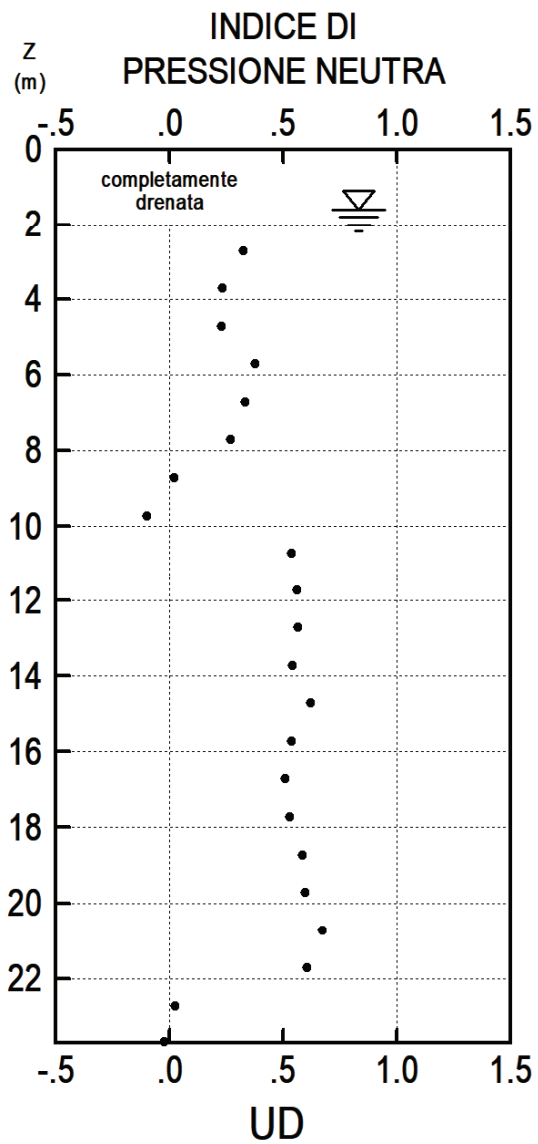
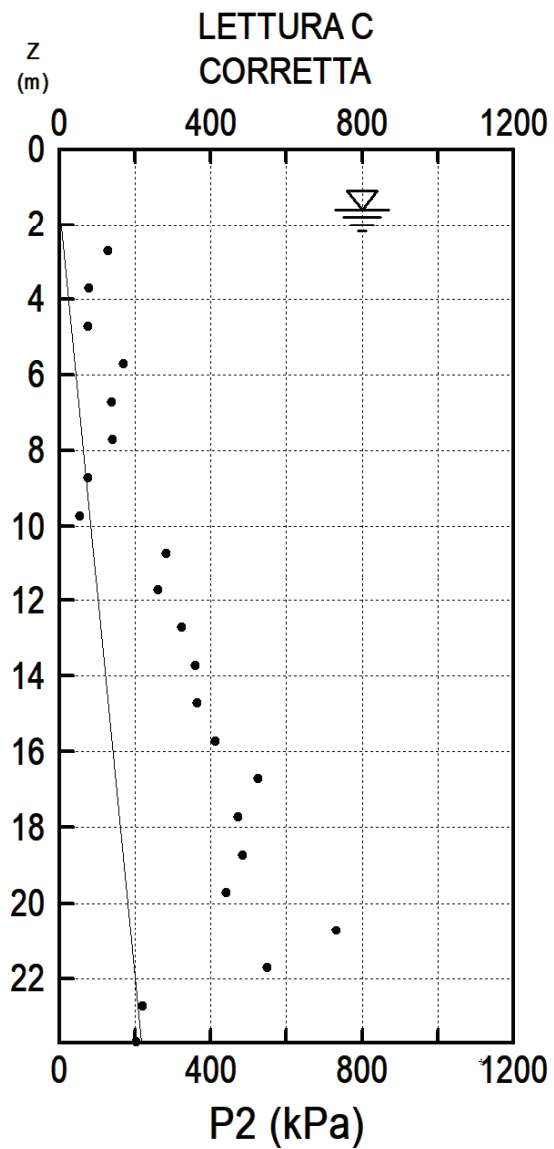
PROVA
DMT1
12 OTT 2020

GEO GROUP s.r.l.	
CONAD	MODENA
PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI	
12 OTT 2020	
PROVA	DMT1

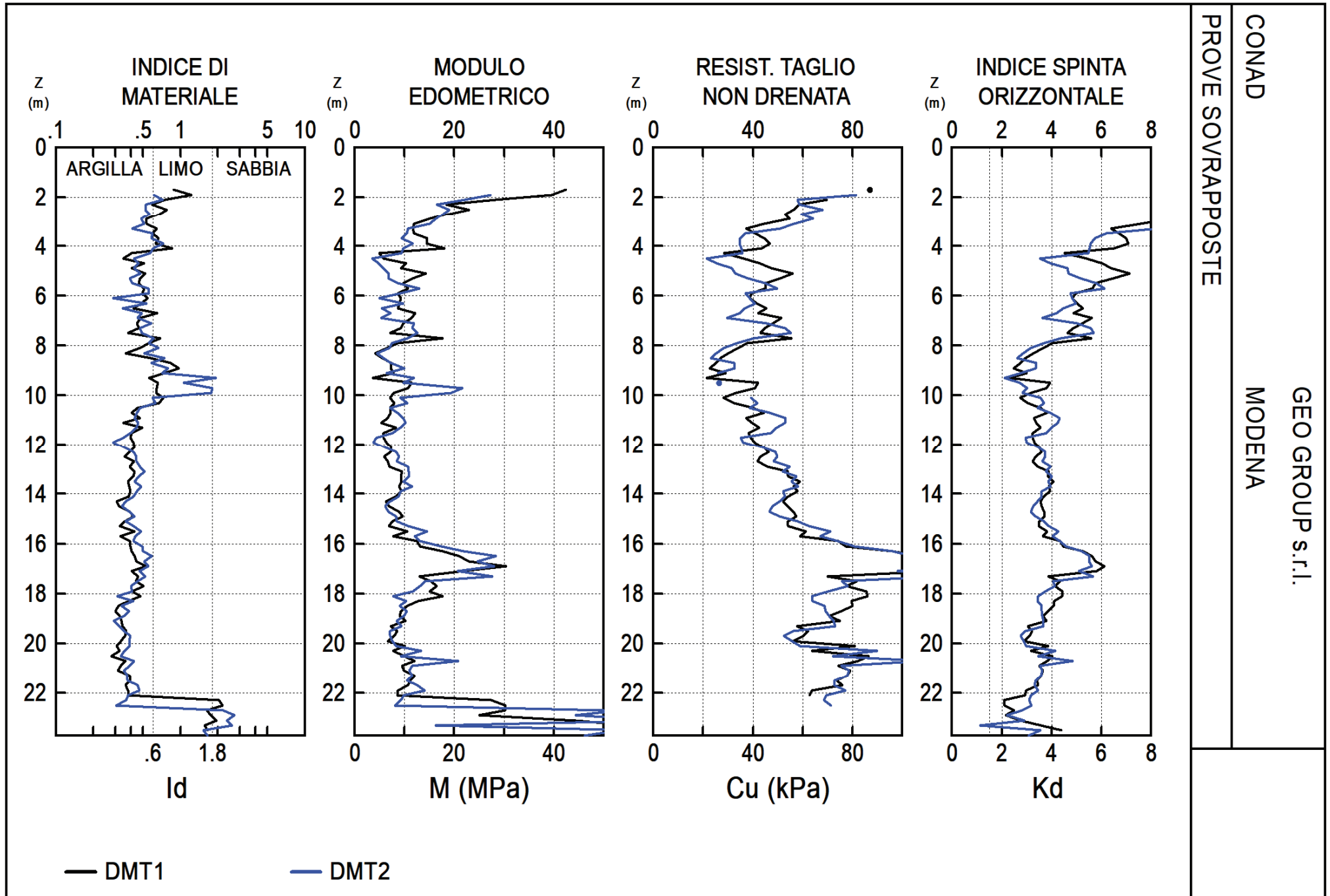


CONAD GEO GROUP s.r.l. MODENA	PROVA DMT2 12 OTT 2020
PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI	





GEO GROUP s.r.l.	PROVA
MODENA	DMT2
CONAD	
PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI	12 OTT 2020

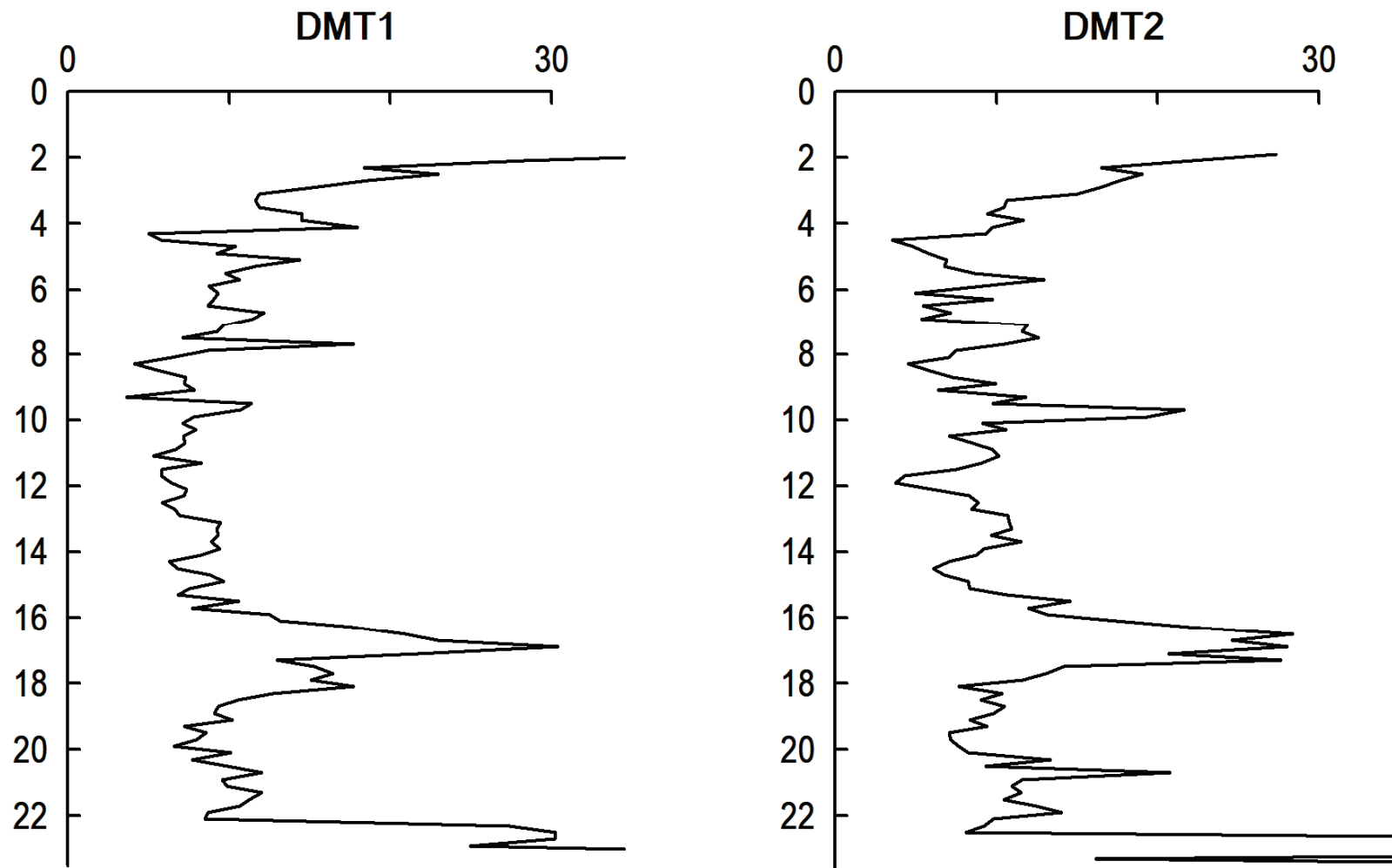


GEO GROUP s.r.l.

MODENA

CONAD

PROFILO DEL PARAMETRO MODULO EDOMETRICO M (MPa)

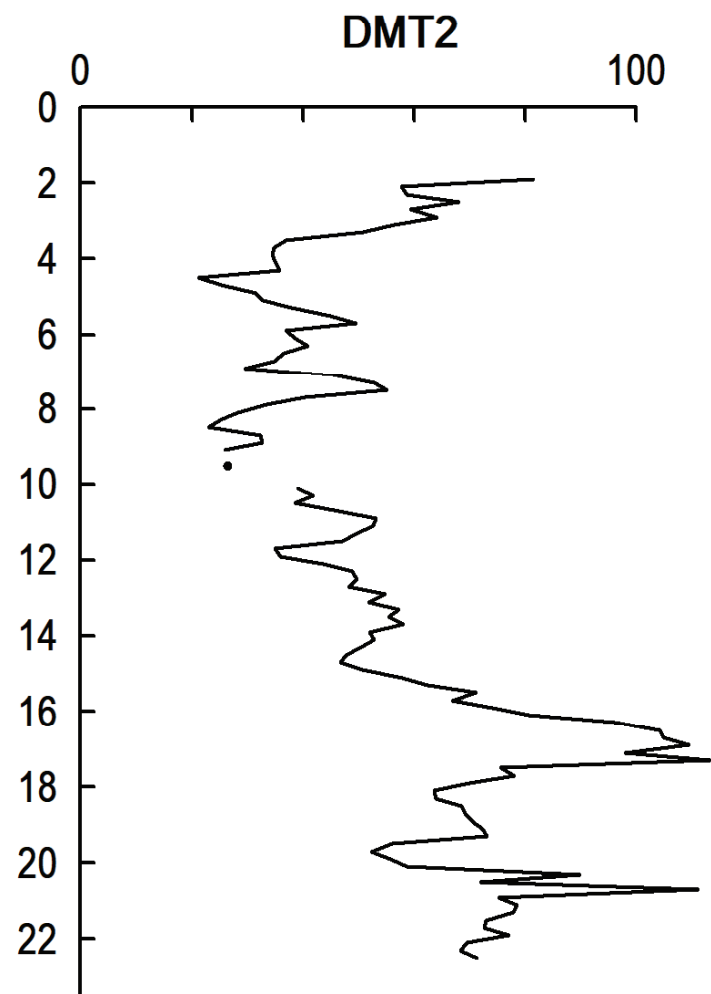
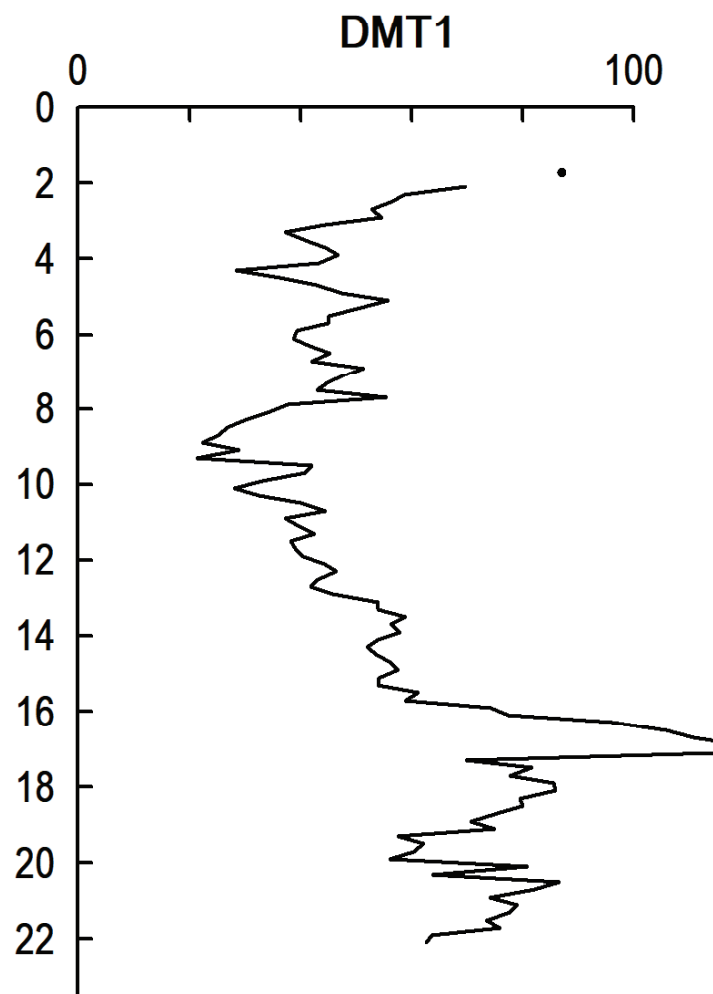


GEO GROUP s.r.l.

MODENA

CONAD

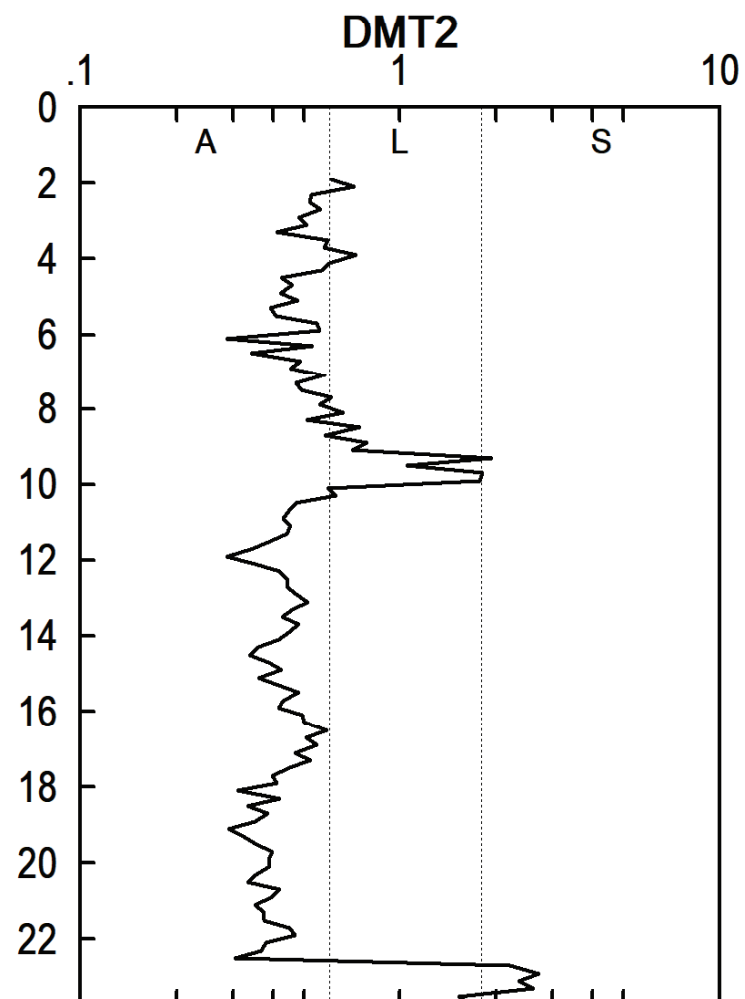
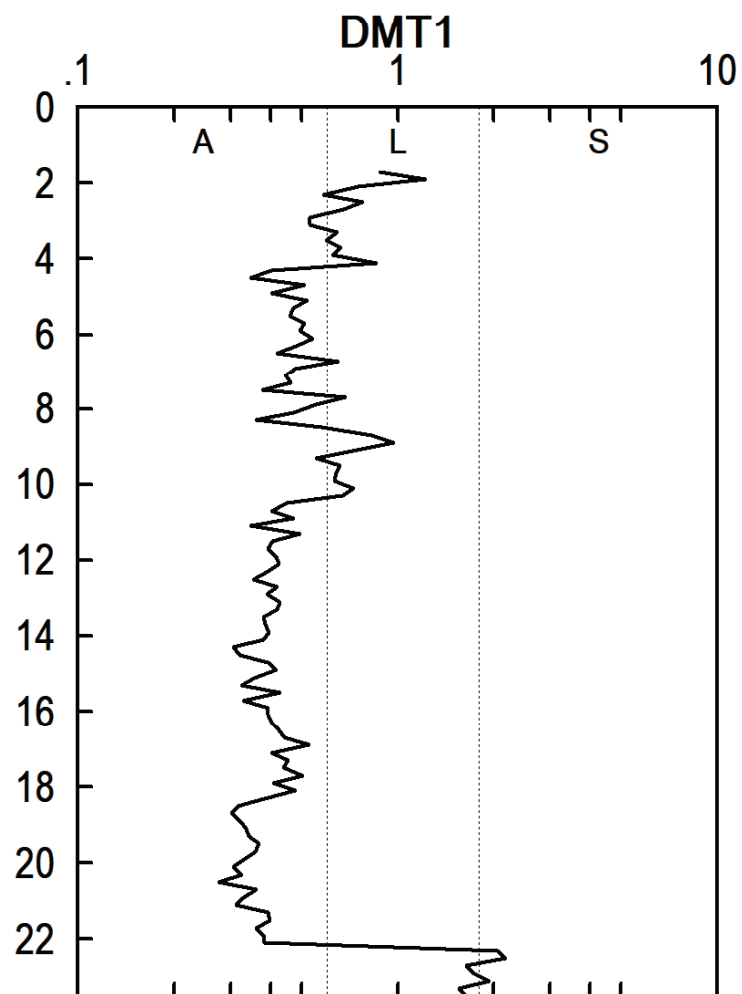
PROFILO DEL PARAMETRO RESIST. TAGLIO NON DRENATA Cu (kPa)



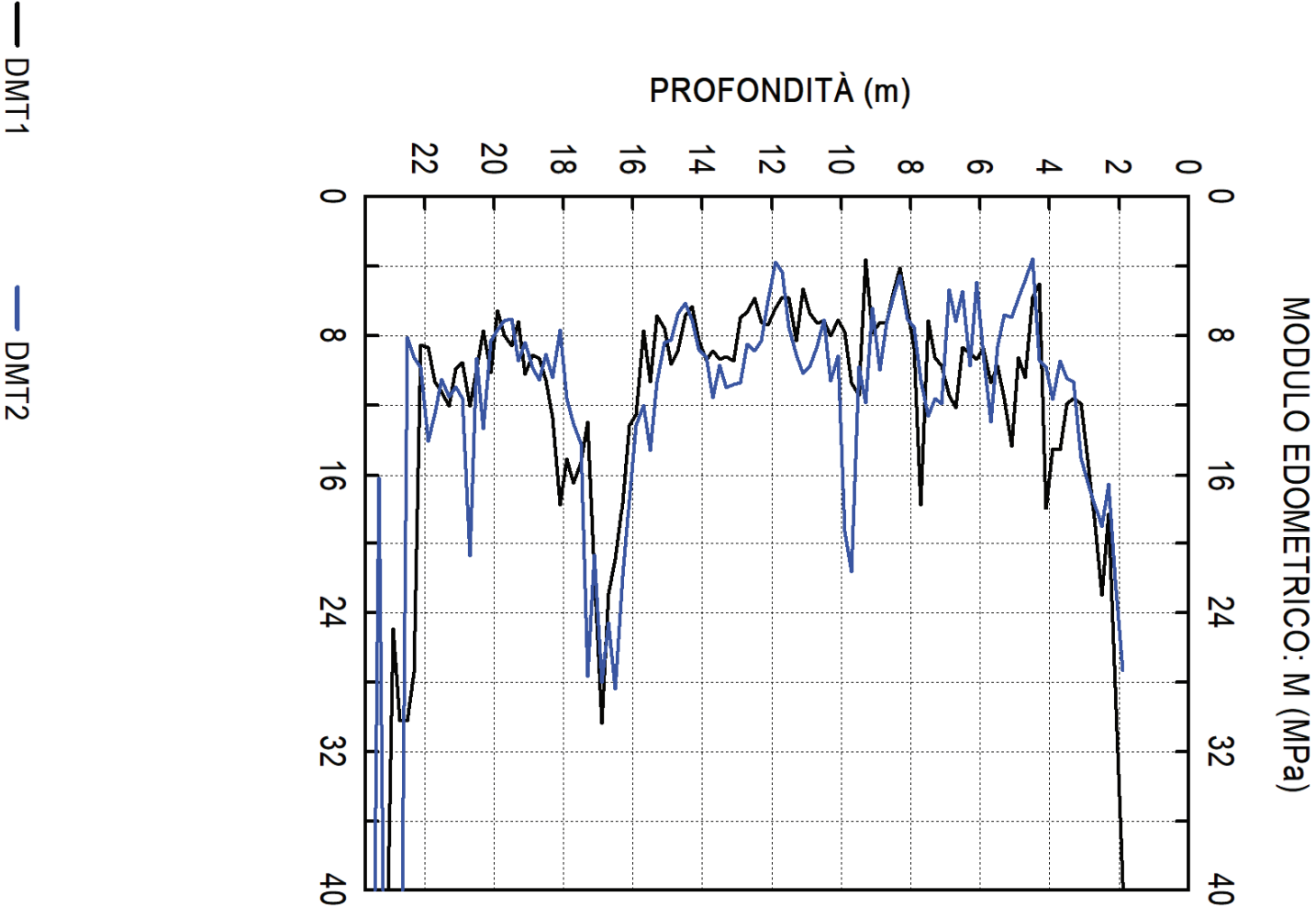
GEO GROUP s.r.l.

MODENA

CONAD

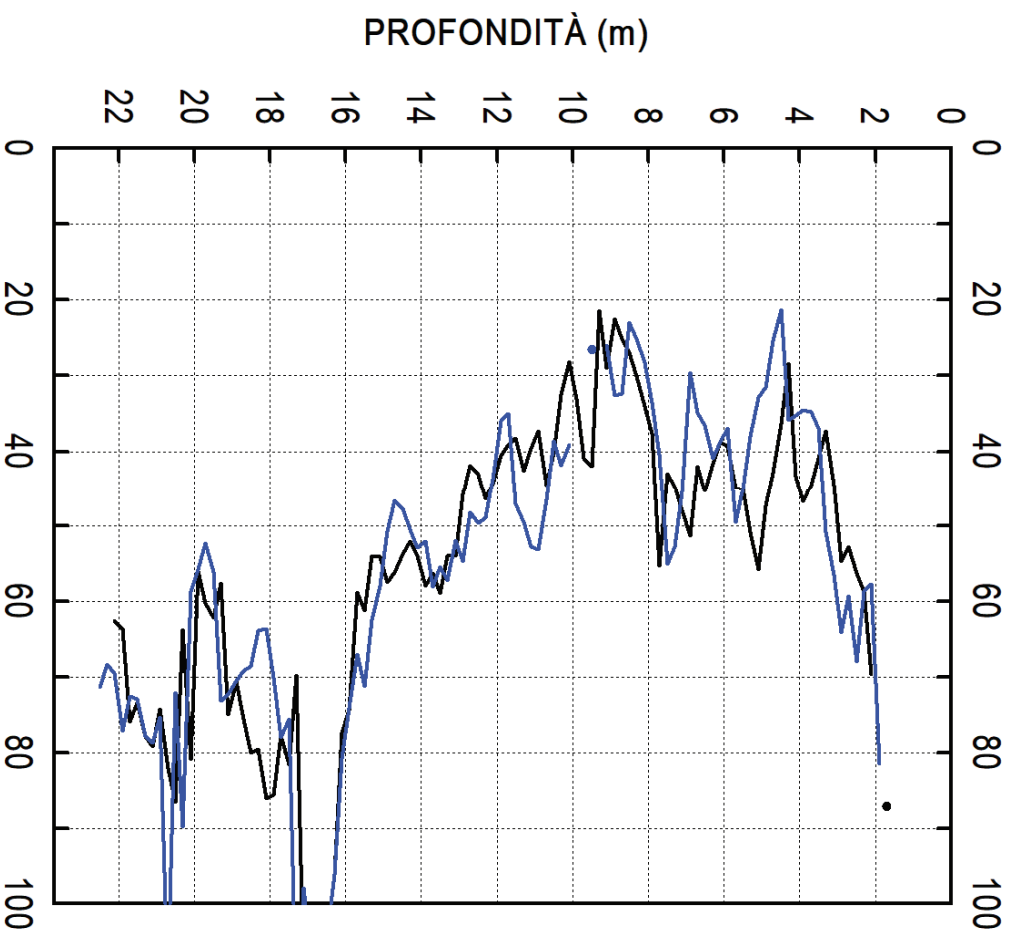
PROFILO DEL PARAMETRO INDICE DI MATERIALE I_d 

GEO GROUP s.r.l.		
CONAD	MODENA	
PROVE SOVRAPPOSTE		



GEO GROUP s.r.l.	
CONAD	MODENA
PROVE SOVRAPPOSTE	

RESIST. TAGLIO NON DRENATA: Cu (kPa)

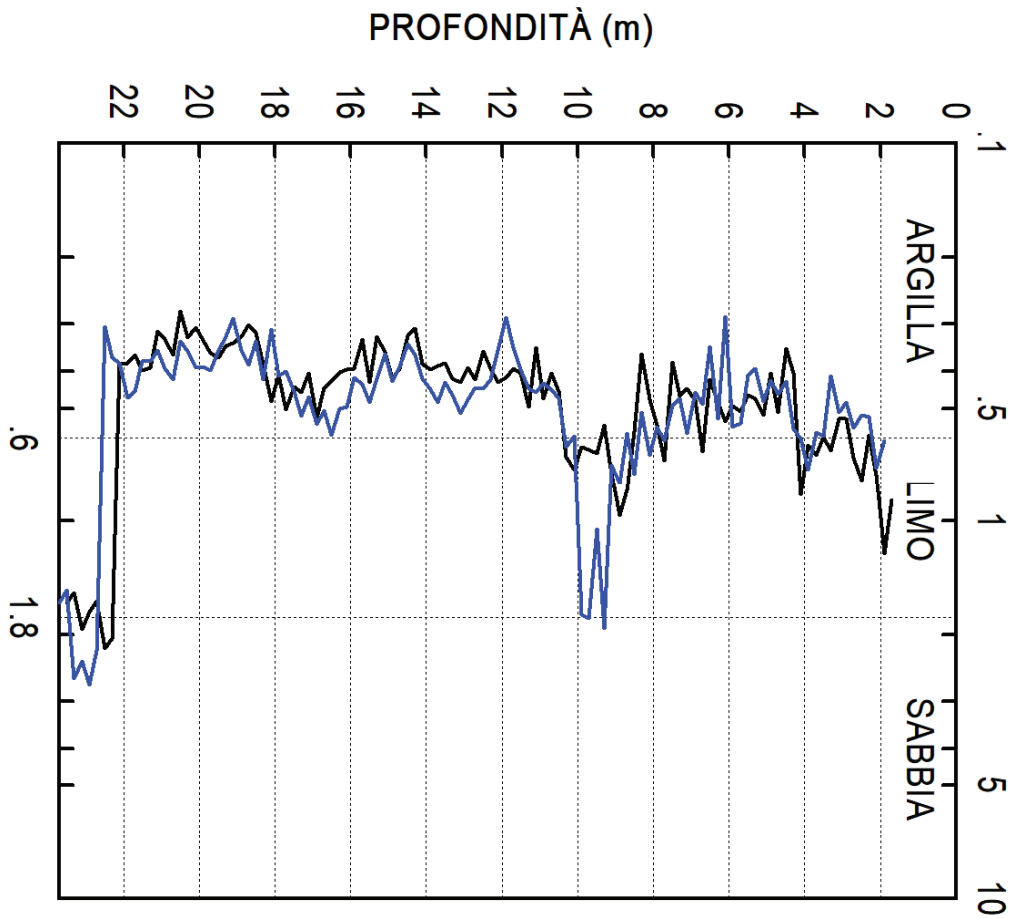


— DMT1

— DMT2

GEO GROUP s.r.l.		
CONAD	MODENA	
PROVE SOVRAPPOSTE		

INDICE DI MATERIALE: Id



— DMT1

— DMT2

DMT1	LEGENDA	PARAMETRI INTERPRETATI	PARAMETRI GENERALI
12 OTT 2020	Z = Profondità da superficie terreno Po,P1,P2 = Letture A,B,C corrette Id = Indice di materiale Ed = Modulo Dilatometrico Ud = Ind. Press.Neutra = (P2-Uo)/(Po-Uo) Gamma = Peso volume naturale Sigma' = Press. efficace vertic. Uo = Pressione neutra (H2O)	Phi = Angolo attrito min (cautelativo) Ko = Coeff. spinta orizz. in sito M = Modulo edometrico (per Sigma') Cu = Resist. taglio non drenata Ocr = Grado di sovraconsolidazione (OCR = 'OCR relativo'- generalmente realistico. Se accurato OCR disponib. applicare opport. fattore correttivo)	DeltaA = 13 kPa DeltaB = 55 kPa GammaTop = 17.0 kN/m ³ FactorEd = 34.7 ZMCal = 0.0 kPa ZMAB = 0.0 kPa ZMC = 0.0 kPa Zabs = 0.0 m Zw = 1.6 m
GEO GROUP s.r.l. CONAD MODENA			

Falda a 1.60 m

Formule di riduzione secondo Marchetti, ASCE Geot.Jnl.Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi secondo TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m ³)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT1 DESCRIZIONE
1.7	473	931		467	876		17.7	28	1	0.88	16.7	14.2		2.5	27.4		42.4	87	LIMO
1.9	360	836		353	781		17.7	29	3	1.23	11.9	14.9					39.6		LIMO SAB
2.1	404	756		403	701		17.7	31	5	0.75	12.8	10.3		2.1	18.2		28.3	70	LIMO ARG
2.3	354	618		357	563		16.7	33	7	0.59	10.7	7.1		1.9	13.8		18.3	59	ARG LIM
2.5	350	670	80	350	615	93	17.7	34	9	0.77	10.0	9.2	0.25	1.8	12.4		23.0	56	LIMO ARG
2.7	336	615		338	560		16.7	36	11	0.68	9.2	7.7		1.7	10.9		18.6	53	LIMO ARG
2.9	348	588		352	533		16.7	37	13	0.53	9.2	6.3		1.7	10.8		15.1	55	ARG LIM
3.1	299	514		305	459		16.7	38	15	0.53	7.6	5.4		1.5	8.0		11.9	44	ARG LIM
3.3	265	489		270	434		16.7	40	17	0.65	6.4	5.7		1.4	6.1		11.6	37	LIMO ARG
3.5	288	512		293	457		16.7	41	19	0.60	6.7	5.7		1.4	6.6		11.9	41	ARG LIM
3.7	313	568	108	317	513	121	16.7	42	21	0.66	7.0	6.8	0.34	1.5	7.0		14.5	45	LIMO ARG
3.9	329	582		333	527		16.7	44	23	0.63	7.1	6.7		1.5	7.2		14.5	47	LIMO ARG
4.1	317	624		318	569		16.7	45	25	0.85	6.5	8.7		1.4	6.3		18.0	43	LIMO
4.3	228	377		237	322		15.7	47	26	0.40	4.5	3.0		1.1	3.6		5.0	28	ARG LIM
4.5	277	430		286	375		16.7	48	28	0.35	5.4	3.1		1.2	4.7		5.8	36	ARG LIM
4.7	320	532	64	326	477	77	16.7	49	30	0.51	6.0	5.2	0.16	1.3	5.6		10.4	43	ARG LIM
4.9	348	540		355	485		16.7	50	32	0.40	6.4	4.5		1.4	6.1		9.2	47	ARG LIM
5.1	400	651		404	596		16.7	52	34	0.52	7.1	6.7		1.5	7.3		14.4	56	ARG LIM
5.3	376	599		381	544		16.7	53	36	0.47	6.5	5.6		1.4	6.3		11.6	51	ARG LIM
5.5	347	553		353	498		16.7	55	38	0.46	5.8	5.0		1.3	5.2		9.7	45	ARG LIM
5.7	350	571	152	355	516	165	16.7	56	40	0.51	5.6	5.6	0.40	1.3	5.0		10.7	45	ARG LIM
5.9	321	523		327	468		16.7	57	42	0.49	5.0	4.9		1.2	4.1		8.7	39	ARG LIM
6.1	321	535		327	480		16.7	59	44	0.54	4.8	5.3		1.1	3.9		9.3	39	ARG LIM
6.3	341	547		347	492		16.7	60	46	0.48	5.0	5.0		1.2	4.2		9.0	42	ARG LIM
6.5	365	562		372	507		16.7	61	48	0.42	5.3	4.7		1.2	4.5		8.7	45	ARG LIM
6.7	352	609	117	356	554	130	16.7	63	50	0.65	4.9	6.9	0.26	1.1	4.0		12.1	42	LIMO ARG
6.9	408	640		413	585		16.7	64	52	0.48	5.6	6.0		1.3	5.0		11.4	51	ARG LIM
7.1	391	604		397	549		16.7	66	54	0.44	5.2	5.3		1.2	4.5		9.7	48	ARG LIM
7.3	376	588		382	533		16.7	67	56	0.46	4.9	5.2		1.1	4.0		9.2	45	ARG LIM
7.5	367	549		374	494		16.7	68	58	0.38	4.6	4.2		1.1	3.7		7.1	43	ARG LIM
7.7	449	772	33	449	717	46	17.7	70	60	0.69	5.6	9.3	-0.04	1.3	5.0		17.7	55	LIMO ARG
7.9	344	564		349	509		16.7	71	62	0.55	4.0	5.5		0.99	3.0		8.7	38	ARG LIM
8.1	323	511		330	456		16.7	73	64	0.47	3.7	4.4		0.92	2.6		6.4	34	ARG LIM
8.3	299	450		308	395		16.7	74	66	0.36	3.3	3.0		0.84	2.2		4.1	30	ARG LIM
8.5	283	473		290	418		16.7	75	68	0.58	2.9	4.4		0.77	1.8		5.5	27	ARG LIM
8.7	276	511	33	281	456	46	16.7	77	70	0.83	2.7	6.1	-0.11	0.73	1.6		7.3	25	LIMO
8.9	261	508		265	453		16.7	78	72	0.97	2.5	6.5		0.66	1.4		7.2	22	LIMO
9.1	307	544		312	489		16.7	80	74	0.75	3.0	6.2		0.78	1.9		7.9	29	LIMO ARG
9.3	255	422		263	367		15.7	81	76	0.55	2.3	3.6		0.63	1.3		3.6	21	ARG LIM
9.5	397	667		400	612		16.7	82	77	0.66	3.9	7.4		0.97	2.9		11.4	42	LIMO ARG
9.7	393	655	168	396	600	181	16.7	83	79	0.64	3.8	7.1	0.32	0.95	2.7		10.7	41	LIMO ARG
9.9	345	575		350	520		16.7	85	81	0.63	3.2	5.9		0.82	2.1		7.8	33	LIMO ARG

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m^3)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT1 DESCRIZIONE
10.1	315	547		320	492		16.7	86	83	0.73	2.7	6.0		0.73	1.6		7.1	28	LIMO ARG
10.3	347	585		352	530		16.7	88	85	0.67	3.0	6.2		0.79	1.9		8.0	33	LIMO ARG
10.5	397	601		403	546		16.7	89	87	0.45	3.6	5.0		0.90	2.5		7.1	40	ARG LIM
10.7	427	627	256	433	572	269	16.7	90	89	0.40	3.8	4.8	0.52	0.95	2.7		7.3	44	ARG LIM
10.9	385	588		391	533		16.7	92	91	0.47	3.3	4.9		0.84	2.2		6.7	37	ARG LIM
11.1	401	573		409	518		16.7	93	93	0.35	3.4	3.8		0.87	2.3		5.3	40	ARG LIM
11.3	425	651		430	596		16.7	94	95	0.50	3.5	5.8		0.90	2.5		8.3	43	ARG LIM
11.5	399	586		406	531		16.7	96	97	0.40	3.2	4.3		0.83	2.1		5.8	38	ARG LIM
11.7	407	593	262	414	538	275	16.7	97	99	0.39	3.2	4.3	0.56	0.84	2.1		5.8	39	ARG LIM
11.9	420	617		427	562		16.7	99	101	0.42	3.3	4.7		0.85	2.2		6.4	41	ARG LIM
12.1	447	657		453	602		16.7	100	103	0.43	3.5	5.2		0.89	2.4		7.4	44	ARG LIM
12.3	463	667		469	612		16.7	101	105	0.39	3.6	5.0		0.91	2.5		7.2	46	ARG LIM
12.5	444	628		451	573		16.7	103	107	0.35	3.4	4.2		0.86	2.2		5.8	43	ARG LIM
12.7	440	643	274	446	588	287	16.7	104	109	0.42	3.2	4.9	0.53	0.84	2.1		6.6	42	ARG LIM
12.9	468	671		474	616		16.7	105	111	0.39	3.4	4.9		0.88	2.3		6.9	46	ARG LIM
13.1	524	761		529	706		17.7	107	113	0.43	3.9	6.2		0.96	2.8		9.4	54	ARG LIM
13.3	527	761		532	706		17.7	108	115	0.42	3.8	6.0		0.96	2.8		9.2	54	ARG LIM
13.5	560	790		565	735		17.7	110	117	0.38	4.1	5.9		1.0	3.0		9.3	59	ARG LIM
13.7	547	774	356	552	719	369	17.7	112	119	0.39	3.9	5.8	0.58	0.96	2.8		8.9	56	ARG LIM
13.9	561	796		566	741		17.7	113	121	0.39	3.9	6.1		0.97	2.9		9.4	58	ARG LIM
14.1	539	760		544	705		16.7	115	123	0.38	3.7	5.6		0.92	2.6		8.2	54	ARG LIM
14.3	528	716		535	661		16.7	116	125	0.31	3.5	4.4		0.90	2.4		6.3	52	ARGILLA
14.5	542	739		549	684		16.7	117	127	0.32	3.6	4.7		0.91	2.5		6.8	54	ARGILLA
14.7	562	794	387	567	739	400	17.7	119	129	0.39	3.7	6.0	0.62	0.93	2.6		8.8	56	ARG LIM
14.9	574	820		578	765		17.7	120	130	0.42	3.7	6.5		0.93	2.6		9.6	58	ARG LIM
15.1	554	767		560	712		16.7	122	132	0.36	3.5	5.3		0.89	2.4		7.5	54	ARG LIM
15.3	556	756		562	701		16.7	123	134	0.32	3.5	4.8		0.88	2.4		6.8	54	ARGILLA
15.5	607	868		610	813		17.7	125	136	0.43	3.8	7.0		0.95	2.7	10.6	61	ARG LIM	
15.7	593	805	417	599	750	430	17.7	126	138	0.33	3.6	5.2	0.63	0.92	2.6		7.7	59	ARGILLA
15.9	694	970		697	915		17.7	128	140	0.39	4.4	7.6		1.0	3.4		12.5	74	ARG LIM
16.1	716	1000		718	945		17.7	129	142	0.39	4.5	7.9		1.1	3.5		13.1	77	ARG LIM
16.3	831	1162		831	1107		17.7	131	144	0.40	5.2	9.6		1.2	4.5		17.6	96	ARG LIM
16.5	892	1261		890	1206		17.7	132	146	0.42	5.6	11.0		1.3	5.0		20.9	106	ARG LIM
16.7	924	1317	552	921	1262	565	18.6	134	148	0.44	5.8	11.8	0.54	1.3	5.2		22.9	111	ARG LIM
16.9	988	1474		980	1419		18.6	136	150	0.53	6.1	15.2		1.3	5.7		30.4	121	ARG LIM
17.1	952	1327		950	1272		18.6	138	152	0.40	5.8	11.2		1.3	5.3		21.7	114	ARG LIM
17.3	691	992		692	937		17.7	139	154	0.45	3.9	8.5		0.96	2.8		12.9	70	ARG LIM
17.5	767	1090		767	1035		17.7	141	156	0.44	4.3	9.3		1.0	3.4		15.3	82	ARG LIM
17.7	748	1099	394	747	1044	407	17.7	143	158	0.50	4.1	10.3	0.42	1.0	3.1		16.4	78	ARG LIM
17.9	797	1113		798	1058		17.7	144	160	0.41	4.4	9.0		1.1	3.5		15.0	86	ARG LIM
18.1	805	1166		803	1111		17.7	146	162	0.48	4.4	10.7		1.1	3.4		17.7	86	ARG LIM
18.3	766	1054		768	999		17.7	147	164	0.38	4.1	8.0		1.0	3.1		12.7	80	ARG LIM
18.5	770	1021		774	966		17.7	149	166	0.32	4.1	6.7		1.0	3.1		10.6	80	ARGILLA
18.7	745	980	484	750	925	497	17.7	150	168	0.30	3.9	6.1	0.57	0.96	2.8		9.3	75	ARGILLA
18.9	718	956		723	901		17.7	152	170	0.32	3.6	6.2		0.92	2.6		9.1	71	ARGILLA
19.1	749	1003		753	948		17.7	153	172	0.34	3.8	6.8		0.94	2.7		10.2	75	ARG LIM
19.3	640	862		645	807		17.7	155	174	0.34	3.0	5.6		0.79	1.9		7.2	58	ARG LIM
19.5	674	918		678	863		17.7	157	176	0.37	3.2	6.4		0.83	2.1		8.6	62	ARG LIM
19.7	664	899	460	669	844	473	17.7	158	178	0.36	3.1	6.1	0.60	0.81	2.0		7.9	60	ARG LIM
19.9	638	852		644	797		17.7	160	180	0.33	2.9	5.3		0.76	1.8		6.6	56	ARG LIM
20.1	801	1051		805	996		17.7	161	181	0.31	3.9	6.6		0.96	2.8		10.1	81	ARGILLA
20.3	695	923		700	868		17.7	163	183	0.33	3.2	5.8		0.82	2.1		7.7	64	ARGILLA
20.5	842	1084		846	1029		17.7	164	185	0.28	4.0	6.3		0.99	3.0		9.9	87	ARGILLA
20.7	820	1106	577	822	1051	590	17.7	166	187	0.36	3.8	7.9	0.63	0.95	2.8		12.0	82	ARG LIM
20.9	772	1024		776	969		17.7	168	189	0.33	3.5	6.7		0.89	2.4		9.5	74	ARGILLA
21.1	806	1058		810	1003		17.7	169	191	0.31	3.7	6.7		0.92	2.6		9.8	79	ARGILLA
21.3	803	1099		805	1044		17.7	171	193	0.39	3.6	8.3		0.90	2.5		12.0	78	ARG LIM
21.5	778	1067		780	1012		17.7	172	195	0.40	3.4	8.1		0.87	2.3		11.2	73	ARG LIM
21.7	796	1071	557	799	1016	570	17.7	174	197	0.36	3.5	7.5	0.62	0.88	2.4		10.6	76	ARG LIM

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m^3)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT1 DESCRIZIONE
21.9	719	976		723	921		17.7	175	199	0.38	3.0	6.9		0.78	1.9		8.7	64	ARG LIM
22.1	715	971		719	916		17.7	177	201	0.38	2.9	6.8		0.77	1.8		8.5	63	ARG LIM
22.3	598	1390		575	1335		18.6	179	203	2.05	2.1	26.4				32	27.4		SABBIA LIM
22.5	609	1461		583	1406		18.6	180	205	2.18	2.1	28.6				32	30.2		SABBIA LIM
22.7	684	1460	135	662	1405	148	17.7	182	207	1.64	2.5	25.8	-0.13				30.2		LIMO SAB
22.9	625	1350		605	1295		17.7	184	209	1.74	2.2	23.9					24.9		LIMO SAB
23.1	756	1767		722	1712		19.6	185	211	1.94	2.8	34.4				34	44.4		SABBIA LIM
23.3	920	1979		883	1924		19.1	187	213	1.55	3.6	36.1					54.6		LIMO SAB
23.5	1096	2469	189	1044	2414	202	19.1	189	215	1.65	4.4	47.5	-0.02				81.4		LIMO SAB

DMT2	LEGENDA	PARAMETRI INTERPRETATI	PARAMETRI GENERALI
12 OTT 2020	Z = Profondità da superficie terreno Po,P1,P2 = Letture A,B,C corrette Id = Indice di materiale Ed = Modulo Dilatometrico Ud = Ind. Press.Neutra = (P2-Uo)/(Po-Uo) Gamma = Peso volume naturale Sigma' = Press. efficace vertic. Uo = Pressione neutra (H2O)	Phi = Angolo attrito min (cautelativo) Ko = Coeff. spinta orizz. in sito M = Modulo edometrico (per Sigma') Cu = Resist. taglio non drenata Ocr = Grado di sovraconsolidazione (OCR = 'OCR relativo'- generalmente realistico. Se accurato OCR disponib. applicare opport. fattore correttivo)	DeltaA = 12 kPa DeltaB = 50 kPa GammaTop = 17.0 kN/m^3 FactorEd = 34.7 ZMCa1 = 0.0 kPa ZMAB = 0.0 kPa ZMC = 0.0 kPa Zabs = 0.0 m Zw = 1.6 m
GEO GROUP s.r.l. CONAD MODENA			

Falda a 1.60 m

Formule di riduzione secondo Marchetti, ASCE Geot.Jnl.Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi secondo TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m^3)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT2 DESCRIZIONE
1.9	450	771		449	721		17.7	29	3	0.61	15.2	9.4		2.4	23.7		27.3	81	LIMO ARG
2.1	347	643		347	593		17.7	31	5	0.72	11.1	8.5		2.0	14.5		22.1	58	LIMO ARG
2.3	354	592		357	542		16.7	32	7	0.53	10.8	6.4		1.9	13.9		16.5	59	ARG LIM
2.5	404	663		406	613		17.7	34	9	0.52	11.7	7.2		2.0	15.8		19.0	68	ARG LIM
2.7	368	623	116	370	573	128	16.7	35	11	0.56	10.1	7.0	0.33	1.9	12.6		17.7	59	ARG LIM
2.9	395	634		398	584		16.7	37	13	0.48	10.5	6.4		1.9	13.3		16.4	64	ARG LIM
3.1	362	595		365	545		16.7	38	15	0.51	9.2	6.2		1.7	10.8		15.0	56	ARG LIM
3.3	336	525		342	475		16.7	40	17	0.41	8.2	4.6		1.6	9.1		10.6	51	ARG LIM
3.5	267	472		272	422		16.7	41	19	0.59	6.2	5.2		1.3	5.8		10.5	37	ARG LIM
3.7	258	454	65	263	404	77	16.7	42	21	0.58	5.7	4.9	0.23	1.3	5.2		9.4	35	ARG LIM
3.9	262	492		266	442		16.7	44	23	0.73	5.6	6.1		1.3	4.9		11.7	35	LIMO ARG
4.1	268	472		273	422		16.7	45	25	0.60	5.5	5.2		1.2	4.9		9.8	35	LIMO ARG
4.3	275	474		280	424		16.7	46	26	0.57	5.5	5.0		1.2	4.8		9.4	36	ARG LIM
4.5	188	318		197	268		15.7	48	28	0.42	3.5	2.5		0.89	2.4		3.5	21	ARG LIM
4.7	217	364	63	225	314	75	15.7	49	30	0.46	4.0	3.1	0.23	0.98	2.9		4.8	25	ARG LIM
4.9	257	412		264	362		16.7	50	32	0.42	4.6	3.4		1.1	3.7		5.8	31	ARG LIM
5.1	269	441		276	391		16.7	52	34	0.48	4.7	4.0		1.1	3.8		6.9	33	ARG LIM
5.3	302	466		309	416		16.7	53	36	0.39	5.2	3.7		1.2	4.4		6.8	38	ARG LIM
5.5	346	530		352	480		16.7	54	38	0.41	5.8	4.4		1.3	5.2		8.6	45	ARG LIM
5.7	378	618	157	381	568	169	16.7	56	40	0.55	6.1	6.5	0.38	1.3	5.7		13.0	50	ARG LIM
5.9	308	514		313	464		16.7	57	42	0.56	4.7	5.2		1.1	3.9		9.1	37	ARG LIM
6.1	318	457		326	407		16.7	58	44	0.29	4.8	2.8		1.1	4.0		4.9	39	ARGILLA
6.3	338	550		343	500		16.7	60	46	0.53	5.0	5.5		1.2	4.1		9.7	41	ARG LIM
6.5	313	464		321	414		16.7	61	48	0.34	4.5	3.2		1.1	3.5		5.4	37	ARG LIM
6.7	307	491	125	313	441	137	16.7	63	50	0.49	4.2	4.4	0.33	1.0	3.2		7.2	35	ARG LIM
6.9	277	439		284	389		16.7	64	52	0.45	3.6	3.6		0.91	2.5		5.3	30	ARG LIM
7.1	379	623		382	573		16.7	65	54	0.58	5.0	6.6		1.2	4.2		11.9	45	ARG LIM
7.3	424	653		428	603		16.7	67	56	0.47	5.6	6.1		1.3	5.0		11.6	53	ARG LIM
7.5	441	683		444	633		16.7	68	58	0.49	5.7	6.6		1.3	5.1		12.6	55	ARG LIM
7.7	359	596	129	362	546	141	16.7	69	60	0.61	4.4	6.4	0.27	1.0	3.4		10.5	40	LIMO ARG
7.9	318	519		323	469		16.7	71	62	0.56	3.7	5.1		0.93	2.6		7.5	33	ARG LIM
8.1	288	495		293	445		16.7	72	64	0.66	3.2	5.3		0.82	2.1		7.0	28	LIMO ARG
8.3	268	432		275	382		16.7	74	66	0.51	2.8	3.7		0.75	1.7		4.5	25	ARG LIM
8.5	258	459		263	409		16.7	75	68	0.75	2.6	5.1		0.70	1.5		5.8	23	LIMO ARG
8.7	323	528	63	328	478	75	16.7	76	70	0.58	3.4	5.2	0.02	0.87	2.3		7.2	32	ARG LIM
8.9	330	588		332	538		16.7	78	72	0.79	3.4	7.1		0.86	2.2		10.0	33	LIMO ARG
9.1	287	496		292	446		16.7	79	74	0.71	2.8	5.4		0.73	1.7		6.4	26	LIMO ARG
9.3	249	623		245	573		17.7	80	76	1.93	2.1	11.4				33	11.8		SABBIA LIM
9.5	299	584		300	534		16.7	82	77	1.05	2.7	8.1		0.72	1.6		9.8	26	LIMO
9.7	341	837	42	331	787	54	18.6	83	79	1.81	3.0	15.8	-0.10			35	21.6		SABBIA LIM
9.9	331	800		323	750		17.7	85	81	1.77	2.8	14.8					19.3		LIMO SAB
10.1	388	624		391	574		16.7	87	83	0.59	3.6	6.3		0.90	2.5		9.1	39	ARG LIM

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m ³)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT2 DESCRIZIONE
10.3	409	667		411	617		16.7	88	85	0.63	3.7	7.1		0.93	2.6		10.6	42	LIMO ARG
10.5	389	589		394	539		16.7	89	87	0.47	3.4	5.0		0.87	2.3		7.1	39	ARG LIM
10.7	442	656	269	446	606	281	16.7	91	89	0.45	3.9	5.5	0.54	0.97	2.9		8.6	47	ARG LIM
10.9	486	711		490	661		16.7	92	91	0.43	4.3	5.9		1.0	3.3		9.7	53	ARG LIM
11.1	487	721		490	671		16.7	94	93	0.45	4.2	6.3		1.0	3.2		10.2	53	ARG LIM
11.3	470	692		474	642		16.7	95	95	0.44	4.0	5.8		0.98	2.9		9.1	50	ARG LIM
11.5	457	656		462	606		16.7	96	97	0.39	3.8	5.0		0.95	2.7		7.5	47	ARG LIM
11.7	380	537	248	387	487	260	16.7	98	99	0.35	3.0	3.5	0.56	0.77	1.8		4.3	35	ARG LIM
11.9	389	532		397	482		16.7	99	101	0.29	3.0	3.0		0.78	1.9		3.7	36	ARGILLA
12.1	443	621		449	571		16.7	100	103	0.35	3.4	4.2		0.88	2.3		6.0	44	ARG LIM
12.3	481	695		485	645		16.7	102	105	0.42	3.7	5.5		0.94	2.7		8.3	49	ARG LIM
12.5	489	714		493	664		16.7	103	107	0.44	3.7	5.9		0.94	2.7		8.9	50	ARG LIM
12.7	483	704	311	487	654	323	16.7	105	109	0.44	3.6	5.8	0.57	0.91	2.5		8.4	48	ARG LIM
12.9	528	779		531	729		17.7	106	111	0.47	4.0	6.9		0.98	2.9		10.7	55	ARG LIM
13.1	514	774		516	724		17.7	107	113	0.52	3.8	7.2		0.94	2.7		10.8	52	ARG LIM
13.3	550	804		552	754		17.7	109	115	0.46	4.0	7.0		0.99	3.0		10.9	57	ARG LIM
13.5	541	777		544	727		17.7	111	117	0.43	3.9	6.3		0.96	2.8		9.7	55	ARG LIM
13.7	562	828	347	564	778	359	17.7	112	119	0.48	4.0	7.4	0.54	0.98	2.9		11.5	58	ARG LIM
13.9	526	762		529	712		17.7	114	121	0.45	3.6	6.3		0.91	2.5		9.2	52	ARG LIM
14.1	534	761		538	711		17.7	115	123	0.42	3.6	6.0		0.91	2.5		8.7	53	ARG LIM
14.3	521	721		526	671		16.7	117	125	0.36	3.4	5.0		0.88	2.3		7.1	51	ARG LIM
14.5	505	691		511	641		16.7	118	127	0.34	3.2	4.5		0.84	2.1		6.1	48	ARG LIM
14.7	502	704	352	507	654	364	16.7	120	129	0.39	3.2	5.1	0.62	0.82	2.1		6.7	47	ARG LIM
14.9	532	758		536	708		16.7	121	130	0.42	3.4	6.0		0.86	2.2		8.2	51	ARG LIM
15.1	580	797		584	747		17.7	122	132	0.36	3.7	5.6		0.93	2.6		8.4	58	ARG LIM
15.3	613	866		615	816		17.7	124	134	0.42	3.9	7.0		0.96	2.8		10.6	62	ARG LIM
15.5	672	980		672	930		17.7	125	136	0.48	4.3	9.0		1.0	3.3		14.6	71	ARG LIM
15.7	648	920	400	649	870	412	17.7	127	138	0.43	4.0	7.7	0.54	0.99	3.0		12.0	67	ARG LIM
15.9	695	977		696	927		17.7	129	140	0.42	4.3	8.0		1.0	3.3		13.1	74	ARG LIM
16.1	741	1084		739	1034		17.7	130	142	0.49	4.6	10.2		1.1	3.7		17.4	81	ARG LIM
16.3	836	1226		832	1176		17.7	132	144	0.50	5.2	12.0		1.2	4.5		21.9	96	ARG LIM
16.5	890	1364		881	1314		18.6	133	146	0.59	5.5	15.0		1.2	4.9		28.4	104	ARG LIM
16.7	895	1315	512	889	1265	524	18.6	135	148	0.51	5.5	13.0	0.51	1.2	4.8		24.6	105	ARG LIM
16.9	927	1392		919	1342		18.6	137	150	0.55	5.6	14.7		1.3	5.0		28.0	109	ARG LIM
17.1	861	1237		857	1187		17.7	139	152	0.47	5.1	11.4		1.2	4.3		20.7	98	ARG LIM
17.3	956	1414		948	1364		18.6	140	154	0.52	5.7	14.4		1.3	5.1		27.7	113	ARG LIM
17.5	732	1041		732	991		17.7	142	156	0.45	4.1	9.0		0.99	3.0		14.2	76	ARG LIM
17.7	749	1036	459	750	986	471	17.7	144	158	0.40	4.1	8.2	0.53	1.0	3.1		13.0	78	ARG LIM
17.9	703	978		704	928		17.7	145	160	0.41	3.8	7.8		0.94	2.7		11.6	70	ARG LIM
18.1	662	873		667	823		17.7	147	162	0.31	3.4	5.4		0.88	2.3		7.6	64	ARGILLA
18.3	670	935		672	885		17.7	148	164	0.42	3.4	7.4		0.87	2.3		10.4	64	ARG LIM
18.5	701	934		704	884		17.7	150	166	0.33	3.6	6.2		0.91	2.5		9.0	69	ARG LIM
18.7	709	970	473	711	920	485	17.7	151	168	0.38	3.6	7.3	0.58	0.91	2.5		10.5	69	ARG LIM
18.9	720	967		723	917		17.7	153	170	0.35	3.6	6.7		0.91	2.5		9.8	71	ARG LIM
19.1	733	951		737	901		17.7	155	172	0.29	3.7	5.7		0.92	2.6		8.4	72	ARGILLA
19.3	742	980		745	930		17.7	156	174	0.32	3.7	6.4		0.92	2.6		9.4	73	ARGILLA
19.5	635	852		639	802		17.7	158	176	0.35	2.9	5.6		0.77	1.8		7.0	56	ARG LIM
19.7	613	841	428	617	791	440	17.7	159	178	0.40	2.8	6.0	0.60	0.73	1.7		7.1	52	ARG LIM
19.9	639	872		642	822		17.7	161	180	0.39	2.9	6.2		0.76	1.8		7.6	56	ARG LIM
20.1	662	904		665	854		17.7	162	181	0.39	3.0	6.6		0.78	1.9		8.3	59	ARG LIM
20.3	863	1154		864	1104		17.7	164	183	0.35	4.1	8.3		1.0	3.1		13.3	90	ARG LIM
20.5	754	997		757	947		17.7	166	185	0.33	3.5	6.6		0.88	2.3		9.3	72	ARG LIM
20.7	1001	1387	720	997	1337	732	18.6	167	187	0.42	4.8	11.8	0.67	1.1	4.0		20.7	111	ARG LIM
20.9	783	1067		784	1017		17.7	169	189	0.39	3.5	8.1		0.89	2.4		11.6	75	ARG LIM
21.1	806	1074		808	1024		17.7	170	191	0.35	3.6	7.5		0.91	2.5		10.9	79	ARG LIM
21.3	805	1086		806	1036		17.7	172	193	0.38	3.6	8.0		0.90	2.5		11.5	78	ARG LIM
21.5	776	1046		778	996		17.7	174	195	0.38	3.4	7.6		0.86	2.2		10.5	73	ARG LIM
21.7	779	1091	537	779	1041	549	17.7	175	197	0.45	3.3	9.1	0.61	0.85	2.2		12.5	73	ARG LIM
21.9	812	1147		810	1097		17.7	177	199	0.47	3.5	9.9		0.88	2.4		14.0	77	ARG LIM

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m^3)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT2 DESCRIZIONE
22.1	763	1029		765	979		17.7	178	201	0.38	3.2	7.4		0.82	2.0		9.8	70	ARG LIM
22.3	758	1015		760	965		17.7	180	203	0.37	3.1	7.1		0.81	2.0		9.2	68	ARG LIM
22.5	779	1008		783	958		17.7	181	205	0.30	3.2	6.1		0.82	2.1		8.1	71	ARGILLA
22.7	764	1907	208	722	1857	220	19.6	183	207	2.20	2.8	39.4	0.03			34	52.5		SABBIA LIM
22.9	656	1771		615	1721		19.6	185	209	2.72	2.2	38.4				33	44.4		SABBIA LIM
23.1	802	2081		753	2031		19.6	187	211	2.36	2.9	44.3				34	60.9		SABBIA LIM
23.3	437	1021		423	971		18.6	189	213	2.61	1.1	19.0				29	16.2		SABBIA LIM
23.5	930	1977		893	1927		19.1	191	215	1.53	3.6	35.9					53.9		LIMO SAB
23.7	840	1828	190	806	1778	202	19.1	192	217	1.65	3.1	33.7	-0.03				46.1		LIMO SAB

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 2

Sondaggi a carotaggio continuo

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Codice: **S1**

Oggetto: Modena, area CONAD-CIV
Data inizio perforazione: 29/09/2020
Data fine perforazione: 02/10/2020
Strumentazione utilizzata: PERFORATRICE IDRAULICA ATLAS
Carotiere: $\Phi = 127$ mm
Rivestimento: $\Phi = 152$ mm
Profondità raggiunta: 40.00 m da p.c.

m da p.c.	litologia	descrizione	prof. (m p.c.)	RP (kg/cm²)	VT (kg/cm²)	Standard Penetration Test	foto	campione	scala
		Sottofondo del piazzale. Asfalto e ghiaia.							-1 m
-1.30		Argilla limosa di colore grigio-rossiccia consistente.	1.30 1.90 2.20 2.40	3.00 3.50 3.80 3.20	1.50 1.50 1.00 1.00		Da 1.45 m invece di 1.30-1.50 m		-2 m
-2.80		Argilla limosa di colore grigio-rossiccia da mediamente consistente a consistente.	2.90 3.10 3.30	2.80 1.50 1.80	1.00 0.80 0.80				-3 m
-3.40		Argilla limosa di colore grigio poco consistente.	3.90 4.20 4.40	1.00 1.00 0.80	0.50 0.50 0.40				-4 m
			5.00 5.40 5.60 6.00	1.00 1.00 0.80 0.80	0.40 0.50 0.50 0.40				-5 m
-6.10		Argilla limosa di colore grigio mediamente consistente.	6.30 6.60	1.00 1.20	0.50 0.60		6.30-6.60	C1	-6 m
-7.90		Limo sabbioso di colore grigio-rossiccia poco addensato, saturo.	7.10 7.30 7.70	1.20 1.20 1.50	0.80 0.50 0.80				-7 m
-10.70		Argilla limosa consistente di colore grigio.	11.00 11.20	1.50 2.00	0.80 1.00		12.10-12.60	C2	-11 m
			11.80 12.20 12.60 12.90 13.50	1.80 1.50 2.00 1.80 2.00	1.00 0.80 1.00 1.00 1.00				-12 m
-13.80		Argilla limosa di colore grigio da mediamente consistente a poco consistente.	14.00 14.40 14.80	1.00 1.10 0.80	0.50 0.50 0.40				-13 m
			15.40 15.80 16.00 16.50	0.80 1.10 1.00 1.00	0.40 0.50 0.50 0.50				-14 m
-16.80		Argilla limosa di colore grigio, compatta.	17.00 17.30 17.50	2.20 2.00 2.00	1.00 0.70 0.80		18.00-18.50	C3	-15 m
-17.60		Argilla limosa compatta di colore grigio scuro. E' presente un livello di torba alla quota compresa tra 17.60 e 17.80 m da p.c.	18.00 18.30 18.60	1.00 1.00 0.90	0.50 0.50 0.50				-16 m
-18.00		Argilla limosa di colore grigio da mediamente consistente a poco consistente. E' presente un livello di argilla organica tra -19.40 e -19.50 m da p.c. (torba).	19.00 19.30 19.60 20.00 20.30 20.50	1.00 1.00 0.90 0.80 1.00 1.00	0.50 0.40 0.40 0.50 0.50 0.40				-17 m
-20.60		Argilla organica di colore nero (torba) con inclusi vegetali.	21.30 21.60	1.00 1.50	0.60 0.70				-18 m
-21.20		Argilla limosa di colore grigio mediamente consistente.	22.20	1.20	0.60				-19 m
-22.30		Alternanze di limo sabbioso e limo argilloso di colore grigio, poco addensato e poco consistente.	22.60 22.90 23.20	0.80 0.70 0.80	0.40 0.40 0.40				-20 m
-23.30		Sabbia limosa fine, di colore grigio, satura.							-21 m
-24.10		Ghiaia eterometrica di colore grigio in matrice limo-sabbiosa. I ciottoli sono arrotondati e hanno un diametro centimetrico.				SPT1 -24.20 m 9 - 8 - 14 SPT2 -25.50 m 7 - 8 - 12 SPT3 -27.00 m 9 - 11 - 10			-22 m
-31.20		Argilla limosa compatta, di colore grigio.	31.50 32.00 32.60 33.20 33.70	2.00 3.00 2.50 2.50 2.50	1.00 1.50 1.20 1.20 1.20		32.00-32.50	C4	-23 m
-35.50		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio.	35.70	1.20	0.60				-24 m
-36.00		Argilla limosa di colore grigio, da mediamente consistente a consistente con livelli limosi.	36.20 36.60	1.50 1.20	0.60 0.60				-25 m
-37.30		Alternanze di limo sabbioso e sabbia limosa di colore grigio.							-26 m
-37.80		Argilla limosa debolmente sabbiosa, consistente, di colore grigio.							-27 m
-38.00		Limo argilloso e limo sabbioso di colore grigio.							-28 m
-39.40		Argilla consistente di colore grigio.	39.70	2.50	1.20				-29 m
-40.00									-30 m

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Allegato fotografico

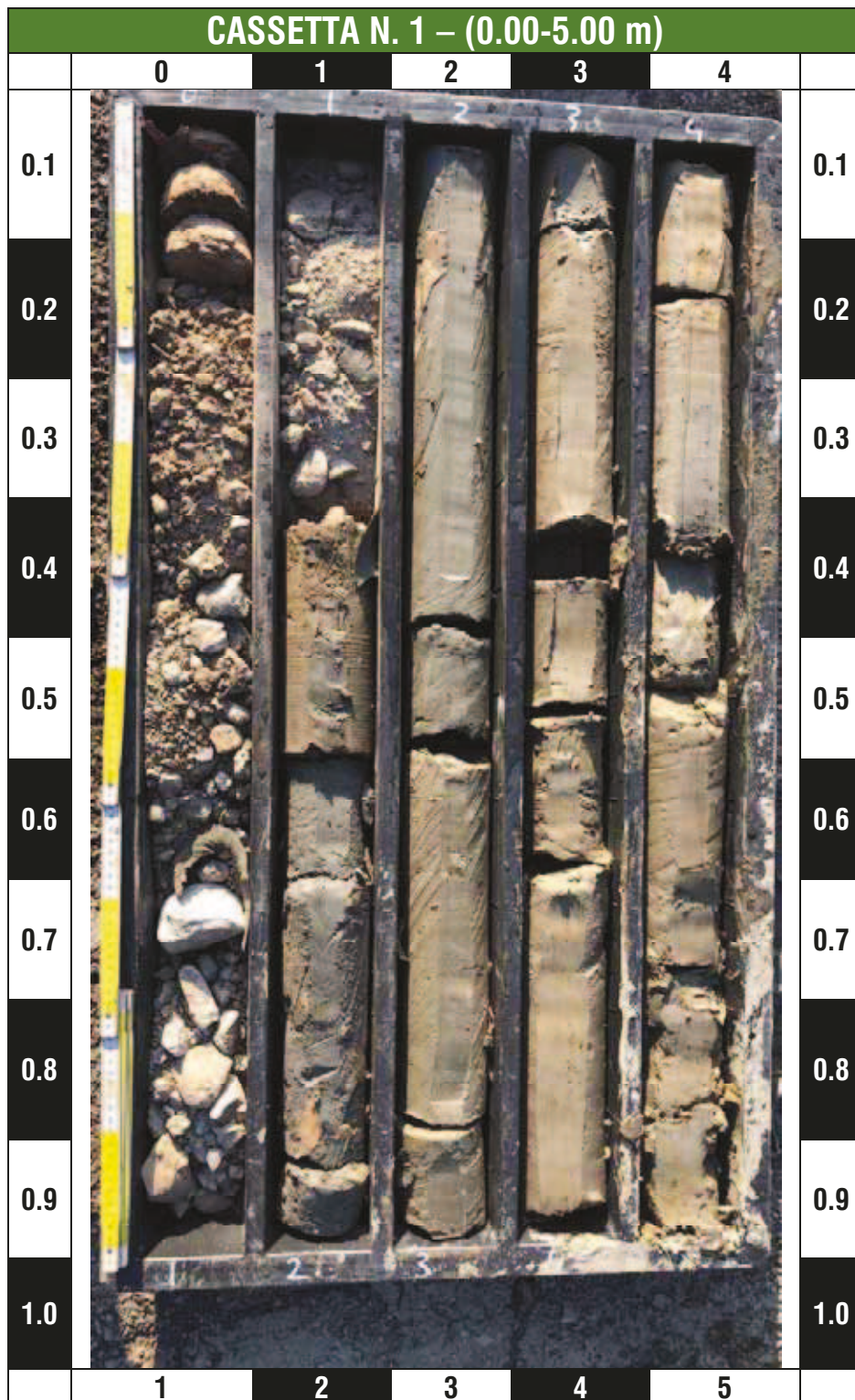
Codice: **S1_DH**

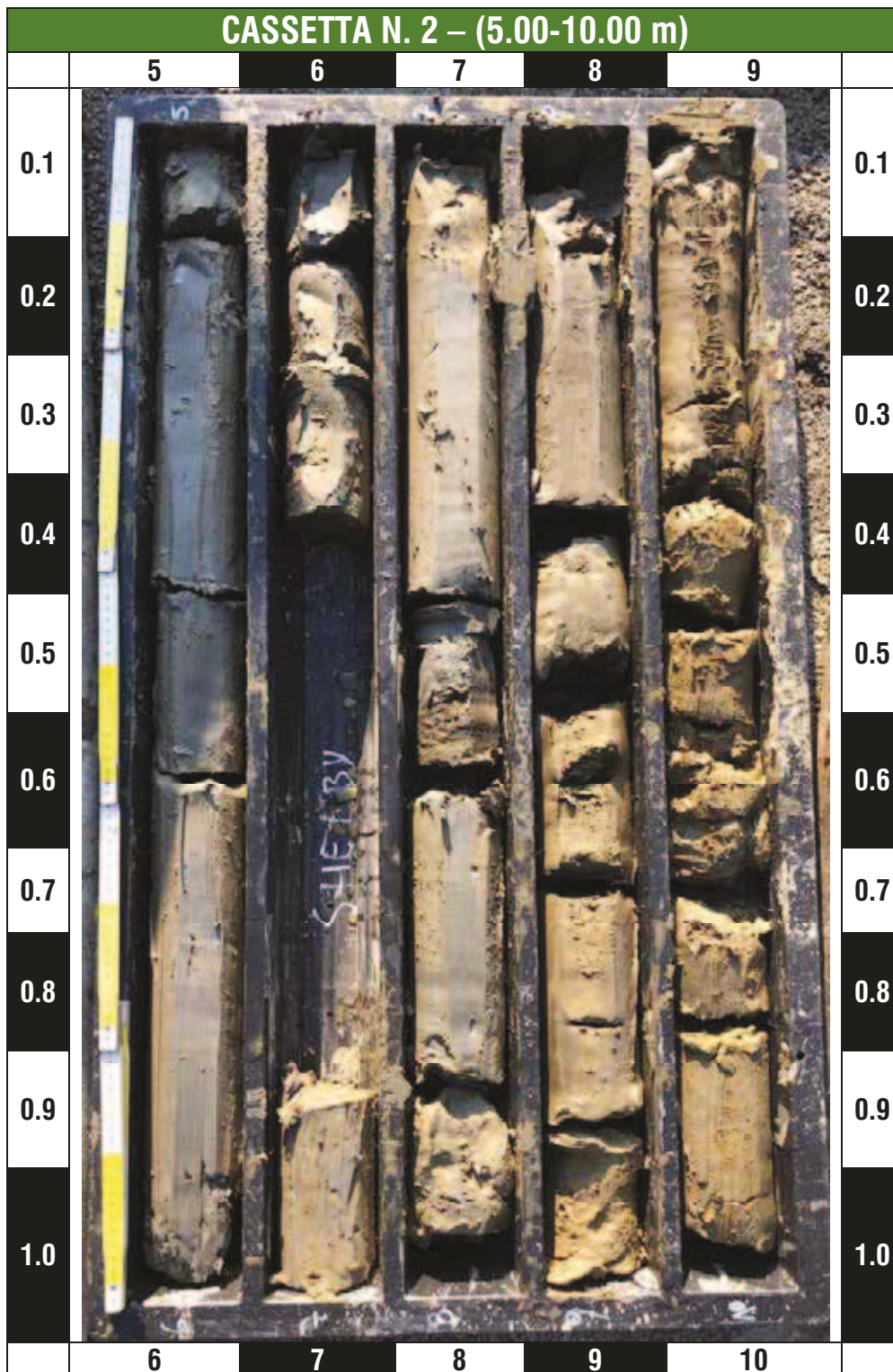
INFORMAZIONI GENERALI

Oggetto: **Modena, area CONAD - CIV**
Data inizio perforazione: **29/09/2020**
Data fine perforazione: **02/10/2020**
Strumentazione utilizzata: **PERFORATRICE IDRAULICA ATLAS**
Carotiere: **$\Phi = 127$ mm**
Rivestimento: **$\Phi = 152$ mm**
Profondità raggiunta: **40.00 m da p.c.**

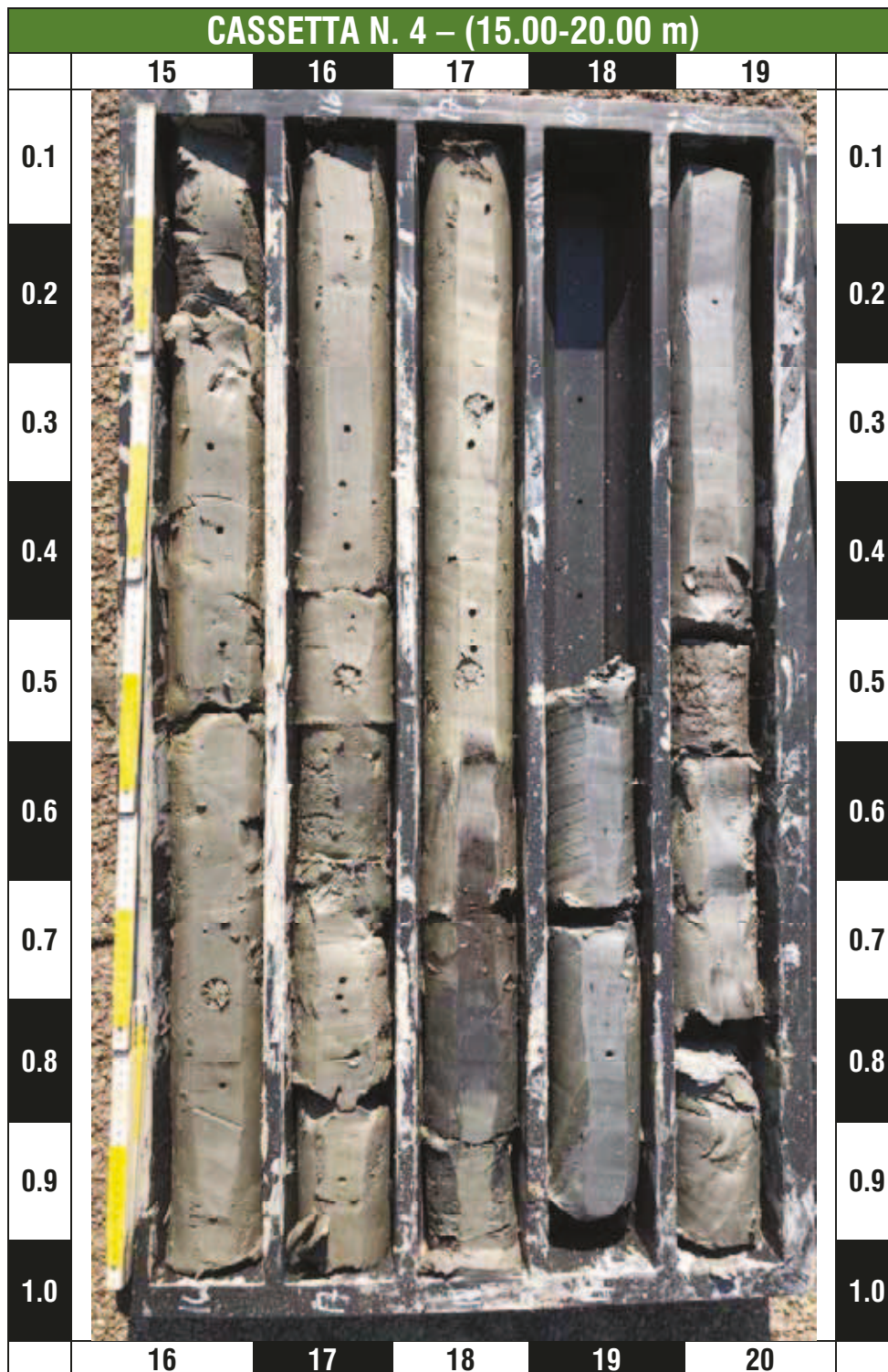


Punto di sondaggio

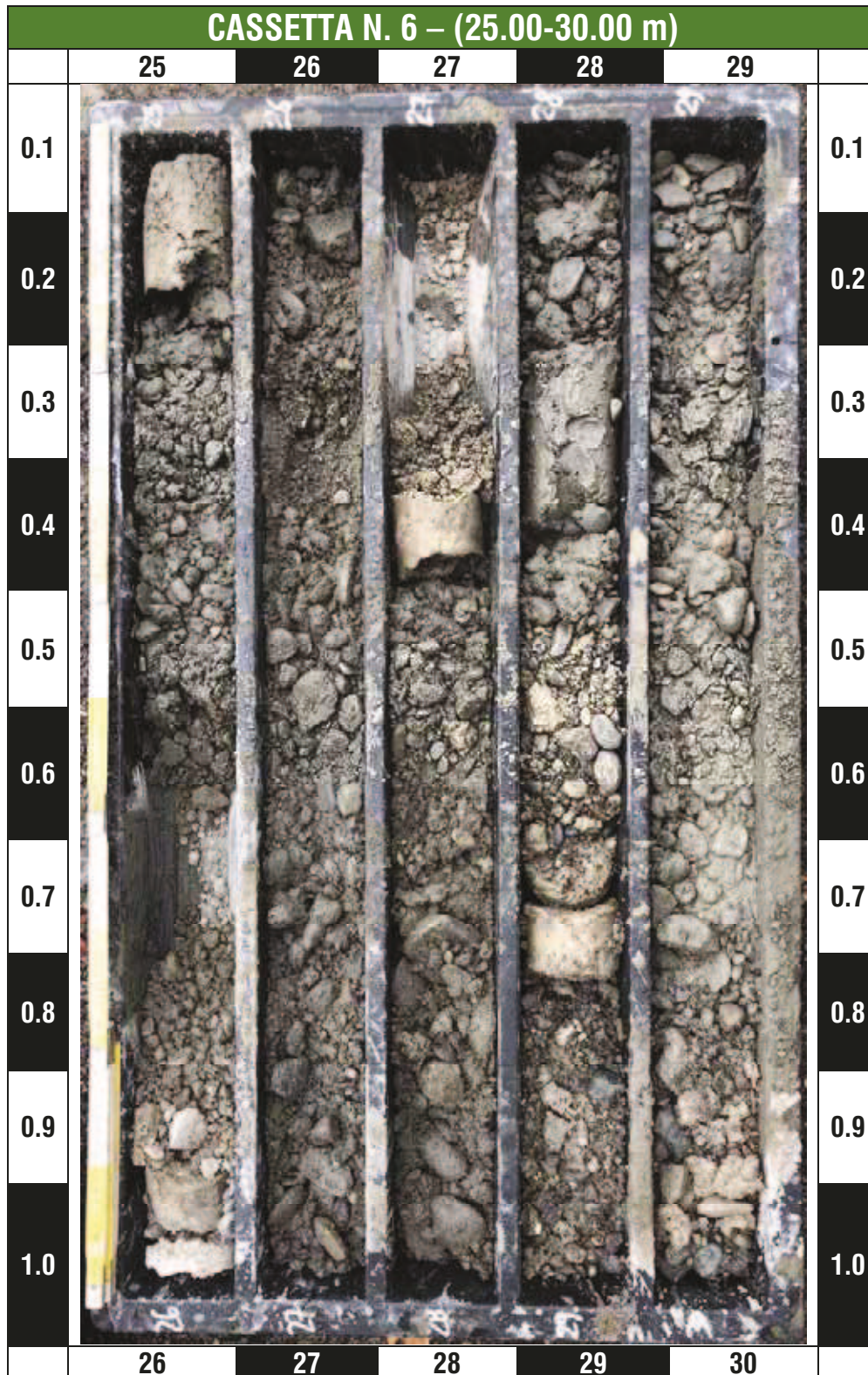


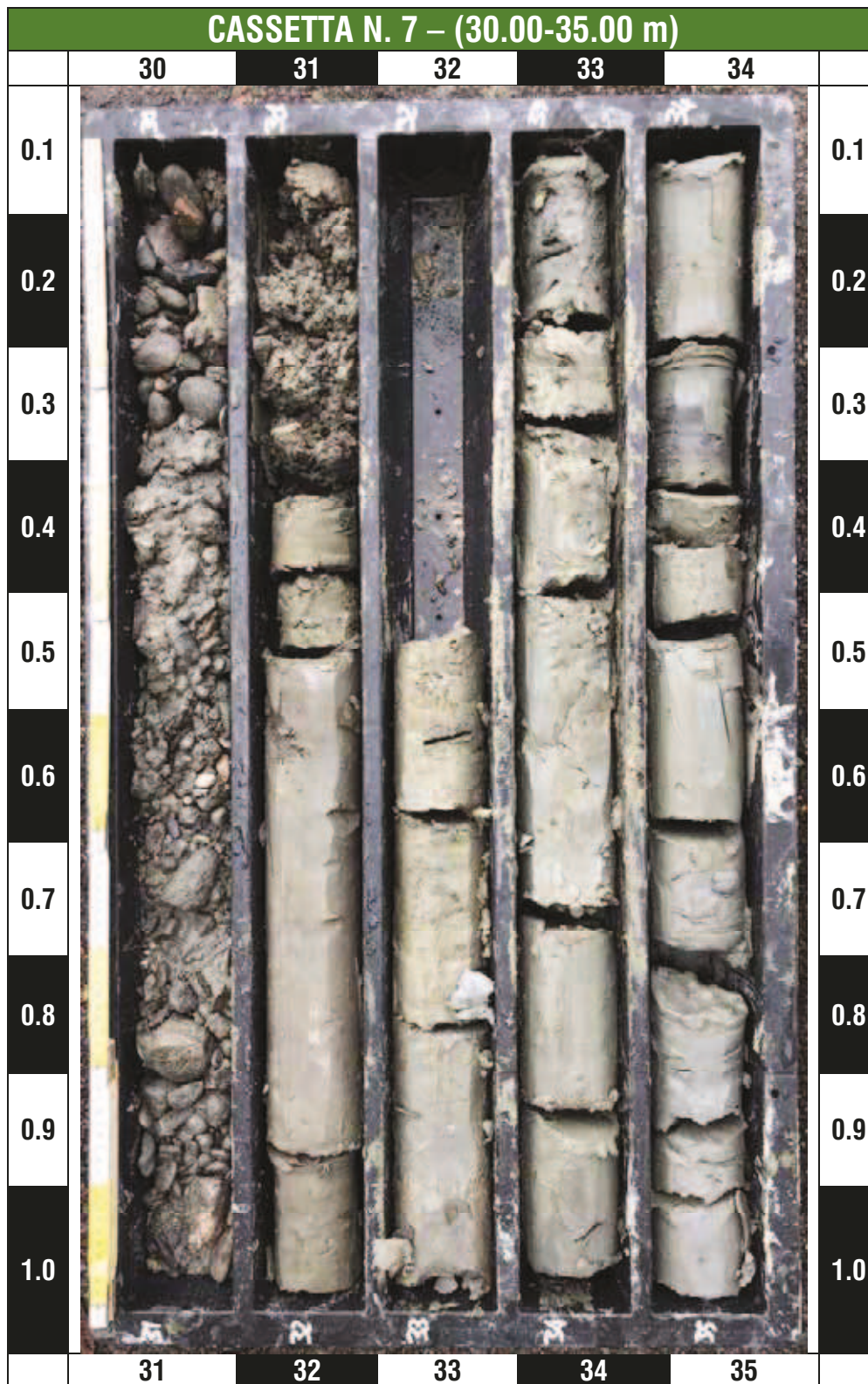


CASSETTA N. 3 – (10.00-15.00 m)						
	10	11	12	13	14	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	11	12	13	14	15	



CASSETTA N. 5 – (20.00-25.00 m)						
	20	21	22	23	24	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	21	22	23	24	25	





CASSETTA N. 8 – (35.00-40.00 m)						
	35	36	37	38	39	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	36	37	38	39	40	

STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO

Codice: **S2**

Oggetto: Modena, area CONAD-CIV
 Data inizio perforazione: 25/09/2020
 Data fine perforazione: 28/09/2020
 Strumentazione utilizzata: PERFORATRICE IDRAULICA ATLAS
 Carotiere: $\Phi = 127$ mm
 Rivestimento: $\Phi = 152$ mm
 Profondità raggiunta: 31.30 m da p.c.

m da p.c.	litologia	descrizione	prof. (m da p.c.)	RP (kg/cm²)	VT (kg/cm²)	Standard Penetration Test	falda	campione	scala
		Sottotondo del piazzale, Asfalto e ghiaia.							0 m
-1,20		Argilla di colore grigio-verdastro consistente con inclusi calcarei.	1,40 1,80	2,00 2,50	1,50 2,00		0,80 m V misurata in data 25/09/2020		1 m
-3,00		Argilla limosa e argilla con limo di colore grigio con striature nocciola, da mediamente consistente a poco consistente. Sono presenti livelli centimetrici limo-sabbiosi.	2,40 2,80 3,10 3,30 3,70 3,90	2,00 2,50 1,50 1,00 1,00 1,50	1,00 1,40 1,00 1,00 0,40 0,60		3,10-3,60	C1	3 m
-7,00		Argilla limosa e argilla con limo di colore grigio mediamente consistente.	4,40 4,80 5,30 6,50 5,70	1,00 1,00 1,00 1,50 1,50	0,50 0,40 0,50 0,60 0,60				4 m
-9,50		Limo sabbioso e sabbia limosa poco addensata, satura.	6,30 6,60 7,20 7,40 7,80 8,20 8,50	1,50 1,00 1,50 1,50 1,20 1,50 1,00	0,60 0,50 0,80 0,80 0,60 0,80 0,60		9,00-9,50	C2	5 m
-11,50		Argilla limosa consistente di colore grigio scuro.	9,10 9,30 10,20 10,40 10,70	1,00 1,00 1,00 0,50 1,00	0,30 0,40 0,20 0,40				6 m
-15,50		Sabbia limosa fine di colore grigio.	10,20 10,40 10,70	1,00 0,50 1,00	0,40 0,20 0,40				7 m
-16,20		Argilla limosa di colore grigio poco consistente.	11,30 11,60 12,40 12,80 13,30 13,50 13,80 14,40 14,60 15,40	1,00 2,00 2,50 2,00 2,00 2,00 2,00 2,20 2,00 2,00	0,40 1,00 1,20 1,00 1,00 1,00 1,00 1,20 1,00 1,00				8 m
-17,40		Argilla organica di colore nerastro (torba).	16,30 16,50	1,00 1,00	0,50 0,50				9 m
-18,20		Argilla limosa di colore grigio poco consistente.	17,50 17,80 18,30 18,50	1,00 1,00 1,00 1,00	0,50 0,40 0,50 0,50				10 m
-20,00		Argilla organica di colore nerastro (torba).	19,20 19,60 19,90	1,00 1,00 1,00	0,50 0,50 0,50				11 m
-21,20		Argilla limosa di colore grigio poco consistente.	20,30 20,50	1,00 1,00	0,50 0,40				12 m
-21,60		Alternanza di limo sabbioso e sabbia limosa di colore grigio.	21,40	1,00	0,50				13 m
-22,80		Sabbia limosa fine di colore grigio.							14 m
-23,30		Ghiaia eterometrica poco addensata in matrice limo-sabbiosa di colore nocciola, localmente abbondante.				SP11 = 25,30 m 10 - 11 - 17			15 m
-30,00		Argilla limosa consistente di colore grigio.	30,70 31,10	2,50 3,00	1,20 1,50	SP12 = 27,80 m 12 - 19 - 14			16 m
-31,30									17 m

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Allegato fotografico

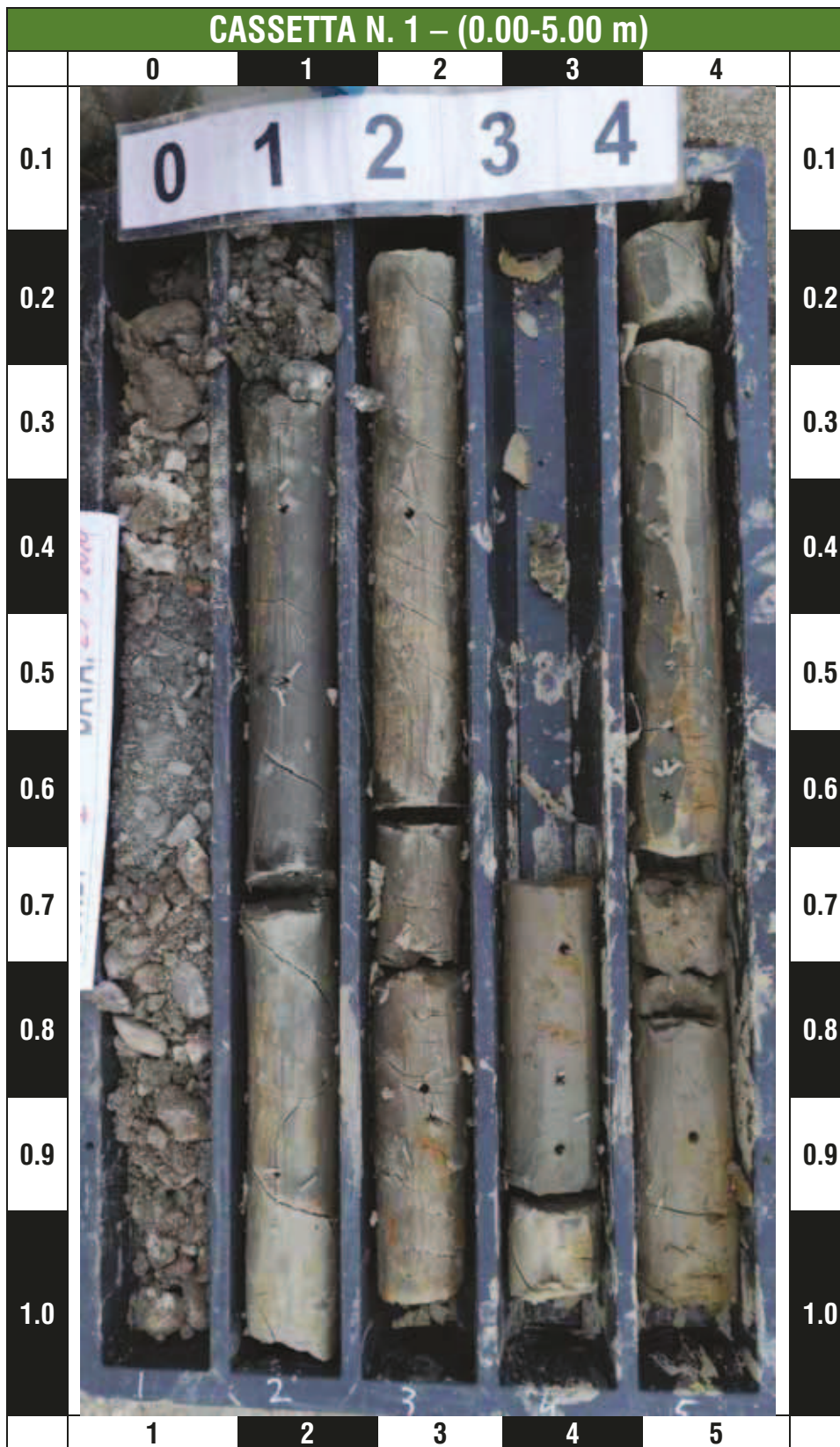
Codice: **S2_PZ**

INFORMAZIONI GENERALI

Oggetto: **Modena, area CONAD - CIV**
Data inizio perforazione: **25/09/2020**
Data fine perforazione: **28/09/2020**
Strumentazione utilizzata: **PERFORATRICE IDRAULICA ATLAS**
Carotiere: **$\Phi = 127$ mm**
Rivestimento: **$\Phi = 152$ mm**
Profondità raggiunta: **31.30 m da p.c.**



Punto di sondaggio



CASSETTA N. 2 – (5.00-10.00 m)											
	5		6		7		8		9		
0.1											0.1
0.2											0.2
0.3											0.3
0.4											0.4
0.5											0.5
0.6											0.6
0.7											0.7
0.8											0.8
0.9											0.9
1.0											1.0
	6		7		8		9		10		

CASSETTA N. 3 – (10.00-15.00 m)						
	10	11	12	13	14	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	11	12	13	14	15	

CASSETTA N. 4 – (15.00-20.00 m)						
	15	16	17	18	19	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	16	17	18	19	20	

CASSETTA N. 5 – (20.00-25.00 m)						
	20	21	22	23	24	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	21	22	23	24	25	

CASSETTA N. 6 – (25.00-30.00 m)						
	25	26	27	28	29	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	26	27	28	29	30	

CASSETTA N. 7 – (30.00-35.00 m)						
	30	31	32	33	34	
0.1						0.1
0.2						0.2
0.3						0.3
0.4						0.4
0.5						0.5
0.6						0.6
0.7						0.7
0.8						0.8
0.9						0.9
1.0						1.0
	31	32	33	34	35	

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 3

Prove SPT

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

Sondaggio S1

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO
29/09/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
24.35	6
24.50	8
24.65	14

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	22	24.65	30.36	58.71	60.39	48.94

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	22	24.65	18.5	32.29	25.29	33.18	28.62	36.61	36.22	30-32	31.66	32.55	38.14	34.24

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	22	24.65	18.5	307.01	148.00	219.00	318.75	167.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	22	24.65	18.5	111.00	65.46	131.35	120.51

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	22	24.65	18.5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	22	24.65	18.5	Terzaghi-Peck 1948	1.58

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	22	24.65	18.5	Terzaghi-Peck 1948	1.98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	22	24.65	18.5	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	22	24.65	18.5	1009.38	743.28

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	22	24.65	18.5	Ohta & Goto (1978) Limi	184.02

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	22	24.65	18.5	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	22	24.65	18.5		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	22	24.65	18.5		---

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO
29/09/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
25.65	7
25.80	9
25.95	12

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	21	25.95	40.36	74.57	74.07	48.14

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	21	25.95	18	32.14	25.14	33.04	30.37	36.45	38.44	30-32	31.43	32.4	41.47	33.97

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	21	25.95	18	302.84	144.00	213.10	315.00	165.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	21	25.95	18	108.00	64.44	127.80	118.28

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	21	25.95	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	21	25.95	18	Terzaghi-Peck 1948	1.57

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	21	25.95	18	Terzaghi-Peck 1948	1.98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	21	25.95	18	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	21	25.95	18	983.72	730.94

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	21	25.95	18	Ohta & Goto (1978) Limi	184.98

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	21	25.95	18	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	21	25.95	18		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	21	25.95	18		---

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO
29/09/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
27.15	9
27.30	11
27.45	10

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	21	27.45	39.75	73.5	72.99	48.14

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	21	27.45	18	32.14	25.14	33.04	30.25	36.45	38.29	30-32	31.43	32.4	41.31	33.97

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	21	27.45	18	302.84	144.00	213.10	315.00	165.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	21	27.45	18	108.00	64.44	127.80	118.28

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	21	27.45	18	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	21	27.45	18	Terzaghi-Peck 1948	1.57

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	21	27.45	18	Terzaghi-Peck 1948	1.98

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	21	27.45	18	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	21	27.45	18	983.72	730.94

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	21	27.45	18	Ohta & Goto (1978) Limi	186.99

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	21	27.45	18	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	21	27.45	18		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	21	27.45	18		---

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

Sondaggio S2

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO
 25/09/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
25.45	10
25.60	11
25.75	17

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	28	25.75	31.98	61.17	63.28	53.39

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	28	25.75	21.5	33.14	26.14	34.02	28.65	37.51	36.56	30-32	32.96	33.45	38.81	35.74

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	28	25.75	21.5	330.97	172.00	254.40	341.25	182.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	28	25.75	21.5	129.00	71.63	152.65	133.89

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	28	25.75	21.5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
[1] -	28	25.75	21.5	Terzaghi-Peck 1948	1.61

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m³)
[1] -	28	25.75	21.5	Terzaghi-Peck 1948	2.00

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	28	25.75	21.5	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	28	25.75	21.5	1162.53	814.76

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	28	25.75	21.5	Ohta & Goto (1978) Limi	190.46

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	28	25.75	21.5	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	28	25.75	21.5		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] -	28	25.75	21.5		---

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda rilevata

PROVE SPT IN FORO
 25/09/2020

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
27.95	12
28.10	19
28.25	14

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	33	28.25	32.26	61.7	64.54	56.72

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornbush-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	33	28.25	24	33.86	26.86	34.72	28.56	38.21	36.64	30-32	33.97	34.2	38.84	36.91

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	33	28.25	24	349.68	192.00	283.90	360.00	195.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	33	28.25	24	144.00	76.76	170.40	145.04

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	33	28.25	24	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
[1] -	33	28.25	24	Terzaghi-Peck 1948	1.64

Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
[1] -	33	28.25	24	Terzaghi-Peck 1948	2.02

Modulo di Poisson

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	33	28.25	24	(A.G.I.)	0.31

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	33	28.25	24	1289.18	871.40

Velocità onde di taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	33	28.25	24	Ohta & Goto (1978) Limi	197.63

Liquefazione

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	33	28.25	24	Seed e Idriss (1971)	--

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
[1] -	33	28.25	24		---

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] -	33	28.25	24		---

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 4

Prove di laboratorio geotecnico



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01287

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data apertura e descrizione: **07/10/2020**

Data emissione rapporto: **14/10/2020**

Sondaggio n. **1** Campione: **1**

Profondità di prelievo: **6.30 – 6.80 m**

Qualità campione: **AGI Q4**

Alto: 6.30 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	0.70	0.50	Limo con argilla, grigio, poco consistente, umido.
	0.50	0.40	Lunghezza campione: 0.50 m
	0.60	0.40	Note:
Basso: 6.80 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01301	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,70**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,70**

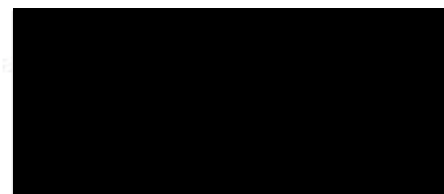
Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,43 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01295 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

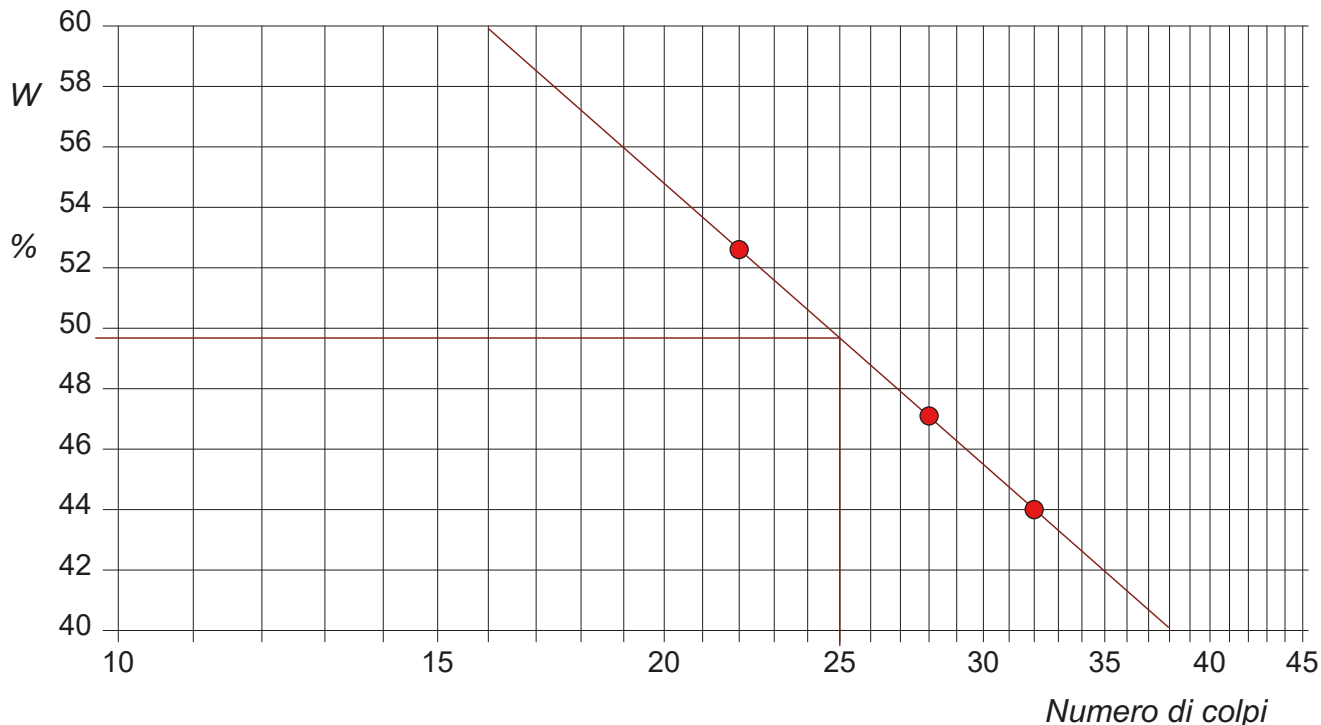
Limite di liquidità 49,7 %

Limite di plasticità 24,6 %

Indice di plasticità 25,1 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	28	32			Umidità (%)	24,5	24,7
Umidità (%)	52,6	47,1	44,0			Umidità media	24,6	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: **P01295** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

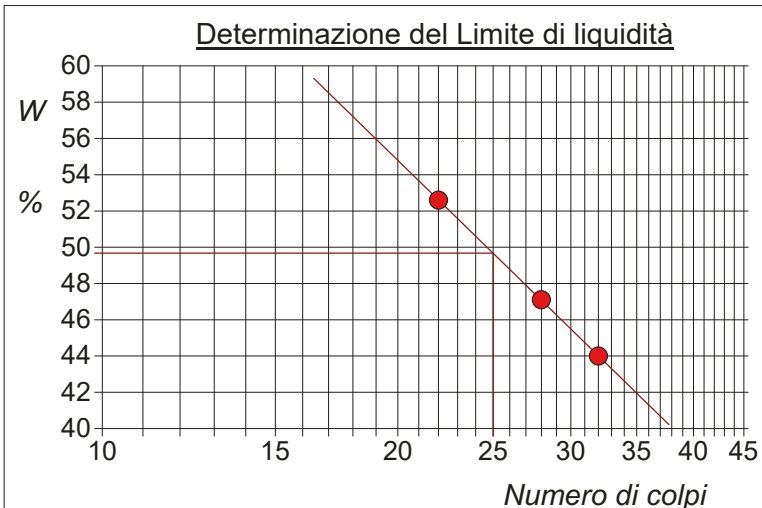
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	49,7	%
Limite di plasticità	24,6	%
Indice di plasticità	25,1	%
Indice di consistenza	0,61	
Passante al set. n° 40	NO	



C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

O - Argille e limi organici

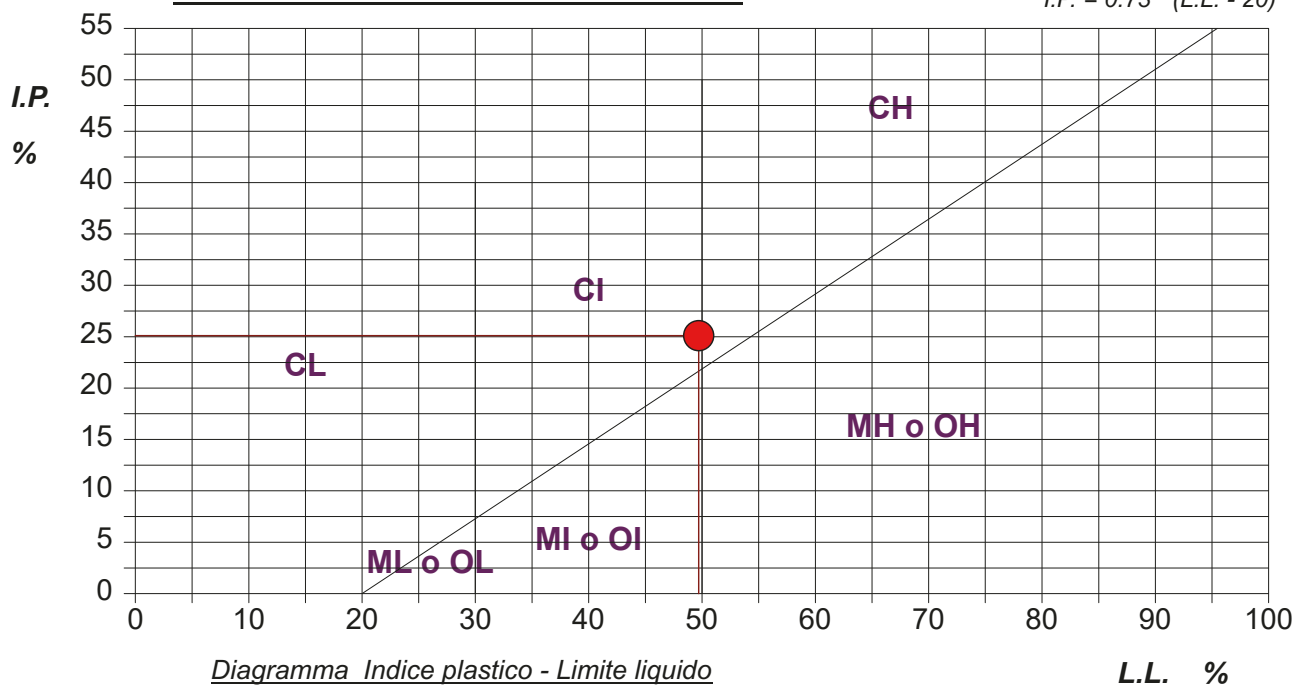
L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: P01291 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 14/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

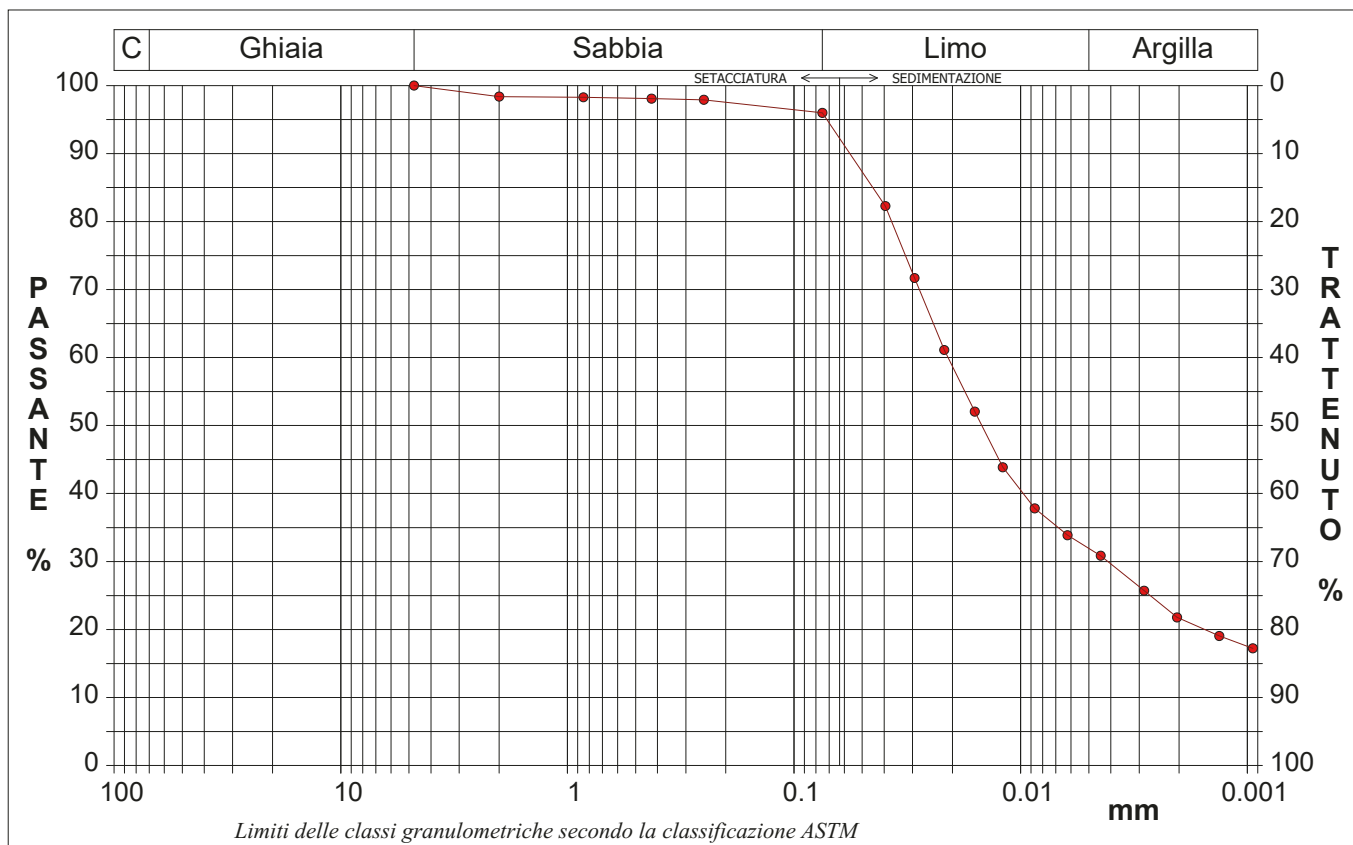
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999),ASTM D421-07,ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,4 %	D10	---	mm
Sabbia	4,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98,1 %	D30	0,00412	mm
Limo	64,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96,0 %	D50	0,01485	mm
Argilla	31,9 %			D60	0,02093	mm
				D90	0,05670	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,0750	95,97	0,0120	43,87	0,0020	21,78		
2,0000	98,38	0,0395	82,29	0,0087	37,82	0,0013	19,06		
0,8500	98,28	0,0294	71,70	0,0062	33,88	0,0009	17,24		
0,4250	98,07	0,0217	61,11	0,0044	30,86			Setacci	5
0,2500	97,90	0,0159	52,04	0,0029	25,72			Punti sediment.	12

RAPPORTO DI PROVA N°: P01278	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 09/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 09/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

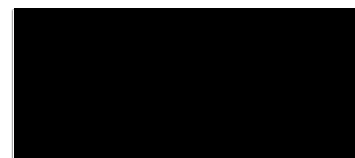
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 1961,3 kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,10	198,6						
0,25	269,7						
0,40	269,7						
0,50	282,0						
1,00	286,0						
2,00	290,8						
4,00	294,4						
8,00	297,9						
15,00	300,5						
30,00	304,0						
60,00	306,5						
120,00	309,2						
240,00	312,1						
480,00	316,0						
960,00	318,5						
1440,00	320,1						

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

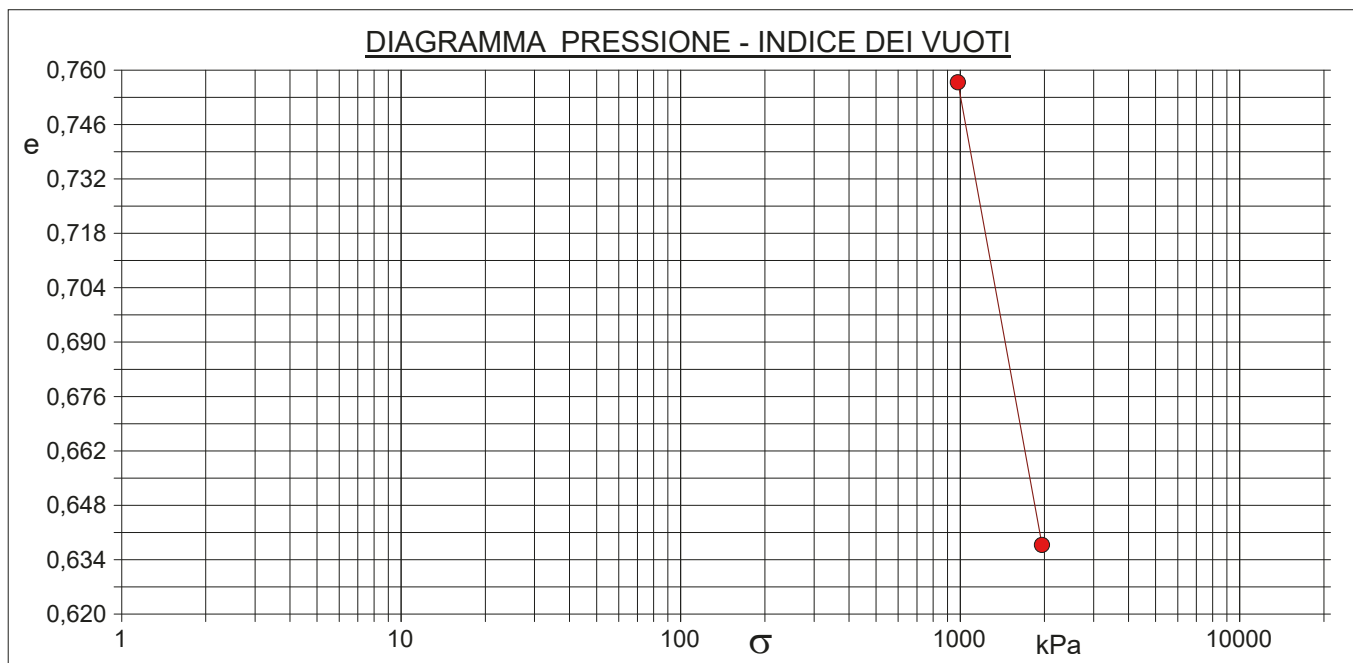


COMMITTENTE: Geo Group srl		
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 6.30 - 6.80

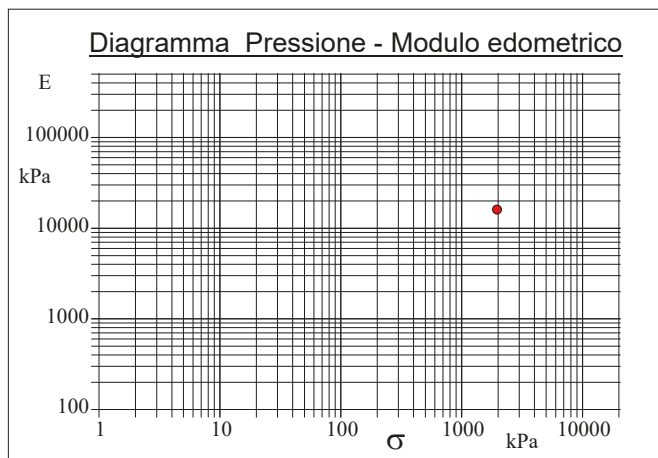
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m ³)	18,31	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,95
Umidità (%)	34,5	Volume provino (cm ³)	39,27	Porosità (%)	48,71
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm ³)	19,13	Saturazione (%)	98,3



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec
980,7	198,0	0,757	0,395	16063	0,001841	1,12E-08
1961,3	320,1	0,638				





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01288

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data apertura e descrizione: **07/10/2020**

Data emissione rapporto: **14/10/2020**

Sondaggio n. **1** Campione: **2**

Profondità di prelievo: **12.10 – 12.60 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 12.10 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	0.4	0.60	Argilla limosa, grigia, da poco consistente a molto consistente, umida, con tracce di materia organica.
	1.9	>1.0	Lunghezza campione: 0.50 m
	1.9	>1.0	Note:
Basso: 12.60 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01302	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,76**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,76**

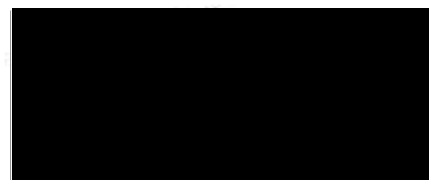
Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,43 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01273	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-10, ASTM D2974-14

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 35,9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,43 mm

RAPPORTO DI PROVA N°: P01274	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 07/10/20

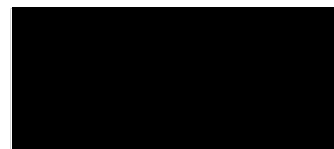
COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D1188-15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 18,3 kN/m³



RAPPORTO DI PROVA N°: **P01296** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

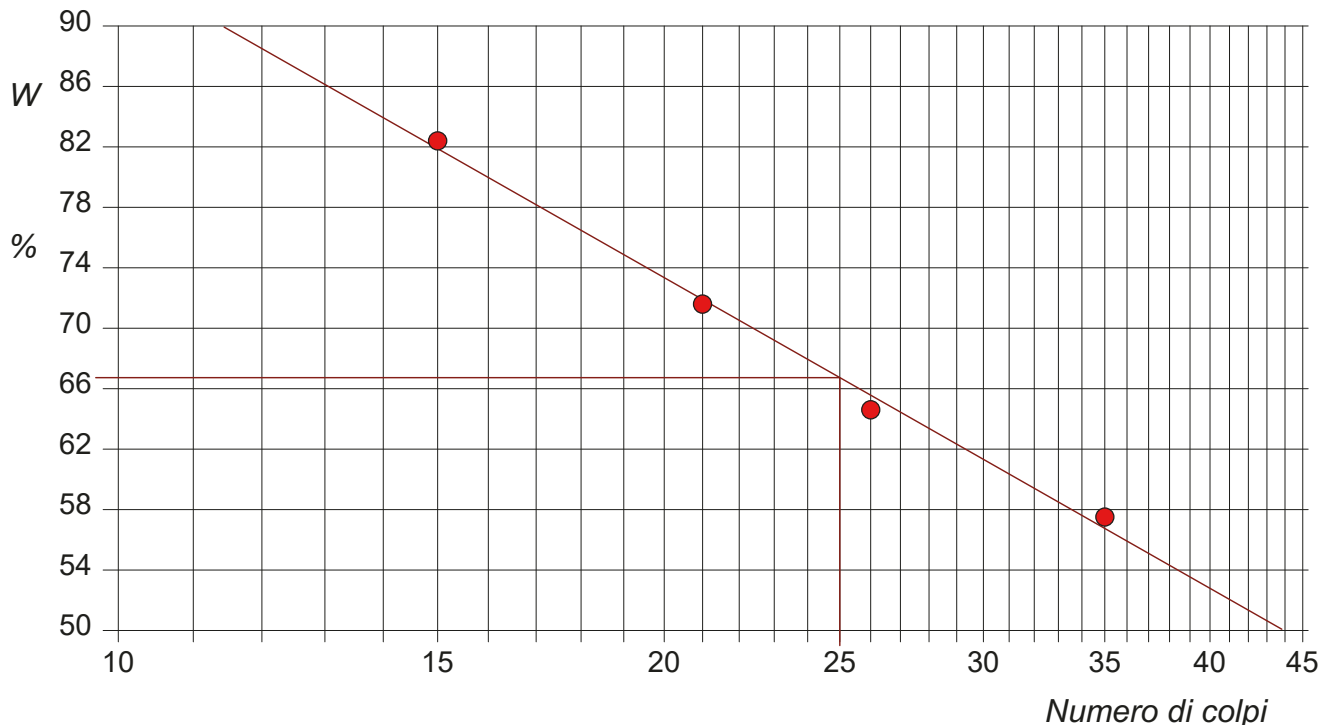
Limite di liquidità 66,7 %

Limite di plasticità 30,0 %

Indice di plasticità 36,7 %

LIMITE DI LIQUIDITA'					LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	21	26	35	Umidità (%)	30,3	29,7
Umidità (%)	82,4	71,6	64,6	57,5	Umidità media	30,0	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: P01296 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20 Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020 Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

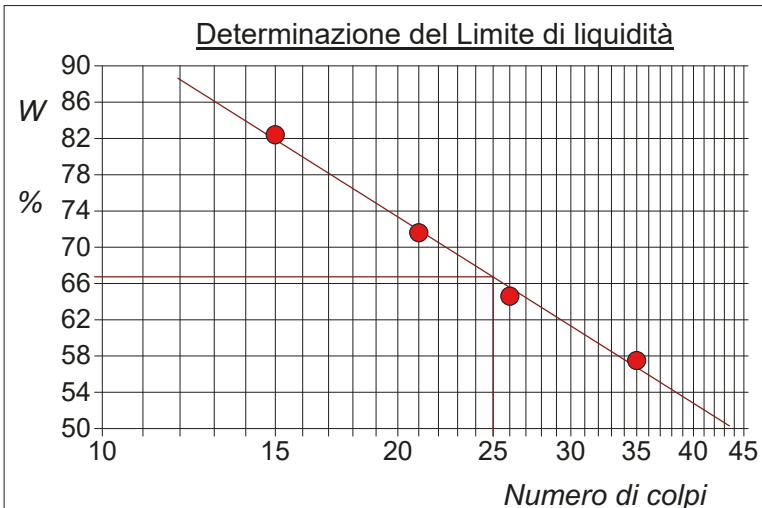
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	66,7	%
Limite di plasticità	30,0	%
Indice di plasticità	36,7	%
Indice di consistenza	0,84	
Passante al set. n° 40	NO	



C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

O - Argille e limi organici

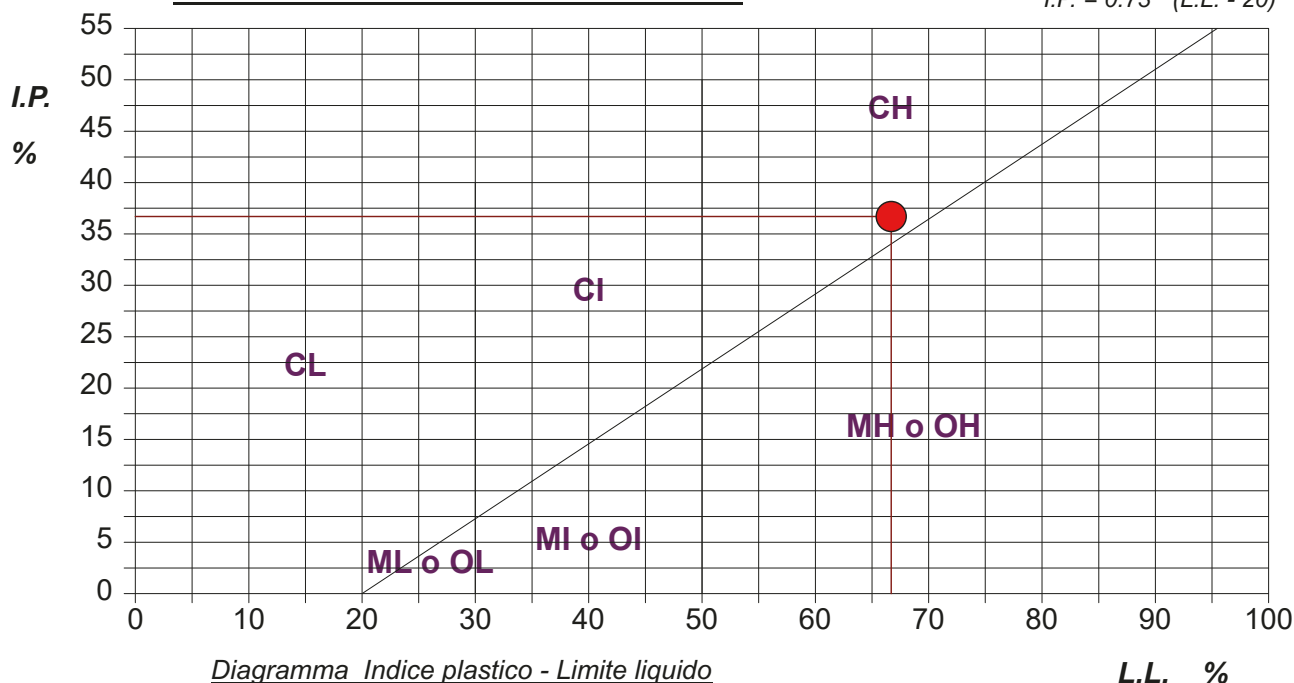
L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

H - Alta compressibilità

ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: P01292 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20 Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020 Fine analisi: 14/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

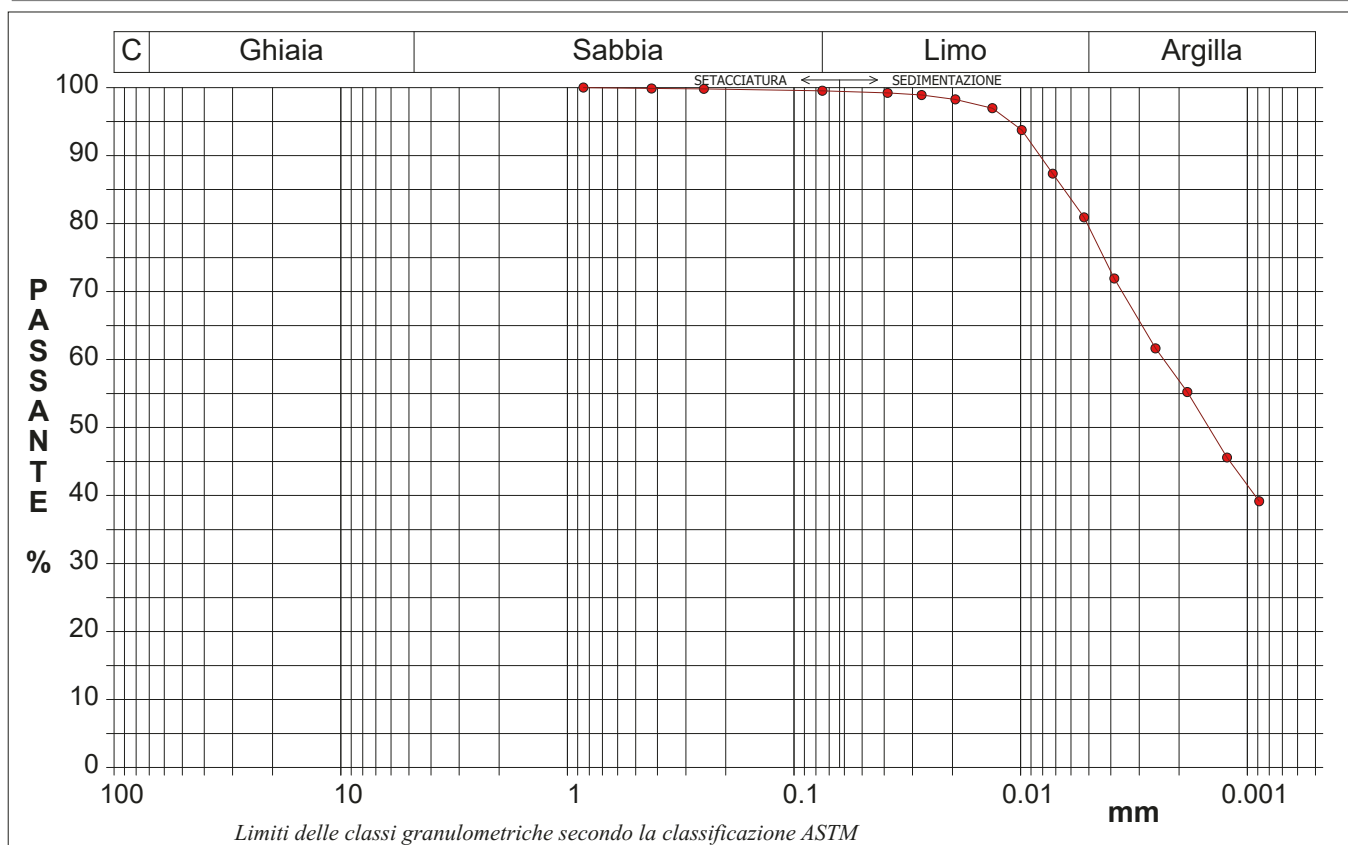
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 12.10 - 12.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999),ASTM D421-07,ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,9 %	D30	---	mm
Limo	20,0 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,5 %	D50	0,00148	mm
Argilla	79,5 %			D60	0,00234	mm
				D90	0,00823	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0,8500	100,00	0,0274	98,90	0,0053	80,91	0,0009	39,17		
0,4250	99,86	0,0194	98,25	0,0039	71,92				
0,2500	99,80	0,0133	96,97	0,0025	61,65				
0,0750	99,53	0,0099	93,76	0,0018	55,23			Setacci	3
0,0387	99,22	0,0072	87,34	0,0012	45,59			Punti sediment.	12



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01289

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data apertura e descrizione: **07/10/2020**

Data emissione rapporto: **14/10/2020**

Sondaggio n. **1** Campione: **3**

Profondità di prelievo: **18.00 – 18.50 m**

Qualità campione: **AGI Q4**

Alto: 18.00 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	0.5	0.8	Da 18.00-18.25 m: Argilla limosa, grigio nocciola, poco consistente, satura;
	0.7	0.6	Da 18.25-18.50 m: argilla con limo e abbondante materia organica, nerastra, umida.
	1.3		Lunghezza campione: 0.50 m
	1.6	>1.0	Note: le prove sono state eseguite da 18.25 a 18.50 m.
	1.5		
Basso: 18.50 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01303	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 18.00 - 18.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,70**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,70**

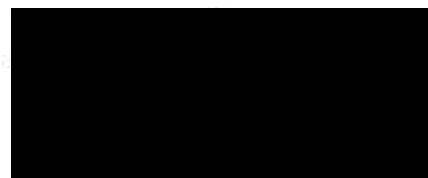
Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,85 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01297 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 18.00 - 18.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

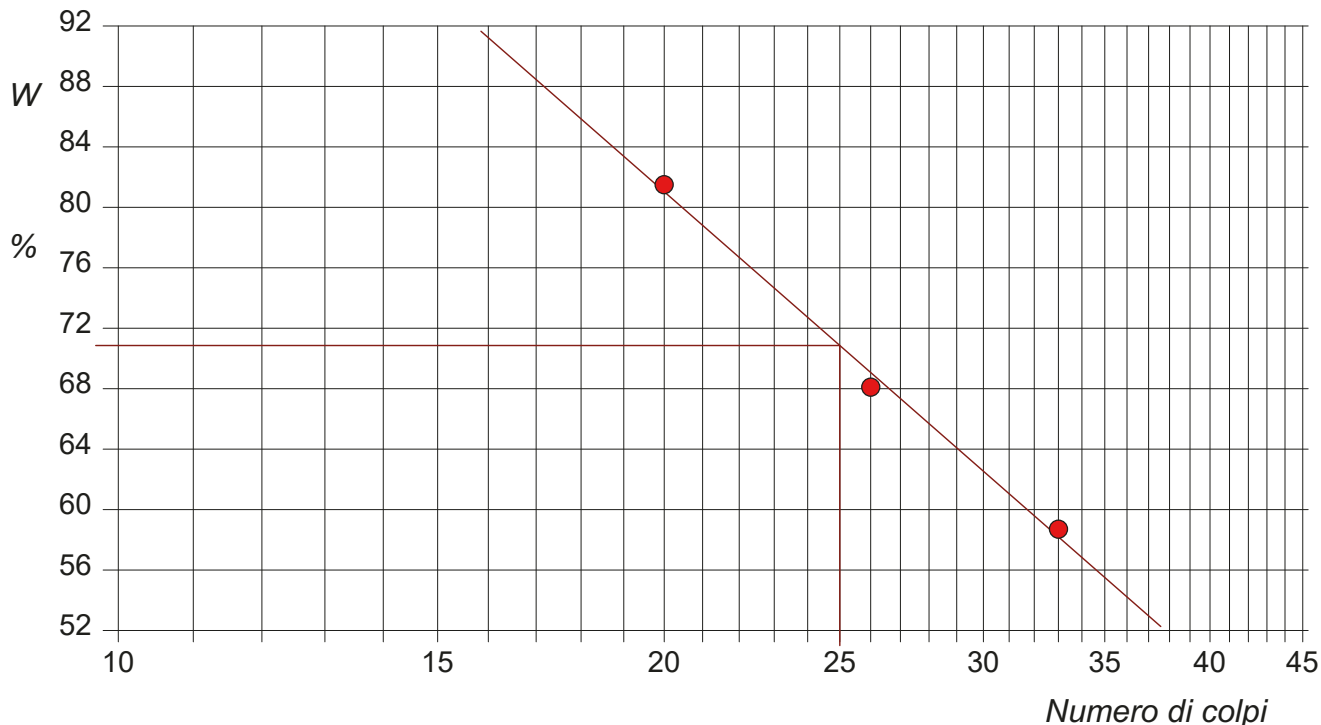
Limite di liquidità 70,8 %

Limite di plasticità 32,7 %

Indice di plasticità 38,1 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	20	26	33			Umidità (%)	31,0	34,4
Umidità (%)	81,5	68,1	58,7			Umidità media	32,7	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: P01297 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 18.00 - 18.50

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	70,8	%
Limite di plasticità	32,7	%
Indice di plasticità	38,1	%
Indice di consistenza	0,58	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

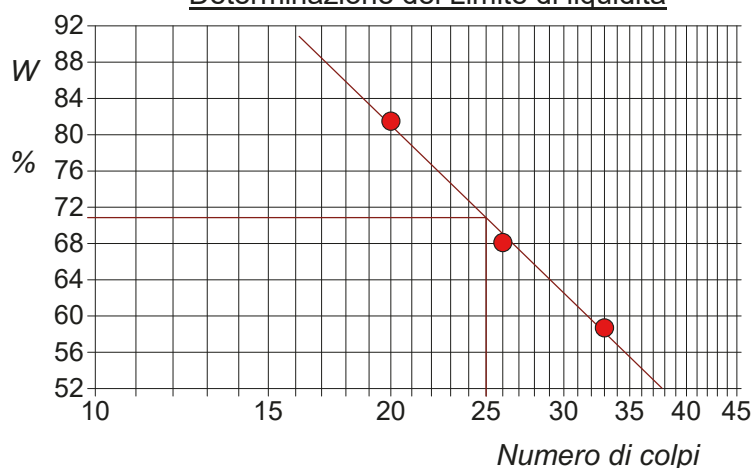
O - Argille e limi organici

L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

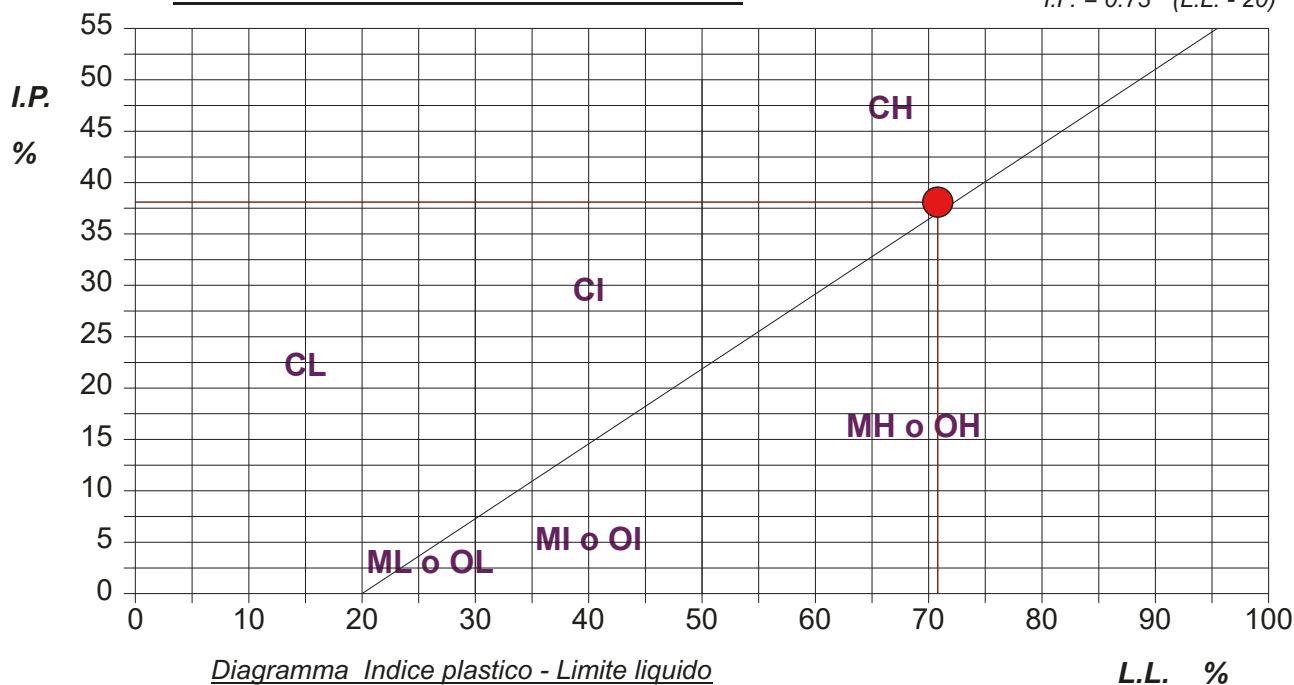
H - Alta compressibilità

Determinazione del Limite di liquidità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: P01293 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 14/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

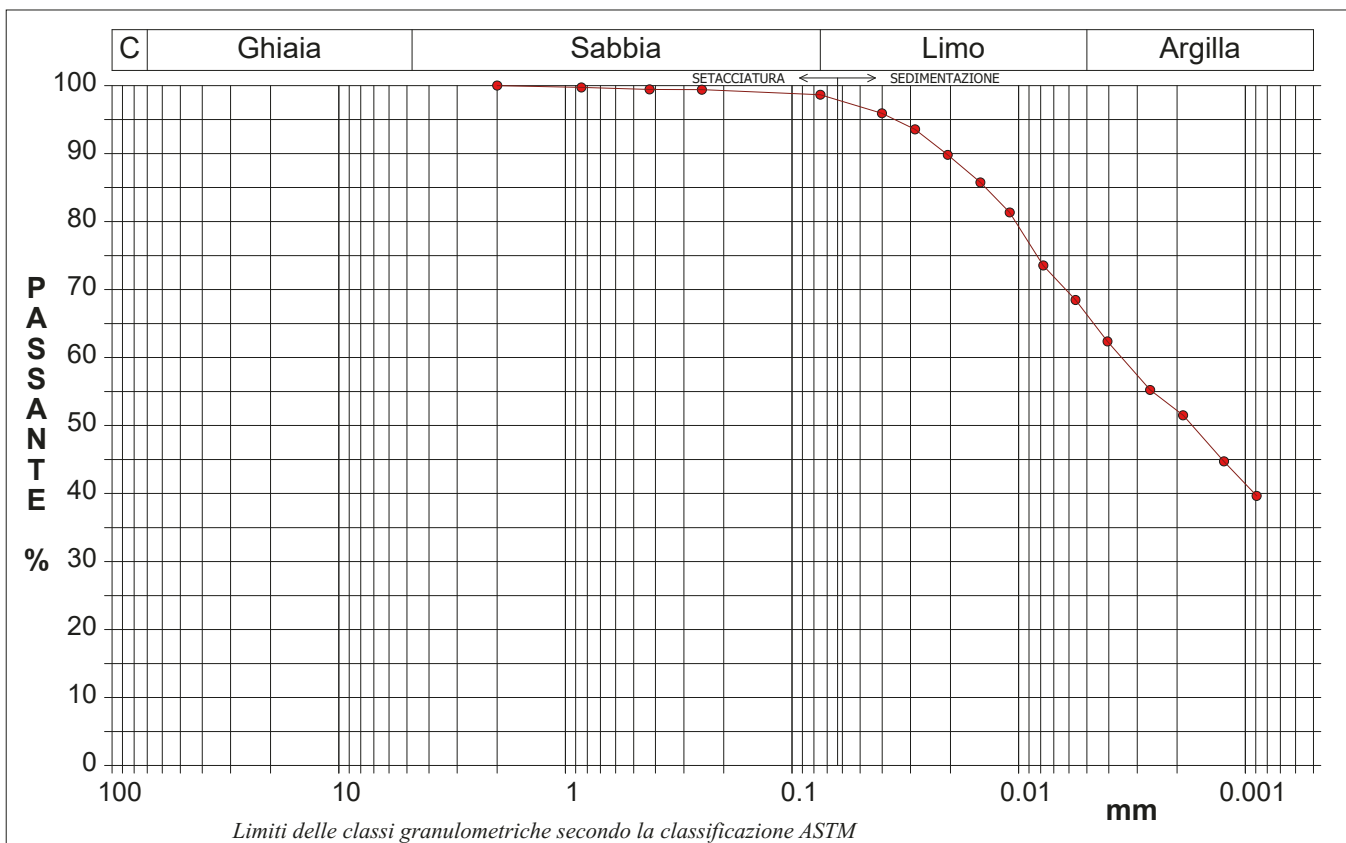
CAMPIONE: 3

PROFONDITA': m 18.00 - 18.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	1,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D30	---	mm
Limo	32,3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,6 %	D50	0,00171	mm
Argilla	66,3 %			D60	0,00351	mm
				D90	0,02088	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0401	95,92	0,0078	73,55	0,0012	44,74		
0,8500	99,72	0,0286	93,55	0,0056	68,46	0,0009	39,66		
0,4250	99,42	0,0205	89,82	0,0041	62,36				
0,2500	99,38	0,0148	85,75	0,0026	55,25			Setacci	4
0,0750	98,65	0,0110	81,34	0,0019	51,52			Punti sediment.	12



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01271

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data inizio prova: **07/10/20** Data fine prova: **08/10/20**

Data emissione rapporto: **08/10/20**

Sondaggio n. **1** Campione: **3**

Profondità di prelievo: **18.00 – 18.50 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Attrezzatura utilizzata

- **N. 2 Celle triassiali Tecnotest TR206;**
- **Sorgente di pressione costante Tecnotest TR305;**
- **Macchina a compressione/trazione Tecnotest mod. TR115:** Pressa A s/n 11044/08, Pressa B s/n 11044/07;
- **Strumenti di misura del carico assiale e degli abbassamenti del provino** costituiti da:
 - o Pressa A s/n 11044/08: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904832) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007383FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 11240459) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008145DRI del 13/07/2020*;
 - o Pressa B s/n 11044/07: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904833) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007407FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 10120287) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008146DRI del 13/07/2020*;
- **Membrane impermeabili** in lattice naturale per provini da 38.1;
- **Carta da filtro Whatman.**

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alla seguente norma di riferimento:

- AGI (1994): "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01271

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data inizio prova: **07/10/20** Data fine prova: **08/10/20**

Data emissione rapporto: **08/10/20**

Sondaggio n. **1** Campione: **3**

Profondità di prelievo: **18.00 – 18.50 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Fotografie dei provini al termine della fase di rottura



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Incertezza associata alle misure: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

RAPPORTO DI PROVA N°: P01271	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 3 PROFONDITA': m 18.00 - 18.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,07	0,09	24,5		0,94	1,24	73,8		0,04	0,06	26,3	
0,40	0,52	40,1		1,25	1,64	78,2		0,14	0,19	55,2	
0,56	0,74	44,8		1,58	2,08	81,8		0,27	0,35	77,8	
0,72	0,95	49,5		1,90	2,50	83,7		0,47	0,61	92,4	
1,05	1,38	52,3		2,24	2,95	85,3		0,59	0,78	99,2	
1,39	1,83	53,4		2,58	3,39	87,3		0,76	1,00	104,2	
1,71	2,25	56,6		2,92	3,84	89,9		0,96	1,27	101,3	
2,03	2,67	56,3		3,25	4,28	90,8		1,24	1,63	99,2	
2,31	3,04	62,1		3,59	4,72	91,4		1,38	1,82	92,1	
2,58	3,39	67,8		3,90	5,13	91,4		1,66	2,19	84,1	
2,90	3,82	72,6		4,28	5,63	91,0		1,98	2,60	82,9	
3,15	4,14	73,1		4,59	6,04	91,0		2,30	3,02	82,5	
3,40	4,47	73,7		4,79	6,30	91,9		2,50	3,29	83,1	
3,73	4,90	75,1		5,00	6,58	91,9		2,63	3,47	87,2	
3,85	5,07	70,8		5,22	6,86	91,9		2,83	3,73	87,0	
4,20	5,53	68,8		5,54	7,29	92,3		2,97	3,90	91,9	
4,41	5,81	68,6		5,83	7,67	91,6		3,25	4,28	92,4	
4,63	6,09	68,4		6,16	8,11	92,7		3,60	4,73	93,6	
4,86	6,39	69,8		6,49	8,54	92,7		3,89	5,12	93,2	
5,16	6,79	71,9		6,79	8,94	91,9		4,09	5,38	91,3	
5,46	7,18	74,1		7,11	9,36	91,9		4,18	5,49	85,4	
5,77	7,59	77,8		7,44	9,79	92,3		4,38	5,76	85,1	
6,08	8,00	75,9		7,74	10,18	91,4		4,51	5,94	80,0	
6,41	8,43	72,3		8,05	10,60	90,3		4,82	6,35	74,8	
6,71	8,83	70,4		8,39	11,03	89,7		5,17	6,80	71,1	
7,03	9,24	70,1						5,48	7,21	73,3	
7,33	9,64	68,9						5,68	7,47	73,0	
7,68	10,11	69,4						5,81	7,65	78,6	
7,94	10,44	69,9						6,18	8,13	79,8	
8,19	10,78	70,4						6,47	8,51	75,4	
8,42	11,08	72,1						6,76	8,90	68,7	
8,65	11,39	73,8									
9,08	11,94	74,1									

COMMITTENTE: Geo Group srl			
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 3	PROFONDITA': m	18.00 - 18.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

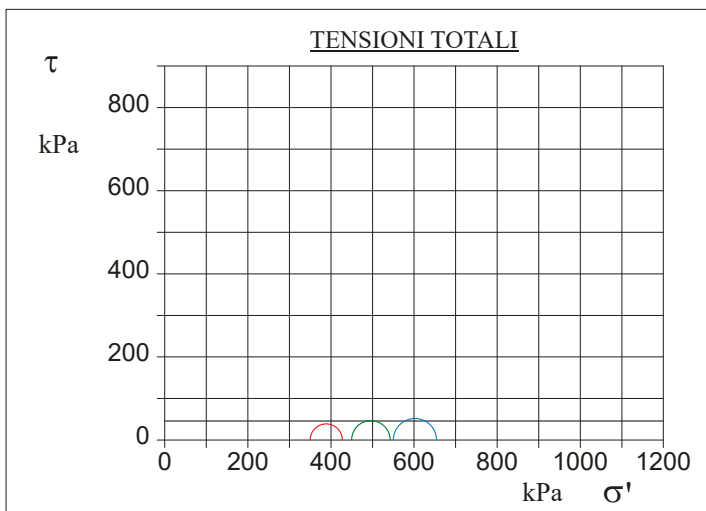
Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione			Valori finali o a rottura			
n°	H _o cm	φ cm	γ kN/m³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ _l -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_l + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_l - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,60	3,81	16,0	2,71	47,7	88,8	350	0	350	7,6	78	389	39
2	7,60	3,81	16,2	2,71	55,8	97,1	450	0	450	8,1	93	496	46
3	7,60	3,81	17,5	2,71	42,1	99,1	550	0	550	1,0	104	602	52

H _o φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini	γ γ _s - Peso di volume e peso specifico S - Grado di saturazione	σ ₃ - Pressione di cella u _o - Back pressure	δ _f - Deformazione a rottura σ _l σ ₃ - Tensioni totali
--	--	---	--

Velocità di deformazione:
1,000 mm/min

cu = 46 kPa



Tipo di rottura

Provino 1

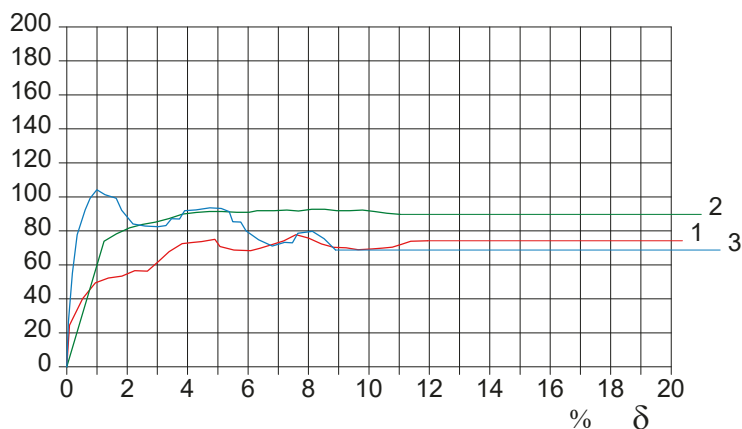
Provino 2

Provino 3

σ_l-σ₃
kPa

Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01290

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data apertura e descrizione: **07/10/2020**

Data emissione rapporto: **14/10/2020**

Sondaggio n. **1** Campione: **4**

Profondità di prelievo: **32.00 – 32.50 m**

Qualità campione: **AGI Q4**

Alto: 32.00 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	1.40	>1.0	Argilla con limo, grigio nocciola, da consistente a molto consistente, umida, con inclusi calcinoli.
	2.50		Lunghezza campione: 0.50 m
	2.40		Note:
Basso: 32.50 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01304	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 08/10/20	Inizio analisi: 07/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 07/10/2020	Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad
SONDAGGIO: 1 CAMPIONE: 4 PROFONDITA': m 32.00 - 32.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,70**

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,70**

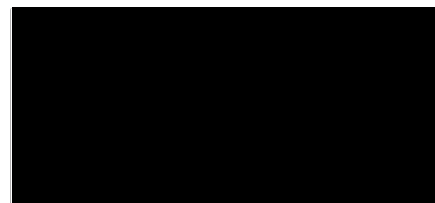
Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 250 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 2,00 mm

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01298 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 32.00 - 32.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

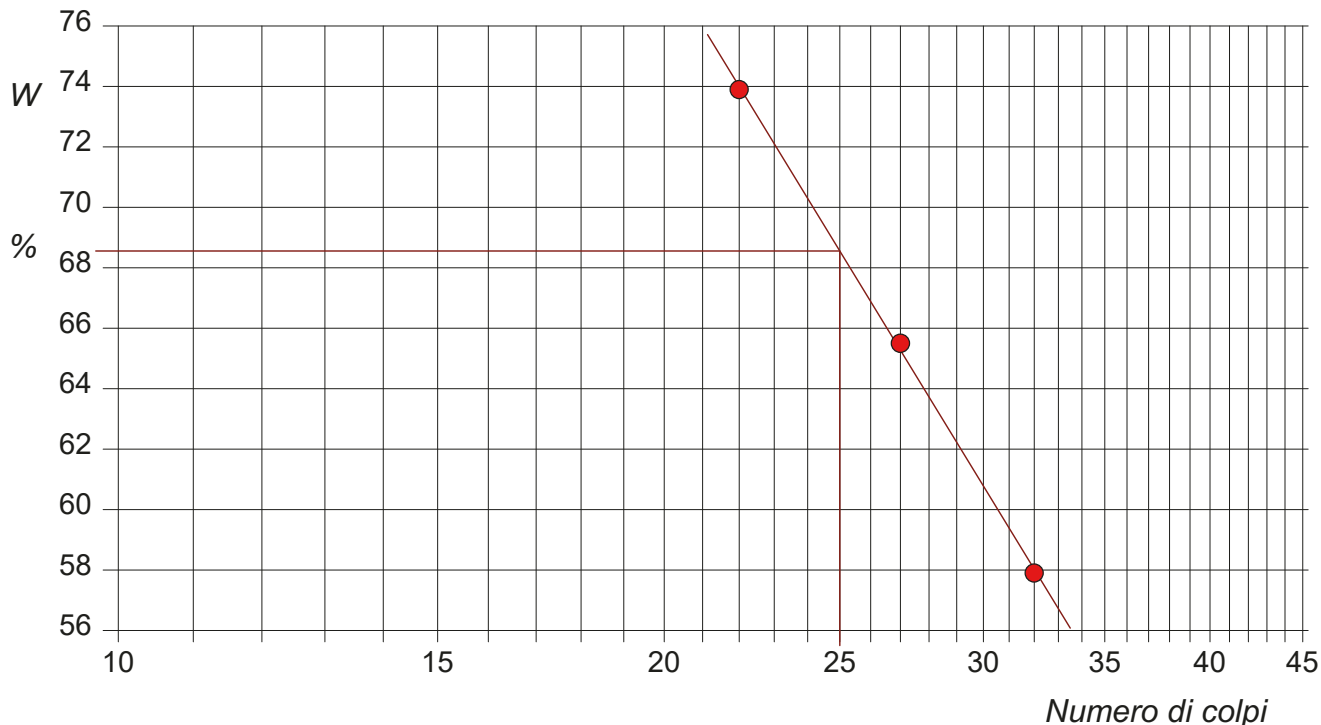
Limite di liquidità 68,5 %

Limite di plasticità 33,6 %

Indice di plasticità 34,9 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	27	32			Umidità (%)	32,0	35,2
Umidità (%)	73,9	65,5	57,9			Umidità media	33,6	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: **P01298** Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20 Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020 Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 32.00 - 32.50

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	68,5	%
Limite di plasticità	33,6	%
Indice di plasticità	34,9	%
Indice di consistenza	1,24	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

L - Bassa compressibilità

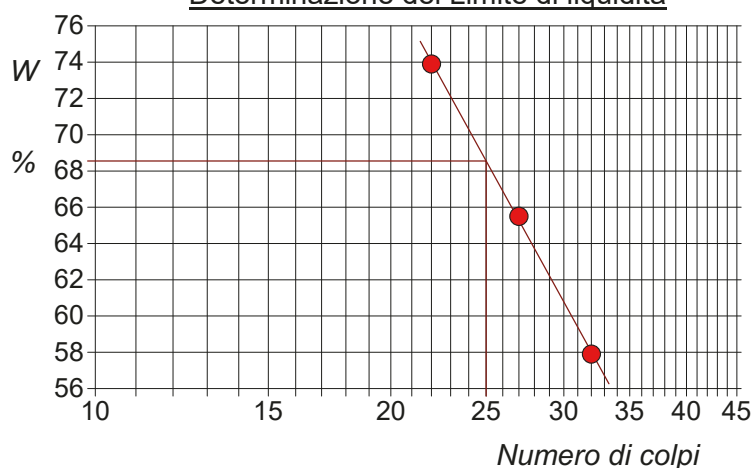
M - Limi inorganici

I - Media compressibilità

O - Argille e limi organici

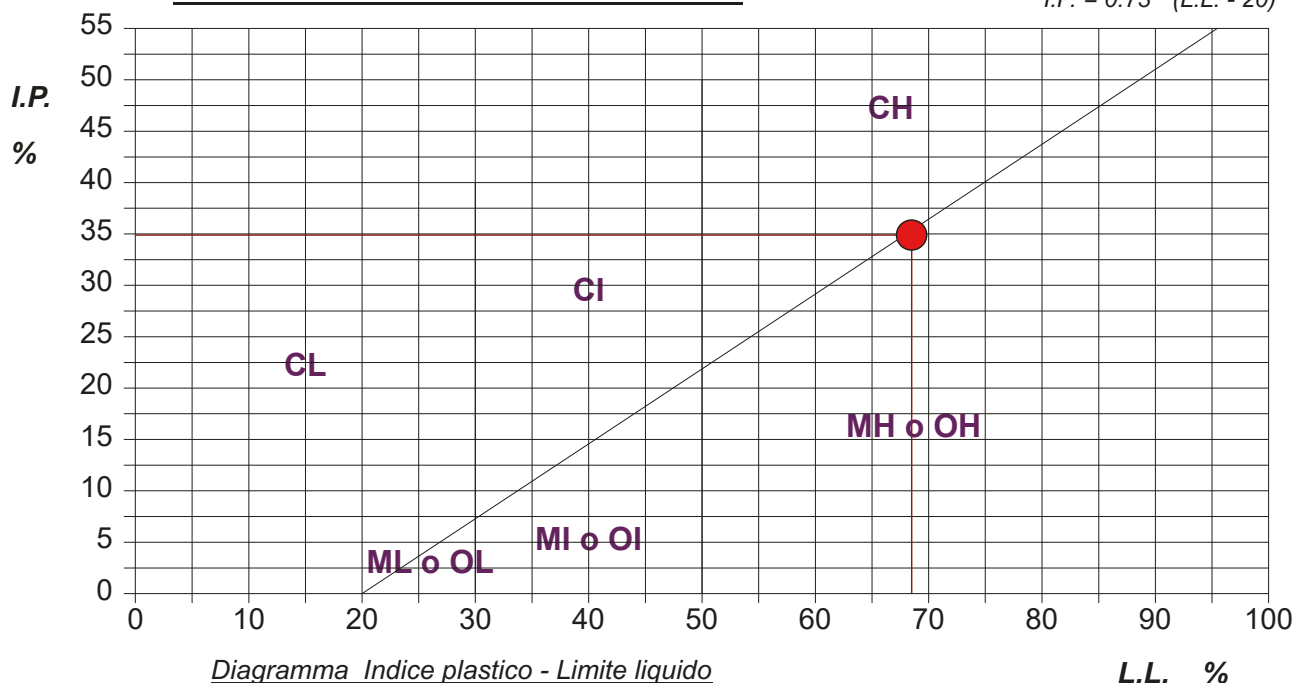
H - Alta compressibilità

Determinazione del Limite di liquidità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: **P01294** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 14/10/20 Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020 Fine analisi: 14/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

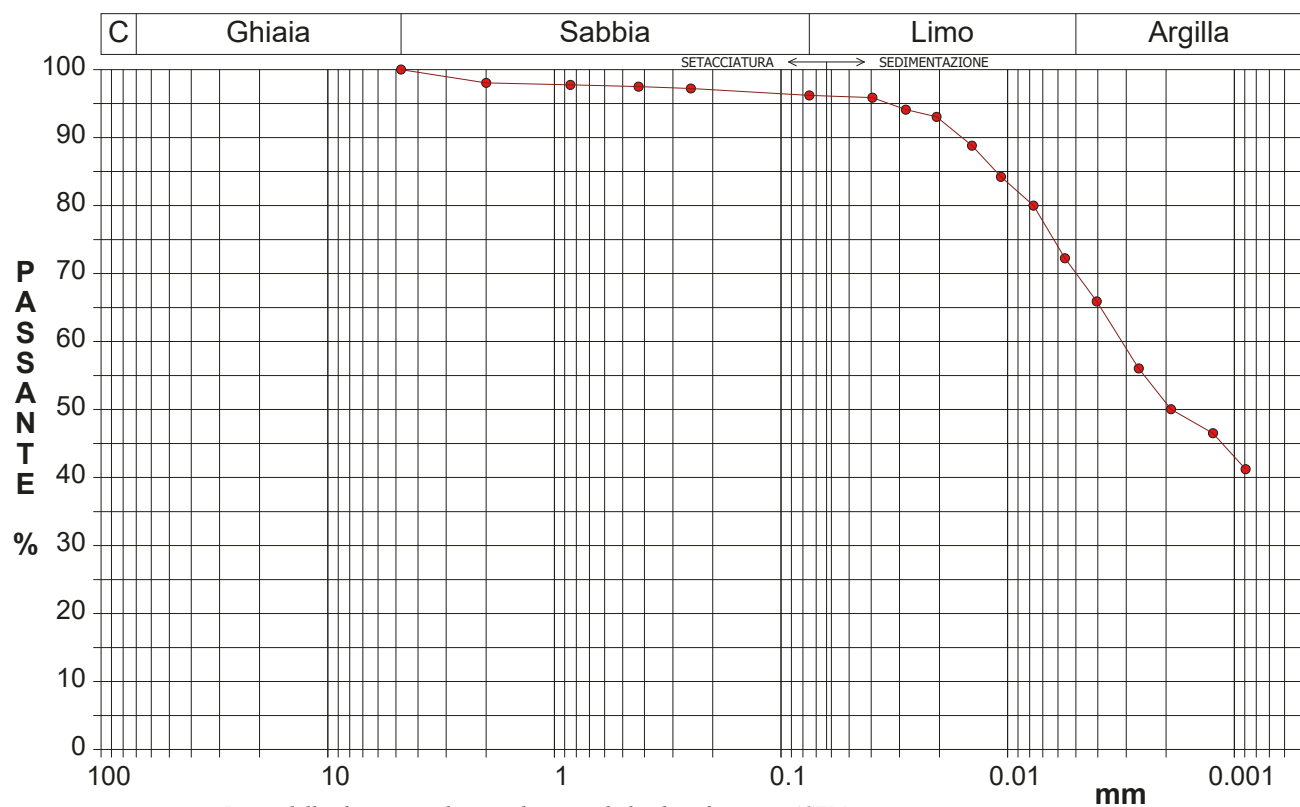
CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 32.00 - 32.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98,0 %	D10	---	mm
Sabbia	3,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,5 %	D30	---	mm
Limo	26,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	96,2 %	D50	0,00189	mm
Argilla	70,1 %			D60	0,00313	mm
				D90	0,01591	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,0750	96,20	0,0107	84,23	0,0019	50,04		
2,0000	98,04	0,0395	95,86	0,0077	80,00	0,0012	46,52		
0,8500	97,76	0,0282	94,09	0,0056	72,24	0,0009	41,23		
0,4250	97,49	0,0206	93,04	0,0040	65,90			Setacci	5
0,2500	97,22	0,0144	88,81	0,0026	56,03			Punti sediment.	12



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01272

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data inizio prova: **07/10/20** Data fine prova: **08/10/20**

Data emissione rapporto: **08/10/20**

Sondaggio n. **1** Campione: **4**

Profondità di prelievo: **32.00 – 32.50 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Attrezzatura utilizzata

- **N. 2 Celle triassiali Tecnotest TR206;**
- **Sorgente di pressione costante Tecnotest TR305;**
- **Macchina a compressione/trazione Tecnotest mod. TR115:** Pressa A s/n 11044/08, Pressa B s/n 11044/07;
- **Strumenti di misura del carico assiale e degli abbassamenti del provino** costituiti da:
 - o Pressa A s/n 11044/08: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904832) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007383FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 11240459) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008145DRI del 13/07/2020*;
 - o Pressa B s/n 11044/07: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904833) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007407FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 10120287) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008146DRI del 13/07/2020*;
- **Membrane impermeabili** in lattice naturale per provini da 38.1;
- **Carta da filtro Whatman.**

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alla seguente norma di riferimento:

- AGI (1994): "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01272

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, Viale Finzi n. 79**

Cantiere: **area Conad**

Data inizio prova: **07/10/20** Data fine prova: **08/10/20**

Data emissione rapporto: **08/10/20**

Sondaggio n. **1** Campione: **4**

Profondità di prelievo: **32.00 – 32.50 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Fotografie dei provini al termine della fase di rottura



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Incertezza associata alle misure: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

RAPPORTO DI PROVA N°: P01272 Pagina 3/3

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 07/10/20

Apertura campione: 07/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': m 32.00 - 32.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δu kPa
0,14	0,18	31,5		0,20	0,26	17,5		0,20	0,26	17,5	
0,46	0,61	31,4		0,30	0,40	42,8		0,32	0,41	48,9	
0,66	0,87	61,7		0,50	0,66	42,7		0,47	0,62	59,8	
0,81	1,06	79,0		0,63	0,83	63,5		0,63	0,83	70,8	
1,01	1,33	78,8		0,92	1,21	79,7		0,80	1,05	80,4	
1,12	1,48	89,9		1,12	1,48	79,5		0,96	1,27	90,1	
1,44	1,89	97,2		1,25	1,64	91,5		1,13	1,48	98,0	
1,64	2,16	97,0		1,55	2,03	100,5		1,29	1,70	105,9	
1,78	2,34	101,1		1,75	2,30	100,3		1,55	2,04	110,8	
1,98	2,60	100,8		1,87	2,46	107,8		1,81	2,38	115,6	
2,12	2,79	99,8		2,18	2,87	107,3		2,07	2,72	120,0	
2,44	3,21	99,3		2,38	3,13	116,4		2,32	3,06	124,4	
2,54	3,34	99,2		2,52	3,31	114,5		2,64	3,47	128,4	
2,75	3,62	104,8		2,62	3,44	114,3		2,90	3,82	131,2	
2,95	3,88	104,5		2,82	3,71	112,3		3,17	4,17	134,1	
3,07	4,04	111,9		3,16	4,16	111,8		3,49	4,59	136,7	
3,61	4,75	120,3		3,36	4,42	109,8		3,78	4,98	139,3	
4,01	5,28	128,8		3,50	4,60	109,6		4,14	5,45	142,9	
4,29	5,64	132,4		3,70	4,87	109,3		4,49	5,90	145,1	
4,83	6,35	135,5		3,85	5,06	117,4		4,89	6,43	146,4	
5,27	6,94	130,6		4,16	5,47	123,5		5,15	6,77	146,4	
5,58	7,34	130,9		4,36	5,74	123,2		5,41	7,12	146,4	
6,08	8,00	134,0		4,49	5,91	129,6		5,72	7,53	146,4	
6,48	8,53	139,6		4,69	6,18	129,2		6,03	7,94	148,1	
6,81	8,96	149,3		4,84	6,37	133,9		6,30	8,29	148,4	
7,12	9,36	149,5		5,16	6,79	138,2		6,57	8,65	148,6	
7,56	9,95	150,1		5,36	7,05	137,8		7,01	9,23	147,7	
7,99	10,51	148,3		5,53	7,27	137,5		7,30	9,61	147,7	
8,43	11,09	141,2		5,73	7,54	137,1		7,72	10,16	148,1	
8,77	11,54	143,5		5,84	7,69	135,2		7,97	10,48	147,0	
9,18	12,07	149,6		6,14	8,08	131,4		8,22	10,81	145,9	
9,57	12,59	152,6		6,34	8,34	131,0		8,51	11,19	146,8	
9,99	13,15	155,4		6,47	8,51	128,4		8,81	11,59	147,0	
10,34	13,61	156,9		6,77	8,91	131,8		9,11	11,98	147,3	
10,73	14,12	156,7		6,87	9,04	131,6		9,31	12,25	146,2	
11,23	14,77	148,8		7,05	9,28	134,5		9,52	12,52	145,1	
11,59	15,24	146,5		7,45	9,80	140,8		9,77	12,86	145,9	
11,91	15,67	147,2		8,00	10,53	146,8		10,03	13,20	146,8	
12,43	16,35	148,9		8,36	11,00	147,5		10,24	13,47	149,0	
12,83	16,88	153,8		8,68	11,42	146,1		10,49	13,80	149,0	
13,13	17,27	154,6		9,07	11,93	144,5		10,74	14,13	149,0	
13,50	17,76	155,1		9,59	12,61	141,0		11,06	14,56	149,0	
14,03	18,46	152,3		9,89	13,01	144,2		11,54	15,18	149,9	
14,25	18,75	148,2		10,22	13,44	148,0		11,98	15,77	149,9	
14,81	19,48	143,4		10,65	14,01	152,3		12,31	16,20	151,2	
15,16	19,95	145,3		11,10	14,61	160,3		12,64	16,63	149,5	
15,51	20,40	148,0		11,44	15,06	160,2		13,17	17,33	149,5	
16,03	21,09	148,8		11,99	15,78	156,6		13,61	17,91	148,1	
16,37	21,54	150,7		12,22	16,08	150,9		13,93	18,32	147,7	
16,85	22,17	148,8		12,75	16,77	151,1		14,72	19,36	142,4	
17,16	22,58	144,0		13,08	17,21	155,4		15,29	20,12	140,9	
17,67	23,25	140,0		13,43	17,67	159,6		15,89	20,91	140,7	
18,03	23,72	138,5		13,94	18,34	162,6		16,51	21,73	135,8	
18,34	24,13	139,1		14,37	18,91	165,7		17,00	22,37	132,3	
18,76	24,68	143,4		14,70	19,34	164,1		17,57	23,11	130,1	
19,15	25,19	144,4		15,21	20,01	159,3		18,42	24,23	126,6	
19,67	25,89	145,0		15,54	20,44	157,0		19,17	25,23	124,4	
20,00	26,31	143,5		15,97	21,01	161,4		19,92	26,21	122,2	

COMMITTENTE:	Geo Group srl		
RIFERIMENTO:	Modena, viale Finzi n. 79 - Area Conad		
SONDAGGIO:	1	CAMPIONE:	4
		PROFONDITA': m	32.00 - 32.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

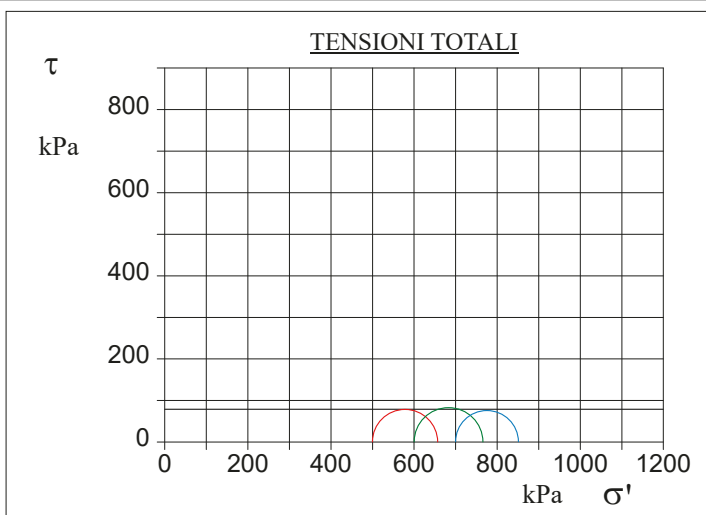
Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione			Valori finali o a rottura			
n°	H _o cm	φ cm	γ kN/m³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,60	3,81	16,0	2,71	25,6	63,8	500	0	500	14,0	157	578	78
2	7,60	3,81	16,2	2,71	24,4	63,4	600	0	600	18,9	166	683	83
3	7,60	3,81	17,5	2,71	24,6	75,2	700	0	700	16,2	151	776	76

H _o φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini	γ γ _s - Peso di volume e peso specifico S - Grado di saturazione	σ ₃ - Pressione di cella u _o - Back pressure	δ _f - Deformazione a rottura σ ₁ σ ₃ - Tensioni totali
--	--	---	--

Velocità di deformazione:
1,000 mm/min

cu = 79 kPa



Tipo di rottura

Provino 1

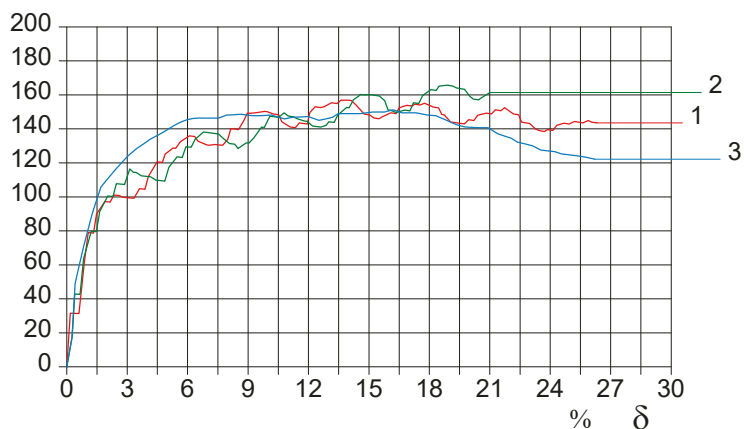
Provino 2

Provino 3

σ₁-σ₃
kPa

Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01265

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data apertura e descrizione: **01/10/2020**

Data emissione rapporto: **02/10/2020**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **1**

Profondità di prelievo: **3.10 – 3.60 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 3.10 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	1.50	>1.00	Argilla con limo, grigio nocciola, consistente, umida, con tracce di materia organica e piccoli calcinoli.
	1.65		Lunghezza campione: 0.50 m
	1.60	>1.00	Note:
Basso: 3.60 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01299	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/10/20	Inizio analisi: 01/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/10/2020	Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ
SONDAGGIO: S2_PZ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,71**

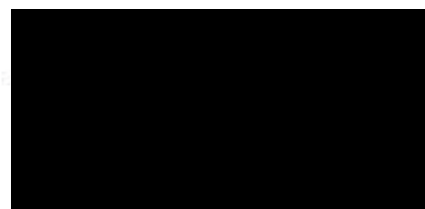
γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,71**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01267 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

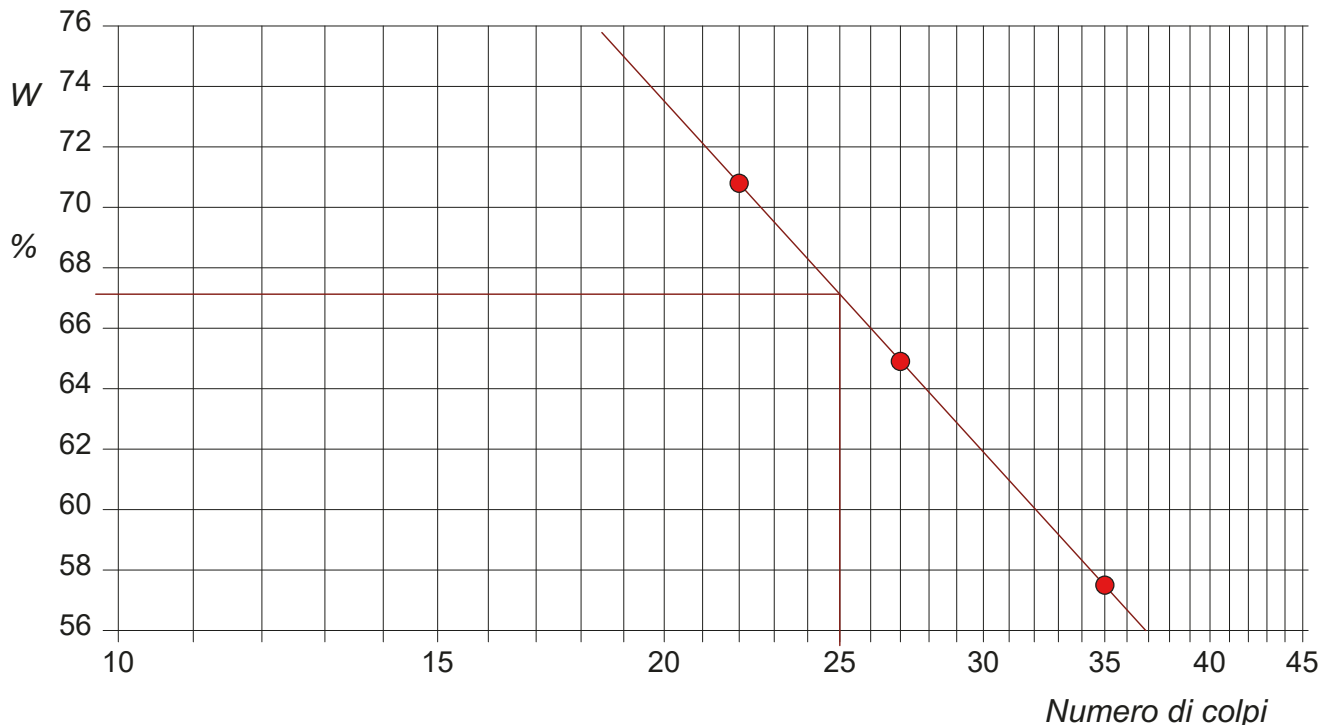
Limite di liquidità 67,1 %

Limite di plasticità 29,9 %

Indice di plasticità 37,2 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	22	27	35			Umidità (%)	29,4	30,3
Umidità (%)	70,8	64,9	57,5			Umidità media	29,9	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: P01267 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	67,1	%
Limite di plasticità	29,9	%
Indice di plasticità	37,2	%
Indice di consistenza	0,93	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

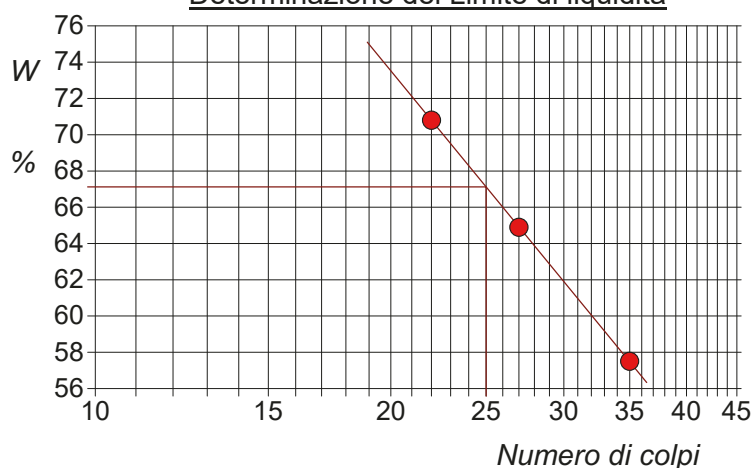
O - Argille e limi organici

L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

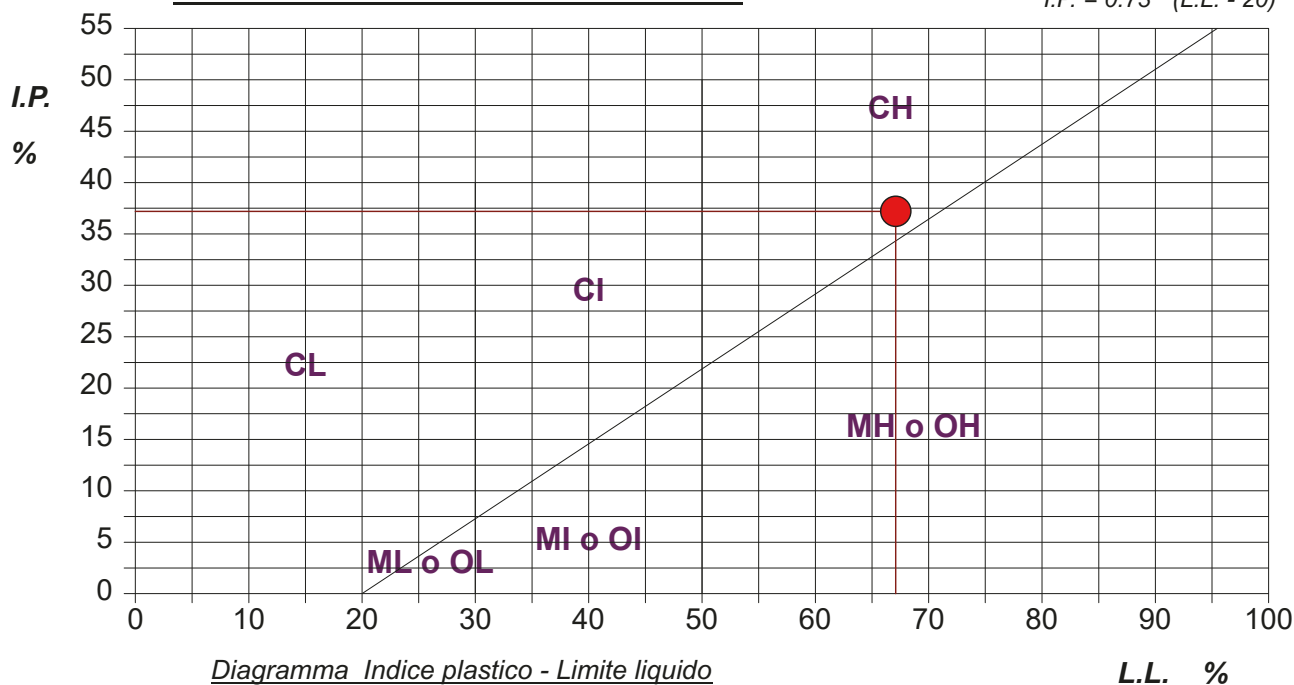
H - Alta compressibilità

Determinazione del Limite di liquidità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: P01262 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

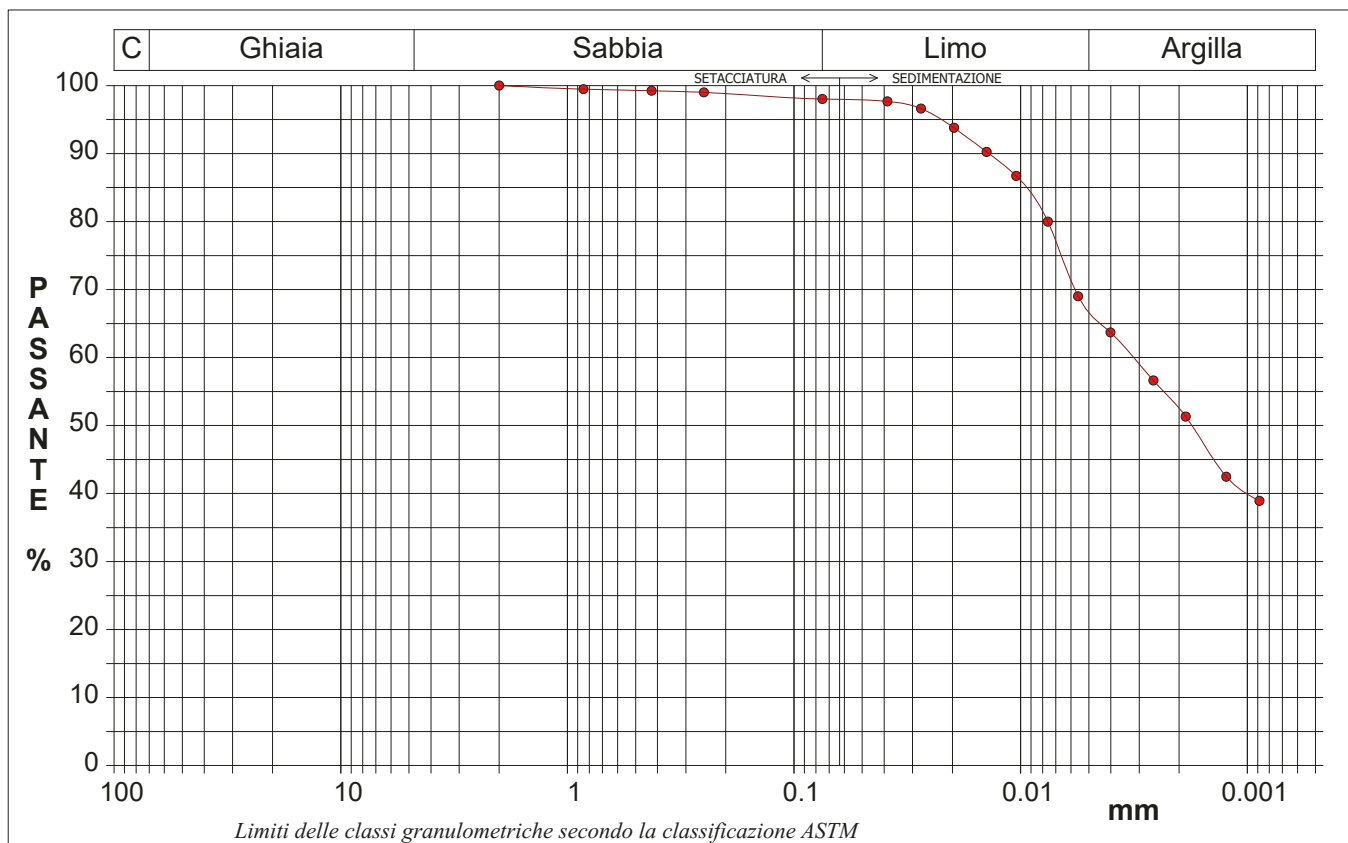
CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999),ASTM D421-07,ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	2,0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,2 %	D30	---	mm
Limo	30,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98,0 %	D50	0,00176	mm
Argilla	67,2 %			D60	0,00320	mm
				D90	0,01383	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



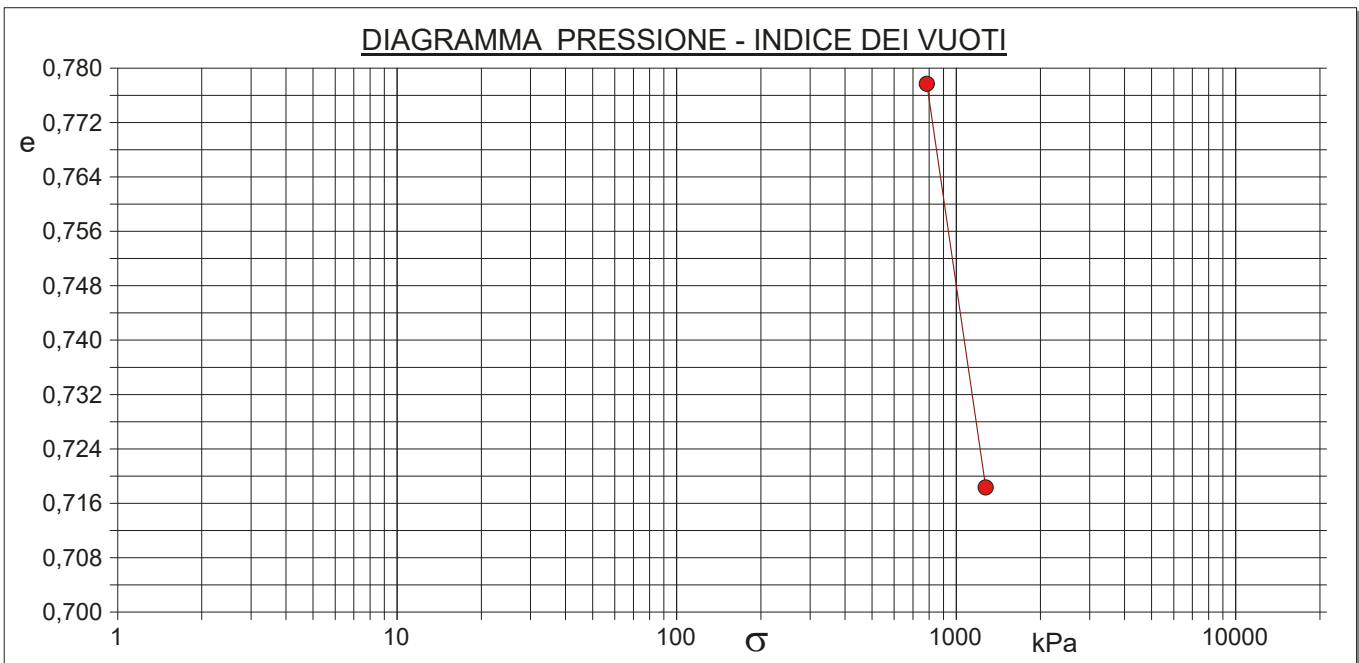
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0387	97,68	0,0076	79,98	0,0012	42,47		
0,8500	99,46	0,0275	96,62	0,0056	69,01	0,0009	38,93		
0,4250	99,24	0,0197	93,79	0,0040	63,70				
0,2500	99,00	0,0141	90,25	0,0026	56,63			Setacci	4
0,0750	98,01	0,0105	86,71	0,0019	51,32			Punti sediment.	12

COMMITTENTE: Geo Group srl		
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ		
SONDAGGIO: S2_PZ	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

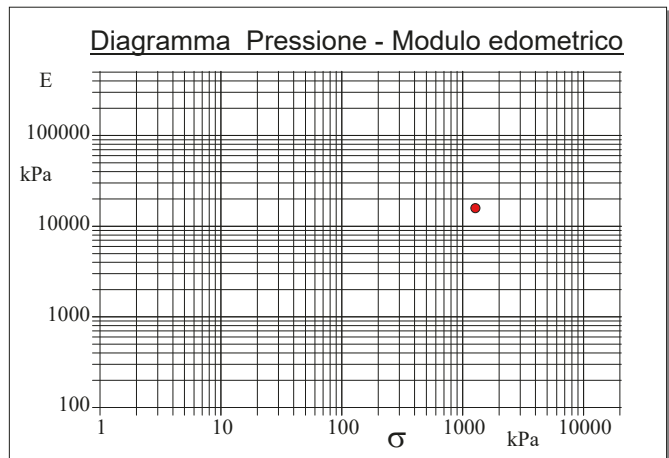
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m³)	18,00	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,91
Umidità (%)	29,9	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	47,77
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	18,76	Saturazione (%)	88,3



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
784,5	143,1	0,778	0,197	15817	0,000264	1,64E-09
1274,9	205,1	0,718				





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01247

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data inizio prova: **01/10/20** Data fine prova: **02/10/20**

Data emissione rapporto: **06/10/20**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **1**

Profondità di prelievo: **3.10 – 3.60 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Attrezzatura utilizzata

- **N. 2 Celle triassiali Tecnotest TR206;**
- **Sorgente di pressione costante Tecnotest TR305;**
- **Macchina a compressione/trazione Tecnotest mod. TR115:** Pressa A s/n 11044/08, Pressa B s/n 11044/07;
- **Strumenti di misura del carico assiale e degli abbassamenti del provino** costituiti da:
 - o Pressa A s/n 11044/08: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904832) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007383FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 11240459) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008145DRI del 13/07/2020*;
 - o Pressa B s/n 11044/07: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904833) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007407FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 10120287) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008146DRI del 13/07/2020*;
- **Membrane impermeabili** in lattice naturale per provini da 38.1;
- **Carta da filtro Whatman.**

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alla seguente norma di riferimento:

- AGI (1994): "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01247

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data inizio prova: **01/10/20** Data fine prova: **02/10/20**

Data emissione rapporto: **06/10/20**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **1**

Profondità di prelievo: **3.10 – 3.60 m**

Stato campione: **AGI Q5**

Fotografie dei provini al termine della fase di rottura



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Incertezza associata alle misure: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

RAPPORTO DI PROVA N°: P01247	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 06/10/20	Inizio analisi: 01/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/10/2020	Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ
SONDAGGIO: S2_PZ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 3.10 - 3.60

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δv kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δv kPa	δ mm	δ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	Δv kPa
0,18	0,24	21,0		0,10	0,13	17,5		0,10	0,13	27,2	
0,38	0,51	20,9		0,27	0,36	34,1		0,30	0,39	54,2	
0,49	0,64	34,9		0,60	0,79	67,9		0,40	0,53	54,1	
0,81	1,06	44,3		0,80	1,06	76,3		0,64	0,84	68,7	
1,01	1,32	44,1		0,94	1,23	84,9		0,98	1,29	75,2	
1,15	1,51	50,1		1,25	1,64	93,8		1,18	1,56	82,0	
1,25	1,64	50,0		1,35	1,78	99,1		1,31	1,72	94,8	
1,45	1,90	58,5		1,59	2,09	104,8		1,41	1,85	103,3	
1,80	2,36	64,2		1,79	2,35	104,5		1,66	2,19	109,0	
2,00	2,63	64,1		1,85	2,43	106,1		1,86	2,45	116,3	
2,15	2,83	70,7		2,19	2,88	107,5		2,04	2,68	120,4	
2,25	2,96	70,6		2,39	3,14	109,2		2,14	2,81	122,6	
2,46	3,24	70,1		2,52	3,31	109,9		2,36	3,11	124,1	
2,80	3,68	70,5		2,72	3,58	111,9		2,73	3,59	126,4	
3,00	3,94	70,3		2,84	3,74	113,6		2,93	3,86	129,0	
3,43	4,51	72,1		3,19	4,19	116,5		3,11	4,10	130,5	
3,53	4,64	73,5		3,39	4,46	116,5		3,21	4,23	131,9	
3,77	4,96	75,9		3,50	4,61	117,4		3,41	4,48	132,5	
3,87	5,09	75,8		3,70	4,87	117,8		3,72	4,90	134,9	
4,08	5,36	82,2		3,85	5,06	118,7		3,82	5,03	135,8	
4,40	5,79	85,9		4,15	5,46	120,2		4,08	5,37	137,6	
4,50	5,92	85,8		4,25	5,59	120,1		4,28	5,64	139,3	
4,74	6,24	85,5		4,49	5,91	118,8		4,41	5,80	140,7	
4,84	6,37	85,5		4,69	6,18	118,5		4,70	6,18	142,9	
5,08	6,68	85,3		4,83	6,35	118,5		4,90	6,44	144,0	
5,51	7,25	84,8		5,16	6,79	118,7		5,07	6,67	143,3	
5,97	7,86	85,3		5,36	7,06	119,6		5,27	6,93	142,9	
6,24	8,21	85,7		5,55	7,30	120,0		5,37	7,06	142,0	
6,77	8,91	86,4		5,75	7,57	120,0		5,68	7,47	138,8	
7,11	9,35	84,8		5,88	7,73	120,7		5,88	7,74	138,4	
7,61	10,01	81,3		6,20	8,16	120,7		6,05	7,96	138,2	
7,83	10,30	79,5		6,40	8,42	122,0		6,15	8,09	138,2	
8,24	10,84	78,7		6,55	8,62	122,0		6,70	8,82	135,6	
8,78	11,55	77,8		6,75	8,88	122,4		7,04	9,27	135,4	
9,12	12,00	76,9		6,89	9,07	123,1		7,39	9,72	135,2	
9,45	12,43	76,3		7,09	9,33	123,7		7,82	10,29	137,7	
9,87	12,98	76,9		7,24	9,52	123,0		8,28	10,89	138,5	
10,39	13,67	76,9		7,57	9,96	124,0		8,51	11,19	138,2	
10,72	14,11	76,0		7,77	10,23	123,6		9,04	11,90	138,3	
11,07	14,57	75,4		7,89	10,38	123,7		9,37	12,33	137,6	
11,58	15,24	74,7		8,20	10,79	124,6		9,80	12,90	136,7	
11,80	15,53	74,1		8,40	11,05	124,2		10,14	13,34	136,3	
12,37	16,27	73,2		8,54	11,23	124,4		10,74	14,13	135,8	
12,68	16,68	73,2		8,74	11,50	124,4		11,15	14,68	136,9	
13,09	17,23	73,8		8,90	11,71	124,6		11,40	15,00	136,9	
13,50	17,76	75,7		9,10	11,97	124,6		11,92	15,68	136,5	
14,00	18,42	75,8		9,22	12,14	125,1		12,12	15,94	137,9	
14,39	18,93	75,4		9,55	12,56	124,8		12,70	16,71	133,8	
14,73	19,38	74,9		9,75	12,82	125,3		13,08	17,21	132,7	
15,07	19,83	75,4		9,86	12,97	125,9		13,43	17,67	132,7	
15,57	20,48	75,4		10,17	13,38	127,6		13,75	18,09	135,1	
15,82	20,81	76,7		10,37	13,64	127,3		14,16	18,63	133,8	
16,39	21,56	77,4		10,49	13,81	127,8		14,71	19,35	133,0	
16,73	22,01	78,0		10,79	14,20	124,2		15,17	19,96	131,2	
17,07	22,46	77,6		10,99	14,46	122,2		15,44	20,32	125,1	
17,58	23,13	76,9		11,11	14,61	118,3		15,77	20,75	123,7	
17,83	23,46	71,8		11,43	15,04	112,5		16,29	21,43	123,4	
18,28	24,05	70,6		12,01	15,80	109,3		16,53	21,75	124,9	

COMMITTENTE:	Geo Group srl		
RIFERIMENTO:	Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ		
SONDAGGIO:	S2_PZ	CAMPIONE:	1
		PROFONDITA': m	3.10 - 3.60

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

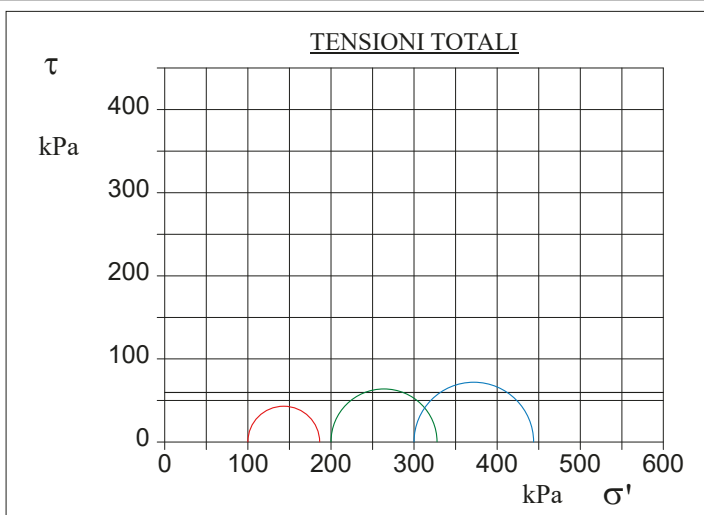
Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione			Valori finali o a rottura			
n°	H _o cm	φ cm	γ kN/m³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ _l -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_l + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_l - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,60	3,81	17,8	2,71	33,5	91,8	100	0	100	8,9	86	143	43
2	7,60	3,81	17,8	2,71	34,1	92,6	200	0	200	13,8	128	264	64
3	7,60	3,81	18,3	2,71	33,5	97,0	300	0	300	6,4	144	372	72

H _o φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini	γ γ _s - Peso di volume e peso specifico S - Grado di saturazione	σ ₃ - Pressione di cella u _o - Back pressure	δ _f - Deformazione a rottura σ _l σ ₃ - Tensioni totali
--	--	---	--

Velocità di deformazione:
1,000 mm/min

cu = 60 kPa



Tipo di rottura

Provino 1

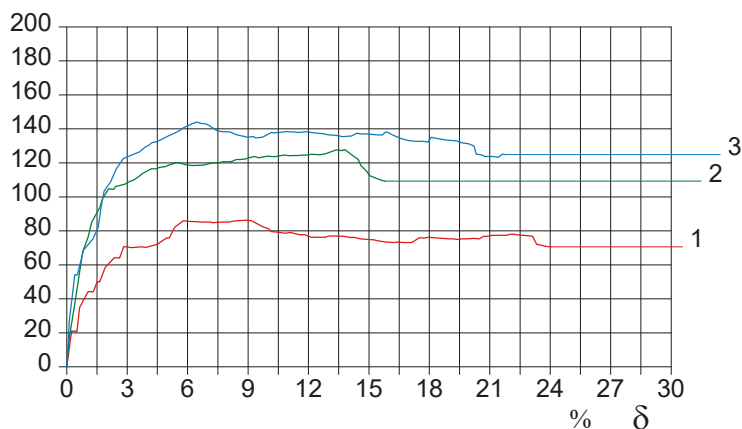
Provino 2

Provino 3

σ_l-σ₃
kPa

Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

ASTM D1558-10, ASTM D2488-17, ASTM D2573-18, ASTM D4648-16, Raviolo P.L. (1993)

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. P01266

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data apertura e descrizione: **01/10/2020**

Data emissione rapporto: **02/10/2020**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **2**

Profondità di prelievo: **9.00 – 9.50 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 9.00 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	0.10		Argilla con limo, grigio nocciola, privo di consistenza, satura.
	0.10		Lunghezza campione: 0.50 m
	0.30	0.30	Note:
Basso: 9.50 m			

RAPPORTO DI PROVA N°: P01300	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/10/20	Inizio analisi: 01/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/10/2020	Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ
SONDAGGIO: S2_PZ CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-14, ASTM C127-01

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2,71**

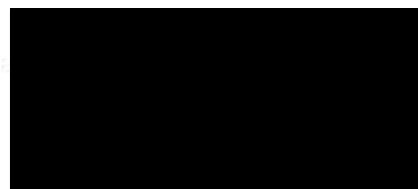
γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2,71**

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20,0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura e sotto vuoto



RAPPORTO DI PROVA N°: P01268 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

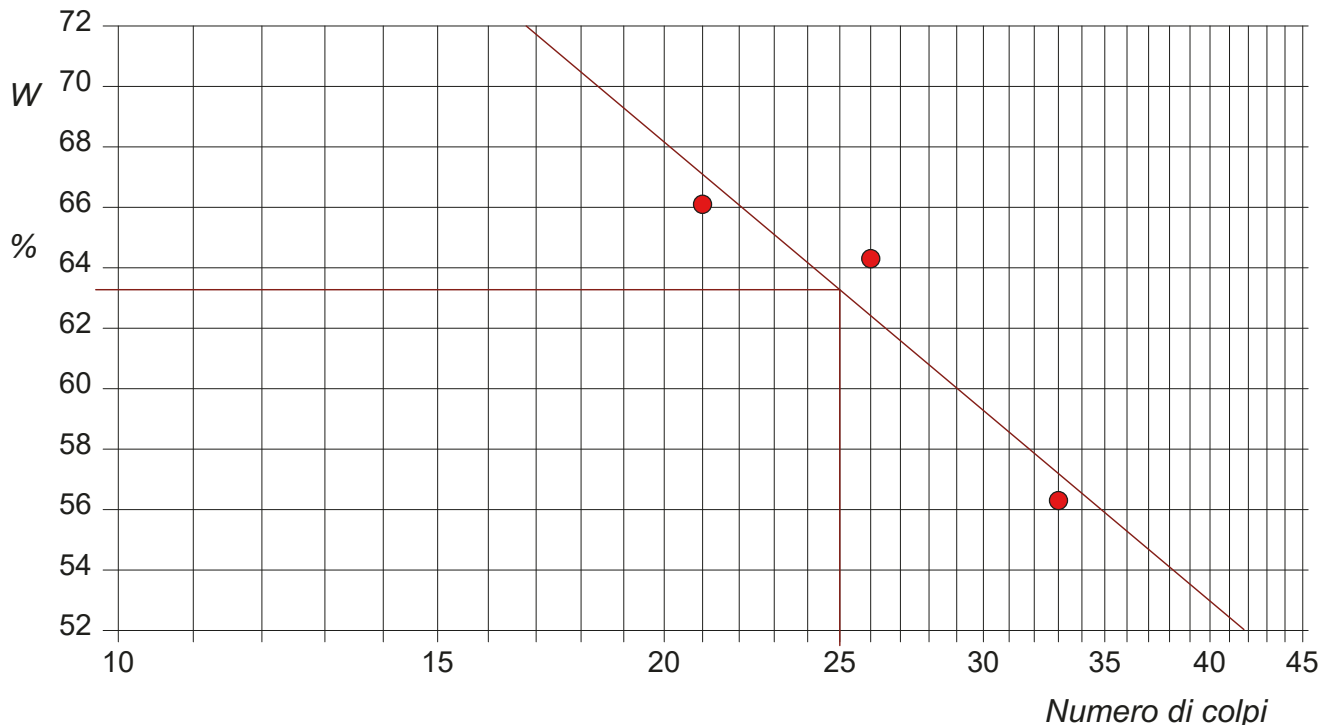
Limite di liquidità 63,3 %

Limite di plasticità 29,8 %

Indice di plasticità 33,5 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	21	26	33			Umidità (%)	28,4	31,1
Umidità (%)	66,1	64,3	56,3			Umidità media	29,8	

Determinazione del Limite di liquidità



RAPPORTO DI PROVA N°: P01268 Allegato 1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 02/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

ABACO DI CASAGRANDE

Modalità di prova: Norma ASTM D4318-17, ASTM D4943-18

Limite di liquidità	63,3	%
Limite di plasticità	29,8	%
Indice di plasticità	33,5	%
Indice di consistenza	0,67	
Passante al set. n° 40	NO	

C - Argille inorganiche

M - Limi inorganici

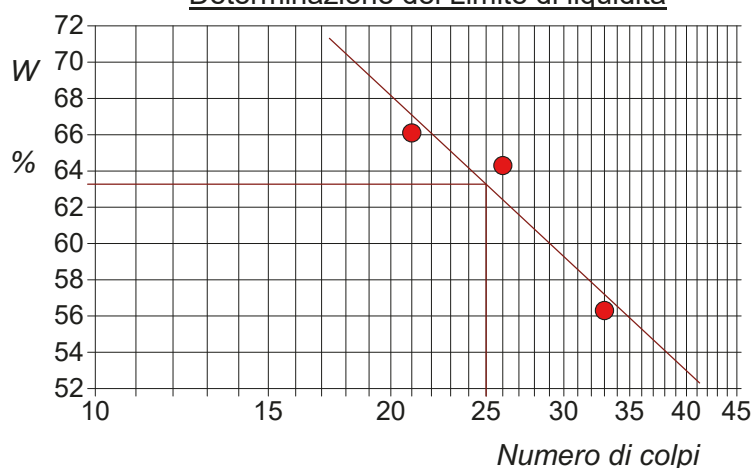
O - Argille e limi organici

L - Bassa compressibilità

I - Media compressibilità

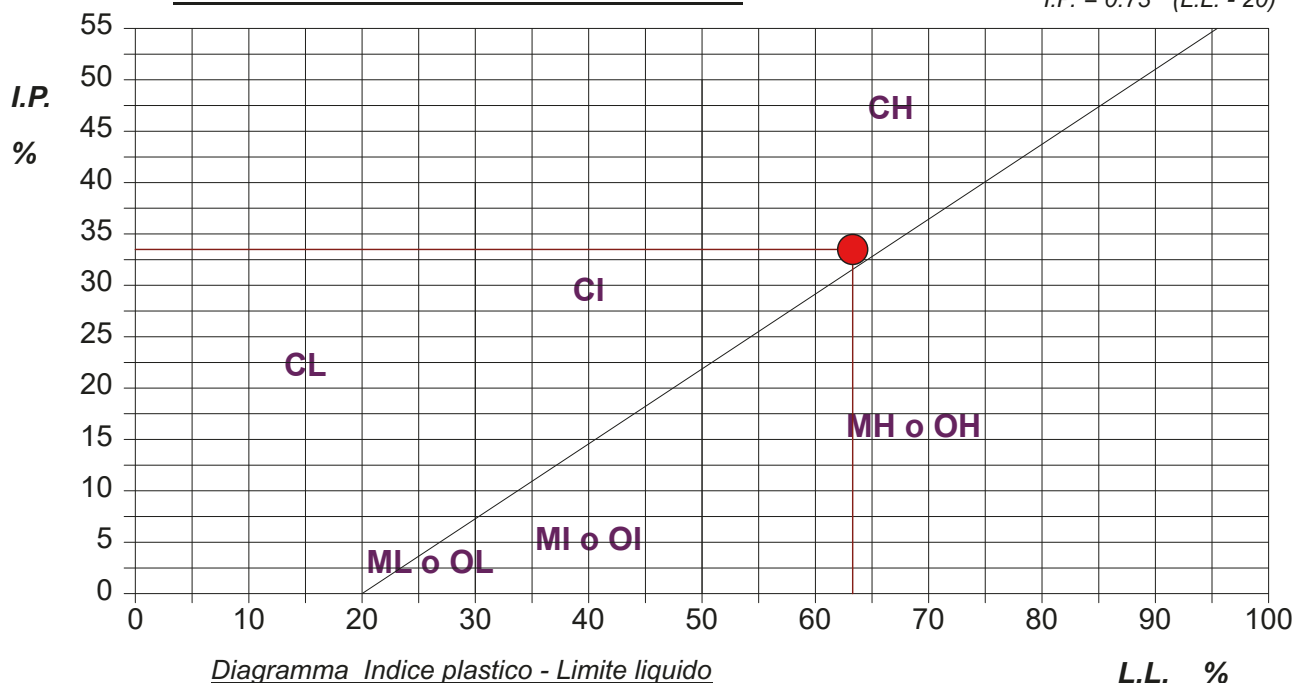
H - Alta compressibilità

Determinazione del Limite di liquidità



ABACO DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE

$$I.P. = 0.73 \cdot (L.L. - 20)$$



RAPPORTO DI PROVA N°: **P01263** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del

DATA DI EMISSIONE: 08/10/20

Inizio analisi: 01/10/20

Apertura campione: 01/10/2020

Fine analisi: 08/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl

RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ

SONDAGGIO: S2_PZ

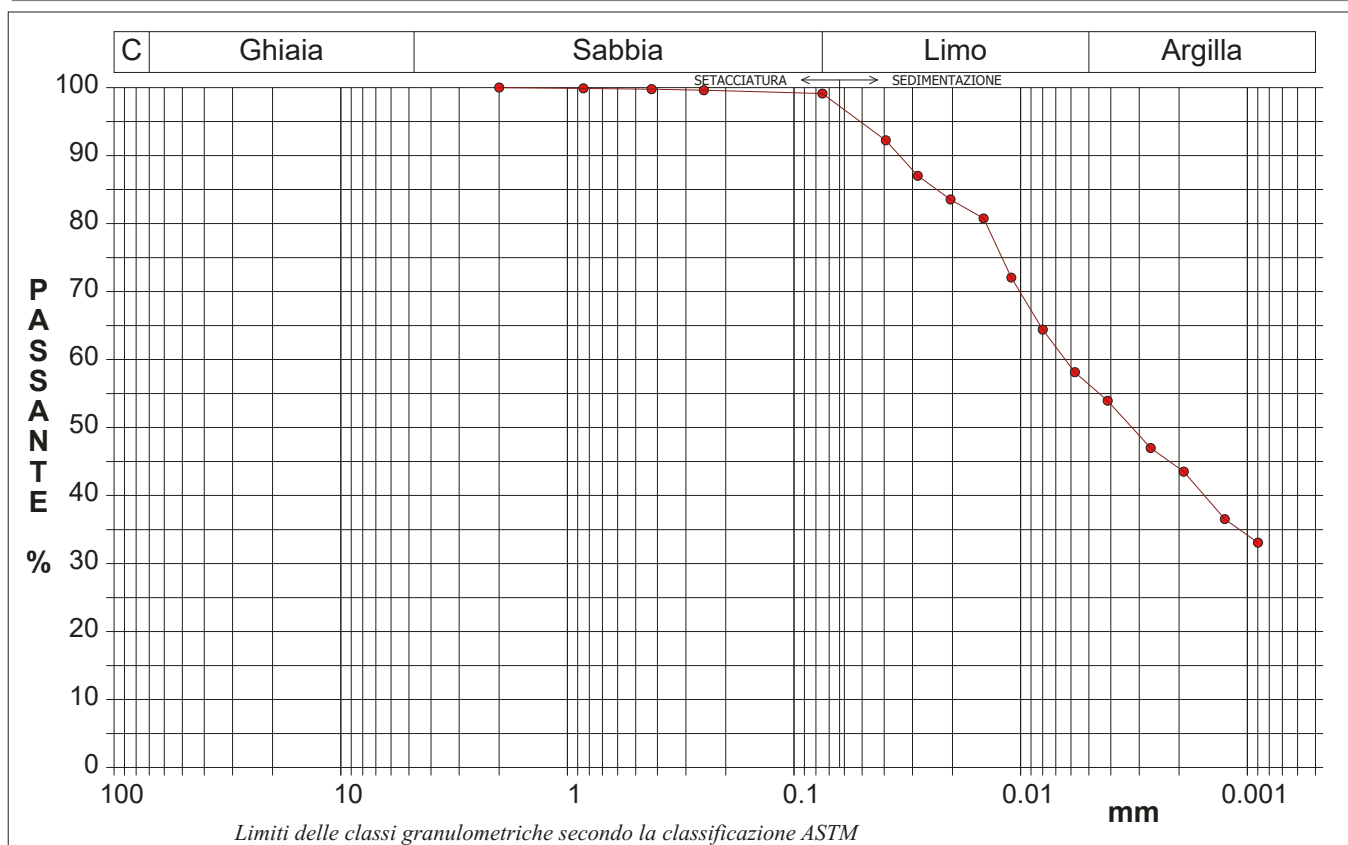
CAMPIONE: 2

PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D421-07, ASTM D422-07

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,8 %	D30	---	mm
Limo	42,8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,1 %	D50	0,00322	mm
Argilla	56,3 %			D60	0,00635	mm
				D90	0,03425	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



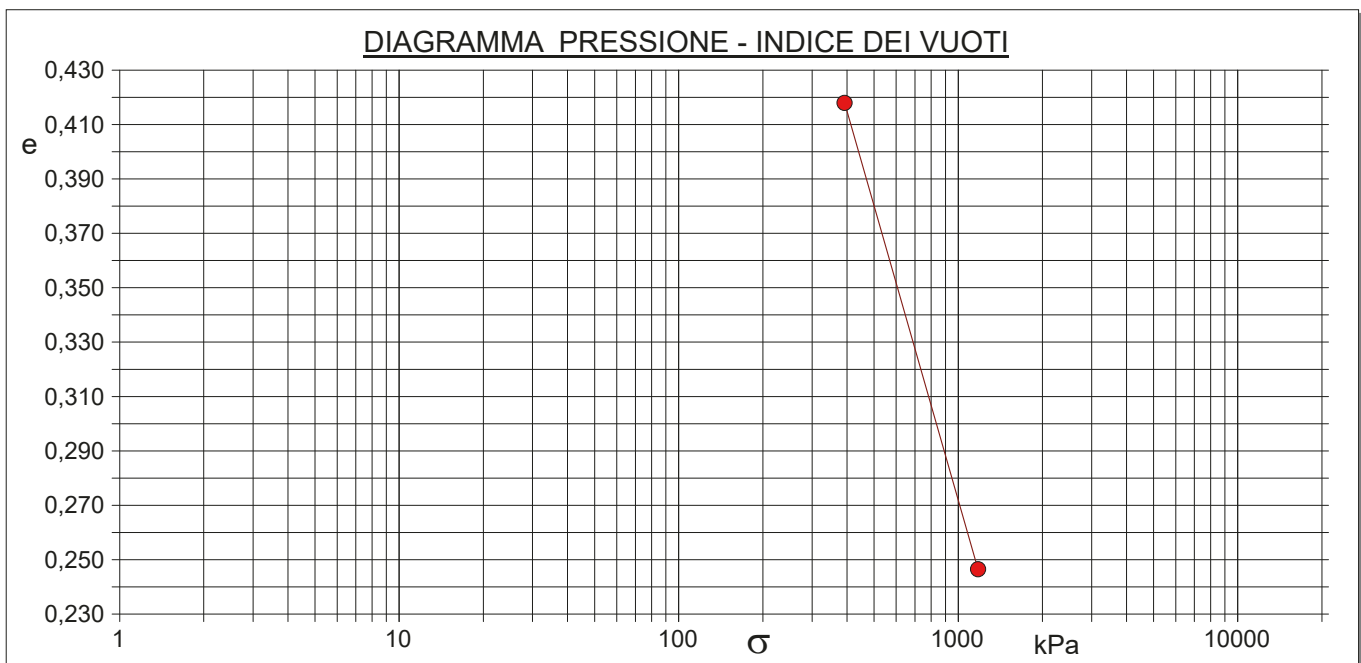
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,0394	92,24	0,0080	64,40	0,0013	36,55		
0,8500	99,89	0,0285	87,02	0,0058	58,13	0,0009	33,07		
0,4250	99,76	0,0204	83,54	0,0041	53,95				
0,2500	99,60	0,0146	80,76	0,0027	46,99				
0,0750	99,12	0,0110	72,05	0,0019	43,51				
								Setacci	4
								Punti sediment.	12

COMMITTENTE: Geo Group srl		
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ		
SONDAGGIO: S2_PZ	CAMPIONE: 2	PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

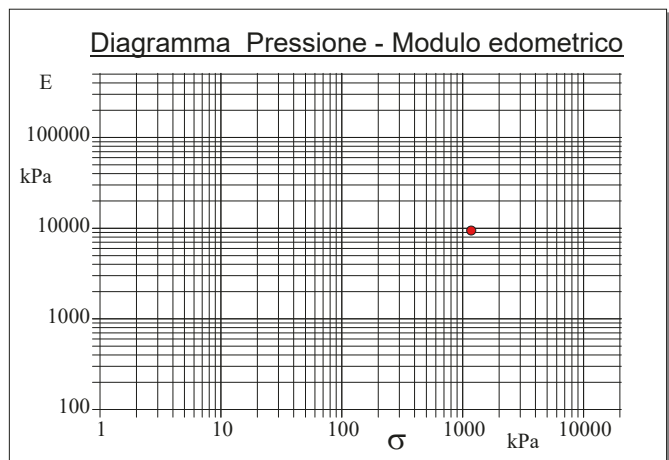
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1999), ASTM D2435-11, ASTM D3877-08, ASTM D4186-12, ASTM D4546-14

Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m³)	18,61	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	1,06
Umidità (%)	44,7	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	51,54
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	20,24	Saturazione (%)	100,0



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	C_c	Modulo kPa	C_v cm²/sec	k cm/sec
392,3	625,6	0,418	0,570	9441	0,000458	4,76E-09
1176,8	791,8	0,247				





PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01255

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data inizio prova: **01/10/20** Data fine prova: **02/10/20**

Data emissione rapporto: **06/10/20**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **2**

Profondità di prelievo: **9.00 – 9.50 m**

Stato campione: **AGI Q4**

Attrezzatura utilizzata

- **N. 2 Celle triassiali Tecnotest TR206;**
- **Sorgente di pressione costante Tecnotest TR305;**
- **Macchina a compressione/trazione Tecnotest mod. TR115:** Pressa A s/n 11044/08, Pressa B s/n 11044/07;
- **Strumenti di misura del carico assiale e degli abbassamenti del provino** costituiti da:
 - o Pressa A s/n 11044/08: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904832) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007383FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 11240459) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008145DRI del 13/07/2020*;
 - o Pressa B s/n 11044/07: Cella di carico AEP mod. TCE (s/n 904833) da 5 kN *certificato di taratura LAT052 2007407FSE del 30/06/2020*, Comparatore millesimale Mitutoyo mod. ID-C125XB (s/n 10120287) da 25 mm, sensibilità 0,001 mm *rapporto di taratura 2008146DRI del 13/07/2020*;
- **Membrane impermeabili** in lattice naturale per provini da 38.1;
- **Carta da filtro Whatman.**

Norme di riferimento ed eventuali metodi e/o procedure non normalizzate

La prova è stata eseguita conformemente alla seguente norma di riferimento:

- AGI (1999): "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"



PROVE PENETROMETRICHE SRL
Via per Modena, 8 – 41051 Castelnovo R. (MO)
Tel. 059/535046 – Fax 059/539166
e-mail: info@provepenetrometriche.com
www.provepenetrometriche.com

35.00

PROVA TRIASSIALE U.U.

Pagina 1/3

RAPPORTO DI PROVA N. P01255

Committente: **Geo Group srl**

Località: **Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello**

Cantiere: **area ex Civ&Civ**

Data inizio prova: **01/10/20** Data fine prova: **02/10/20**

Data emissione rapporto: **06/10/20**

Sondaggio n. **S2_PZ** Campione: **2**

Profondità di prelievo: **9.00 – 9.50 m**

Stato campione: **AGI Q4**

Fotografie dei provini al termine della fase di rottura



Provino 1



Provino 2



Provino 3

Eventuali variazioni, aggiunte, esclusioni

Annotazioni, anomalie ed incertezze riscontrate nelle misure

Incertezza associata alle misure: **20%**. Tale valore di incertezza di misura è espresso come due volte lo scarto tipo ($k=2$) corrispondente, nel caso di distribuzione normale, a un livello di confidenza di circa il 95%.

RAPPORTO DI PROVA N°: P01255	Pagina 3/3	DATA DI EMISSIONE: 06/10/20	Inizio analisi: 05/10/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/10/2020	Fine analisi: 06/10/20

COMMITTENTE: Geo Group srl
RIFERIMENTO: Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ
SONDAGGIO: S2_PZ CAMPIONE: 2 PROFONDITA': m 9.00 - 9.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

PROVINO 1				PROVINO 2				PROVINO 3			
δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δv kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δv kPa	δ mm	δ %	$\sigma_I - \sigma_3$ kPa	Δv kPa
0,03	0,04	40,3		0,03	0,04	40,3		0,03	0,04	40,3	
0,13	0,17	40,3		0,13	0,17	40,3		0,13	0,17	40,3	
0,38	0,50	39,7		0,38	0,50	40,3		0,38	0,50	40,5	
0,72	0,94	39,5		0,82	1,08	39,8		0,82	1,08	41,0	
1,00	1,32	39,3		1,48	1,94	40,2		1,00	1,32	41,6	
1,48	1,94	39,6		1,88	2,47	40,8		1,48	1,94	43,0	
2,08	2,73	40,1		2,18	2,87	41,6		1,88	2,47	44,3	
2,52	3,31	40,3		2,52	3,31	42,5		2,08	2,73	44,6	
2,72	3,58	40,4		2,91	3,82	42,8		2,52	3,31	46,6	
3,24	4,27	40,5		3,34	4,40	42,8		2,91	3,82	46,4	
3,62	4,76	40,3		3,62	4,76	42,4		3,24	4,27	46,2	
3,96	5,22	40,4		3,96	5,22	42,1		3,62	4,76	45,5	
4,39	5,77	40,2		4,39	5,77	42,1		3,96	5,22	45,0	
4,59	6,04	40,3		4,59	6,04	42,2		4,39	5,77	44,7	
4,93	6,49	40,2		4,93	6,49	42,4		4,59	6,04	44,6	
5,28	6,95	40,2		5,28	6,95	42,5		4,93	6,49	44,5	
5,60	7,36	40,1		5,60	7,36	42,6		5,28	6,95	44,6	
5,92	7,79	40,1		5,92	7,79	42,7		5,60	7,36	44,7	
6,26	8,24	39,9		6,26	8,24	41,9		5,92	7,79	44,8	
6,60	8,69	39,8		6,60	8,69	41,6		6,26	8,24	44,3	
6,92	9,11	39,9		6,92	9,11	41,3		6,60	8,69	44,2	
7,42	9,76	39,8		7,42	9,76	41,3		6,92	9,11	44,0	
7,56	9,94	40,0		7,85	10,33	41,2		7,42	9,76	43,6	
7,85	10,33	39,8		8,19	10,78	41,4		7,85	10,33	43,4	
8,19	10,78	39,9		8,49	11,17	41,6		8,19	10,78	43,3	
8,49	11,17	39,8		9,02	11,87	41,8		8,49	11,17	43,4	
9,02	11,87	39,7		9,36	12,31	41,5		8,82	11,60	43,4	
9,36	12,31	39,6		9,50	12,50	41,5		9,36	12,31	43,2	
9,50	12,50	39,8		9,86	12,97	41,2		9,86	12,97	43,1	
9,86	12,97	39,6		10,16	13,36	41,0		10,16	13,36	42,8	
10,16	13,36	39,7		10,66	14,03	40,9		10,66	14,03	42,6	
10,66	14,03	39,7		10,79	14,20	41,0		10,99	14,46	42,1	
10,79	14,20	39,8		11,13	14,65	41,0		11,13	14,65	42,0	
11,13	14,65	39,7		11,44	15,06	41,2		11,44	15,06	42,0	
11,44	15,06	39,5		11,79	15,51	41,2		11,79	15,51	41,8	
11,79	15,51	40,0		12,11	15,93	41,0		12,11	15,93	41,9	
12,11	15,93	39,8		12,60	16,58	40,3		12,40	16,32	41,4	
12,40	16,32	39,8		13,14	17,28	39,9		12,73	16,76	40,8	
12,73	16,76	39,5		13,38	17,60	39,4		12,94	17,02	40,6	
12,94	17,02	39,3		13,86	18,24	39,2		13,38	17,60	40,5	
13,38	17,60	38,8		14,32	18,84	39,1		13,66	17,98	40,3	
13,66	17,98	38,8		14,66	19,29	38,8		13,99	18,40	40,1	
13,99	18,40	38,8		15,01	19,75	39,1		14,32	18,84	39,7	
14,32	18,84	38,7		15,32	20,16	38,5		14,66	19,29	39,4	
14,66	19,29	38,7		15,62	20,56	38,2		15,01	19,75	39,1	
15,21	20,01	38,6		15,92	20,94	37,6		15,32	20,16	38,7	
15,62	20,56	38,2		16,22	21,34	37,6		15,62	20,56	38,4	
15,92	20,94	38,0		16,56	21,79	37,8		15,92	20,94	38,1	
16,42	21,60	37,7		16,76	22,05	37,5		16,42	21,60	38,0	
16,56	21,79	37,5		17,29	22,76	36,9		16,90	22,23	37,9	
16,90	22,23	37,2						17,19	22,62	37,6	
17,29	22,76	36,8									

COMMITTENTE:	Geo Group srl		
RIFERIMENTO:	Modena, tangenziale Nord Luigi Pirandello - Area ex Civ&Civ		
SONDAGGIO:	S2_PZ	CAMPIONE:	2
		PROFONDITA': m	9.00 - 9.50

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.

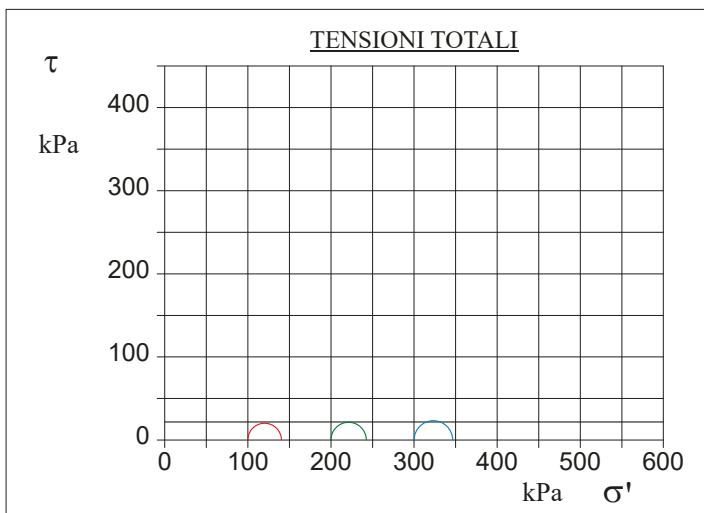
Modalità di prova: Norma ASTM D2850-15

Pr.	Dimensioni		Caratteristiche fisiche				Consolidazione			Valori finali o a rottura			
n°	H _o cm	φ cm	γ kN/m³	γ _s	w %	S _o %	σ ₃ kPa	u _o kPa	σ' ₃ kPa	δ _f %	σ ₁ -σ ₃ kPa	$\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ kPa	$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ kPa
1	7,60	3,81	18,1	2,71	38,1	100,0	100	0	100	4,3	41	120	20
2	7,60	3,81	18,3	2,71	38,1	100,0	200	0	200	3,8	43	221	21
3	7,60	3,81	18,2	2,71	38,2	100,0	300	0	300	3,3	47	323	23

H _o φ - Altezza e diametro provini w - Umidità dei provini	γ γ _s - Peso di volume e peso specifico S - Grado di saturazione	σ ₃ - Pressione di cella u _o - Back pressure	δ _f - Deformazione a rottura σ ₁ σ ₃ - Tensioni totali
--	--	---	--

Velocità di deformazione:
1,000 mm/min

cu = 22 kPa



Tipo di rottura

Provino 1

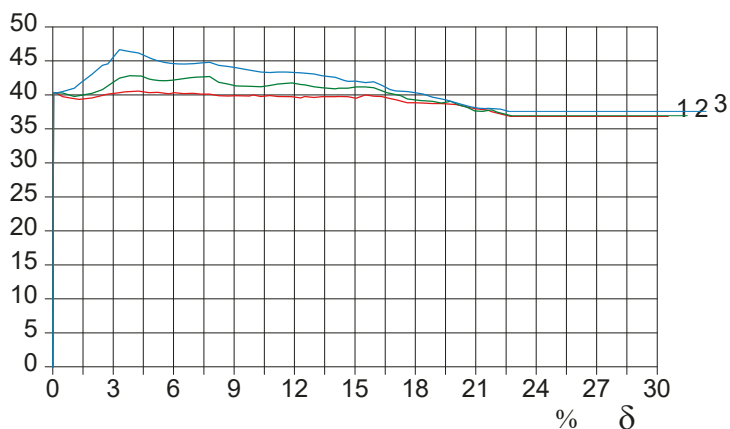
Provino 2

Provino 3

σ₁-σ₃
kPa

Diagramma

Tensione totale -
- Deformazione



GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 5

Indagini sismiche

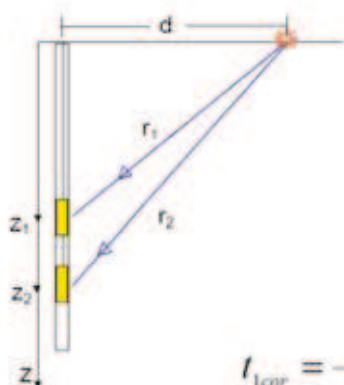
INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

Cantiere	Conad Modena
Data esecuzione indagini	20/10/2020
Committente	Studio Tecnico
STRUMENTAZIONE	
Strumentazione impiegata	GEODE GEOMETRICS 24ch
Energizzatore	Massa battente da 10 kg
Distanza battute P e S	Onde P: 3.00 m ; Onde S: 3.00 m
Acquisizioni	Battuta P / Battuta S+ / Battuta S-



CENNI TEORICI – ELABORAZIONE INTERVALLO



La velocità delle onde sismiche tra due ricevitori è uguale a:

$$v = \frac{z_2 - z_1}{t_{2COR} - t_{1COR}}$$

$$t_{1cor} = \frac{z_1}{\sqrt{z_1^2 + d^2}} \cdot t_{loss}$$

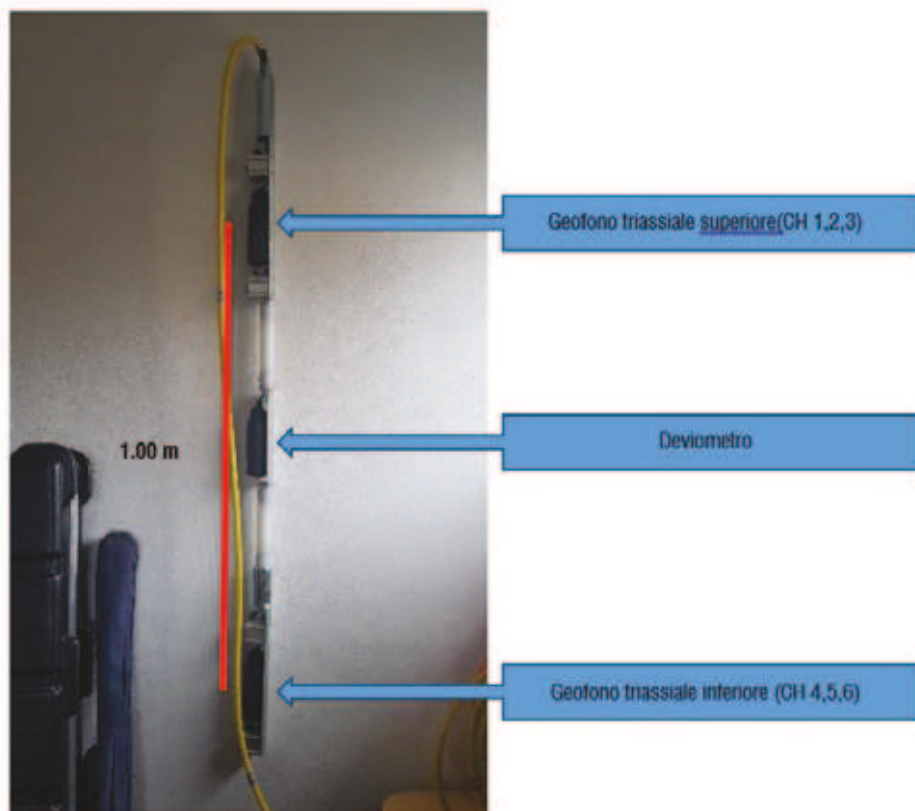
$$t_{2cor} = \frac{z_2}{\sqrt{z_2^2 + d^2}} \cdot t_{loss}$$

Nel presente caso:

Z= 1.00 m (interdistanza
fissa geofoni)

dP= 3.00 m

dS= 3.00 m



INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

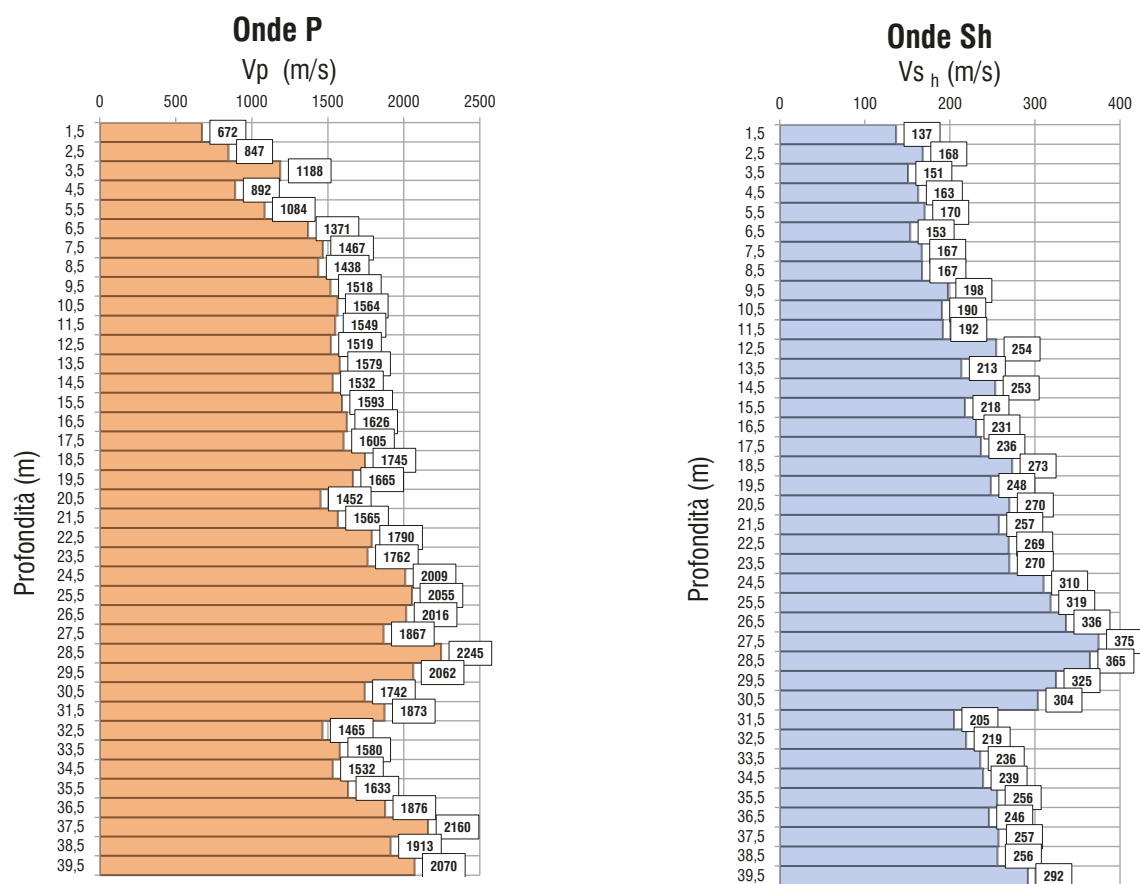
ONDE P											
	m	m	m	ms	ms	ms	ms	s	s	s	m/s
FILE	Z	Z1	Z2	T1 obs	T2 obs	T1 cor	T2 cor	T1	T2	ΔT	V
187	1,5	2	1	2,03	3,84	0,64	2,13	0,00064	0,00213	0,00149	672
184	2,5	3	2	4,17	4,94	2,31	3,49	0,00231	0,00349	0,00118	847
181	3,5	4	3	4,58	5,10	3,24	4,08	0,00324	0,00408	0,00084	1188
178	4,5	5	4	5,18	6,14	4,14	5,27	0,00414	0,00527	0,00112	892
175	5,5	6	5	5,13	5,95	4,40	5,32	0,00440	0,00532	0,00092	1084
172	6,5	7	6	6,83	7,44	6,11	6,84	0,00611	0,00684	0,00073	1371
169	7,5	8	7	6,97	7,57	6,41	7,09	0,00641	0,00709	0,00068	1467
163	8,5	9	8	7,92	8,55	7,42	8,11	0,00742	0,00811	0,00070	1438
160	9,5	10	9	9,19	9,79	8,72	9,38	0,00872	0,00938	0,00066	1518
157	10,5	11	10	8,75	9,35	8,38	9,02	0,00838	0,00902	0,00064	1564
154	11,5	12	11	10,00	10,61	9,65	10,29	0,00965	0,01029	0,00065	1549
151	12,5	13	12	10,45	11,08	10,14	10,80	0,01014	0,01080	0,00066	1519
148	13,5	14	13	10,81	11,42	10,53	11,17	0,01053	0,01117	0,00063	1579
145	14,5	15	14	12,61	13,24	12,33	12,98	0,01233	0,01298	0,00065	1532
142	15,5	16	15	12,37	12,98	12,13	12,76	0,01213	0,01276	0,00063	1593
139	16,5	17	16	12,70	13,30	12,48	13,10	0,01248	0,01310	0,00062	1626
136	17,5	18	17	13,36	13,97	13,16	13,78	0,01316	0,01378	0,00062	1605
133	18,5	19	18	14,50	15,06	14,30	14,88	0,01430	0,01488	0,00057	1745
130	19,5	20	19	14,62	15,21	14,44	15,04	0,01444	0,01504	0,00060	1665
127	20,5	21	20	15,50	16,18	15,33	16,02	0,01533	0,01602	0,00069	1452
124	21,5	22	21	16,54	17,17	16,37	17,01	0,01637	0,01701	0,00064	1565
121	22,5	23	22	17,43	17,98	17,27	17,83	0,01727	0,01783	0,00056	1790
118	23,5	24	23	17,68	18,24	17,53	18,10	0,01753	0,01810	0,00057	1762
115	24,5	25	24	18,67	19,16	18,53	19,02	0,01853	0,01902	0,00050	2009
112	25,5	26	25	18,55	19,03	18,42	18,90	0,01842	0,01890	0,00049	2055
109	26,5	27	26	18,95	19,44	18,83	19,32	0,01883	0,01932	0,00050	2016
106	27,5	28	27	20,41	20,94	20,29	20,82	0,02029	0,02082	0,00054	1867
103	28,5	29	28	20,29	20,73	20,17	20,62	0,02017	0,02062	0,00045	2245
100	29,5	30	29	21,06	21,54	20,95	21,43	0,02095	0,02143	0,00048	2062
97	30,5	31	30	21,54	22,11	21,43	22,01	0,02143	0,02201	0,00057	1742
94	31,5	32	31	22,07	22,60	21,97	22,50	0,02197	0,02250	0,00053	1873
91	32,5	33	32	21,67	22,35	21,58	22,26	0,02158	0,02226	0,00068	1465
88	33,5	34	33	23,17	23,80	23,07	23,71	0,02307	0,02371	0,00063	1580
85	34,5	35	34	23,89	24,54	23,80	24,45	0,02380	0,02445	0,00065	1532
82	35,5	36	35	22,07	22,68	21,99	22,60	0,02199	0,02260	0,00061	1633
79	36,5	37	36	25,39	25,92	25,30	25,84	0,02530	0,02584	0,00053	1876
76	37,5	38	37	25,63	26,09	25,55	26,01	0,02555	0,02601	0,00046	2160
73	38,5	39	38	26,53	27,05	26,45	26,97	0,02645	0,02697	0,00052	1913
70	39,5	40	39	30,05	30,53	29,96	30,44	0,02996	0,03044	0,00048	2070

ONDE SH													
		m	m	m	ms	ms	ms	ms	s	s	s	m/s	Poisson
FILE +	FILE -	Z	Z1	Z2	T1 obs	T2 obs	T1 cor	T2 cor	T1	T2	ΔT	V	v
188	189	1,5	2	1	13,23	20,73	4,18	11,50	0,00418	0,01150	0,00732	137	0,48
185	186	2,5	3	2	18,51	22,93	10,27	16,21	0,01027	0,01621	0,00595	168	0,48
182	183	3,5	4	3	22,31	28,02	15,78	22,42	0,01578	0,02242	0,00664	151	0,49
179	180	4,5	5	4	25,17	30,64	20,14	26,27	0,02014	0,02627	0,00614	163	0,49
176	177	5,5	6	5	33,21	38,40	28,48	34,35	0,02848	0,03435	0,00587	170	0,49
173	174	6,5	7	6	38,31	44,38	34,27	40,79	0,03427	0,04079	0,00653	153	0,49
170	171	7,5	8	7	46,90	52,44	43,11	49,10	0,04311	0,04910	0,00599	167	0,49
164	165	8,5	9	8	55,16	60,75	51,65	57,63	0,05165	0,05763	0,00598	167	0,49
161	162	9,5	10	9	61,15	65,85	58,01	63,07	0,05801	0,06307	0,00506	198	0,49
158	159	10,5	11	10	65,83	70,80	63,05	68,31	0,06305	0,06831	0,00525	190	0,49
155	156	11,5	12	11	70,06	75,05	67,59	72,81	0,06759	0,07281	0,00522	192	0,49
152	153	12,5	13	12	72,33	76,05	70,17	74,10	0,07017	0,07410	0,00393	254	0,49
149	150	13,5	14	13	74,68	79,21	72,77	77,45	0,07277	0,07745	0,00468	213	0,49
146	147	14,5	15	14	76,58	80,39	74,88	78,83	0,07488	0,07883	0,00395	253	0,49
143	144	15,5	16	15	91,52	95,98	89,74	94,34	0,08974	0,09434	0,00459	218	0,49
140	141	16,5	17	16	94,11	98,33	92,50	96,83	0,09250	0,09683	0,00434	231	0,49
137	138	17,5	18	17	96,46	100,59	94,99	99,22	0,09499	0,09922	0,00423	236	0,49
134	135	18,5	19	18	105,89	109,45	104,45	108,11	0,10445	0,10811	0,00366	273	0,49
131	132	19,5	20	19	113,60	117,54	112,21	116,24	0,11221	0,11624	0,00403	248	0,49
128	129	20,5	21	20	119,81	123,43	118,48	122,19	0,11848	0,12219	0,00371	270	0,48
125	126	21,5	22	21	124,08	127,89	122,83	126,72	0,12283	0,12672	0,00388	257	0,49
122	123	22,5	23	22	137,37	141,01	136,11	139,83	0,13611	0,13983	0,00372	269	0,49
119	120	23,5	24	23	138,18	141,82	137,02	140,72	0,13702	0,14072	0,00371	270	0,49
116	117	24,5	25	24	143,84	147,00	142,73	145,95	0,14273	0,14595	0,00322	310	0,49
113	114	25,5	26	25	149,51	152,59	148,45	151,58	0,14845	0,15158	0,00314	319	0,49
110	111	26,5	27	26	147,73	150,65	146,76	149,73	0,14676	0,14973	0,00297	336	0,49
107	108	27,5	28	27	148,38	151,00	147,47	150,14	0,14747	0,15014	0,00267	375	0,48
104	105	28,5	29	28	148,68	151,38	147,83	150,58	0,14783	0,15058	0,00274	365	0,49
101	102	29,5	30	29	157,45	160,49	156,61	159,69	0,15661	0,15969	0,00308	325	0,49
98	99	30,5	31	30	158,47	161,73	157,68	160,98	0,15768	0,16098	0,00329	304	0,48
95	96	31,5	32	31	159,07	163,93	158,33	163,21	0,15833	0,16321	0,00488	205	0,49
92	93	32,5	33	32	163,28	167,82	162,57	167,13	0,16257	0,16713	0,00456	219	0,49
89	90	33,5	34	33	167,49	171,71	166,80	171,05	0,16680	0,17105	0,00424	236	0,49
86	87	34,5	35	34	180,03	184,19	179,33	183,52	0,17933	0,18352	0,00418	239	0,49
83	84	35,5	36	35	180,78	184,67	180,12	184,03	0,18012	0,18403	0,00391	256	0,49
80	81	36,5	37	36	183,94	187,99	183,30	187,38	0,18330	0,18738	0,00407	246	0,49
77	78	37,5	38	37	187,58	191,45	186,97	190,86	0,18697	0,19086	0,00389	257	0,49
74	75	38,5	39	38	191,47	195,36	190,88	194,78	0,19088	0,19478	0,00391	256	0,49
71	72	39,5	40	39	195,19	198,60	194,62	198,04	0,19462	0,19804	0,00343	292	0,49

INDAGINE SISMICA IN FORO DOWN-HOLE

DOWN-HOLE – ELABORAZIONE INTERVALLO

Risultati interpretazione



V_{s(30)} = 239 m/s

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geognostiche e geofisiche – geologia applicata alle costruzioni – laboratorio geotecnico - idrogeologia
– coltivazione cave– bonifiche – consolidamenti – geologia ambientale – consulenze geologiche e geotecniche

ALLEGATO N° 6

Verifica alla liquefazione

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

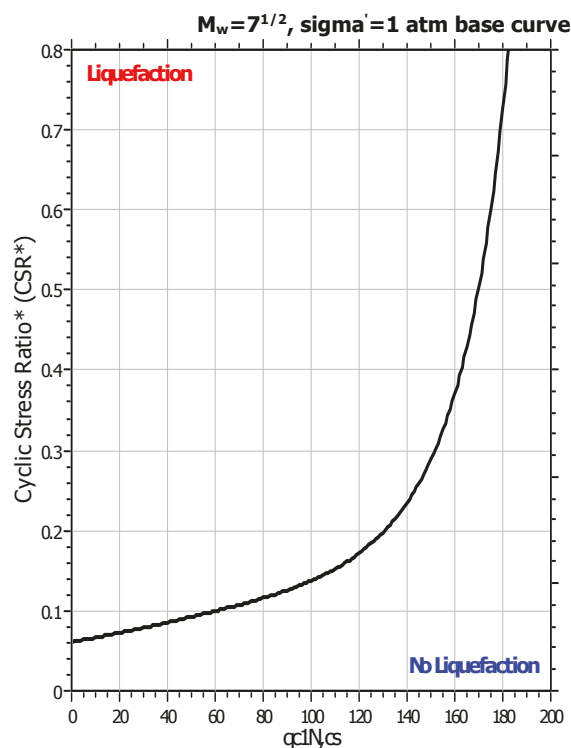
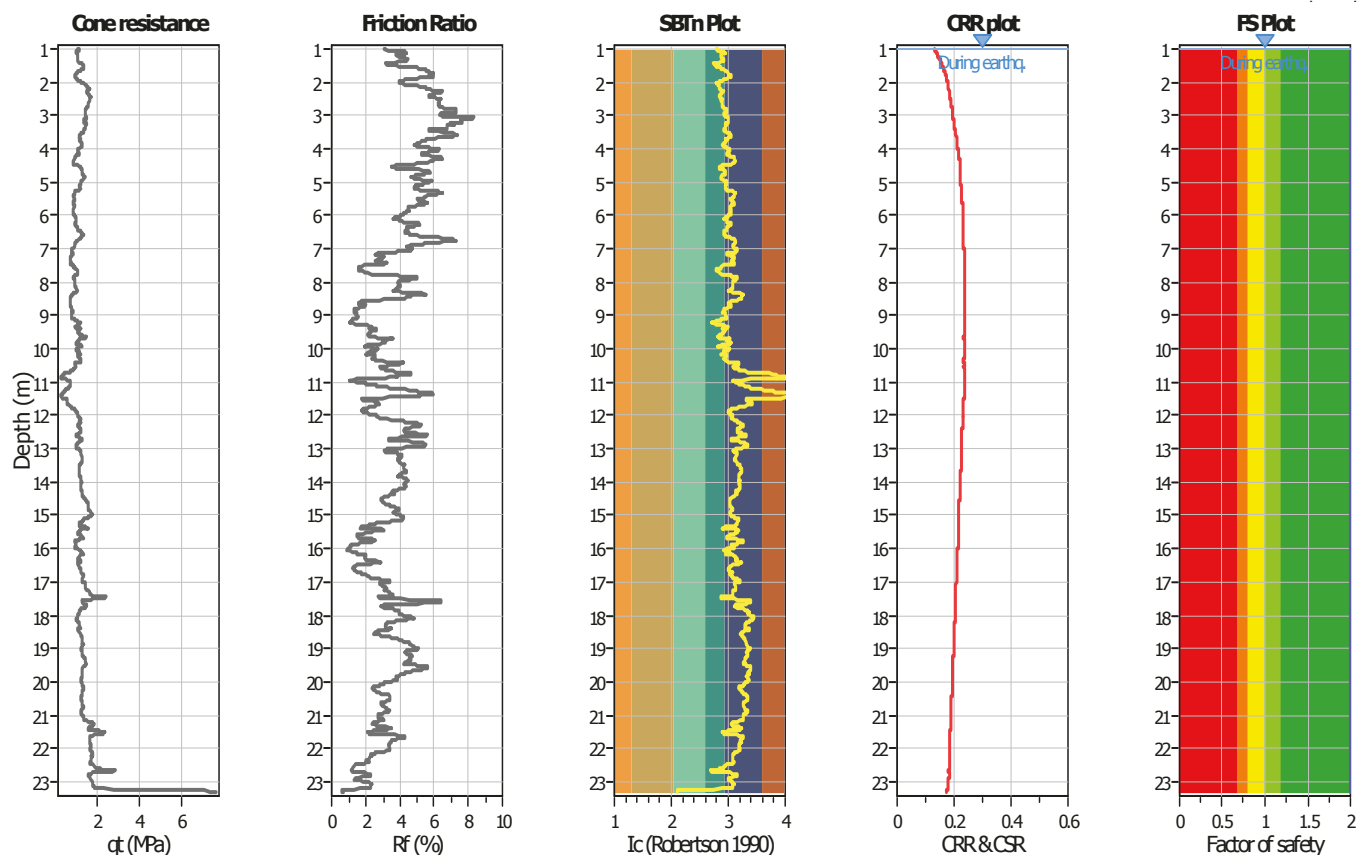
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

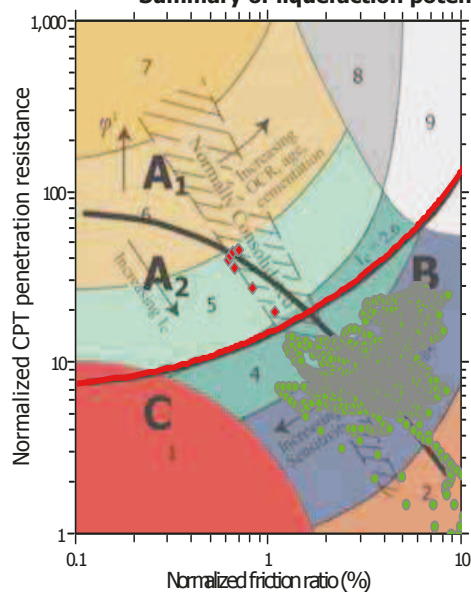
CPT file : CPTU1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		

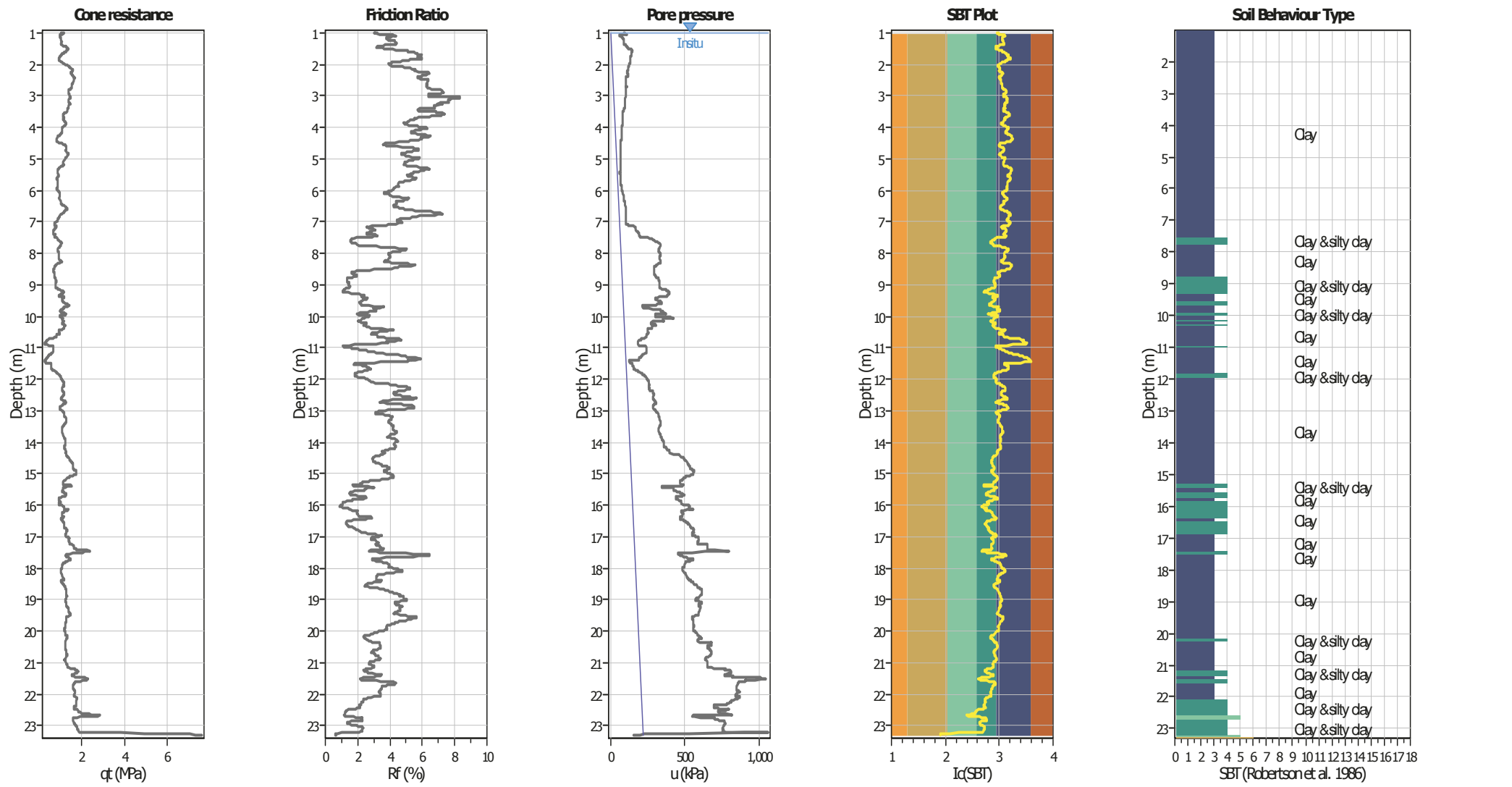


Summary of liquefaction potential



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

CPT basic interpretation plots



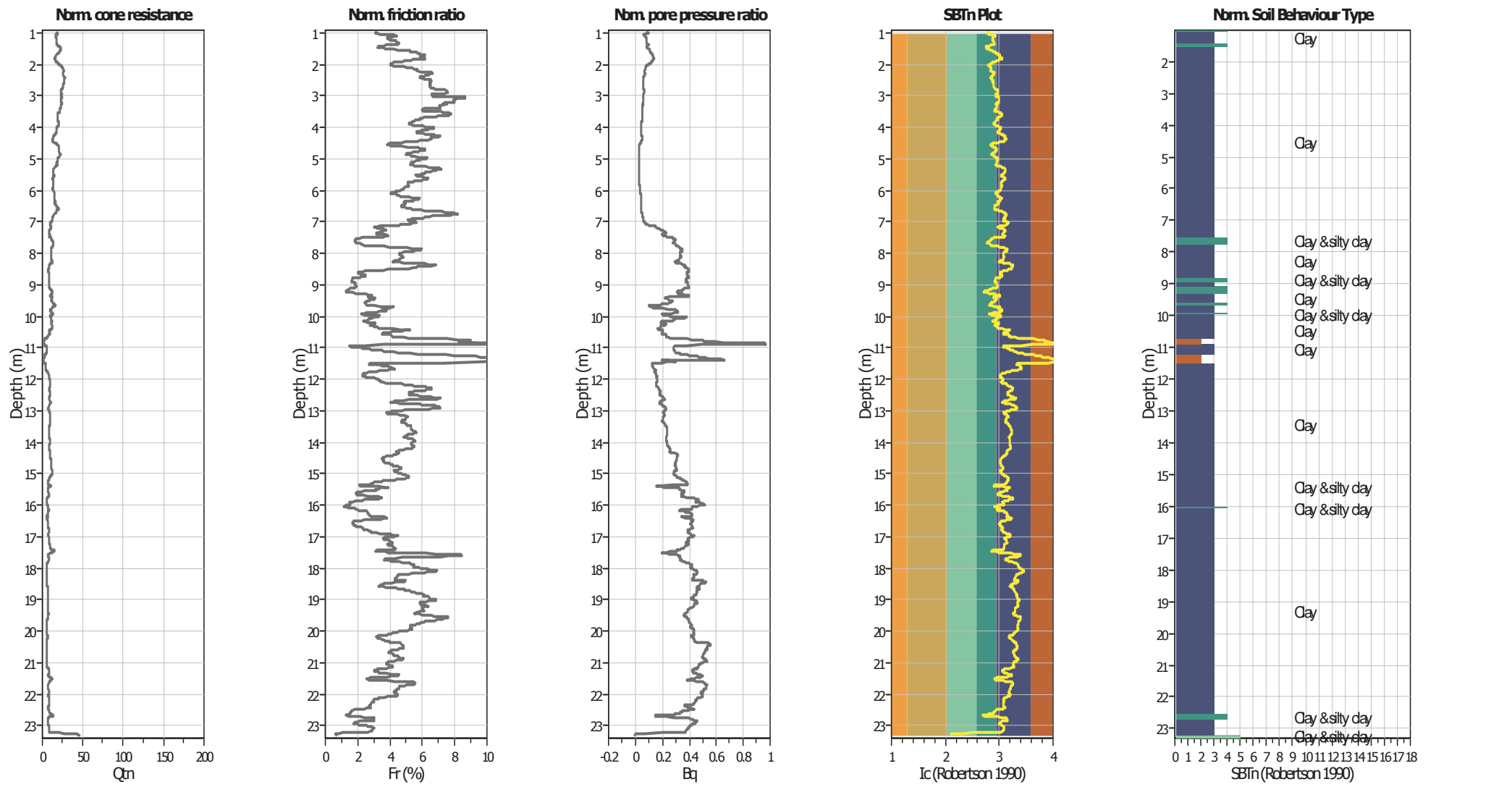
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



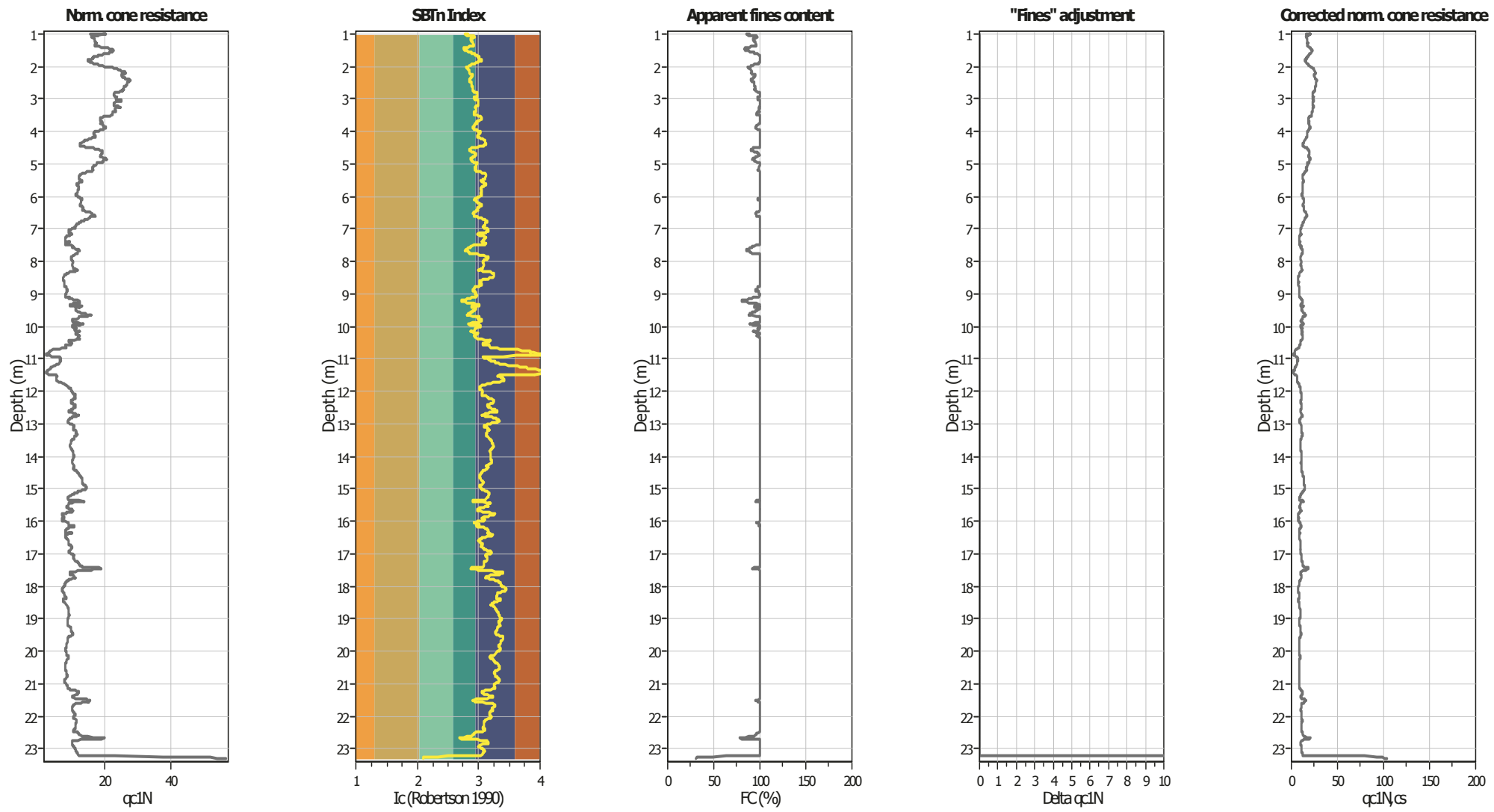
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_G applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

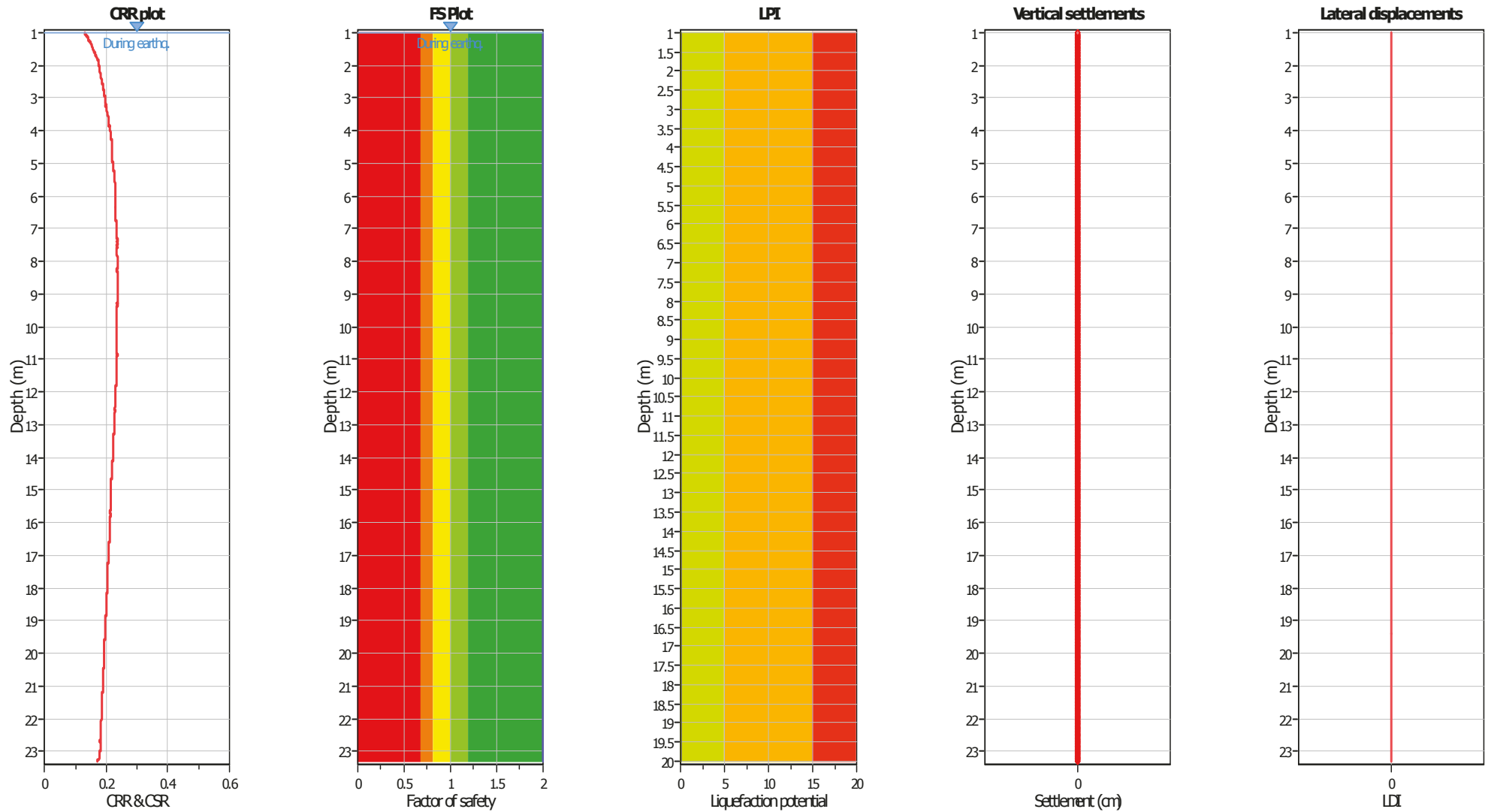
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

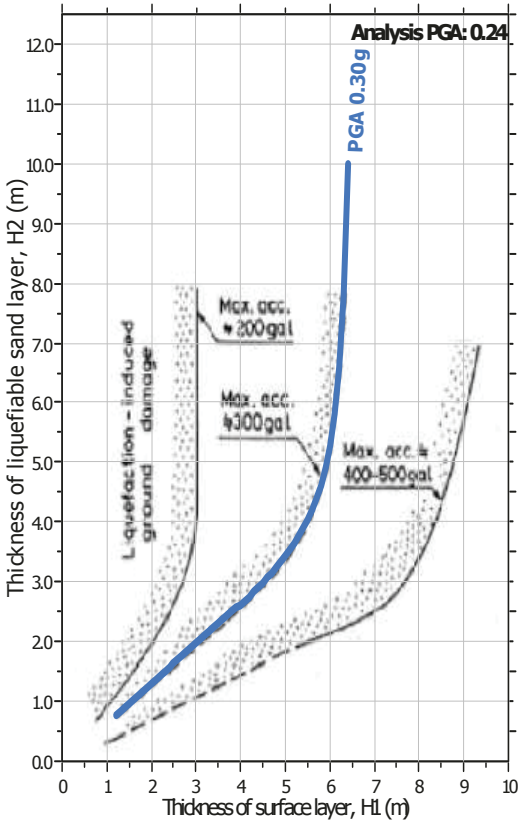
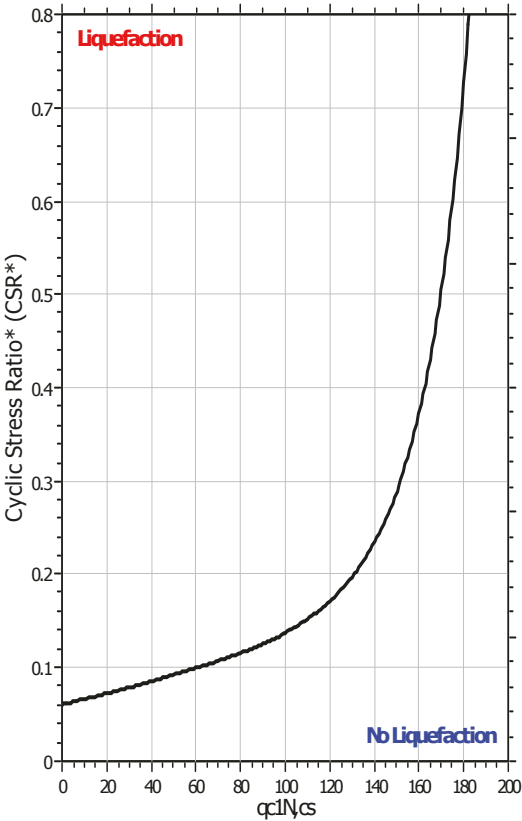
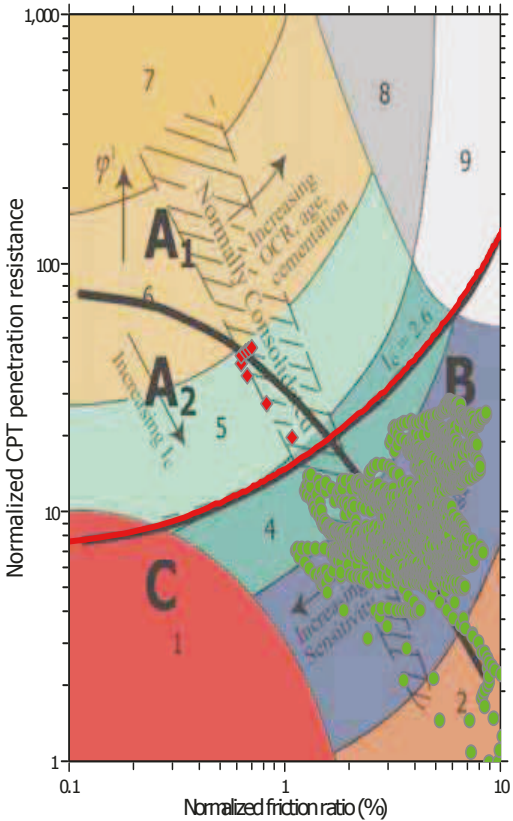
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Yellow	High risk
Green	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

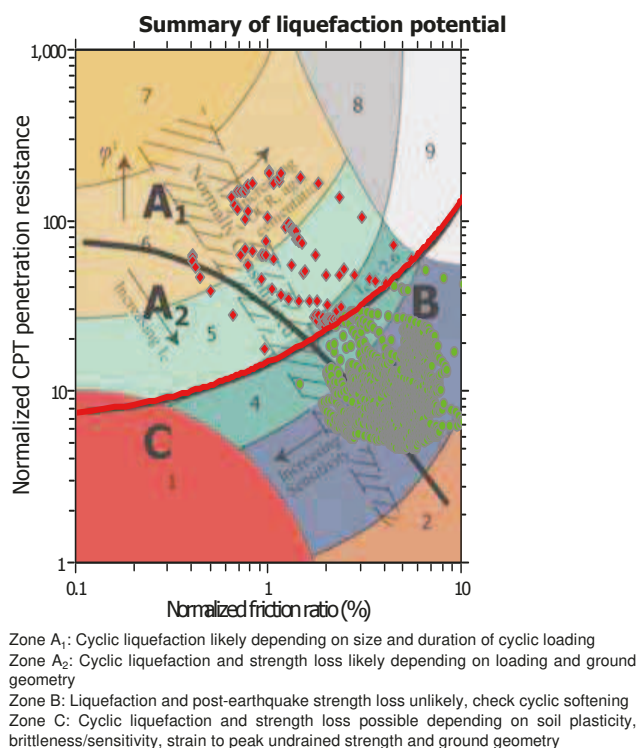
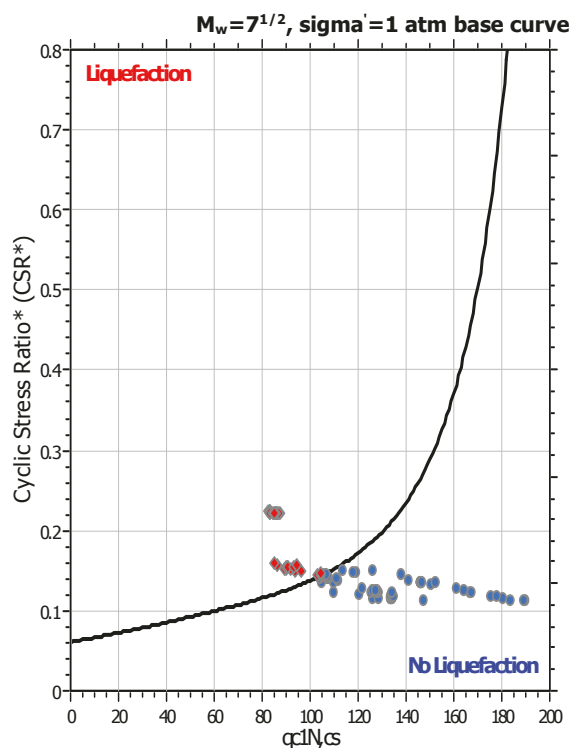
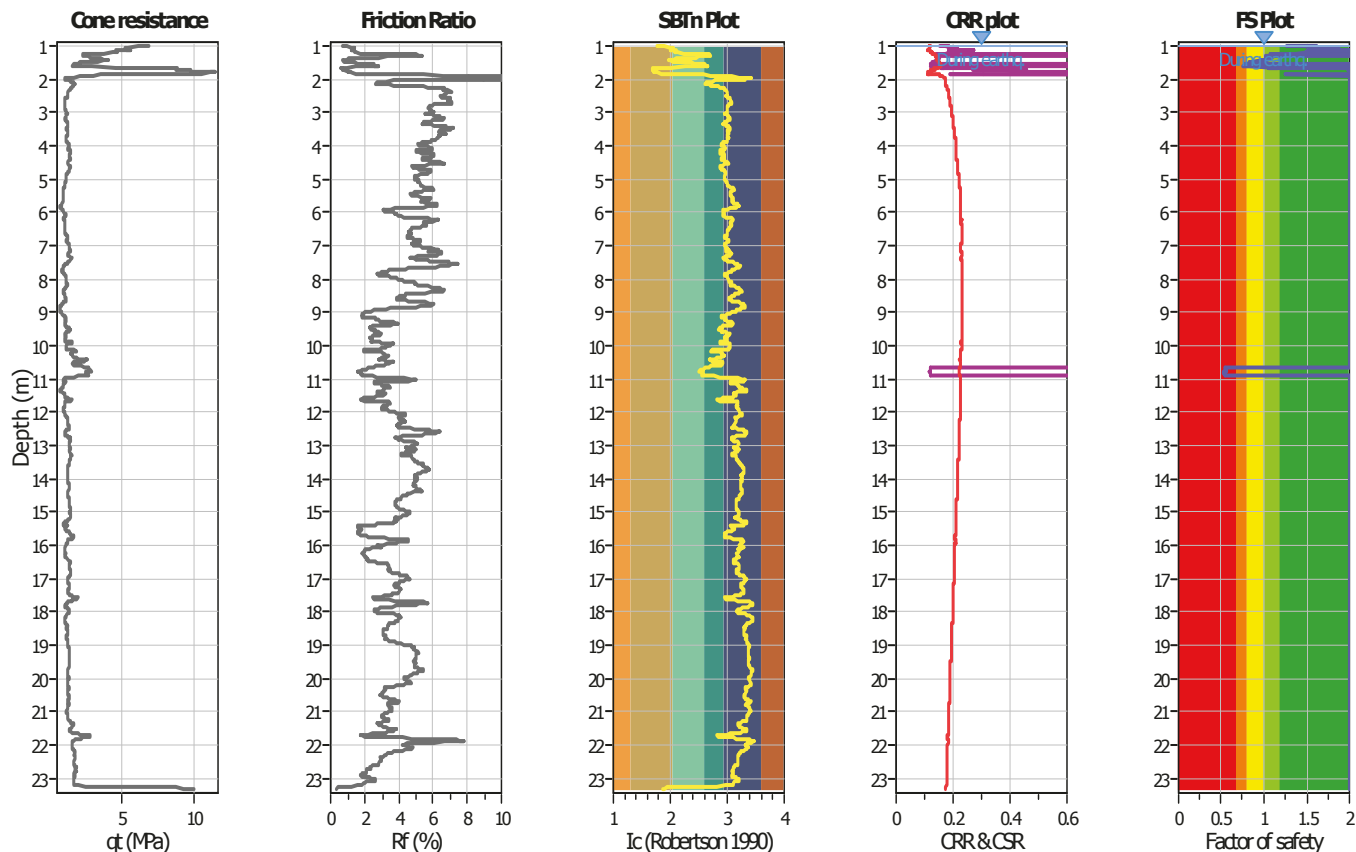
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

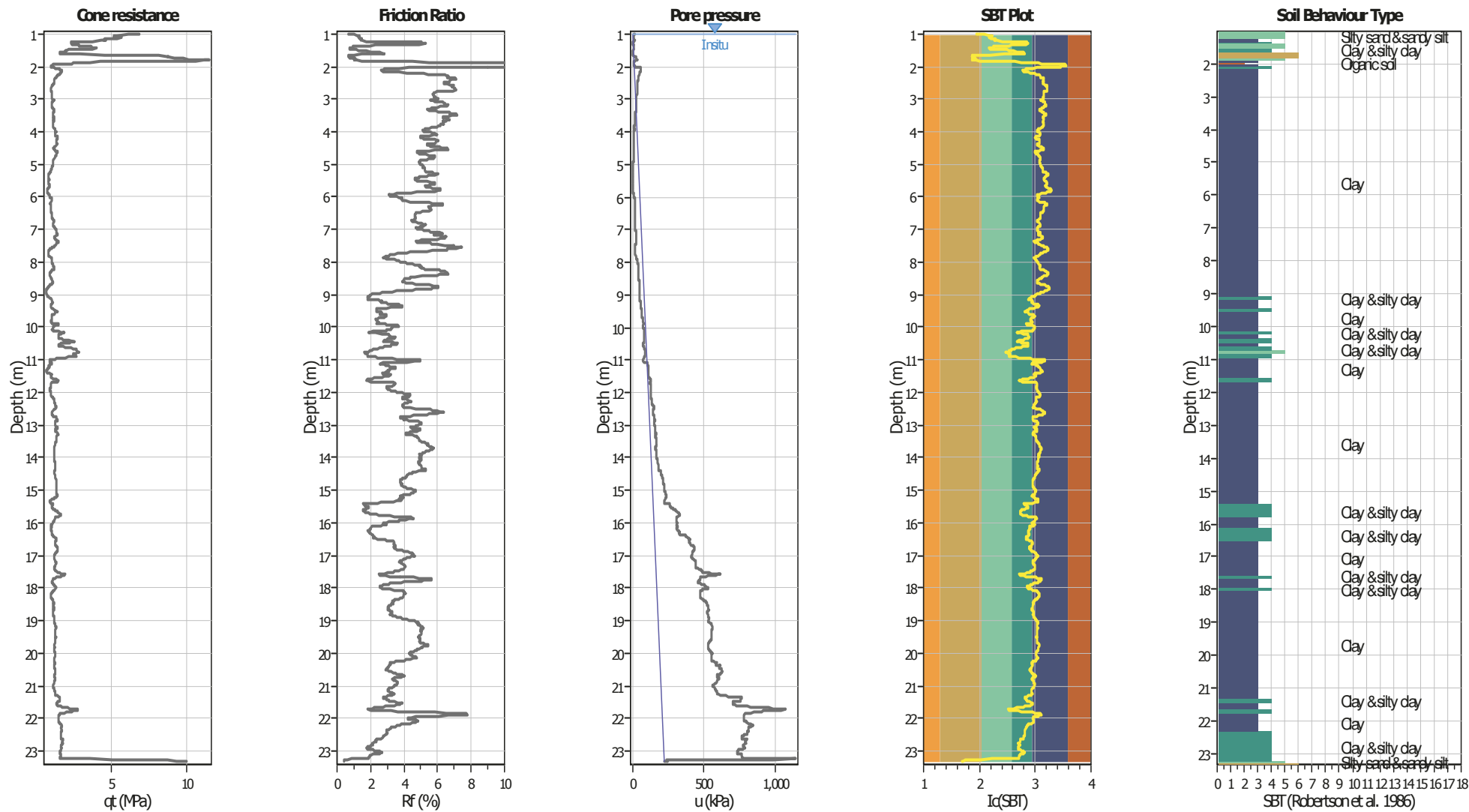
CPT file : CPTU2

Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



CPT basic interpretation plots



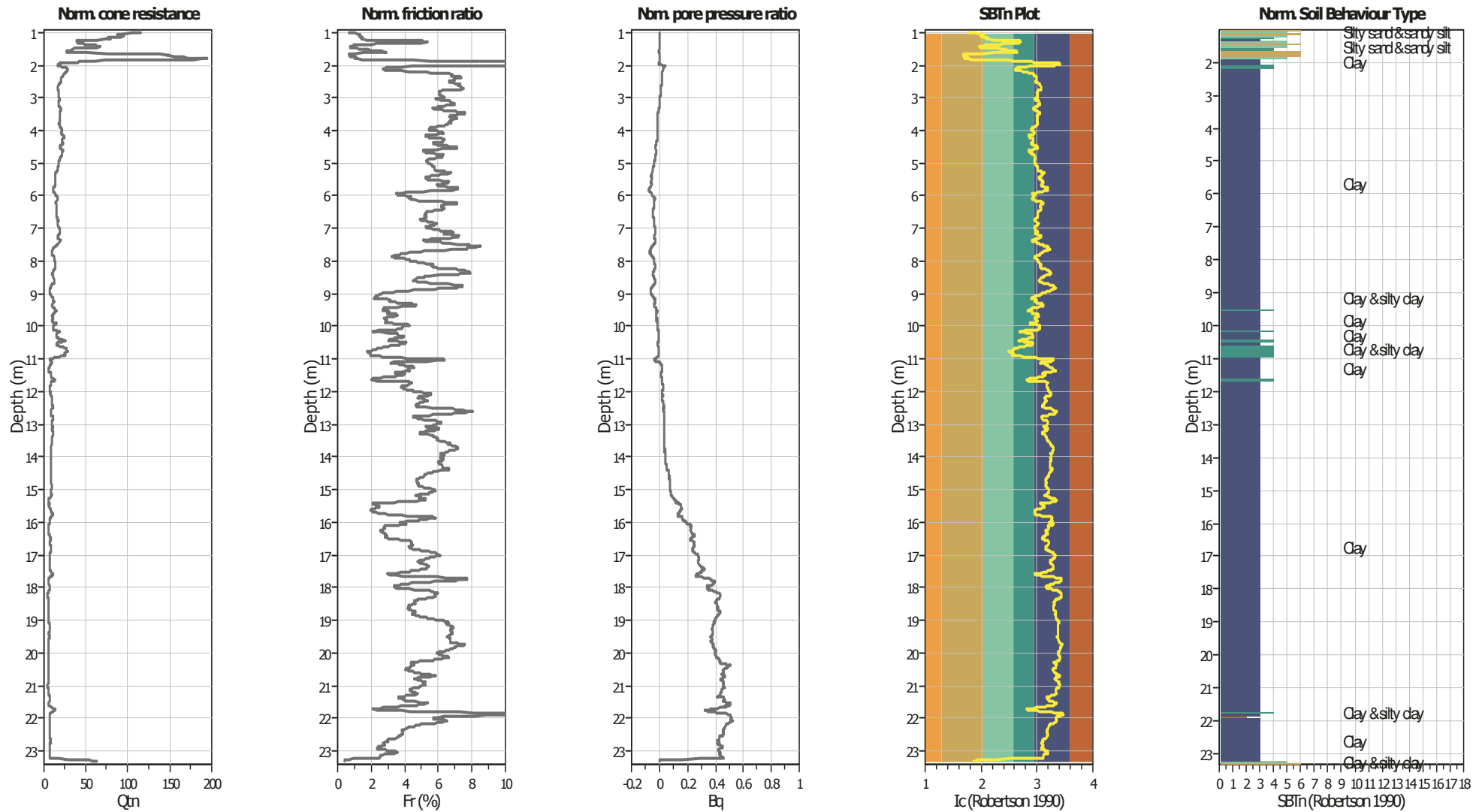
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



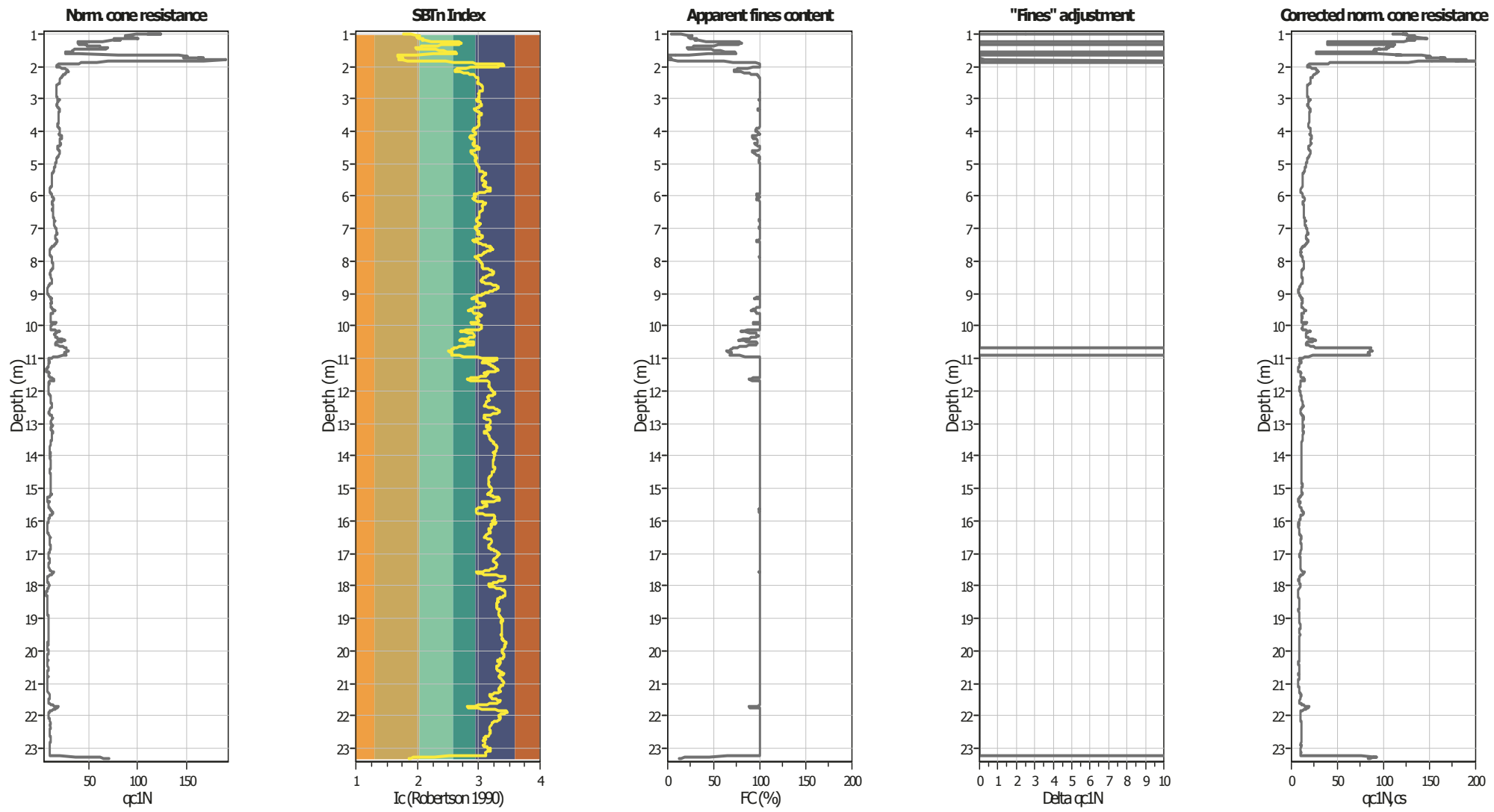
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _o applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

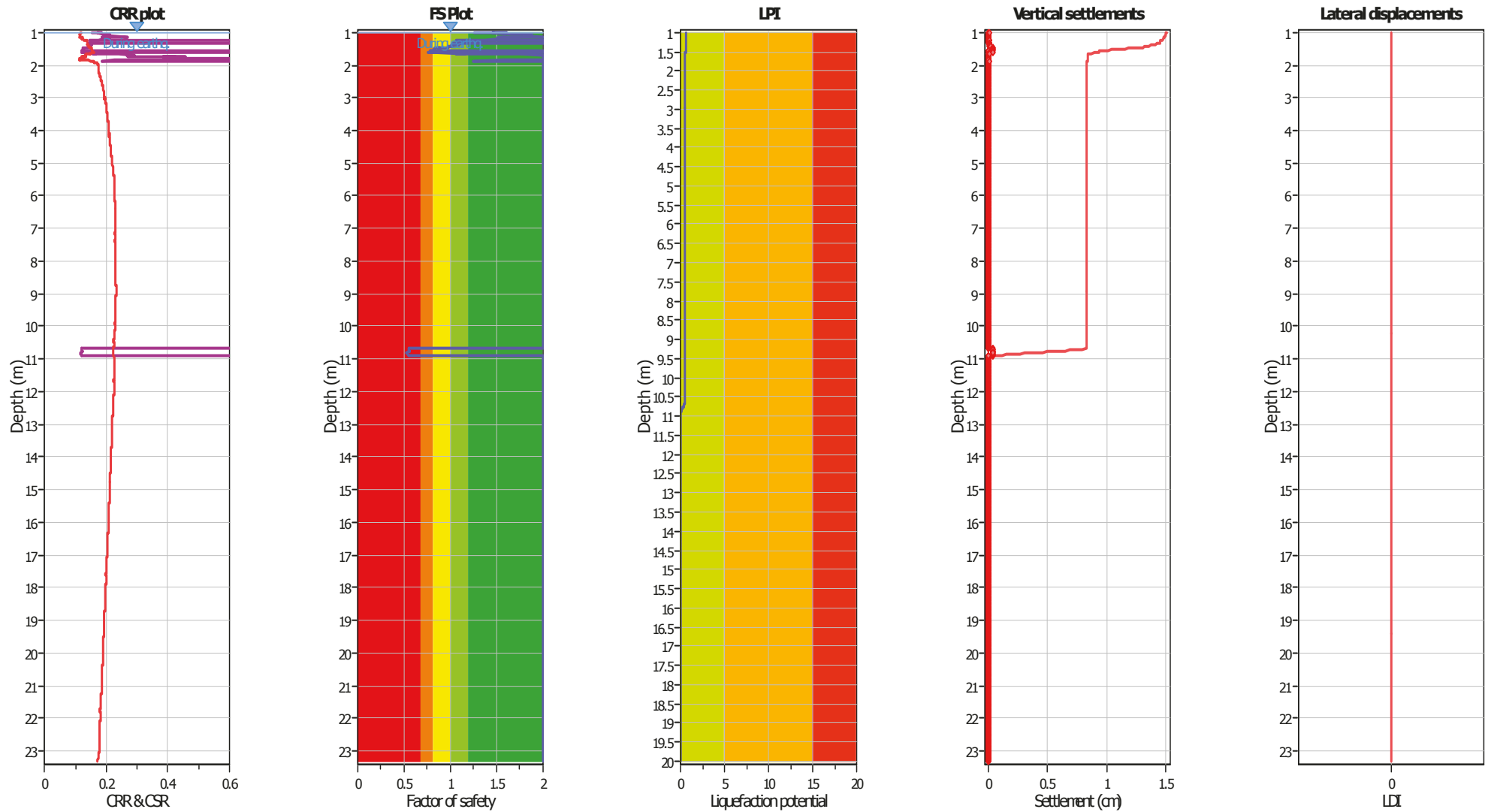
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

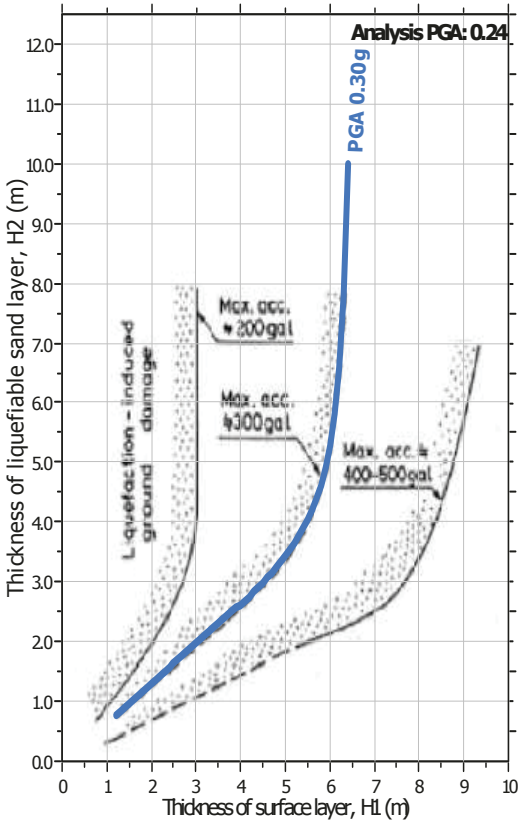
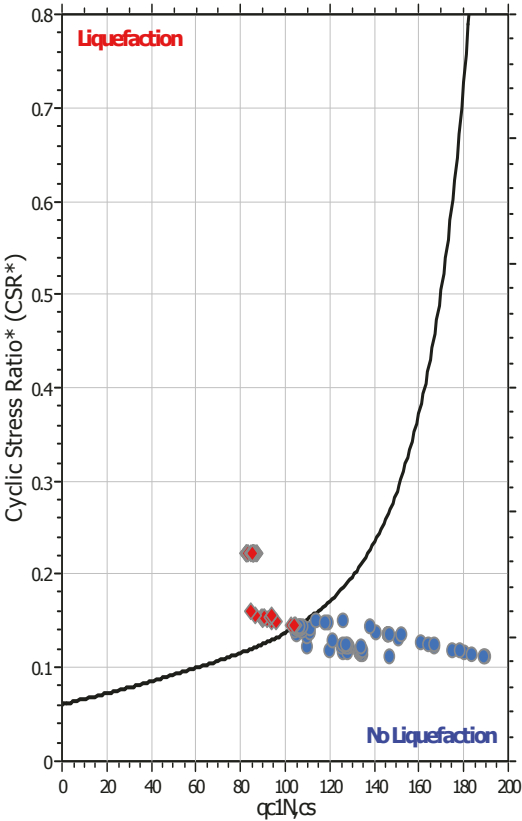
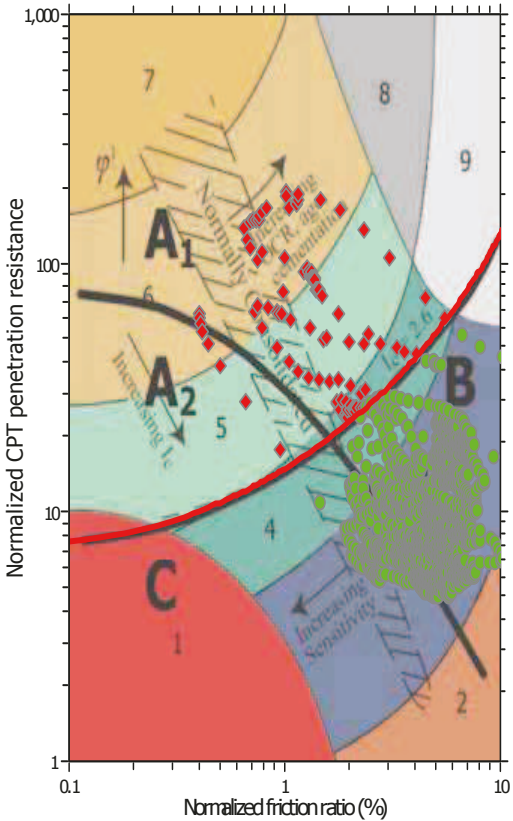
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light green	Unlike to liquefy
Dark green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Yellow	High risk
Light green	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_G applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

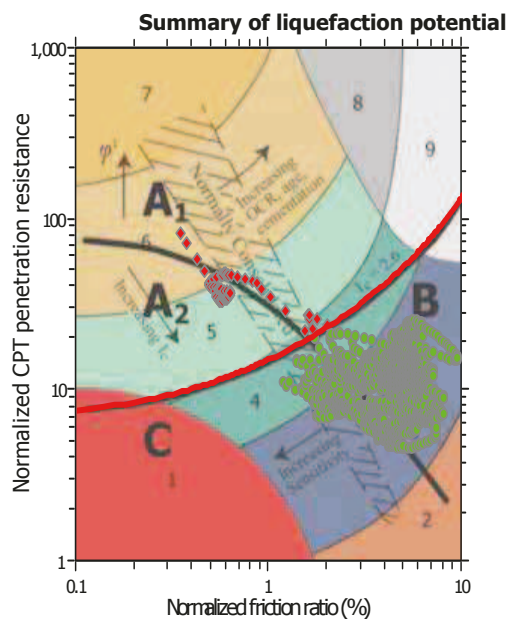
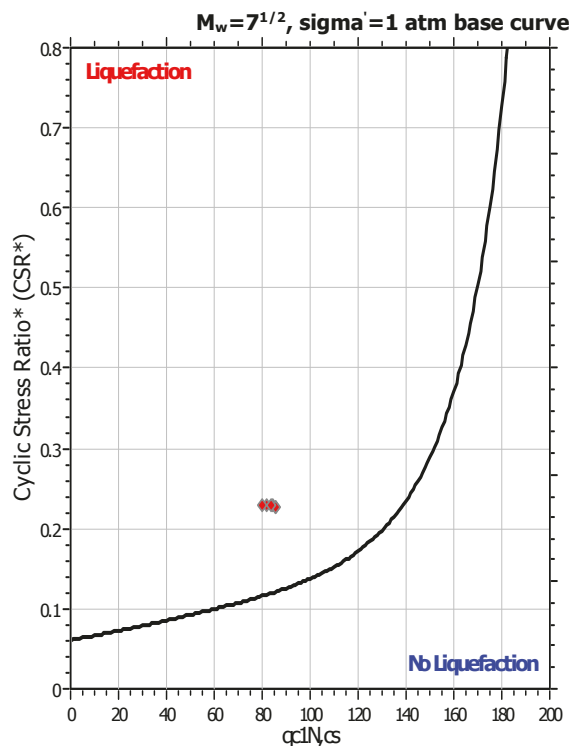
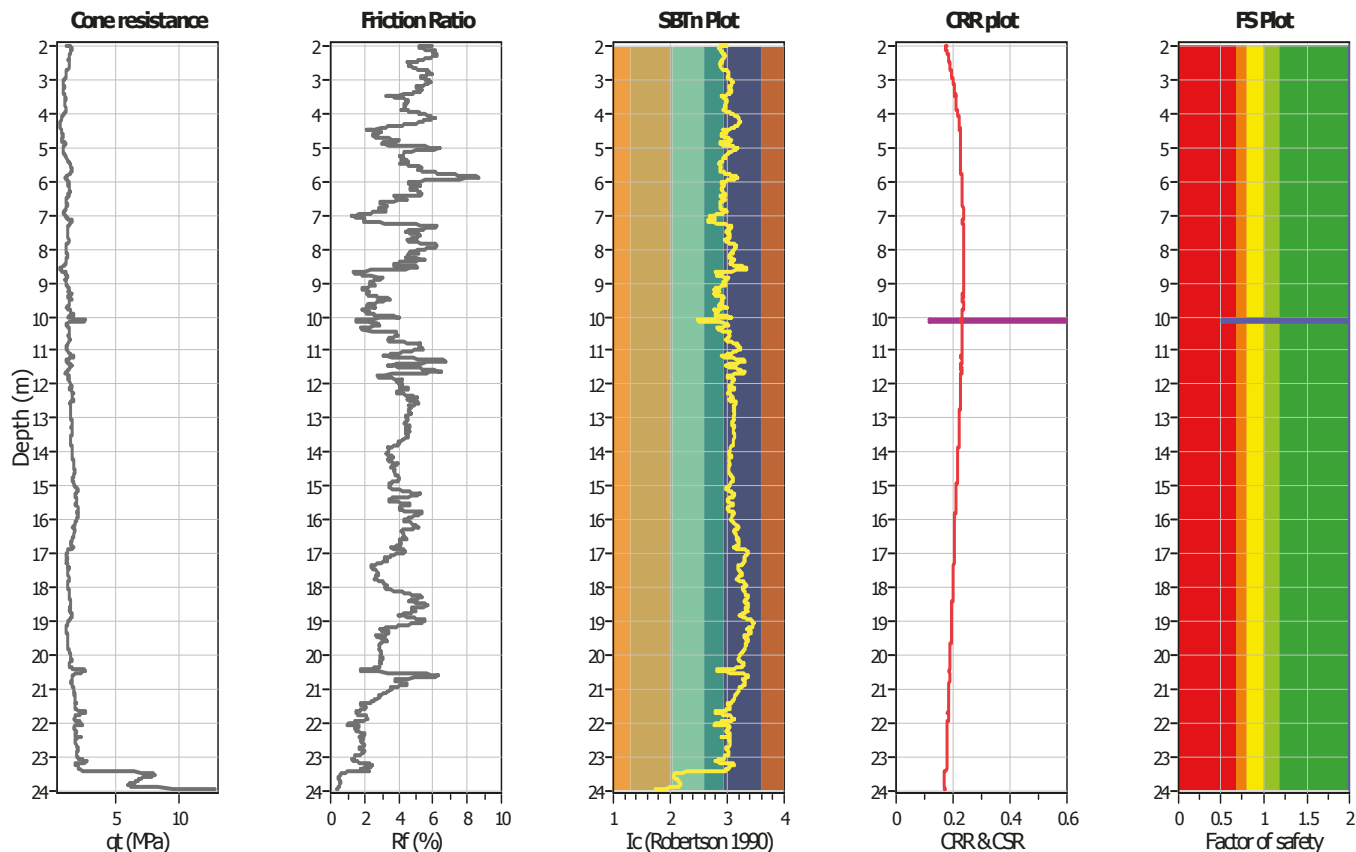
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

CPT file : CPTU4

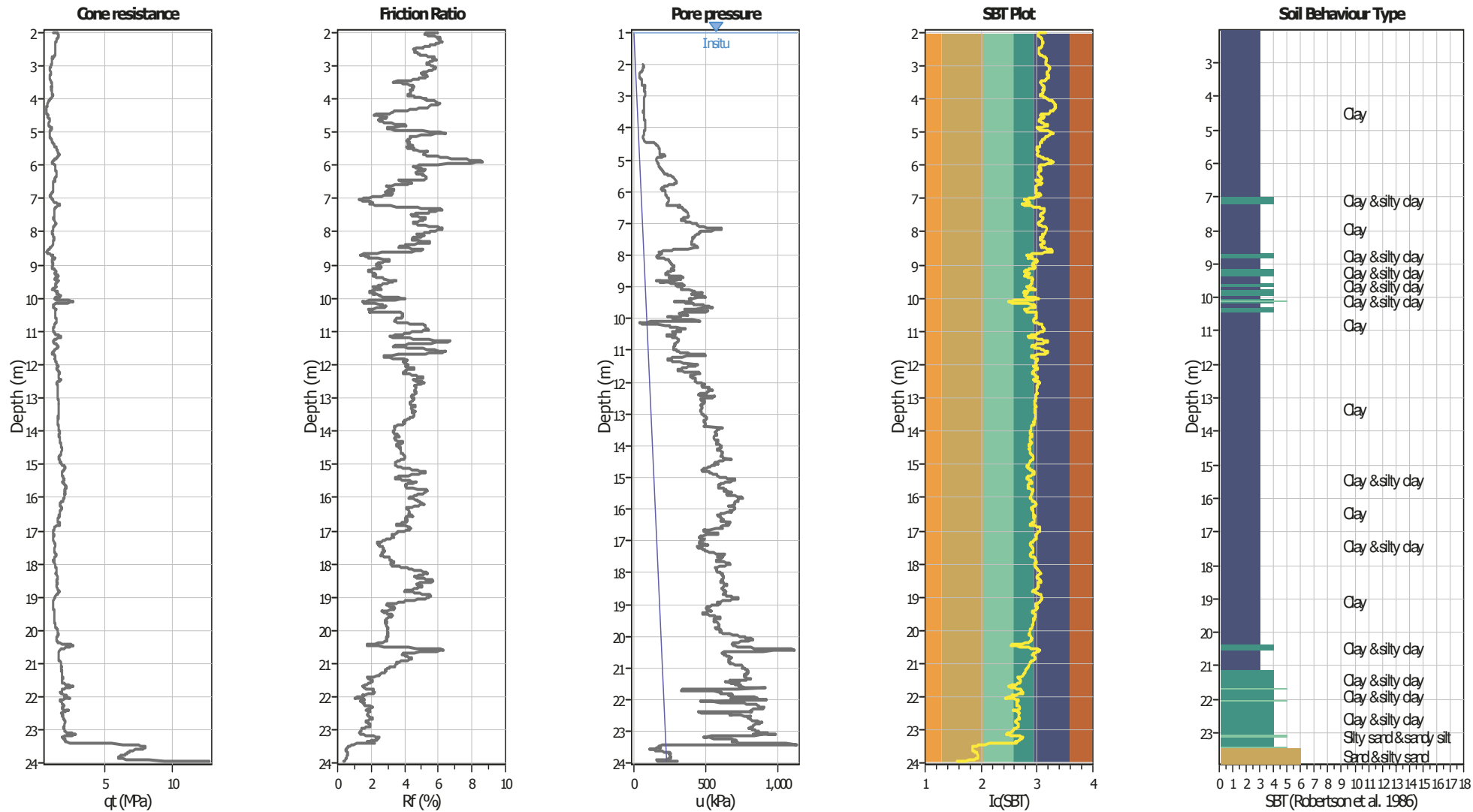
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



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

CPT basic interpretation plots



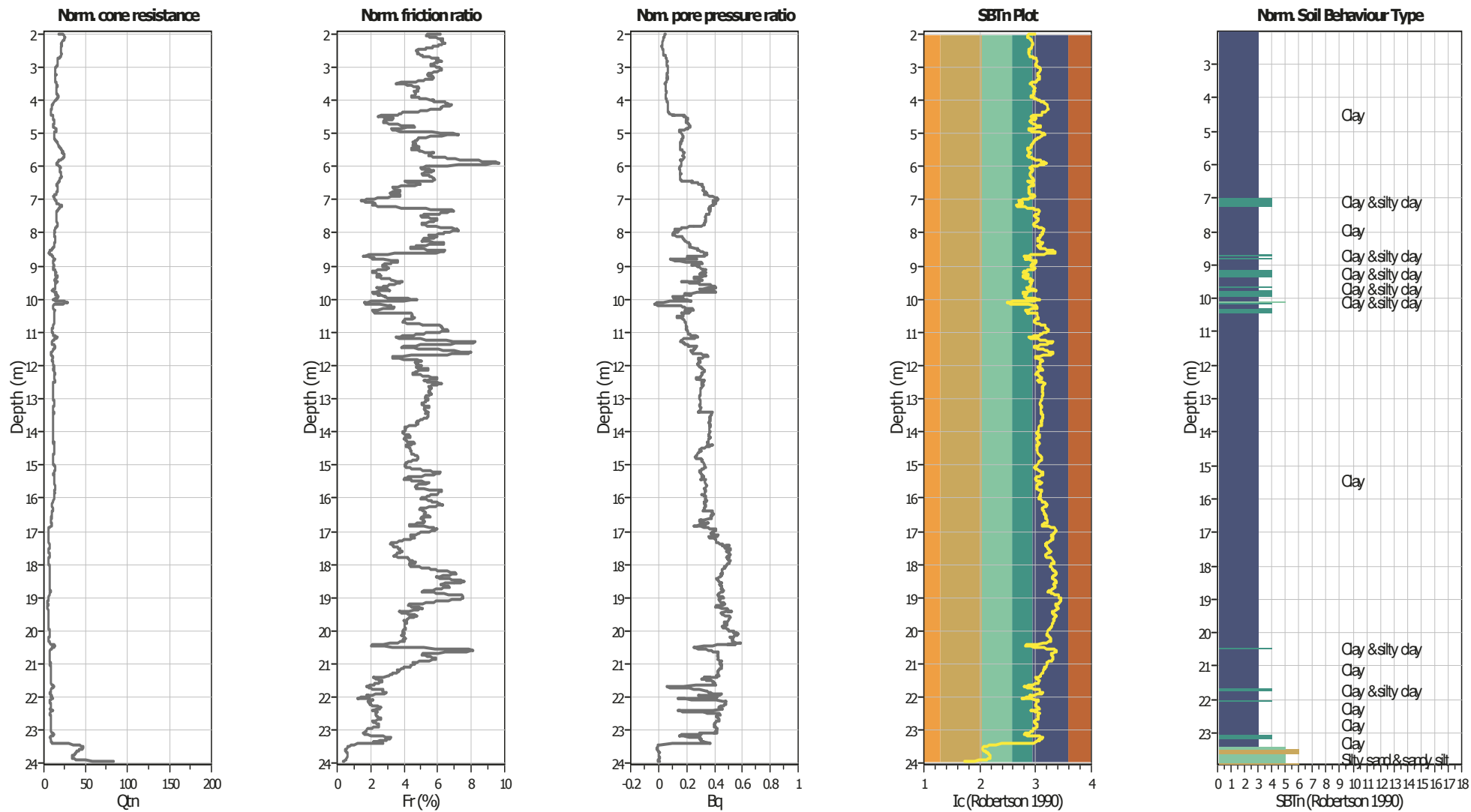
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



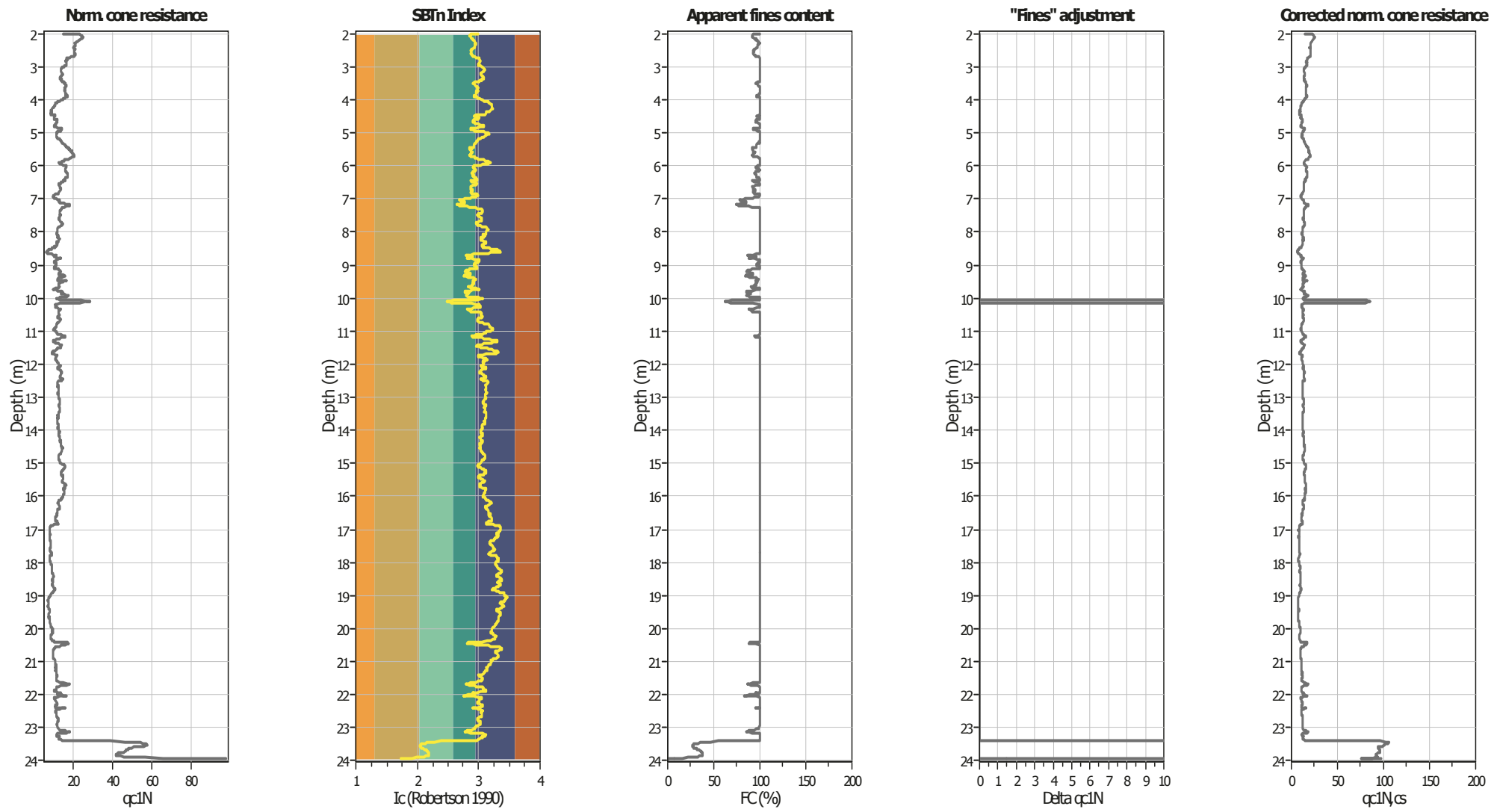
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

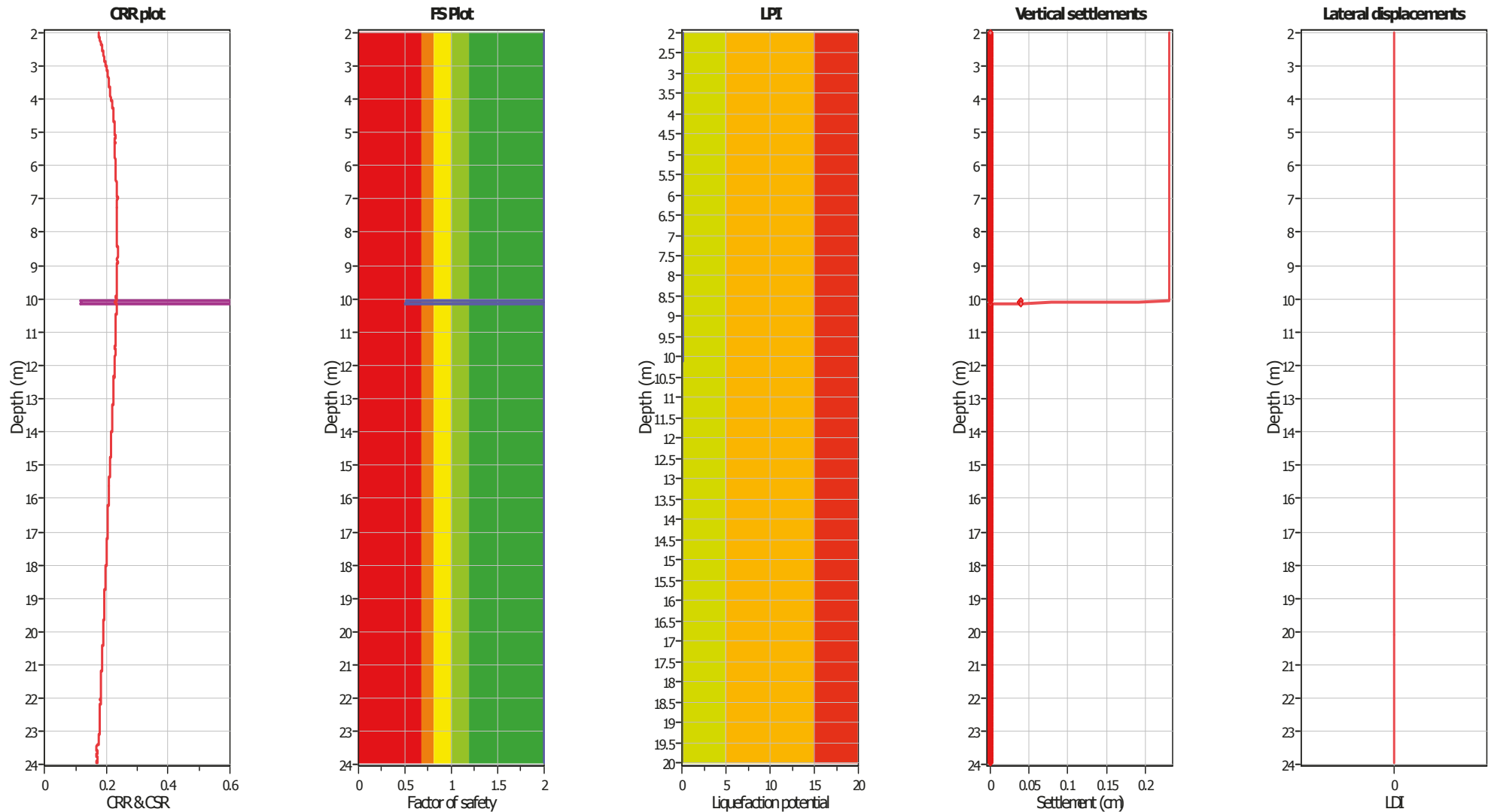
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

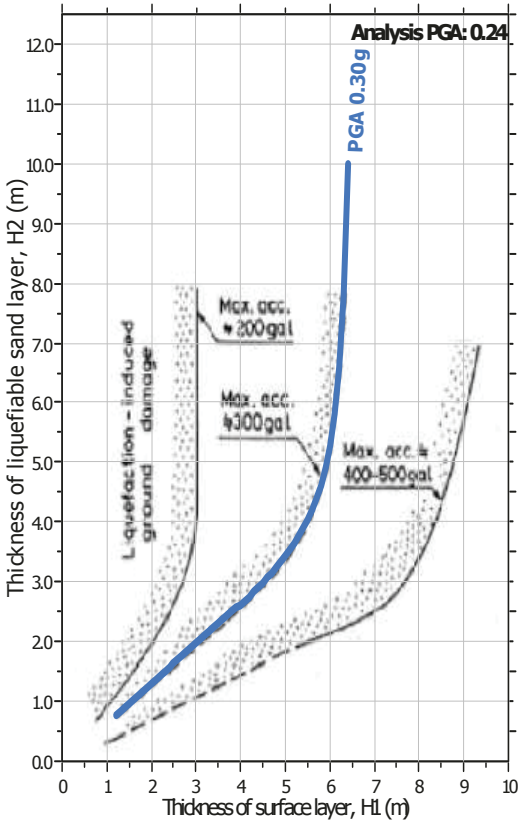
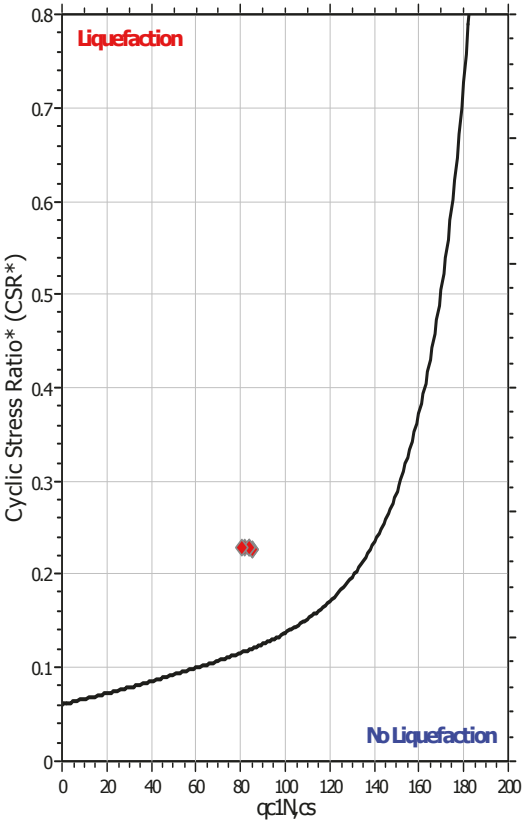
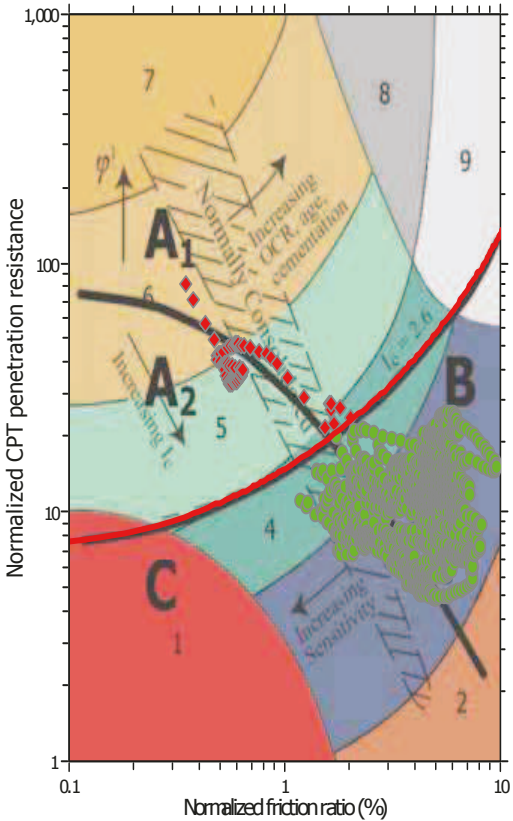
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light green	Unlike to liquefy
Dark green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _G applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

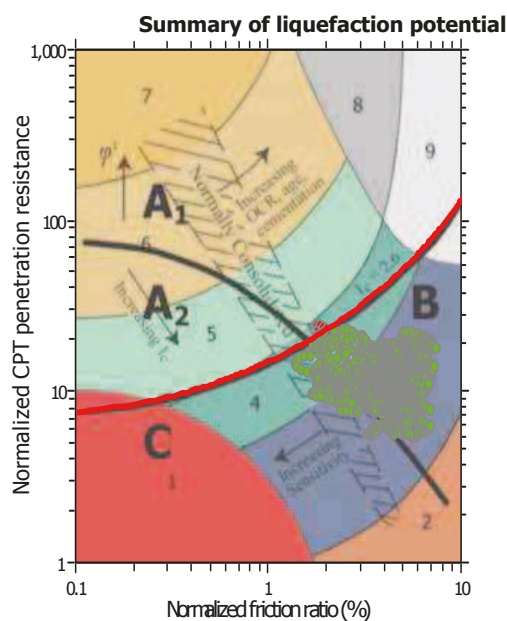
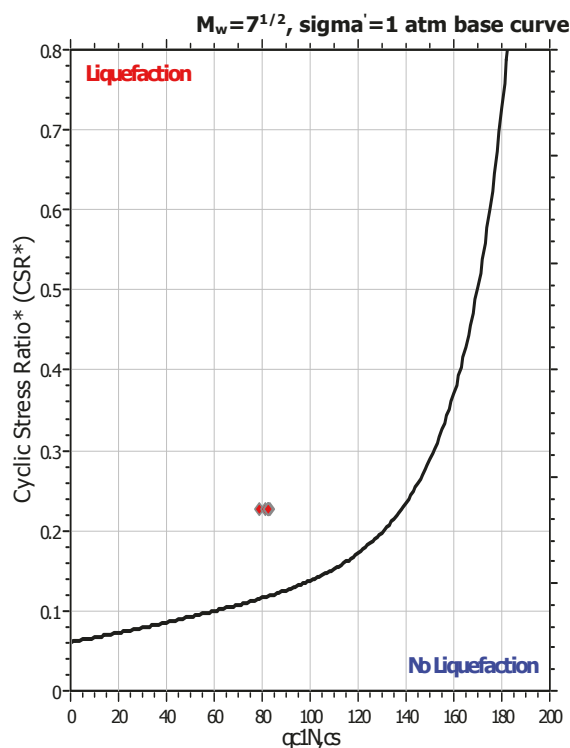
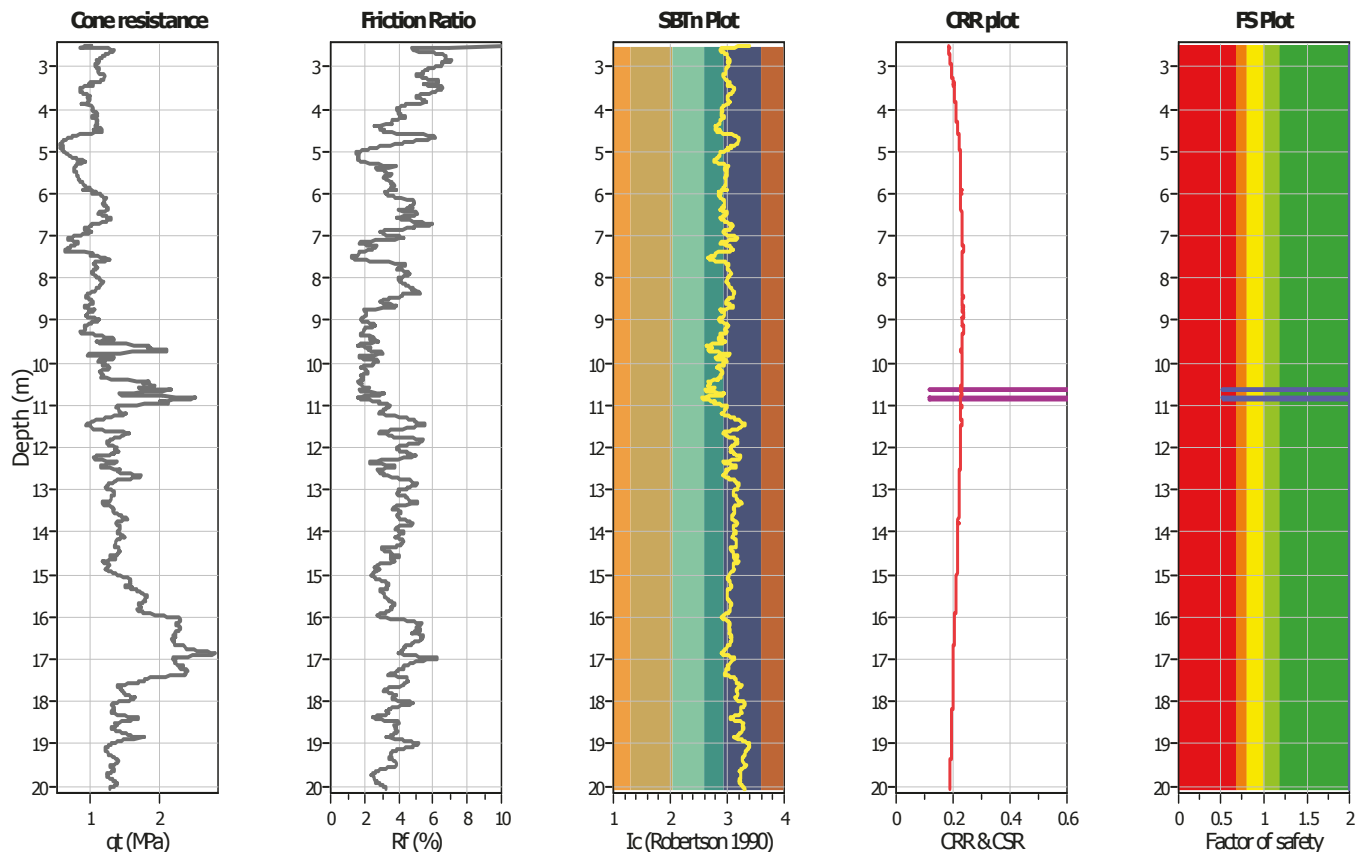
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

CPT file : CPTU5

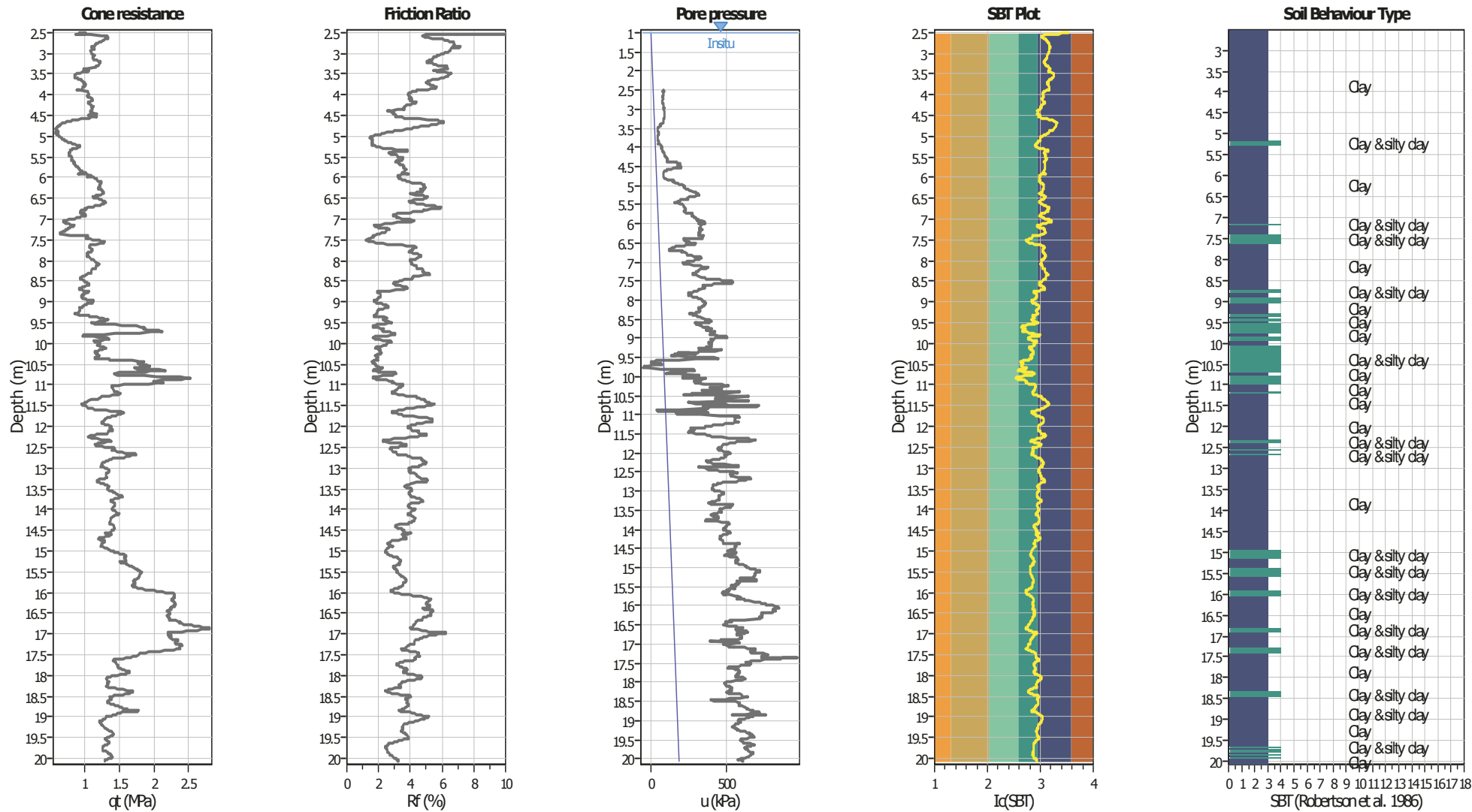
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



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

CPT basic interpretation plots



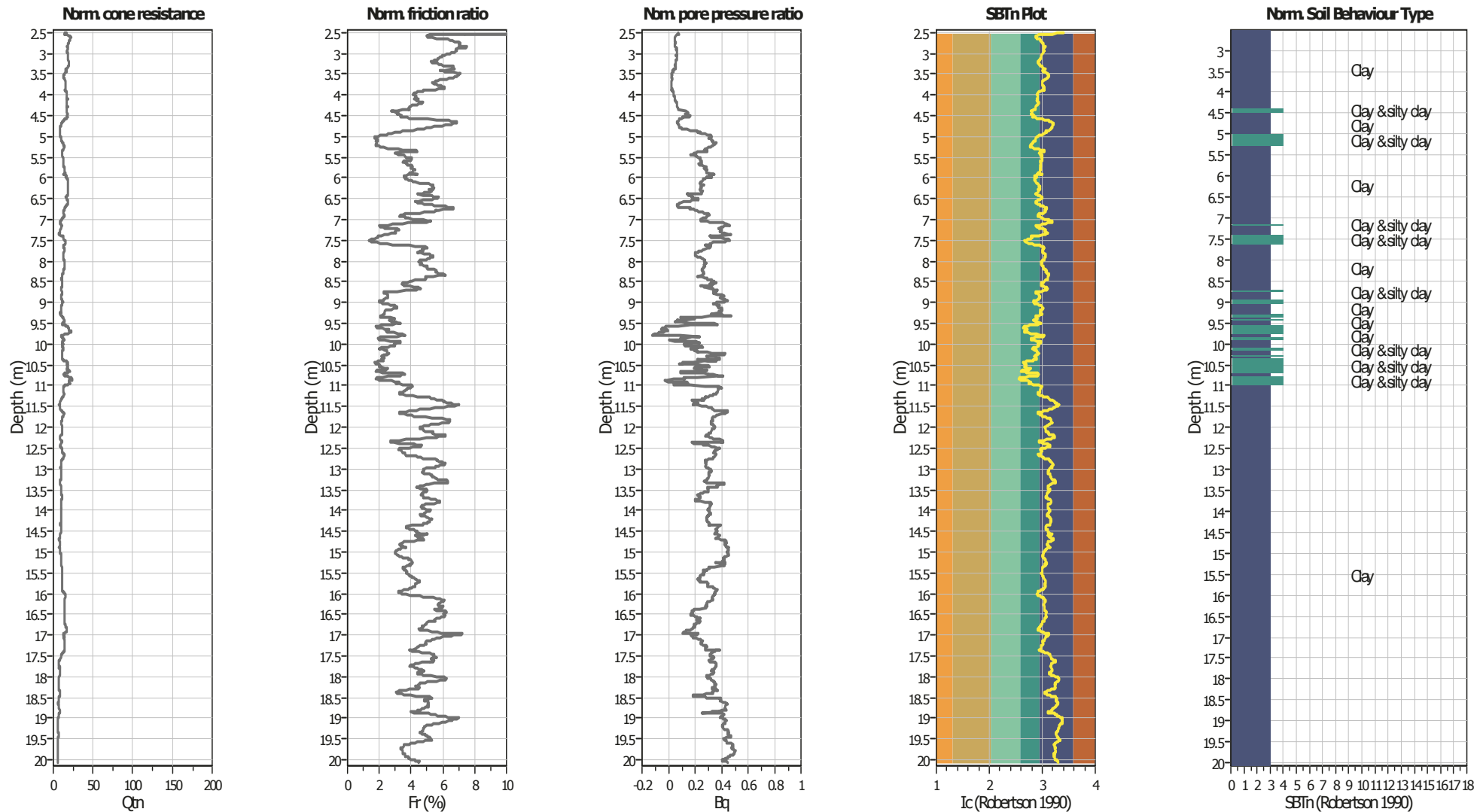
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



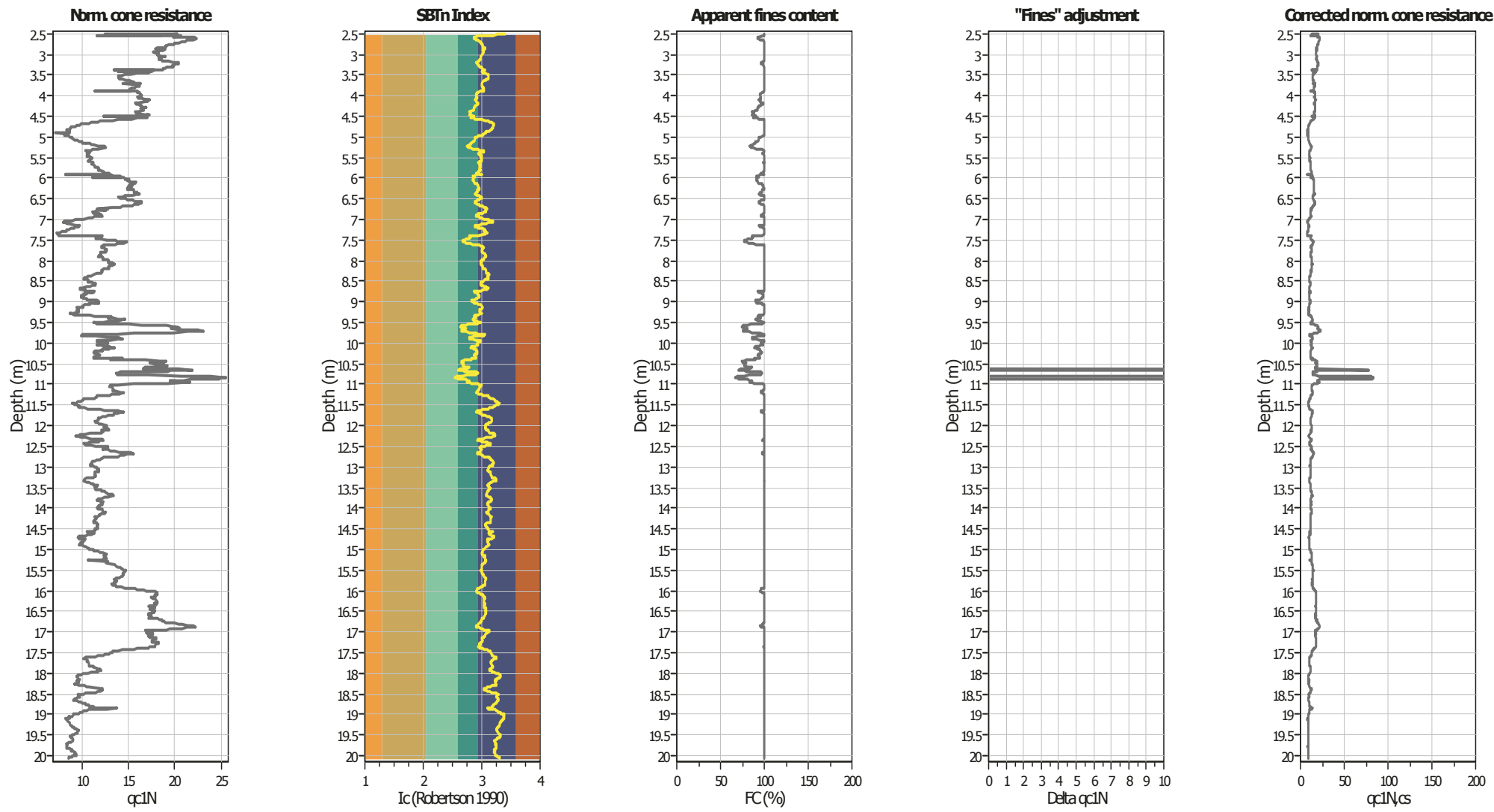
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

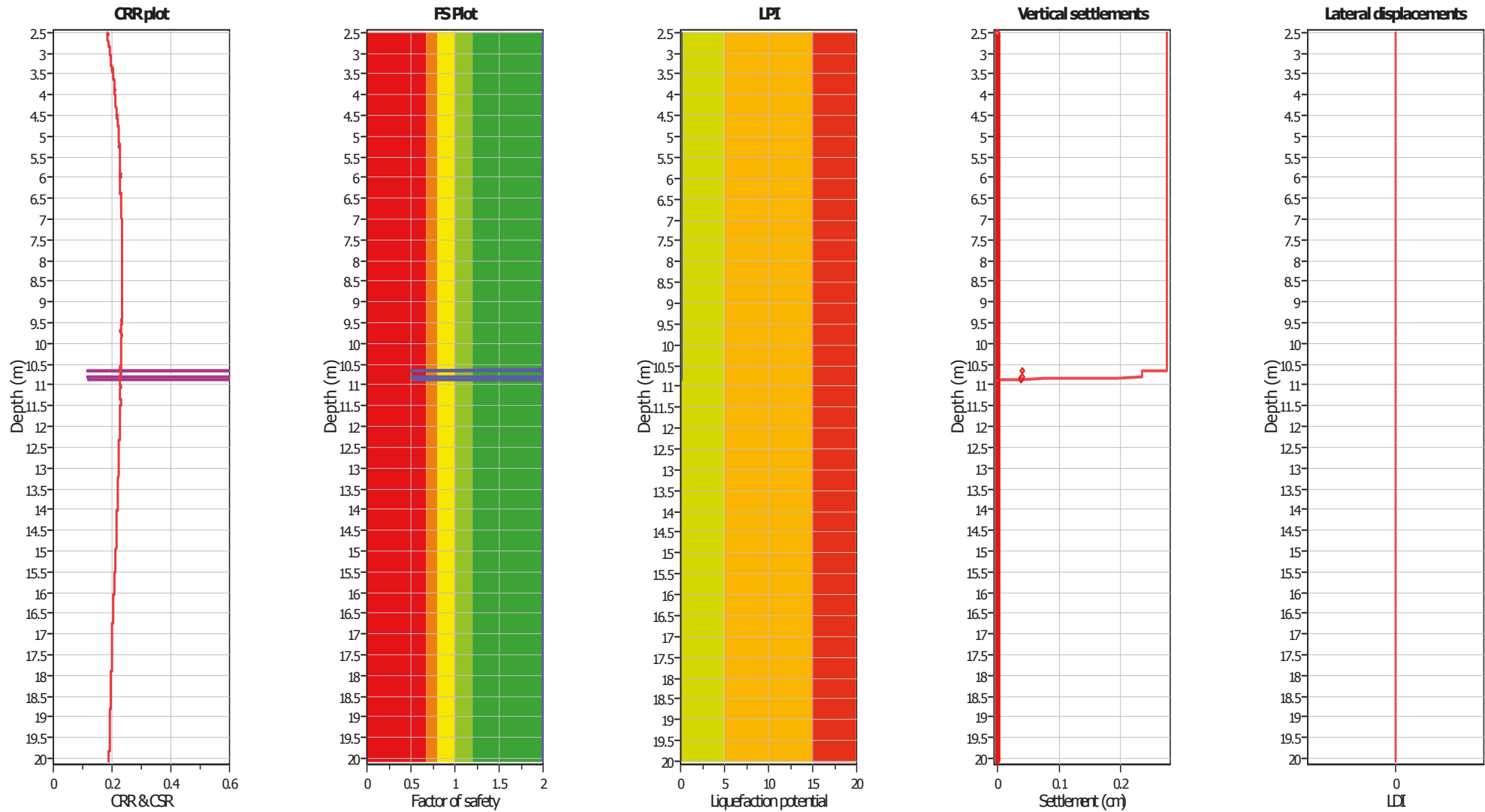
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

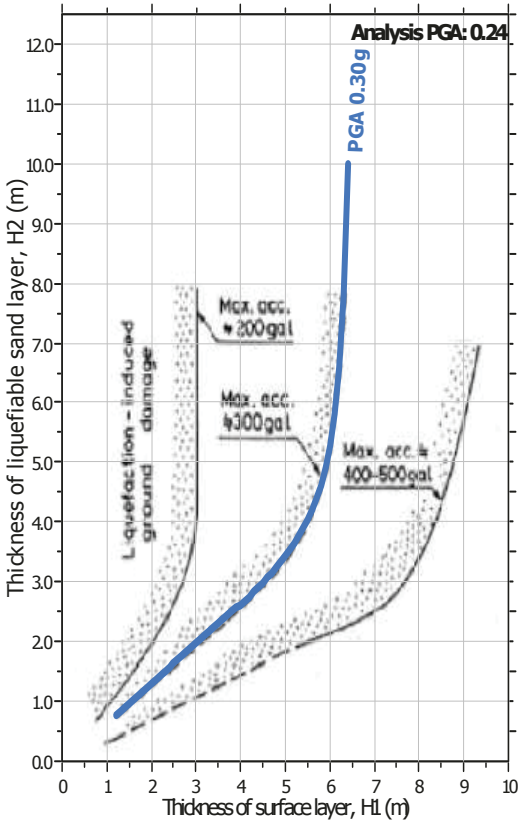
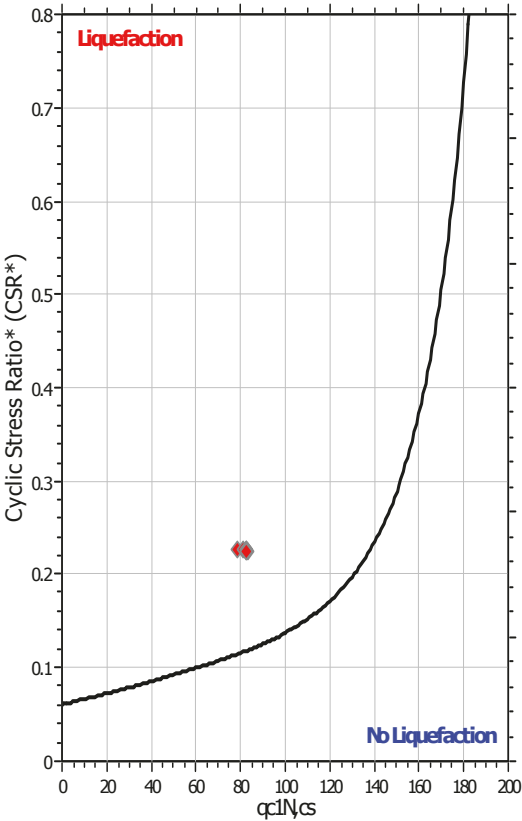
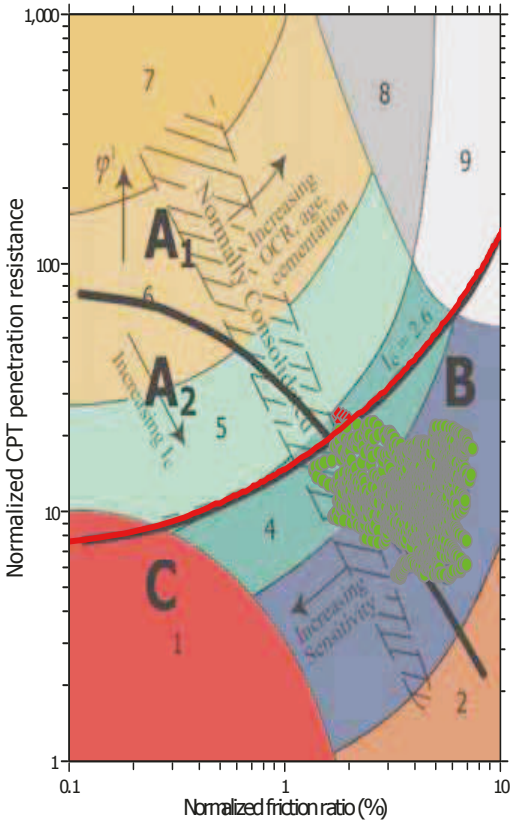
F.S. color scheme

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

LPI color scheme

	Very high risk
	High risk
	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _G applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

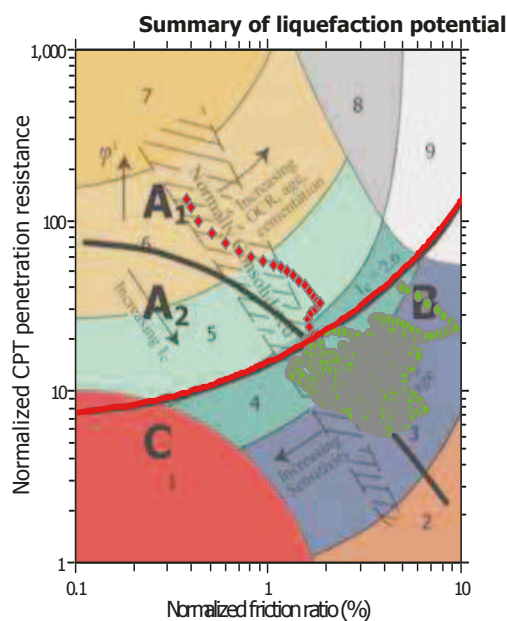
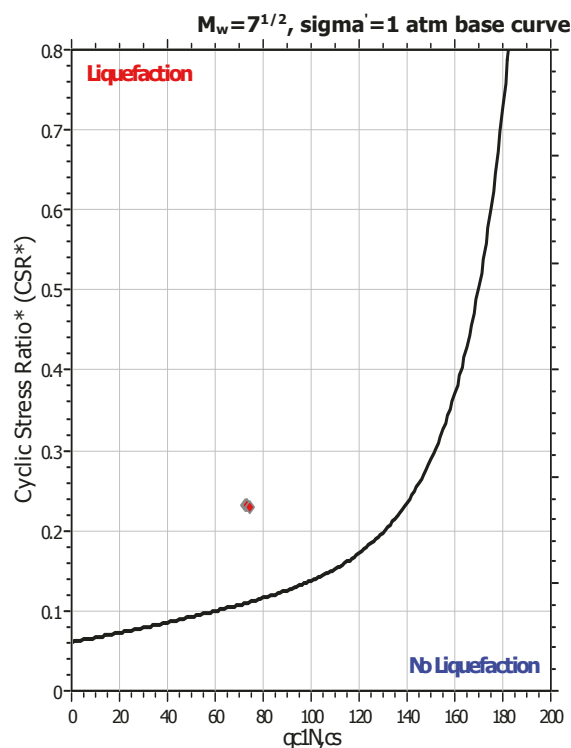
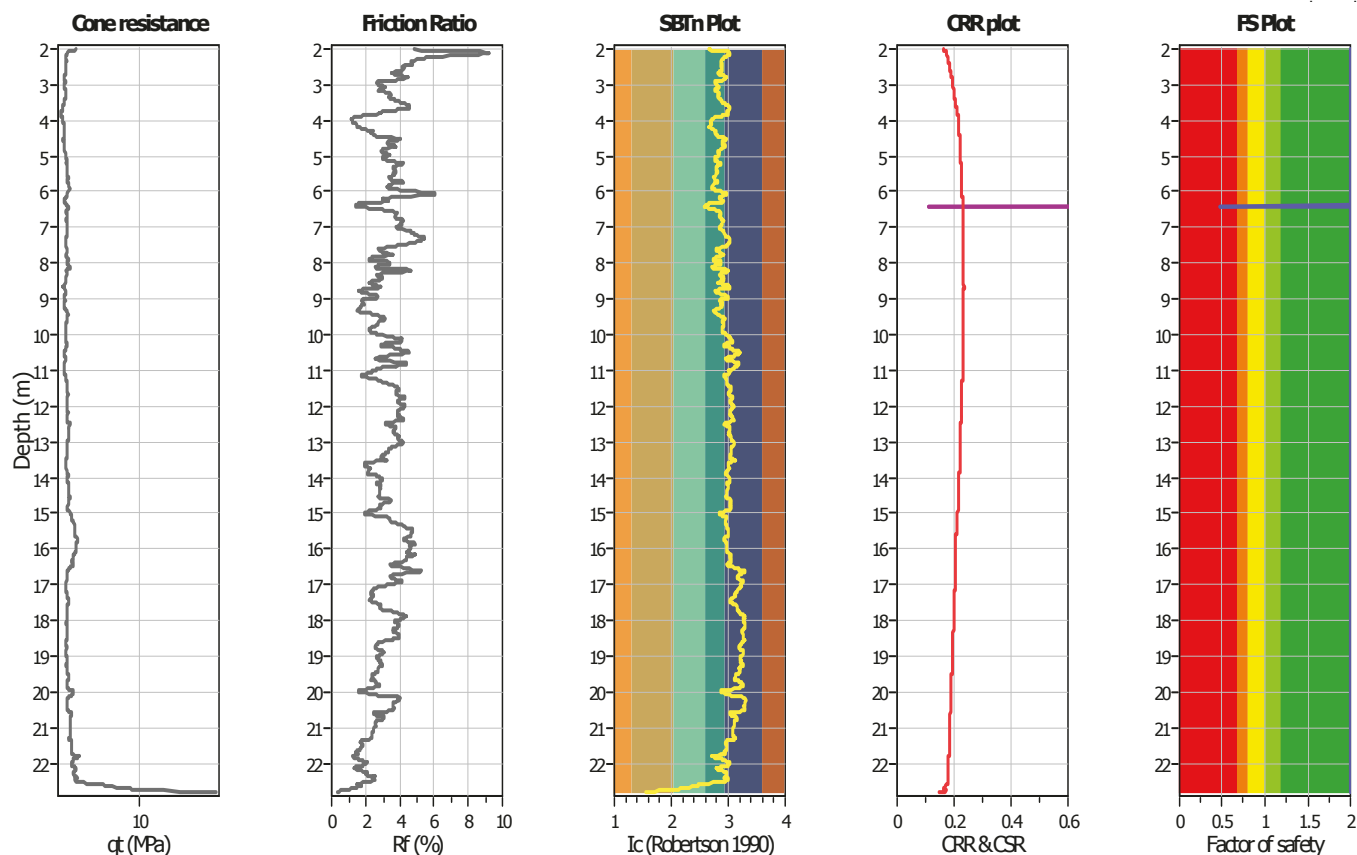
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

CPT file : CPTU6

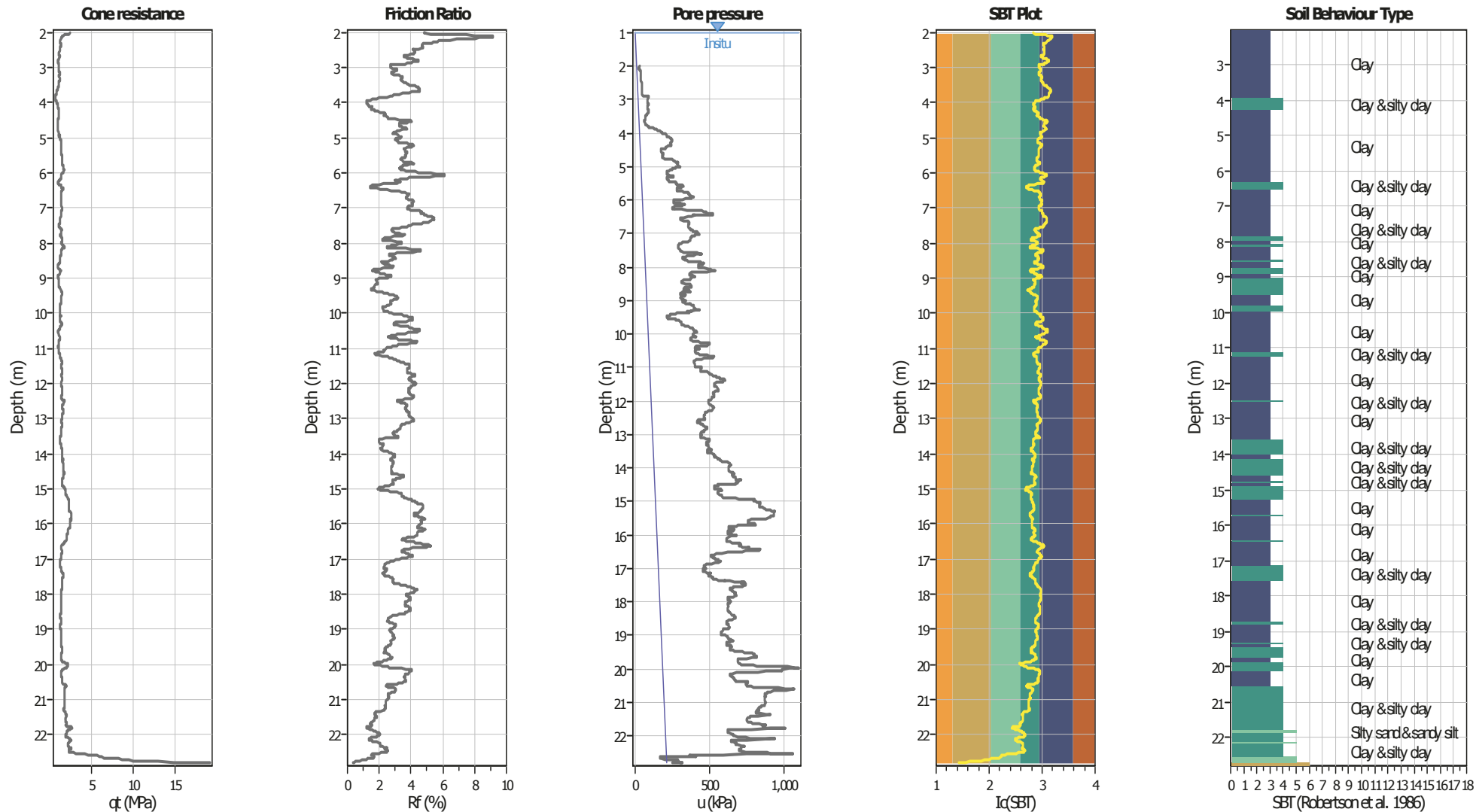
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



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

CPT basic interpretation plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_g applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

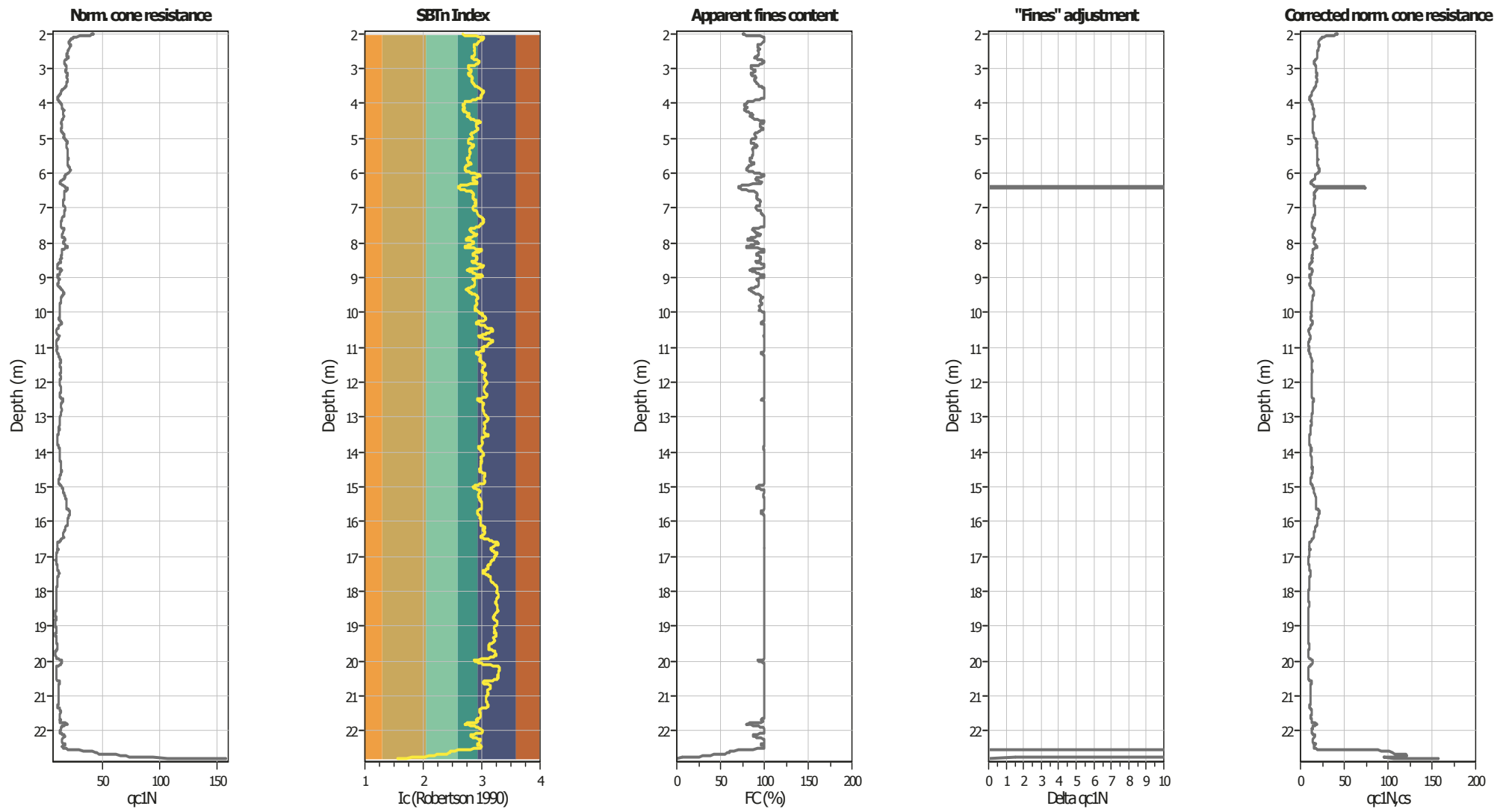
The figure consists of five vertical plots sharing a common y-axis representing Depth (m) from 0 to 22 meters.

- Norm. cone resistance:** The x-axis is Q_n (0 to 200). The curve shows high resistance (near 200) from 0 to 10m, then drops sharply to near 0 by 12m, remaining low until 22m.
- Norm. friction ratio:** The x-axis is Fr (%) (0 to 10). The curve shows values between 2% and 8% from 0 to 10m, then drops to near 0 by 12m, remaining low until 22m.
- Norm. pore pressure ratio:** The x-axis is B_q (-0.2 to 1). The curve shows values between 0.2 and 0.6 from 0 to 10m, then drops to near 0 by 12m, remaining low until 22m.
- SBTn Plot:** The x-axis is I_c (Robertson 1990) (1 to 4). The plot shows a yellow line fluctuating between 1.5 and 3.5, with a shaded background indicating soil behavior zones.
- Norm. Soil Behaviour Type:** The x-axis is SBT_n (Robertson 1990) (0 to 18). The plot shows a dark blue line fluctuating between 1 and 4, with a shaded background indicating soil behavior zones.

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

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

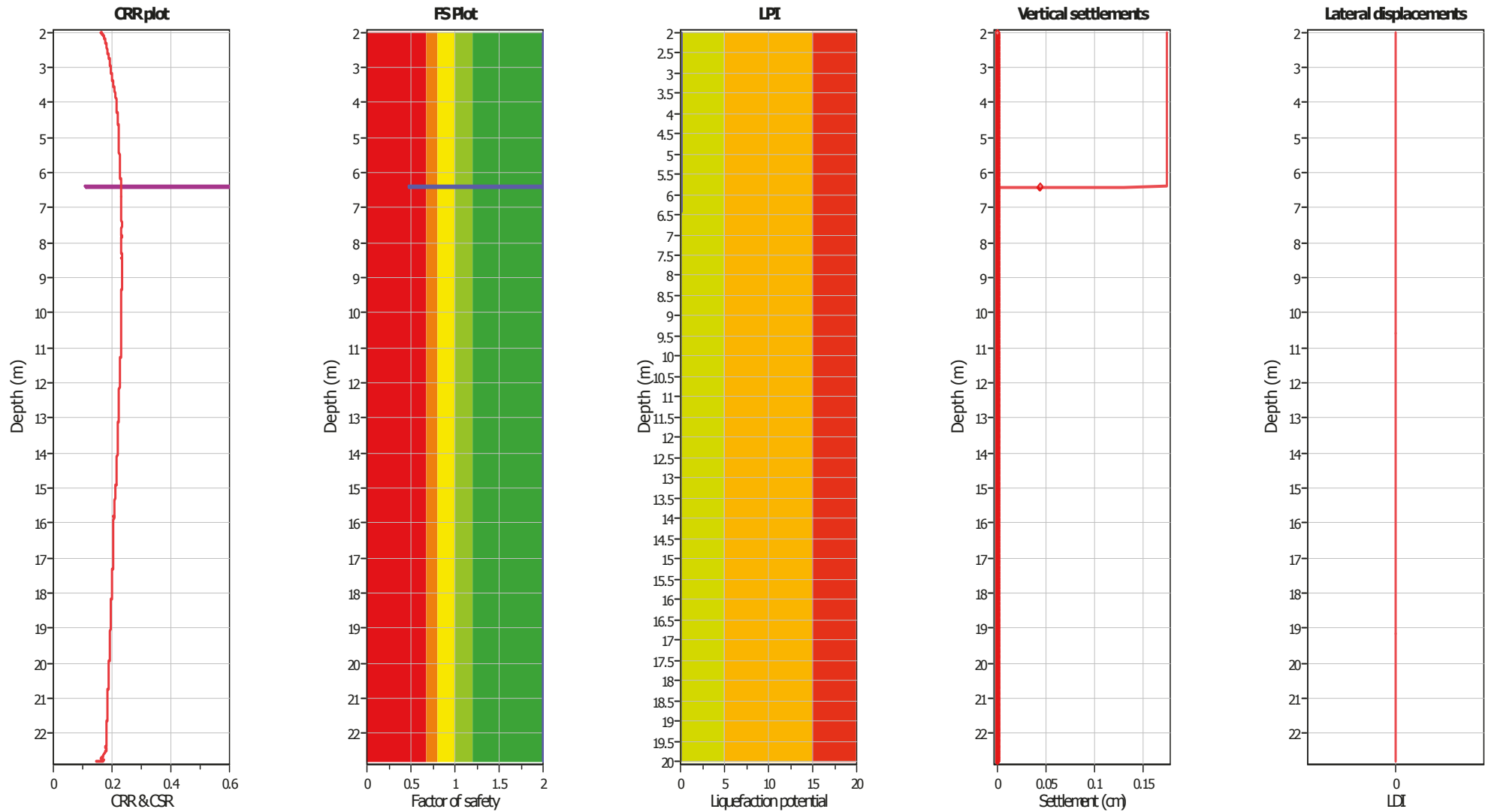
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_G applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _σ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

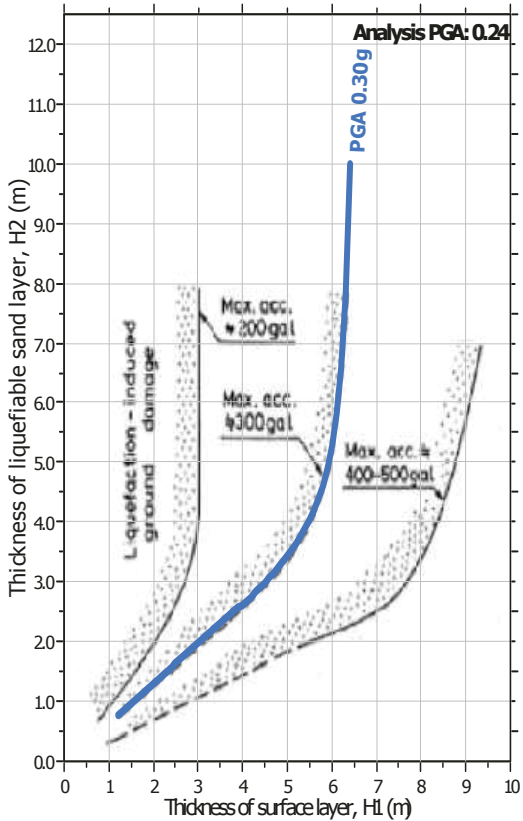
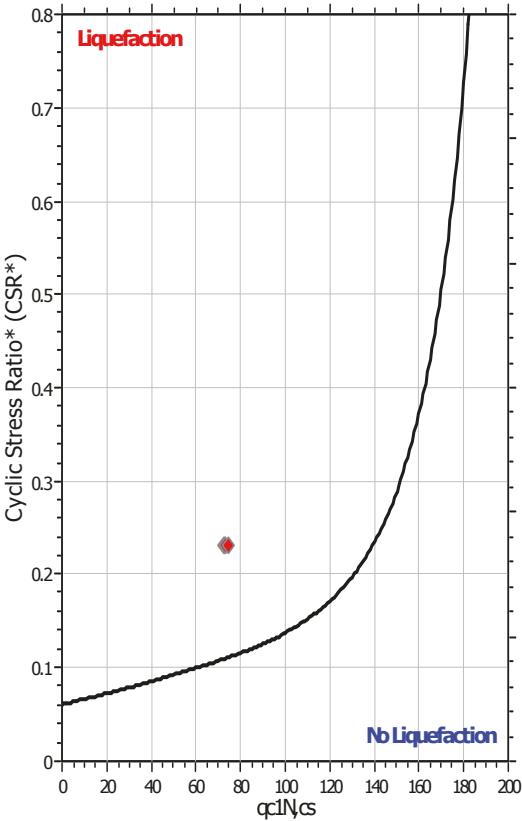
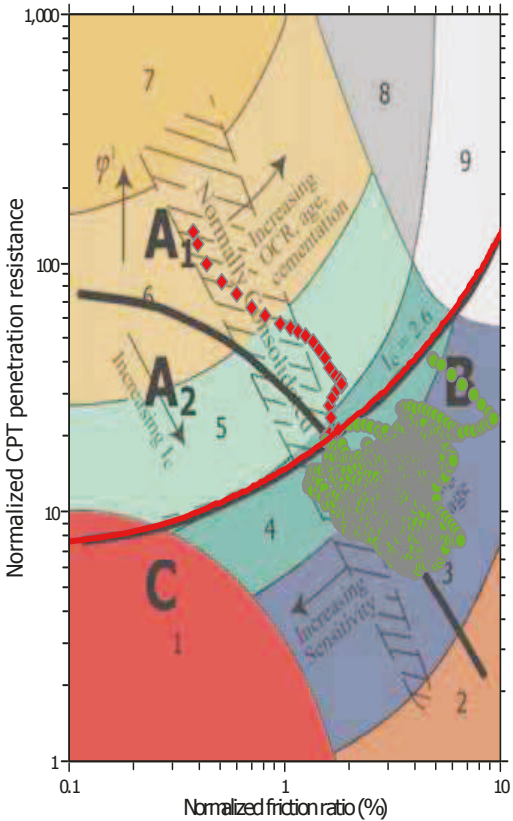
F.S. color scheme

Very high risk	Almost certain it will liquefy
High risk	Very likely to liquefy
Low risk	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:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_G applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

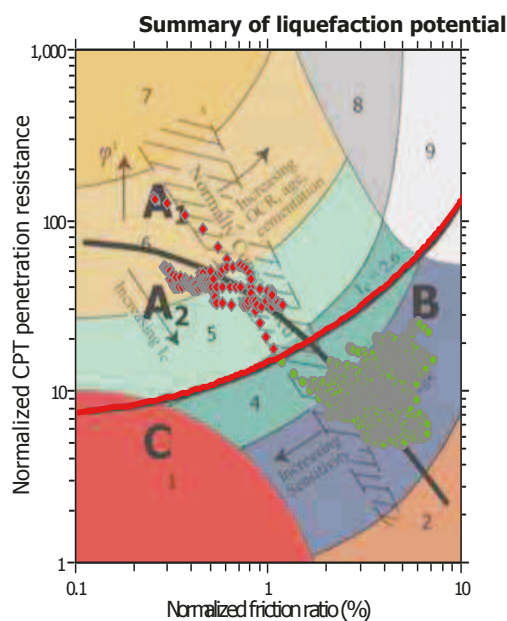
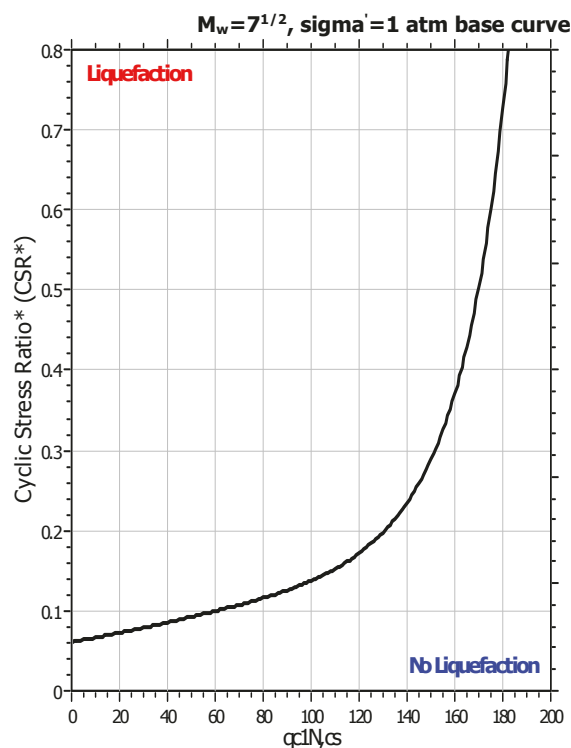
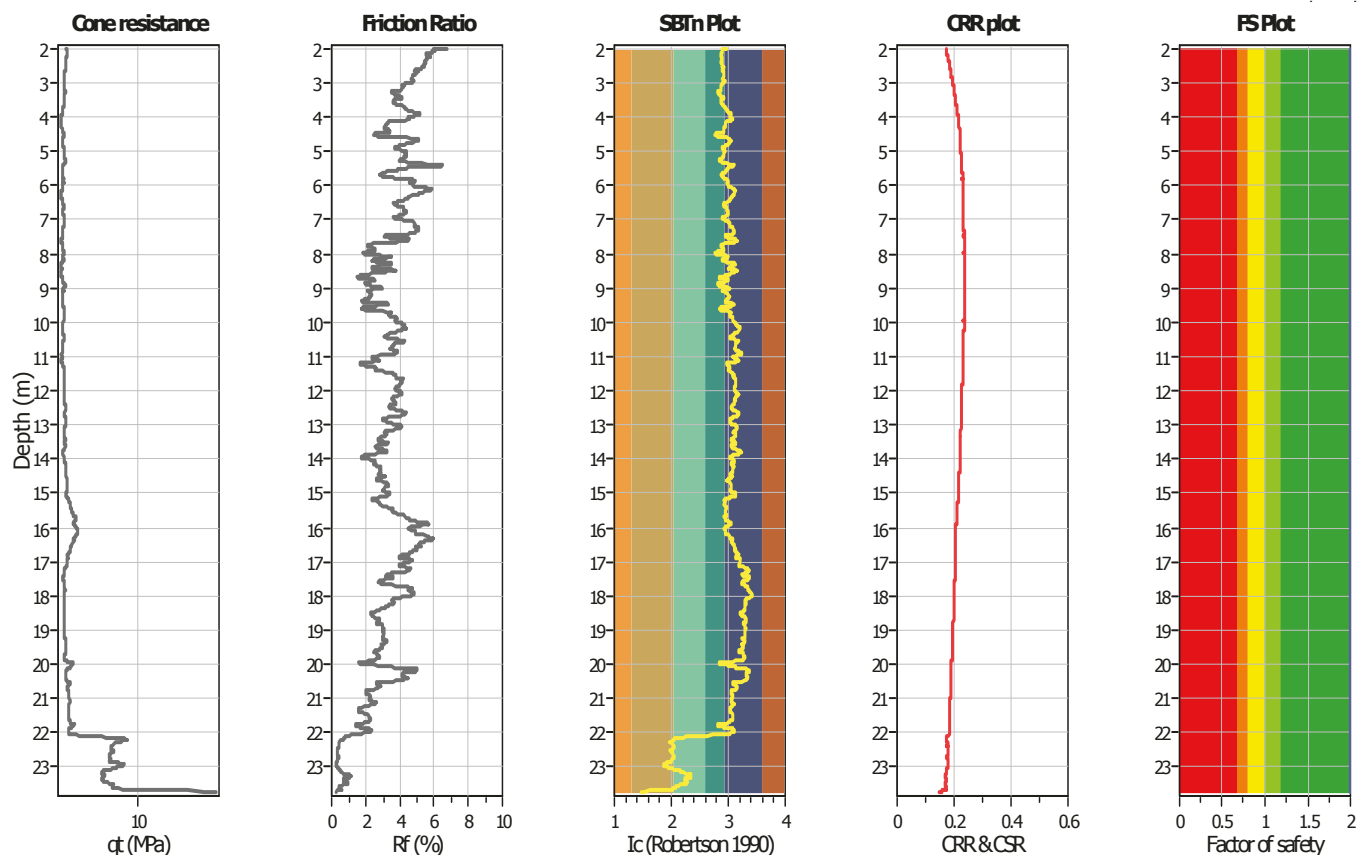
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

CPT file : CPTU7

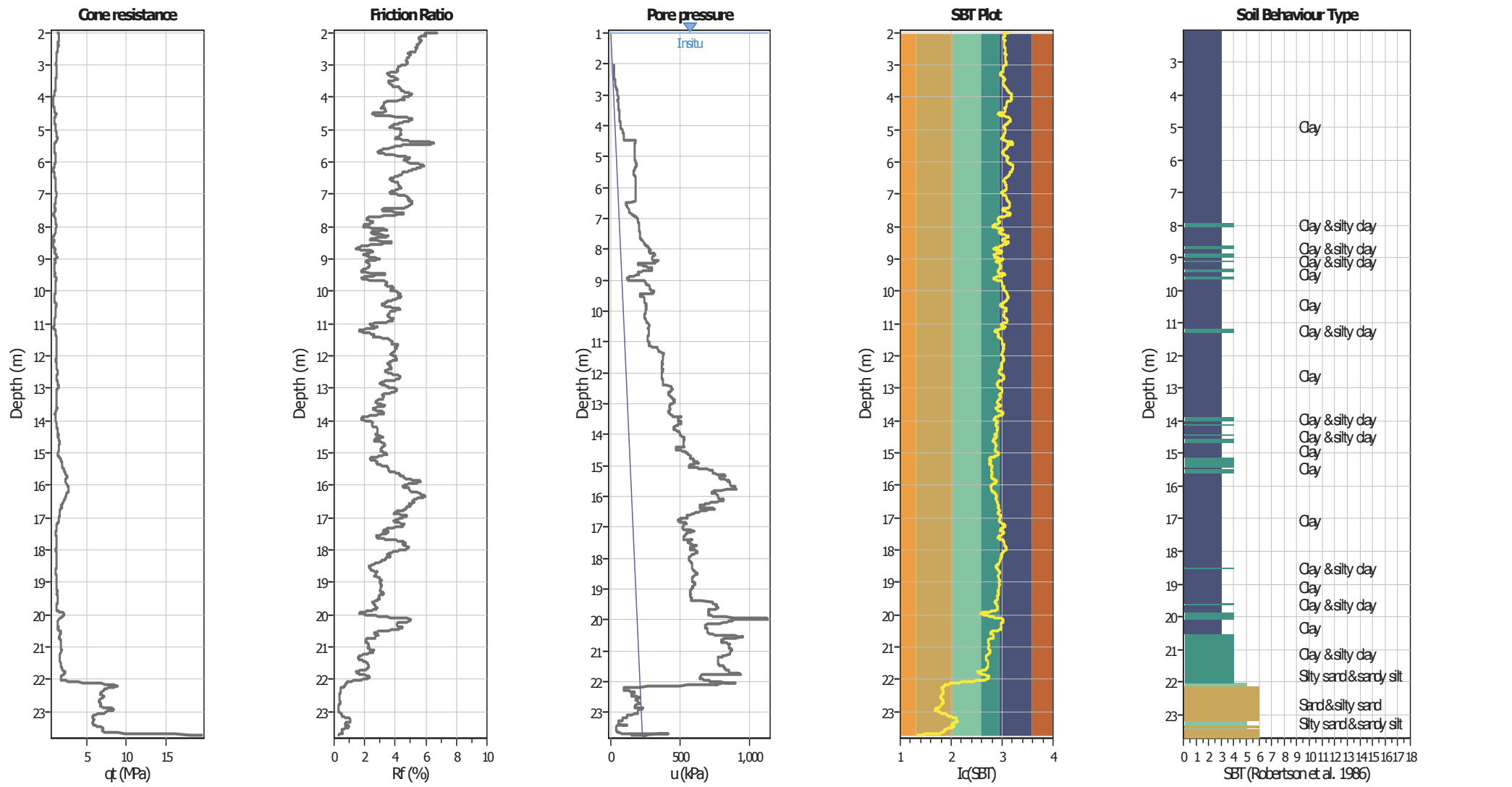
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



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

CPT basic interpretation plots



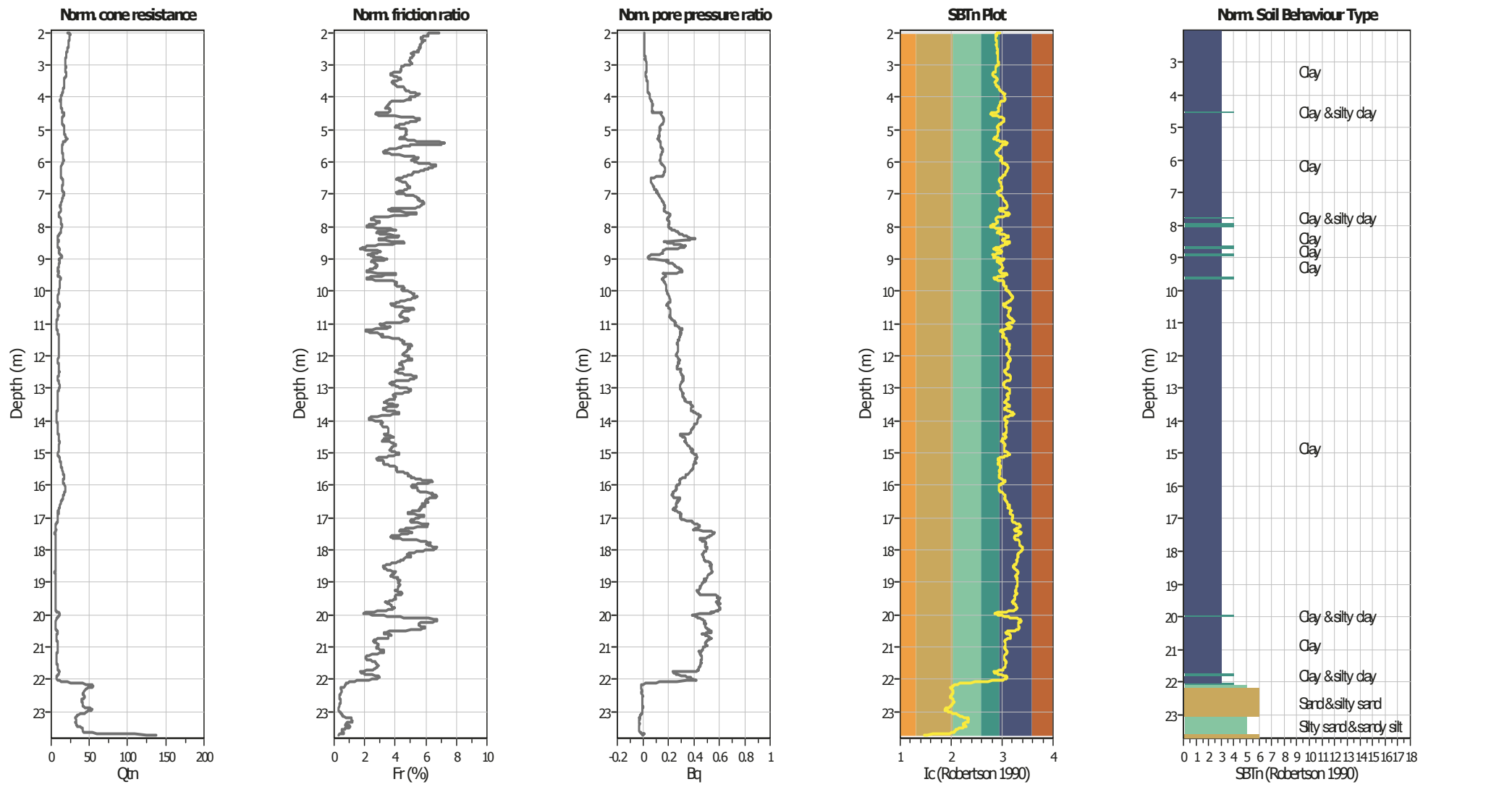
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I_c value	I_c cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)

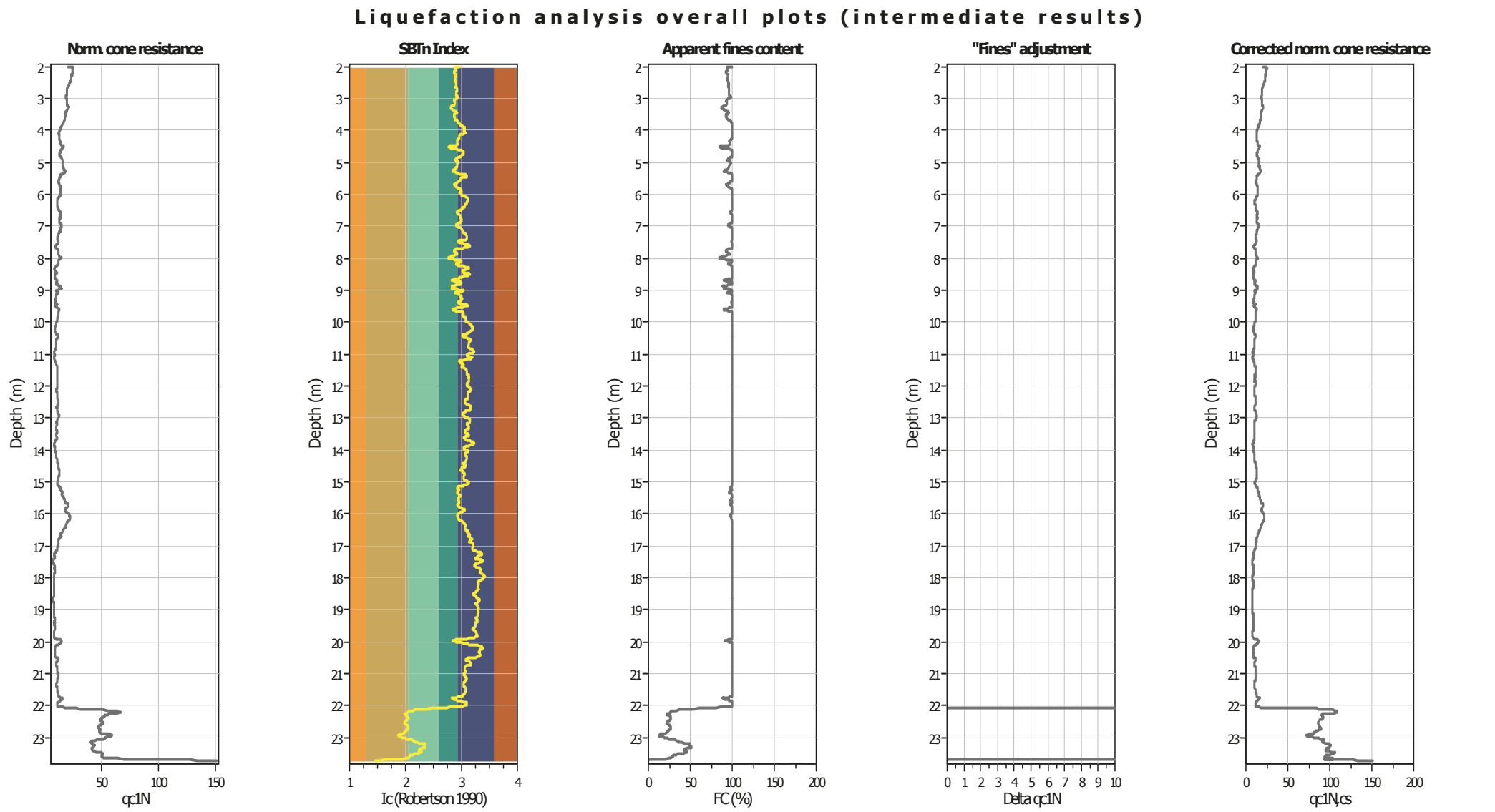


Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on I _c value	I _c cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT_n legend

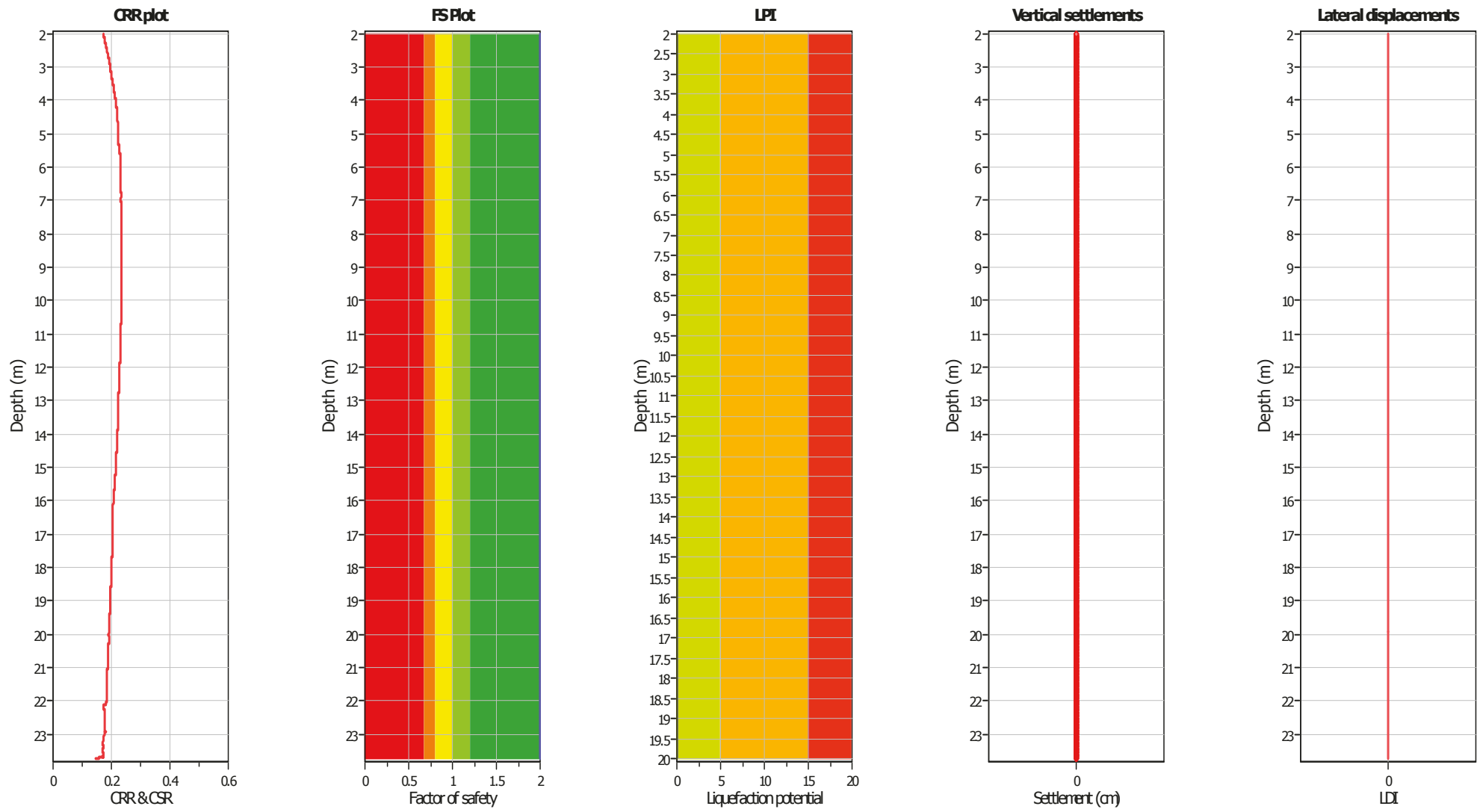
1. Sensitive fine grained	4. Clayey silt to silty	7. Gravely sand to sand
2. Organic material	5. Silty sand to sandy silt	8. Very stiff sand to
3. Clay to silty clay	6. Clean sand to silty sand	9. Very stiff fine grained



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_G applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

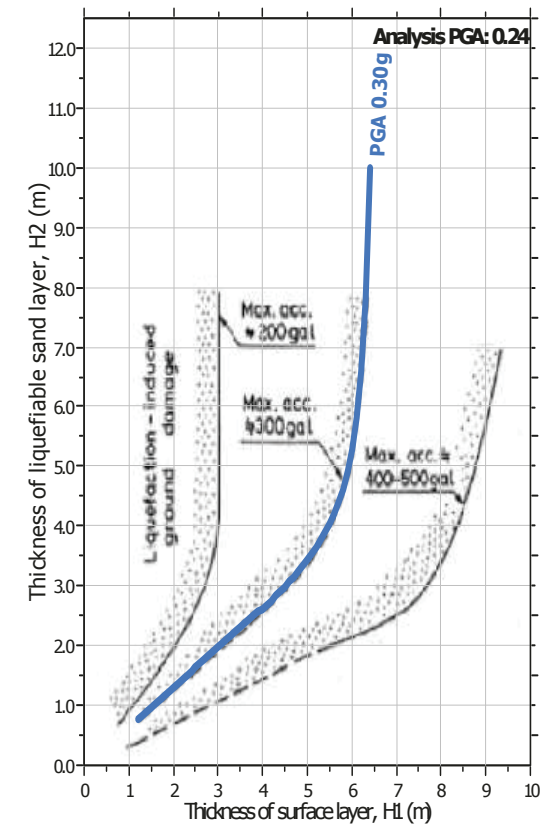
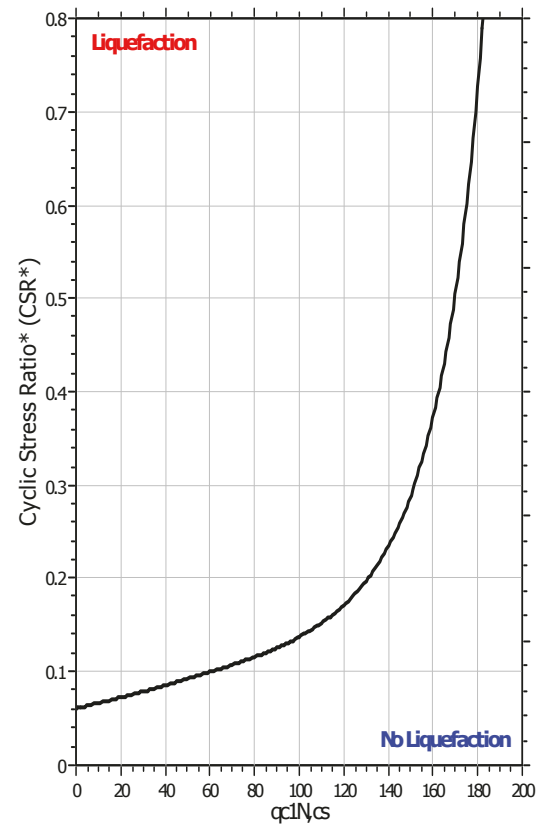
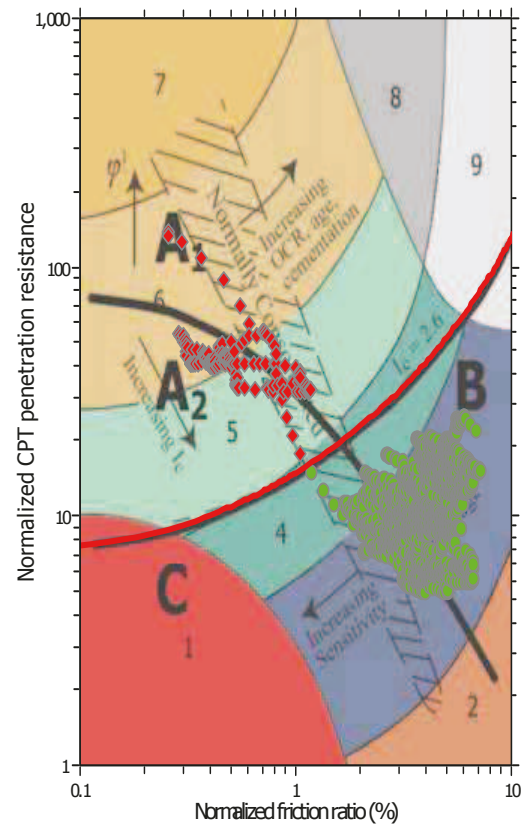
Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

F.S. color scheme

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

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

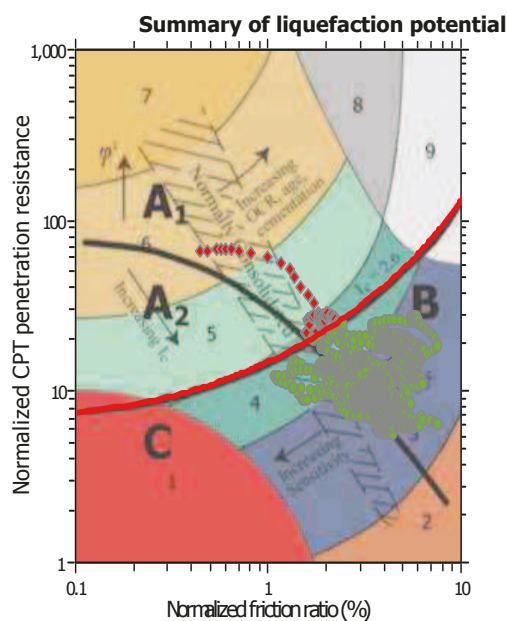
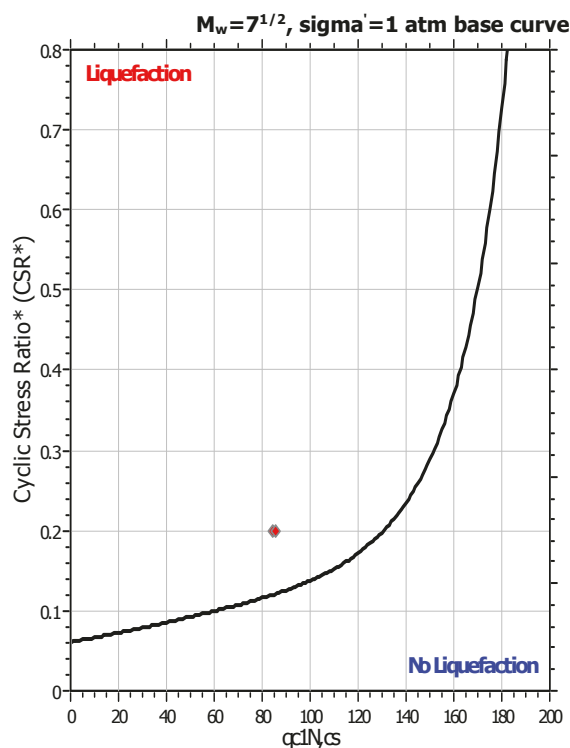
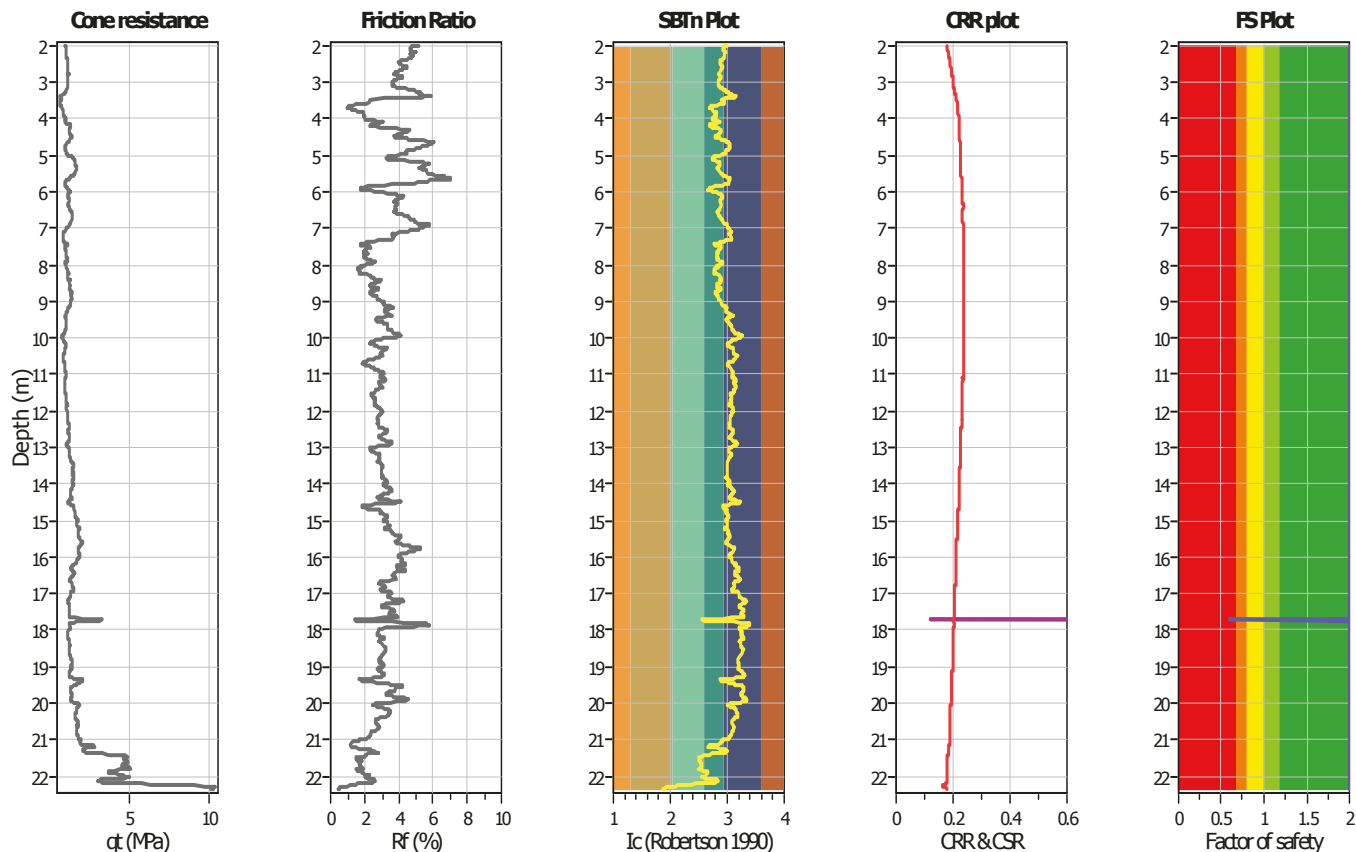
Project title : Studio del terreno di fondazione

Location : Modena, Viale Finzi

CPT file : CPTU8

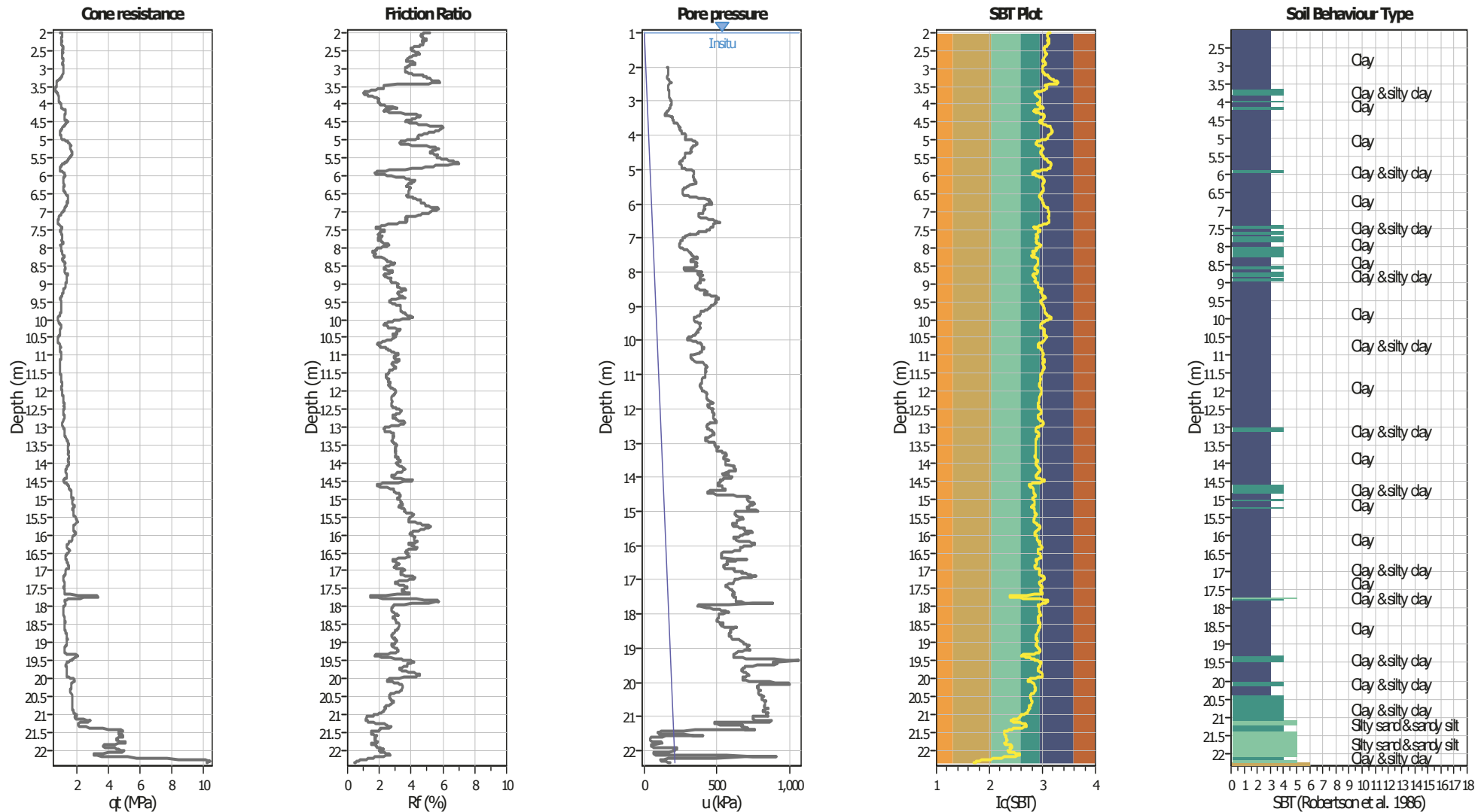
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	G.W.T. (in-situ):	1.00 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	B&I (2014)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	20.00 m
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method
Peak ground acceleration:	0.24	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_g applied:	Yes		



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

CPT basic interpretation plots



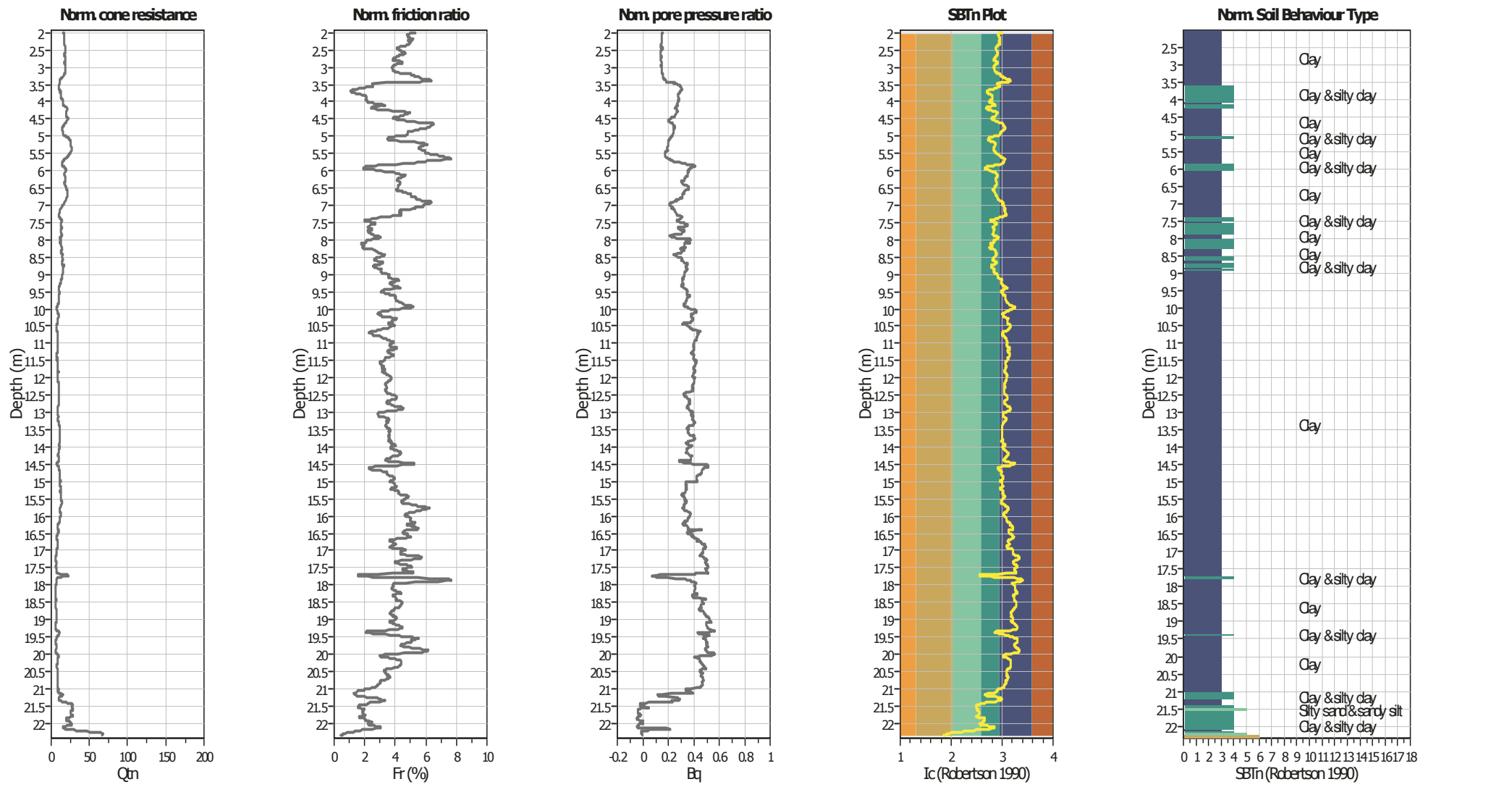
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



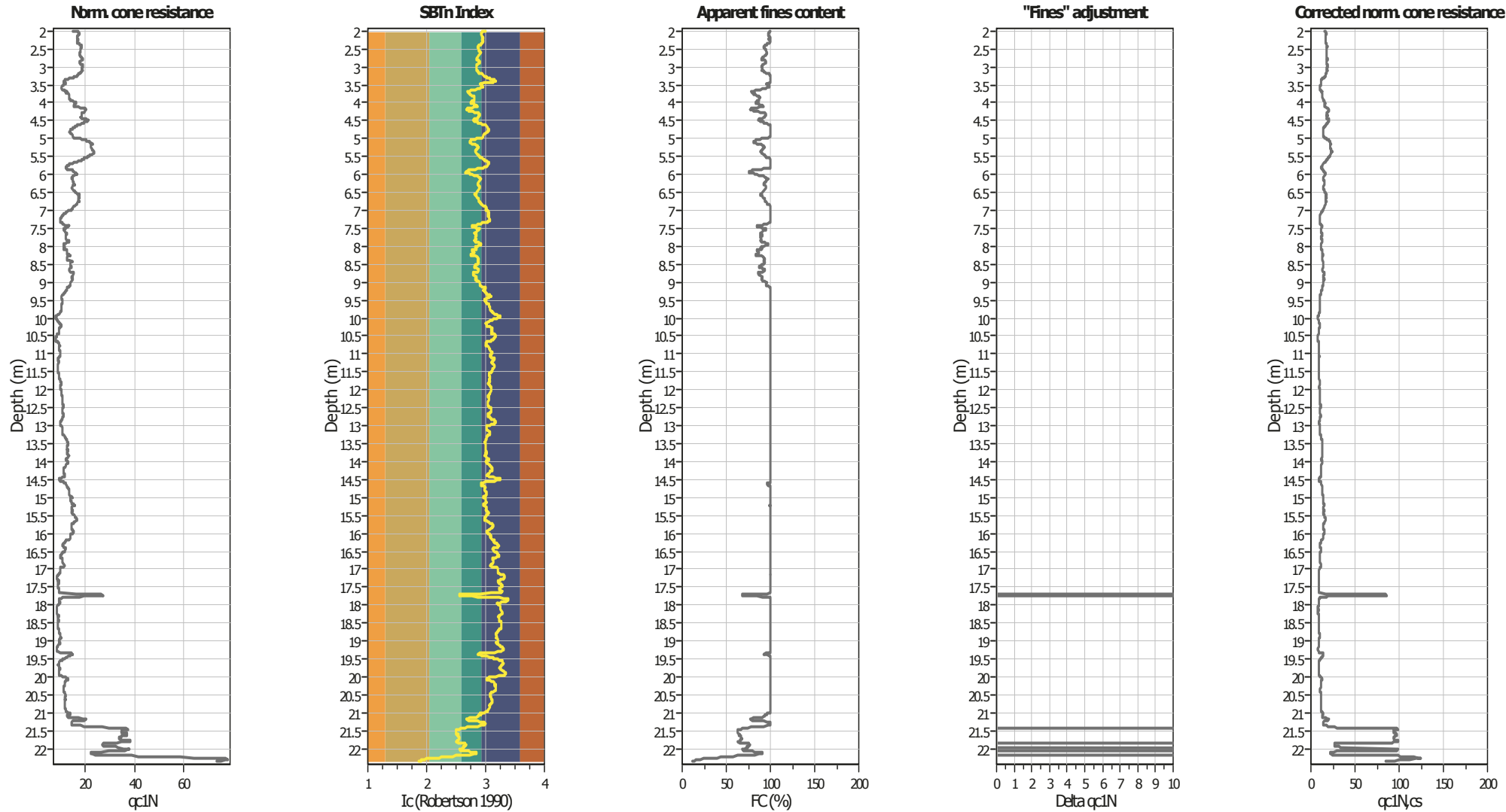
Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

SBTn legend

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

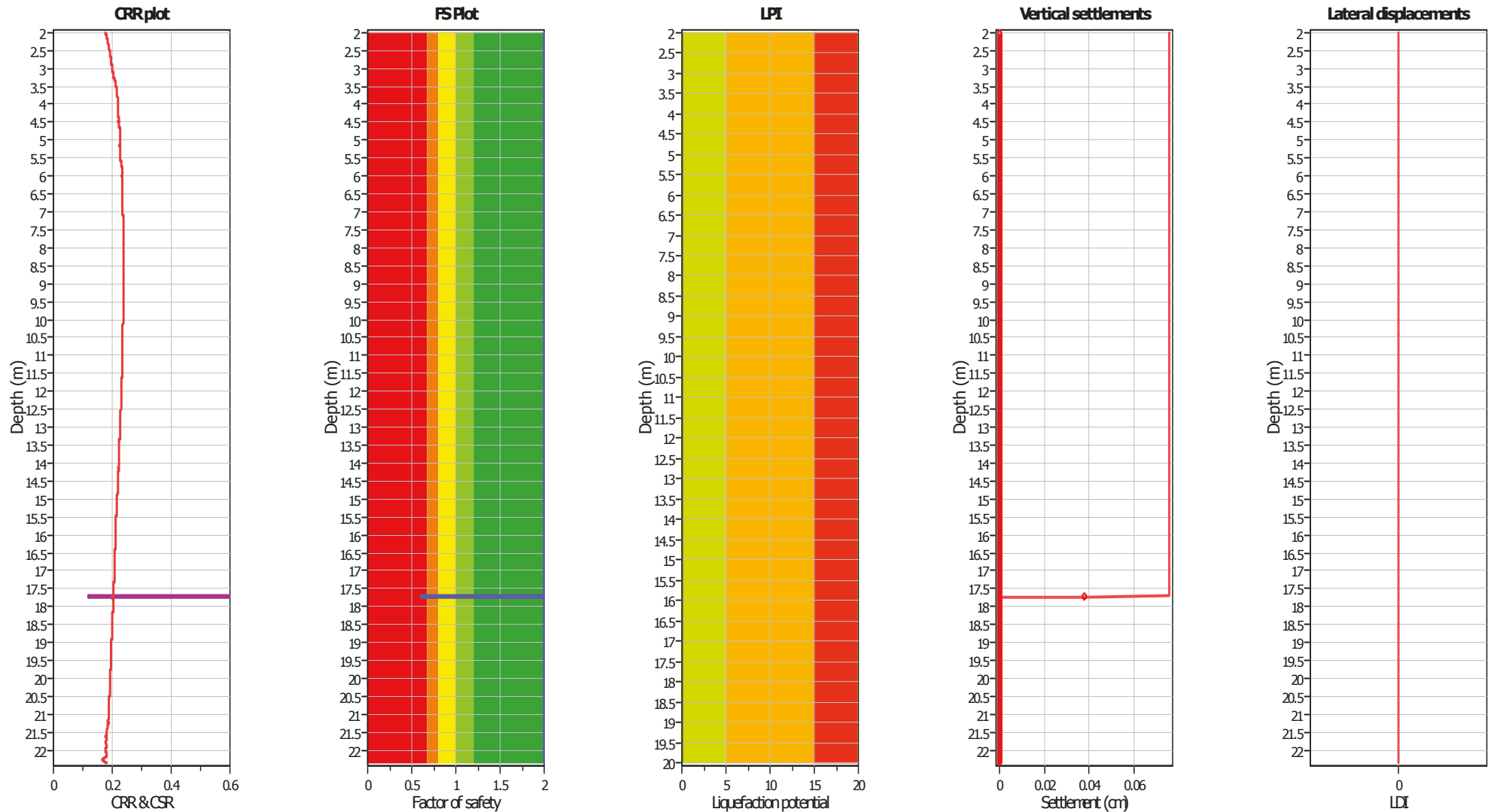
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _g applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m

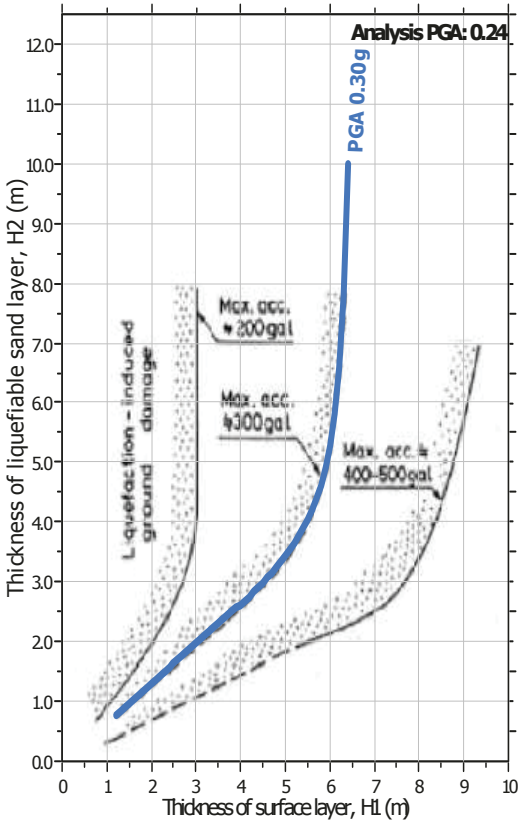
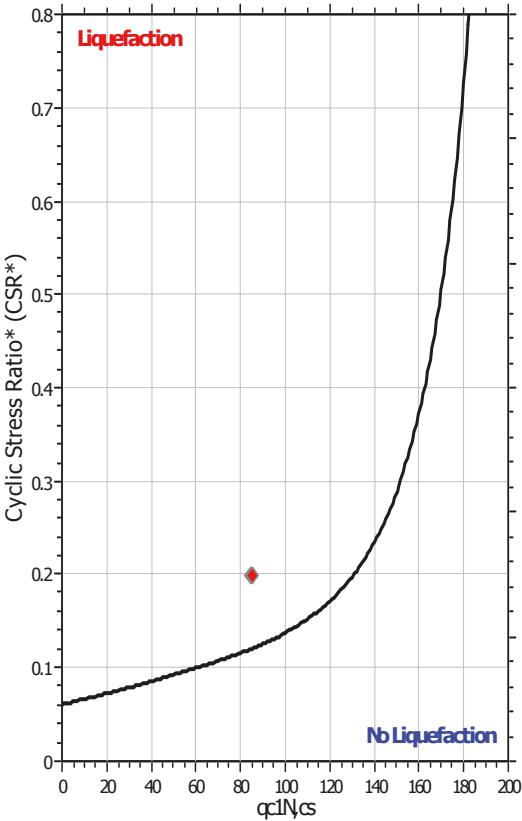
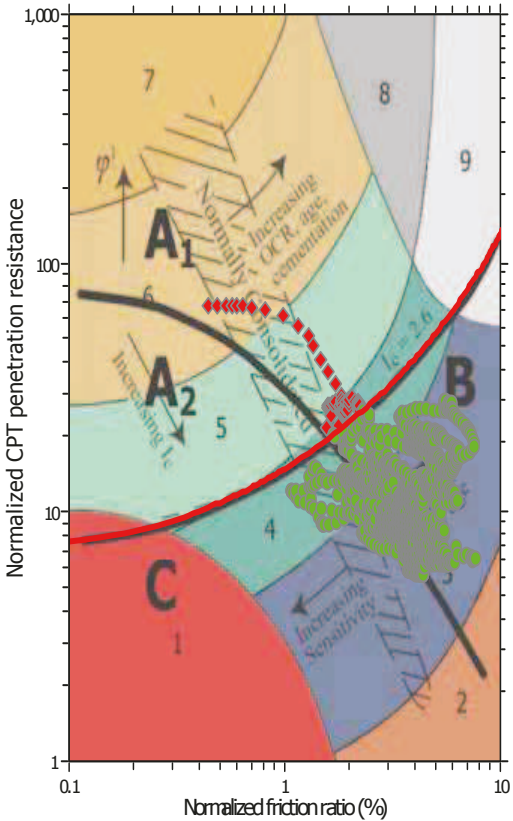
F.S. color scheme

Red	Almost certain it will liquefy
Orange	Very likely to liquefy
Yellow	Liquefaction and no liq. are equally likely
Light Green	Unlike to liquefy
Dark Green	Almost certain it will not liquefy

LPI color scheme

Red	Very high risk
Orange	High risk
Yellow	Low risk

Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	B&I (2014)	Depth to GWT (erthq.):	1.00 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	B&I (2014)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K _G applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.14	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.24	Use fill:	No	Limit depth applied:	Yes
Depth to water table (insitu):	1.00 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	20.00 m