



DIREZIONE DELLE POLITICHE MOBILITA'
INFRASTRUTTURE E TRASPORTO
PUBBLICO LOCALE

S.R. n° 69 "Di Val d'Arno" Variante in riva destra d'Arno LOTTO 5

Provincia di Firenze e Arezzo
Comune di Figline e Incisa Valdarno, Castelfranco
Piandiscò e San Giovanni Valdarno



PROGETTO DEFINITIVO

**ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA:
ALL.15 – MODELLAZIONE SISMICA**

C.U.P. D31B1800053002		EL. N.	
R.U.P.: Ing. Antonio De Crescenzo		DB0104Sd_0	Data revisione elaborato: 29/07/2021
PROGETTISTA: Ing. Alessio Gensini	COLLABORATORI:	 GEOTecno Geologia Tecnica e Ambientale Firenze, via Nino Bixio 9 Dott. Geol. Marco Vanacore	

SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITA' REGIONALE
FIRENZE - PRATO - PISTOIA

REGIONE
TOSCANA



DIREZIONE DELLE POLITICHE MOBILITA'
INFRASTRUTTURE E TRASPORTO
PUBBLICO LOCALE

Comuni di Incisa - Figline Valdarno e Castelfranco di Sopra - Pian di Scò

S.R. 69 Lotto 5
PONTE SUL TORRENTE FAELLA

All.15 - Relazione modellazione sismica

(DPR n.507 del 5.10.2010; NTC 2018)

Firenze, Maggio 2021

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SISMICA STORICA.....	3
3. MAGNITUDO ATTESA IN FUNZIONE DELLA ZONA SISMOGENETICA.....	8
4. DISAGGREGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....	12
5. SORGENTI SISMOGENETICHE	14
6. FAGLIE CAPACI	20
7. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	23
7.1. Misura di rumore sismico a stazione singola	26
7.2. Valutazione delle accelerazioni di progetto.....	27
7.2.1. Accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante	28
8. RISCHIO DA LIQUEFAZIONE	32
8.1. Indagini eseguite e successivi approfondimenti geognostici.....	34
8.2. Sezione geologico-tecnica di riferimento	35
8.3. Generalità e metodologie utilizzate per la verifica del rischio da liquefazione	37
8.3.1. Verifiche eseguite in corrispondenza della CPTe 1	40
8.3.2. Verifiche eseguite in corrispondenza della verticale DMT 2.....	43
8.3.3. Verifiche eseguite con le prove Nspt	45
8.4. Sintesi dei risultati di cui alle verifiche nei confronti del rischio di liquefazione	47
8.5. Possibili interventi di mitigazione nei confronti del rischio di liquefazione	51

1. PREMESSA

Nella relazione geologica sulle indagini del dicembre 2020, venivano presentati i risultati delle indagini geologiche e geognostiche eseguite a supporto della progettazione del ponte sul torrente Faella di cui al lotto 5 della S.R.T. n.69.

Nel presente rapporto viene presentata la modellazione sismica che ha ricompreso, al suo interno, una indagine geognostica integrativa di approfondimento mediante CPTe dedicata, per la verifica circa il rischio da liquefazione.

In pratica si è potuto disporre di un vero e proprio campo prova caratterizzato da un sondaggio geognostico a carotaggio continuo con prove in sito ed in laboratorio, una prova dilatometrica con dilatometro piatto Marchetti (DMT) ed una prova penetrometrica statica con punta elettrica¹ (CPTe).

2. SISMICA STORICA

Per l'analisi della sismica storica è stato fatto riferimento al **Database Macrosismico Italiano, versione DBMI15** release 1.5² curato dall'INGV (luglio 2016).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

L'intensità macro-sismica è riferita per definizione a "località", intese come nuclei abitativi di una certa dimensione, indipendentemente dal ruolo amministrativo che rivestono o hanno rivestito

¹ Non è stato possibile eseguire una prova con piezocono (CPTU) stante la profondità della falda e la litologia contenente ghiaie grossolane che non consentivano di mantenere condizioni di saturazione della punta.

² Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

nella storia. Con località si indicano quindi indifferentemente città capoluogo di regione o provincia, medie o piccole sedi comunali, frazioni sub-comunali, fino ad agglomerati di piccole dimensioni.

La scala macrosismica MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg; Sieberg, 1930) non definisce con chiarezza quale sia la consistenza minima di un insieme di edifici per rendere possibile l'assegnazione dell'intensità macrosismica.

Quello che è chiaro agli ideatori delle scale, compreso Mercalli nelle versioni della scala che anticipano la MCS, è che l'intensità è una stima dello scuotimento che può essere definita solo su un campione "statisticamente" rappresentativo di edifici: in particolare l'effetto su un singolo edificio o su un numero troppo ridotto di edifici può essere drasticamente determinato da particolari condizioni di sito o di vulnerabilità.

Le suddivisioni amministrative previste per legge sono le Regioni, le Città metropolitane le Province e i Comuni; nessun tipo di suddivisione è definita a livello sub-comunale.

Nelle **figure 1, 2 e 3** viene riportata la storia sismica delle tre principali località prossime al tracciato in variante ovvero Figline Valdarno, Incisa e Reggello (raggio di ricerca 10 km) grazie alle relative interrogazioni del DBMI15.

Nelle figure seguenti:

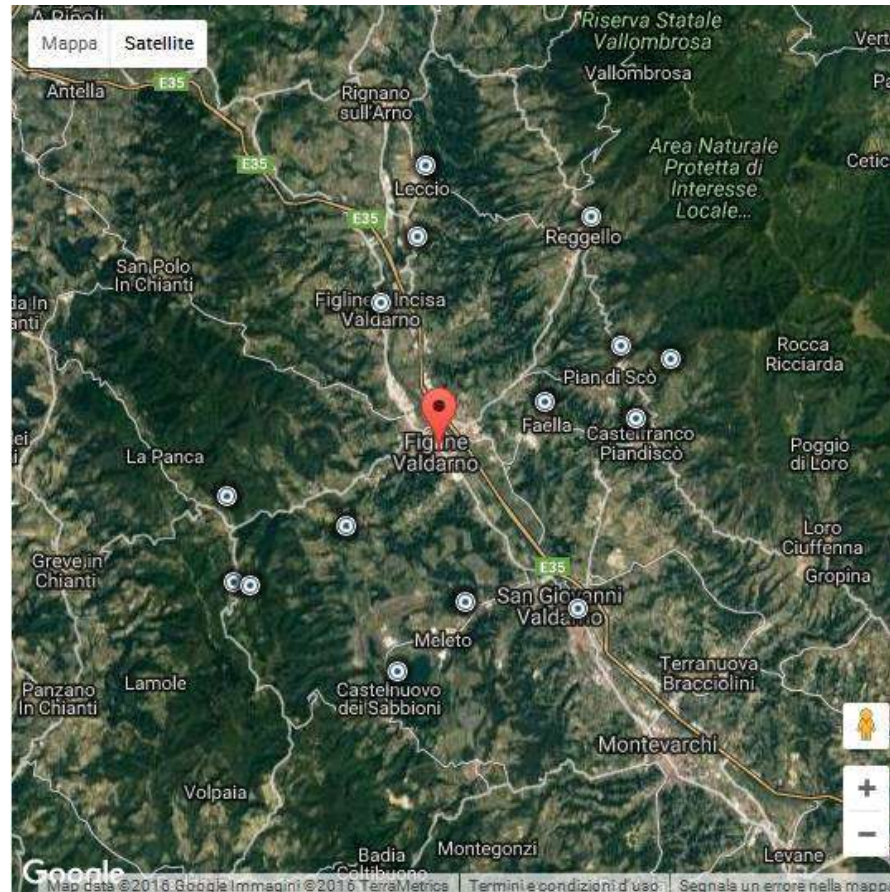
NMDP = Number of Macroseismic Data Point

I_0 = Intensità epicentrale

M_w = Magnitudo momento

EQs = Numero di eventi riportati

MCS = Intensità Mercalli



Figline Valdarno

PlaceID IT_44986
 Coordinate (lat, lon) 43.618, 11.473
 Comune (ISTAT 2015) Figline e Incisa Valdarno
 Provincia Firenze
 Regione Toscana
 Numero di eventi riportati 26
 Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Faella	1	4
Gaville	2	4
Incisa in Val d'Arno	12	5
Santa Barbara	1	6
Torre del Castellano	1	6
Castelfranco di Sopra	11	7
Pian di Scò	8	7
Dudda	1	7
San Giovanni Valdarno	30	8
Pulicciano	1	8
Pescina	1	8
Castelnuovo dei Sabbioni	1	8
Lucolena	2	9
Reggello	18	9
Leccio	1	9

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1558	04	13	09			Valdarno superiore	29	9	5.97
6-7	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
6	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50
4-5	1895	10	25	00	24	5	Chianti	36	5-6	4.51
NF	1897	05	22	02	05		Valdelsa	23	5	4.26
4	1897	09	06	03	10	4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
NF	1898	03	04	21	05		Parmense	313	7-8	5.37
4-5	1899	06	26	23	17	2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3-4	1899	07	08	22	56	5	Bagno di Romagna	37	4	4.02
4	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
NF	1907	12	15	13	06	5	Chianti	20	5	4.19
3	1907	12	20	10	29	1	Chianti	35	6	4.44
3-4	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
4	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
F	1916	08	16	07	06	1	Riminese	257	8	5.82
4-5	1917	04	26	09	35	5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99
6	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
3-4	1919	10	25	13	51		Alta Valtiberina	30	6	5.03
4	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
2	1920	11	24	04	20		Senese	15	4-5	4.07
2	1926	01	01	18	04	0	Carniola interna	63	7-8	5.72
3	1957	04	30	06	05	0	Alta Valtiberina	57	5	4.23
5	1959	03	24	10	24		Fiorentino	28	7	4.85
4	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.63
4	2003	01	26	20	15	0	Appennino forlivese	63	5-6	4.50
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese			

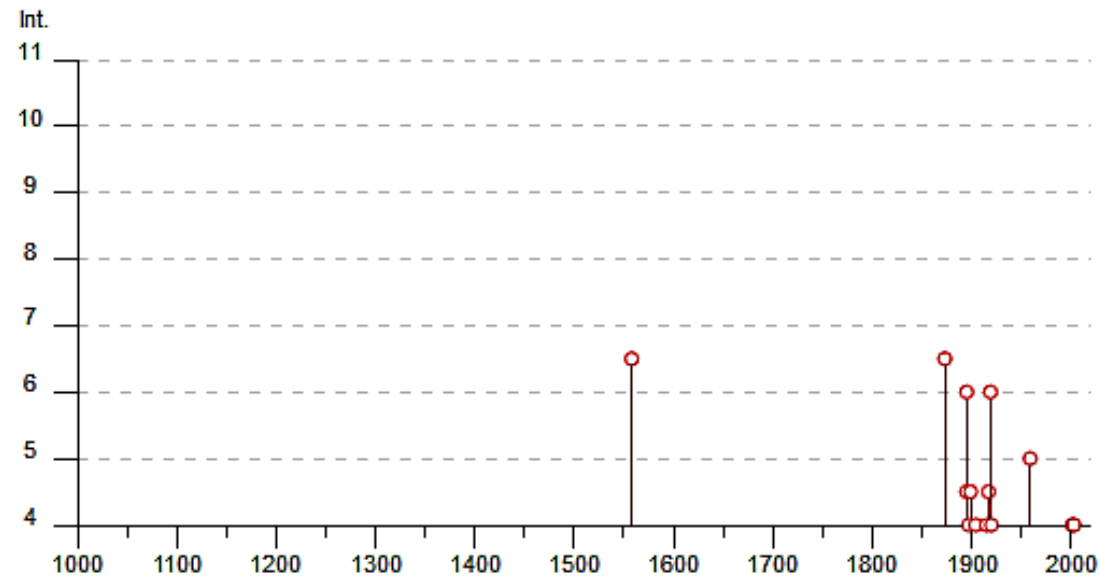
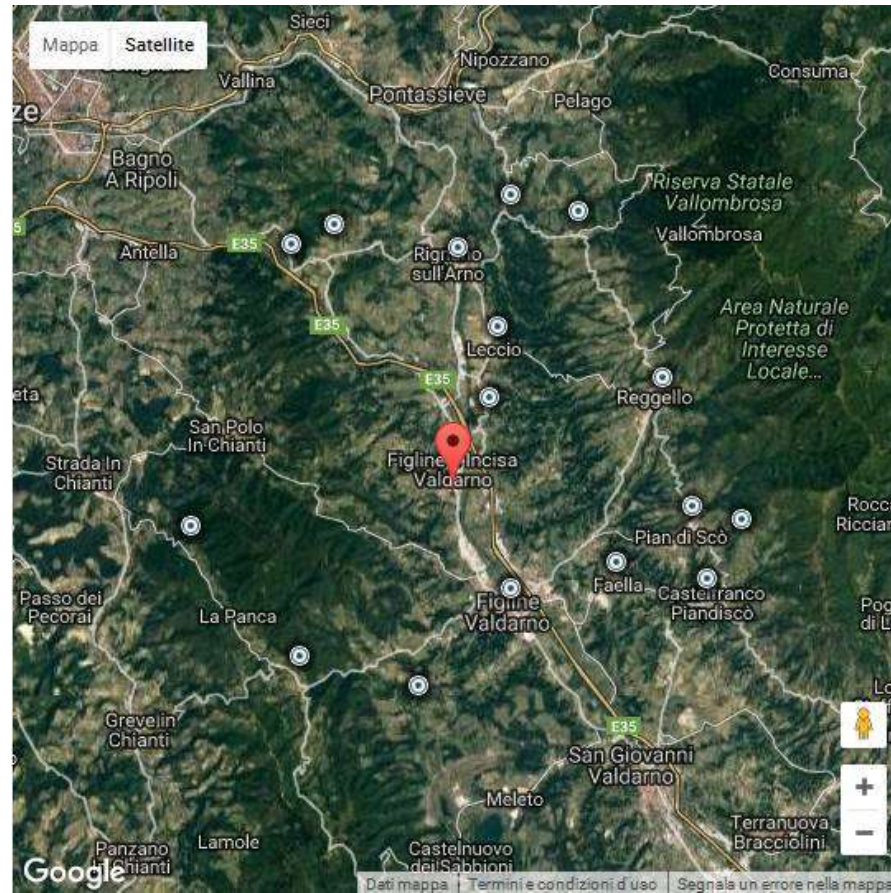


Figura 1 – Dal DBMI15



Incisa in Val d'Arno

PlaceID IT_45272
 Coordinate (lat, lon) 43.656, 11.449
 Comune (ISTAT 2015) Figline e Incisa Valdarno
 Provincia Firenze
 Regione Toscana
 Numero di eventi riportati 12

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Torre del Castellano	1	3
Figline Valdarno	26	5
Leccio	1	5
Faella	1	6
Rignano sull'Arno	14	7
Gaville	2	8
Reggello	18	8
Pian di Scò	8	8
Dudda	1	8
Badiuzza a Ughi	1	9
Cintoia	1	9
San Donato in Collina	1	9
Sant'Ellero	1	9
Castelfranco di Sopra	11	9
Donnini	1	9
Pulicciano	1	10

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1770	12	27	04			Valdarno superiore	5	6-7	4.86
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
2-3	1887	11	14	05	48	0	Fiorentino	101	6	4.47
5	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50
F	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
NF	1913	07	21	22	35		Appennino romagnolo	43	5-6	4.79
4	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5	1919	06	29	15	06	1	Mugello	565	10	6.38
3	1939	02	11	11	17		Mugello	31	7	5.01
4-5	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.63
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5	4.18

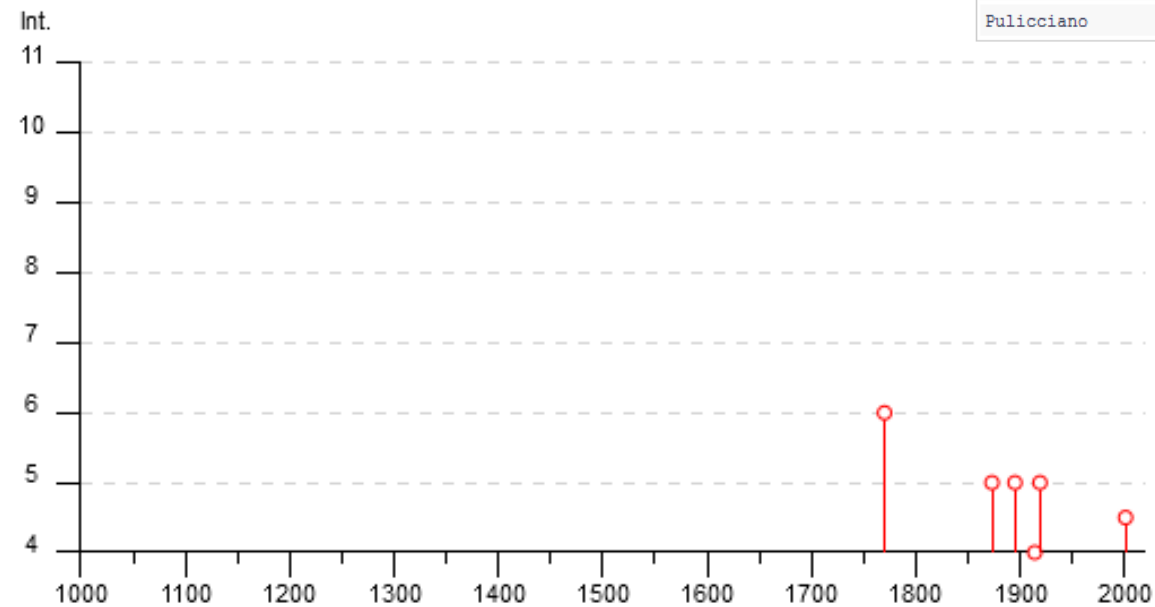
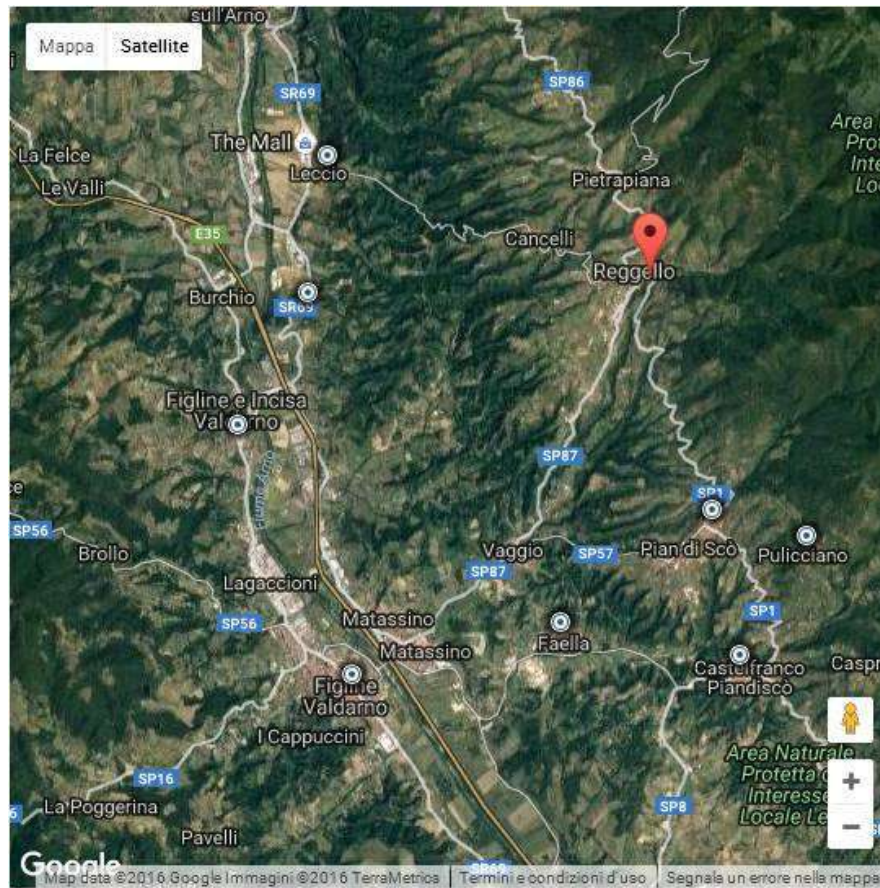


Figura 2 – Dal DBMI15



Reggello

PlaceID IT_45561
 Coordinate (lat, lon) 43.682, 11.536
 Comune (ISTAT 2015) Reggello
 Provincia Firenze
 Regione Toscana
 Numero di eventi riportati 18

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Pian di Scò	8	4
Gastra	1	5
Saltino	1	5
Pulicciano	1	5
Leccio	1	6
Vallombrosa	31	6
Torre del Castellano	1	6
Donnini	1	6
Faella	1	6
Castelfranco di Sopra	11	7
Pian di Melosa	3	7
Incisa in Val d'Arno	12	8
Sant'Ellero	1	8
Rignano sull'Arno	14	8
Figline Valdarno	26	9
Montemignaio (La Pieve)	15	9

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3-4	1887	11	14	05	48	0	Fiorentino	101	6	4.47
6	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50
NF	1897	09	06	03	10	4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
NF	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6	4.59
NF	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
4-5	1899	06	26	23	17	2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3-4	1911	09	13	22	29	0	Chianti	115	7	5.08
3	1929	07	18	21	02		Mugello	56	6-7	4.96
2	1931	12	15	03	23		Mugello	35	6	4.62
NF	1939	02	11	11	17		Mugello	31	7	5.01
2-3	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1991	01	14	07	38	3	Casentino	62	5	4.26
NF	1999	01	25	22	45	5	Appennino forlivese	97	5	4.36
NF	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6	4.82
3-4	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.63
NF	2003	01	29	23	50	1	Appennino forlivese	71	4-5	4.06
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5	4.18
NF	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5	4.29



Figura 3 – Dal DBMI15

3. MAGNITUDO ATTESA IN FUNZIONE DELLA ZONA SISMOGENETICA

Sotto il profilo sismico, gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, che prevede una suddivisione in 36 zone i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..

Le zone sismogenetiche sono porzioni della crosta o del mantello terrestre da cui possono originarsi i terremoti. Strutture sismogenetiche sono le strutture geologiche attive a livello regionale da cui si originano i sismi più violenti.

Secondo quanto indicato in *Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica*, per stimare quale sia il valore di magnitudo (M) da considerare ai fini delle valutazioni (preferibilmente per le verifiche di liquefazione) viene fatto riferimento alla zonazione sismogenetica (zs9) (**Figura 4**).

Secondo questa, la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima M_{wmax} ; per ciascun sito che cade in una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di M_{wmax} (tabella 2.8-1).

La zona interessata dal ponte ricade nella zona "Versilia – Chianti" ZS n°916; facendo riferimento alla tabella 2.8-1 il valore M_{wmax} corrispondente a

$$M_{wmax} = 6.14$$

Si ricorda che i valori indicati dalla Protezione Civile sono i più cautelativi fra a quelli indicati dall'INGV nell'App.2 della Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica prevista dall'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n. 3274, All.1 Rapporto Conclusivo bozza - aprile 2004 (ovvero quelli indicati in colonna 10 rispetto a quelli della 8, peraltro suggeriti nelle FAQ dell'INGV – vedi tabella seguente).

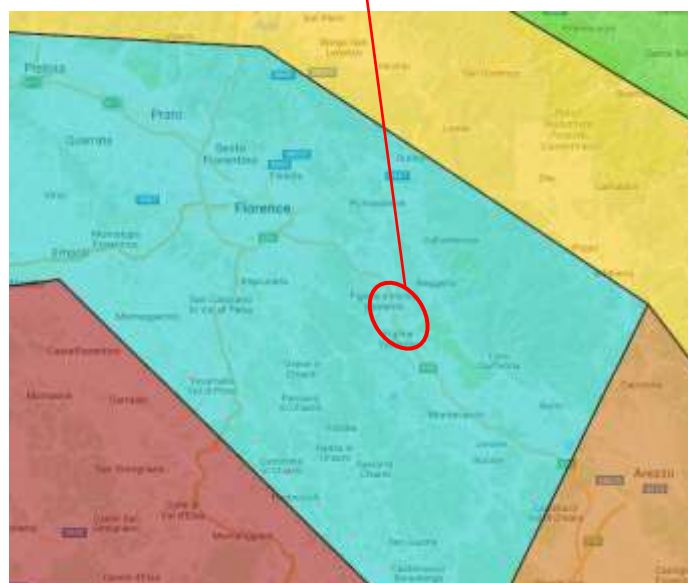
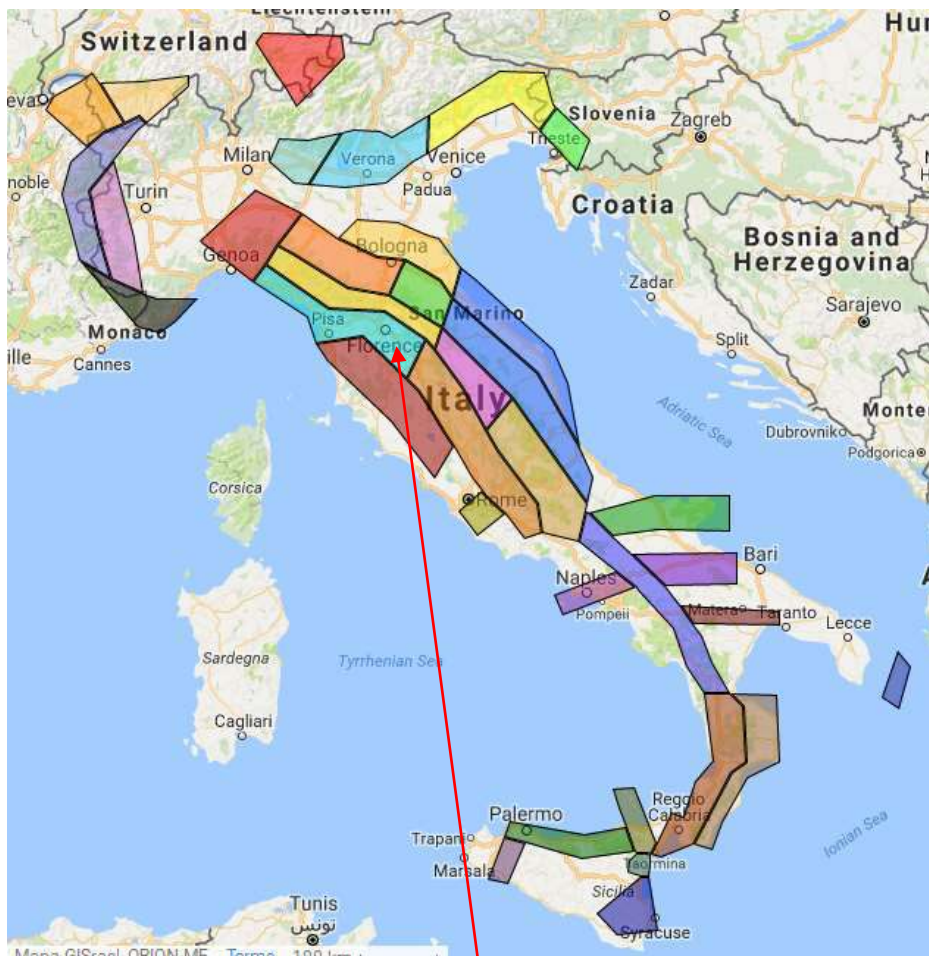


Figura 4 – Zona Versilia Chianti; n° 916

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03, n.3274)
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Tabella 6. Valori di Mwmax da DISS2 e CPTI2 (col.3, 4, 5); valori di Mwmax dopo l'applicazione degli intervalli di completezza CO-04.2 (col.6); azioni e valore finale di Mwmax1 (col.7, 8); azioni e valori finali di Mwmax2 (col.9, 10). Le azioni indicano l'aumento (in numero di classi) rispetto ai valori della colonna 6 determinato da:

- a = aumento di 1 classe per convenzione (i) (arrotondamento alla classe superiore);
- b = aumento per convenzione (ii) (adozione dell'evento massimo osservato anche se al di fuori del periodo di completezza);
- c = aumento per motivazioni particolari descritte nel testo;
- d = aumento fino alla classe 6.14 per ragioni di maggiore cautela (vedi testo);
- G = aumento per adeguamento al dato geologico di DISS2.

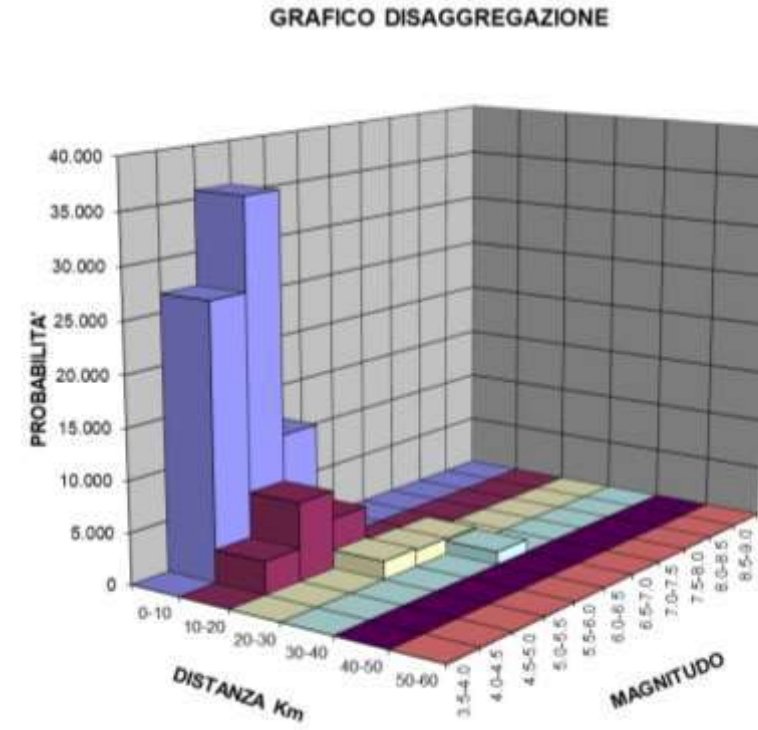
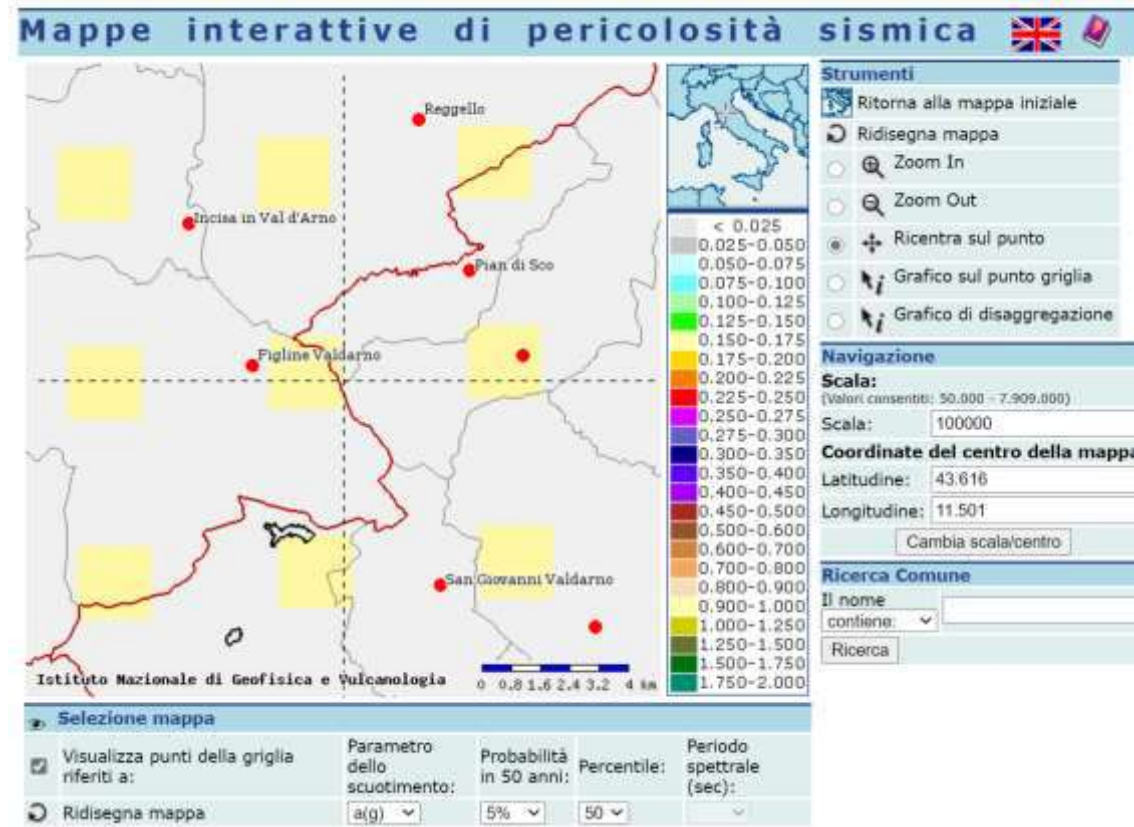
4. DISAGGREGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

La disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Una volta ottenute le coordinate del sito (vedi **figura 5**), per l'analisi di disaggregazione è stato fatto riferimento al sito Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e DPC-Dipartimento della Protezione Civile Civile con particolare riferimento alle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica. Di seguito si riportano le schermate relative all'area di studio (**figura 6**).



Figura 5 - ED50 Lat. 43.614945 – Long.11.501357



Magnitudo 4,0 – 6,5
Distanza 0 – 40 km

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.6177, lon: 11.4874, ID: 20728)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	26.800	35.800	12.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.200	7.610	4.920	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.399	1.780	1.570	1.480	0.255	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.212	0.991	1.280	0.258	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.225	0.582	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.175	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

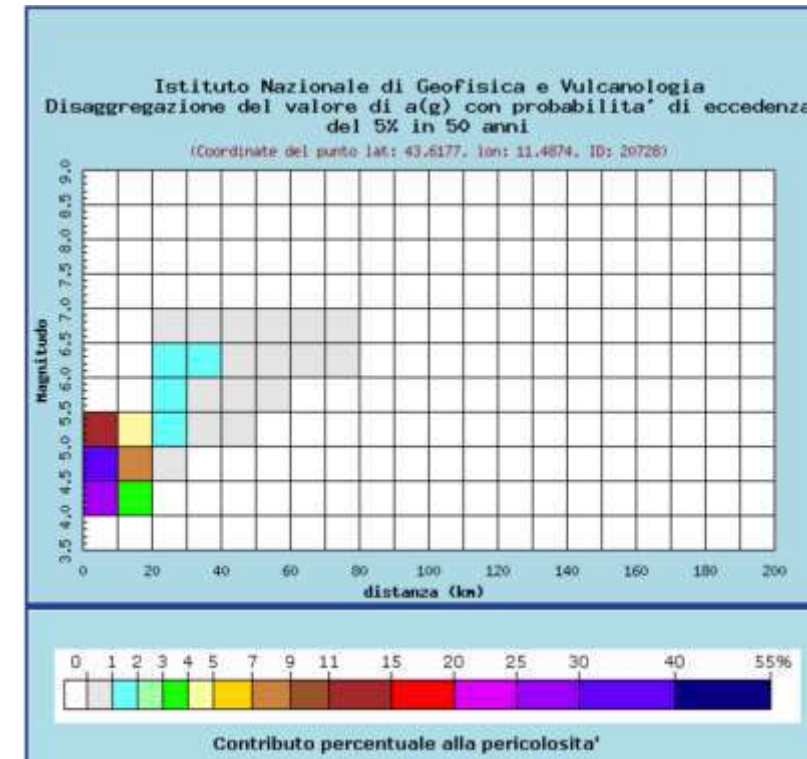


Figura 6 – Disaggregazione della pericolosità sismica

5. SORGENTI SISMOGENETICHE

Con il termine Sorgenti sismo-genetiche si indicano singole faglie, o sistemi di faglie, per le quali è possibile calcolare sia quale dovrebbe essere la massima magnitudo dei terremoti, sia il rapporto tra il numero di terremoti forti e di quelli deboli.

I dati necessari per procedere al calcolo probabilistico della pericolosità sismica sono:

- le informazioni geologiche atte a definire la geometria delle sorgenti sismo genetiche
- il catalogo dei terremoti
- il modello di propagazione delle onde sismiche sono.

È quindi molto importante possedere una buona conoscenza delle caratteristiche tettoniche della regione oggetto di studio, cioè di quali faglie siano attive, per delimitare spazialmente le sorgenti sismogenetiche e caratterizzarne il potenziale sismico; in modo particolare l'individuazione dei lineamenti tettonici che in tempi recenti hanno dato luogo a terremoti di magnitudo elevata.

Alle diverse strutture presenti in superficie che vengono attivate da un evento sismico si dà il nome di faglie capaci, si tratta cioè di un segmento di faglia per il quale si verifica un'attivazione cosismica con relativa dislocazione del terreno. Queste strutture sono considerate come l'espressione superficiale delle strutture sismogeneriche profonde. Le faglie capaci costituiscono un elemento essenziale per il riconoscimento e la classificazione delle faglie sismogenetiche principali. L'analisi di sismicità storica ha evidenziato come nel corso di un terremoto possa verificarsi l'attivazione o la riattivazione di rotture cosiddette multiple. Altrettanto necessario è un catalogo di terremoti che spazi dalla sismicità storica a quella recente. Tra i terremoti storici vanno considerati soltanto quelli più distruttivi, mentre i terremoti recenti che sono stati registrati da un numero elevato di strumenti di buona precisione, forniscono i dati più attendibili sul processo di frattura delle rocce che ha generato le onde sismiche.

Per le informazioni sulle sorgenti sismo genetiche prossime all'area di intervento, con particolare riferimento al ponte sul torrente Faella (**fig. 7 ed 8**), è stato fatto riferimento al Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Versione 3.2.1 (DISS Working Group, 2016), un catalogo delle potenziali sorgenti di terremoti con intensità superiore a M 5.5 in Italia e nelle aree circostanti (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

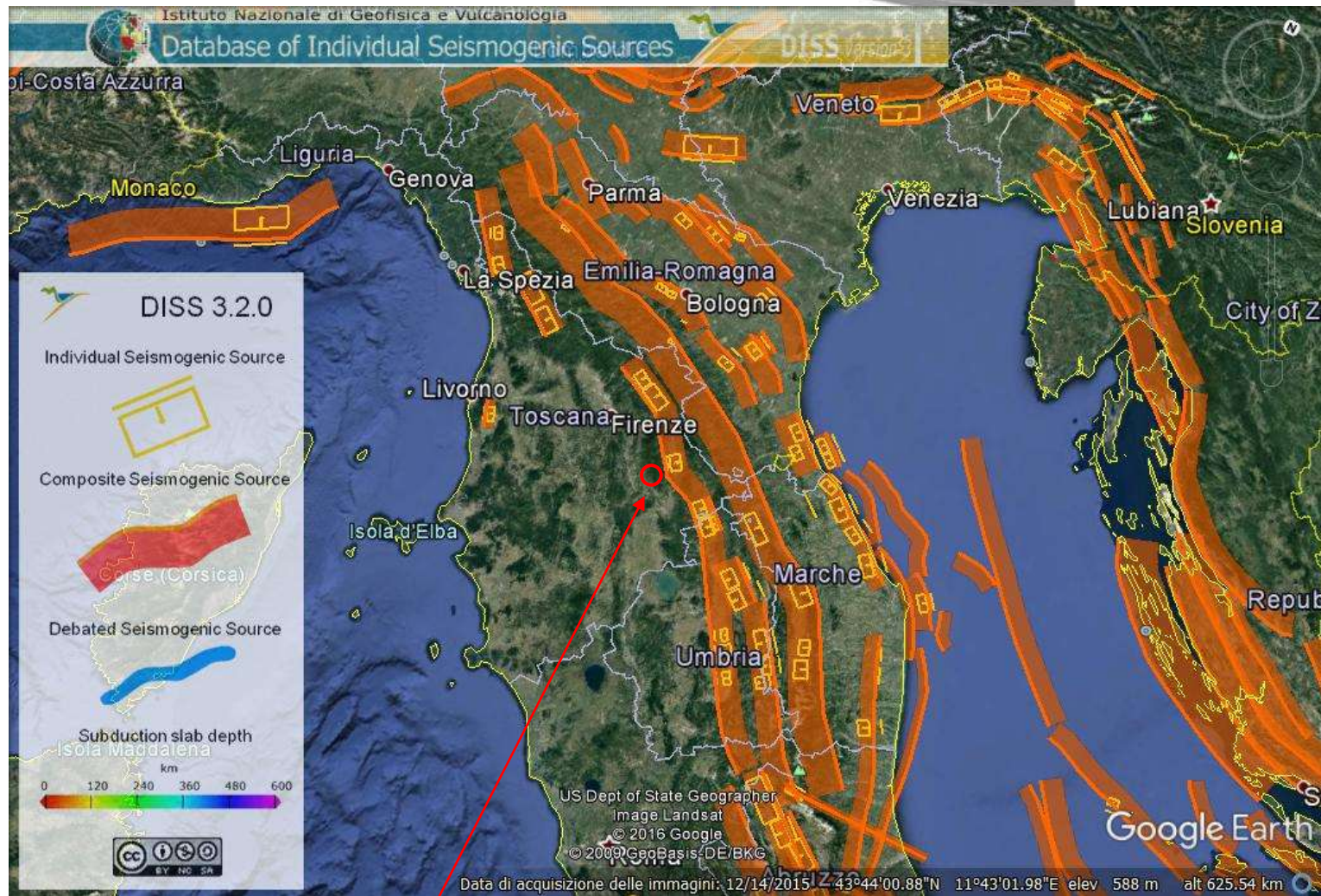


Fig. 7 - Ubicazione ponte in progetto sul torrente Faella

dal 1967

S.R.T. n.69 – Lotto 5 Variante Urbinese – Ponte sul torrente Faella.
Relazione modellazione sismica.

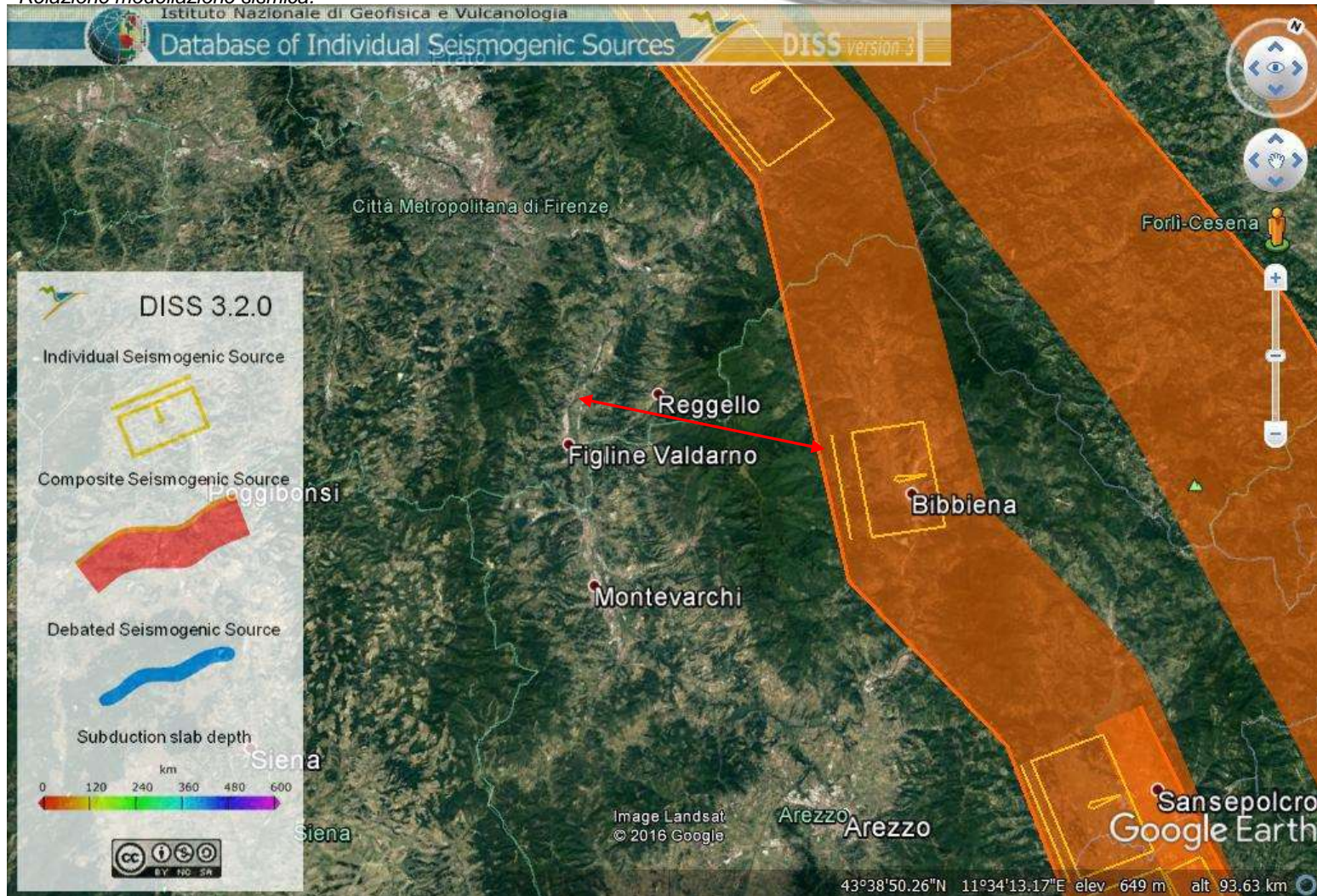


Fig. 8 - La freccia in rosso indica una distanza di 20 km fra ponte in progetto sul torrente Faella e la struttura sismigenetica

Dal punto di vista della più ampia Sorgente sismogenetica composta (Composite Sismogenic Sources), si rileva la struttura con DISS-ID ITCS037 “Mugello-Città di Castello-Leonessa” con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Database of Individual Seismogenic Sources DISS version 3

User: Guest | LOGIN HOME MAP SEARCH HELP

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

COMMENTARY PICTURES REFERENCES USER COMMENTS

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS037
Name	Mugello-Città di Castello-Leonessa
Compiler(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Fracassi U.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Fracassi U.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	30-Apr-2010

Display map ...

Related sources [ITIS063](#) [ITIS064](#) [ITIS060](#) [ITIS061](#) [ITIS062](#)
[ITIS076](#) [ITIS086](#) [ITIS087](#)

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	0.5	EJ Inferred from regional tectonic considerations.
Max depth [km]	8.0	EJ Inferred from regional tectonic considerations.
Strike [deg] min... max	280...330	EJ Inferred from regional geological data.
Dip [deg] min... max	25...40	EJ Inferred from regional geological data.
Rake [deg] min... max	260...280	EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1... 1.0	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	OD Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Si tratta di una struttura che corre per oltre 200 km lungo la dorsale appenninica e cui viene associata una magnitudo massima $M_w = 6.2$

Relativamente alle sorgenti simogenetiche individuali (Individual Seismogenic Sources) si rileva la struttura con DISS-ID ITIS076 “Poppi” con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Database of Individual Seismogenic Sources DISS version 3

User: Guest | [Logout](#) [HOME](#) [MAP](#) [SEARCH](#) [HELP](#)

INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES

[COMMENTARY](#) [PICTURES](#) [REFERENCES](#) [USER COMMENTS](#)

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITIS076
Name	Poppi
Compiler(s)	Burrato P.(1), Baroux E. (1)
Contributor(s)	Baroux E.(1), Basili R.(1), Burrato P.(1), Gambini S.(1), Valensise G.(1), Vannoli P.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sismologia e Tettonofisica, Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	01-Nov-2005
Updated	07-Sep-2007

Display map ...

Related sources [ITC-S037](#)

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	43.70 / 11.80	OD Based on geomorphological and geological observations.
Length [km]	9.0	OD Based on geological and geomorphological data.
Width [km]	7.0	OD Based on seismic profile from Barchi (2007).
Min depth [km]	1.0	OD Based on seismic profile from Barchi (2007).
Max depth [km]	4.5	OD Based on seismic profile from Barchi (2007).
Strike [deg]	326	OD Based on geomorphological and geological observations.
Dip [deg]	30	OD Based on seismic profile from Barchi (2007).
Rake [deg]	270	OD Based on geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	0.3	ER Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1...1.0	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	300...3000	EJ Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.8	ER Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT.

INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES

Latest Earthquake	Unknown	See "Commentary" for information.
Penultimate Earthquake	Unknown	See "Commentary" for information.

Si tratta di una struttura con una lunghezza complessiva di circa 13 km e larghezza di circa 7 km, e cui viene associata una magnitudo massima potenziale $M_w = 5.8$ ma della quale non è noto alcun terremoto storico.

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

COMMENTARY

COMMENTS

The Poppi source is not associated to any historical earthquake, as such it represents a possible seismic gap for M 6 earthquakes.

The geometry of the source is based on geological and geomorphologic observations. The source is included in the database as a 13 km long, 7 km large, N319-striking and N35-dipping pure normal fault. This segment would be a part of the Etrurian Fault System proposed by Boncio et al. (2000).

The existence and position of this source follows the suggestion of several papers dealing with the Etrurian Fault System (EFS; Boncio et al. [2000]). However, there exist no specific geologic field studies aimed at the identification of this segment of the EFS.

According to Boncio et al. [2000], the EFS is a system of low-angle, NE-dipping normal faults, that runs from northern Tuscany to southern Umbria. The well-known Alto Tiberina Fault comprises the central-southern termination of the EFS, and it is the best constrained part of this fault system.

The EFS is associated in Tuscany to the main extensional basins that dissect the northern Apennines, and in some cases host the seismogenic sources of large historical normal faulting earthquakes. From north to south they are: the Lunigiana, Garfagnana, Mugello and Casentino basins.

The Casentino basin is located between the Mugello, to the north, and the Sansepolcro-Città di Castello (upper Tiber river valley) basins, where the position and geometry of the EFS have been well constrained thanks to detailed seismological and geological studies. Hence, the presence of a normal fault in the Casentino basin, have been inferred for the lateral continuity of the normal fault system.

OPEN QUESTIONS There are fundamental questions regarding the mere existence of the Poppi source, and its seismogenic potential.

6. FAGLIE CAPACI

Alle diverse strutture presenti in superficie che vengono attivate da un evento sismico si dà il nome di faglie capaci, si tratta cioè di un segmento di faglia per il quale si verifica un'attivazione cosismica con relativa dislocazione del terreno.

La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere \geq VIII-IX grado della scala ESI2007 (magnitudo \geq 6); queste strutture sono considerate come l'espressione superficiale delle strutture sismogeneriche profonde.

La stima della pericolosità legata ai terremoti legata alla fagliazione superficiale è un tema molto importante, specialmente in aree densamente popolate ed industrializzate come il territorio italiano. Di conseguenza, la conoscenza approfondita e la precisa collocazione spaziale delle faglie attive, in special modo di quelle stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio.

A questo scopo, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato un catalogo delle faglie capaci ITHACA "ITaly HAZard from Capable faults.

Il data base è stato sulla base dei dati disponibili in letteratura, dopo una attenta revisione critica; ne consegue che ITHACA:

- è in continuo aggiornamento e non può mai considerarsi completo o definitivo;
- non rappresenta la totalità delle faglie capaci potenzialmente presenti sul territorio nazionale, ma solo quelle per le quali esiste uno studio, anche di livello minimo e quindi un riferimento bibliografico;
- non ha una copertura omogenea a livello nazionale. Il dettaglio è funzione della qualità delle indagini che sono state effettuate (rilevabile dal campo "study quality") e della scala alla quale è stato pubblicato il dato, indicata nel campo "mapping scale, presente nella scheda descrittiva associata ad ogni faglia. A tal riguardo, la risoluzione massima cui poter utilizzare il dato non può in nessun caso essere superiore alla mapping scale.

Nella figura seguente viene evidenziata la presenza di una faglia capace rispetto alla posizione al nuovo ponte da realizzare sul torrente Faella, faglia presente ad una distanza di circa 4,3 km.

dal 1967

S.R.T. n.69 – Lotto 5 Variante Urbinese – Ponte sul torrente Faella.
Relazione modellazione sismica.



ISPRA

ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI

ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia

[Torna alla Home Page](#)



March 1, 2021

Kinematics

- Normal Fault
- Reverse Fault
- Unknown
- Oblique Fault
- Strike Slip

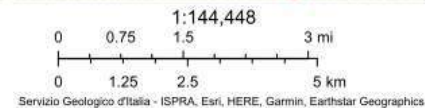


Figura 9

Le caratteristiche della faglia sopra indicate sono riportate nella tabella seguente.

PHISICAL AND GEOLOGICAL ATTRIBUTES

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
FAULT NAME	Valdarno System
FAULT CODE	62300
MACROZONE	3
REGION NAME	Toscana
SYSTEM NAME	Valdarno System
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	160
LENGTH (Km)	32
ACTIVITY RELIABILITY	Medium reliability
STUDY QUALITY	LOW

7. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

I territori comunali dei Comuni di Incisa - Figline Valdarno e Castelfranco di Sopra - Pian di Scò, in cui ricade l'intervento in progetto, sono collocati in **zona sismica 3** nella classificazione sismica della Regione Toscana ai sensi della Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

Attribuzione della categoria del sottosuolo

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

dove h_i e $V_{S,i}$ indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti, da valutarsi per uno spessore di terreno H pari alla profondità del substrato sismico (roccia con $V_s > 800$ m/s).

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

Nel caso in esame, rimandando alla relazione geologica per gli aspetti specifici, è stata eseguita una prova down-hole i cui principali risultati sono sintetizzati nella figura e tabella seguenti.

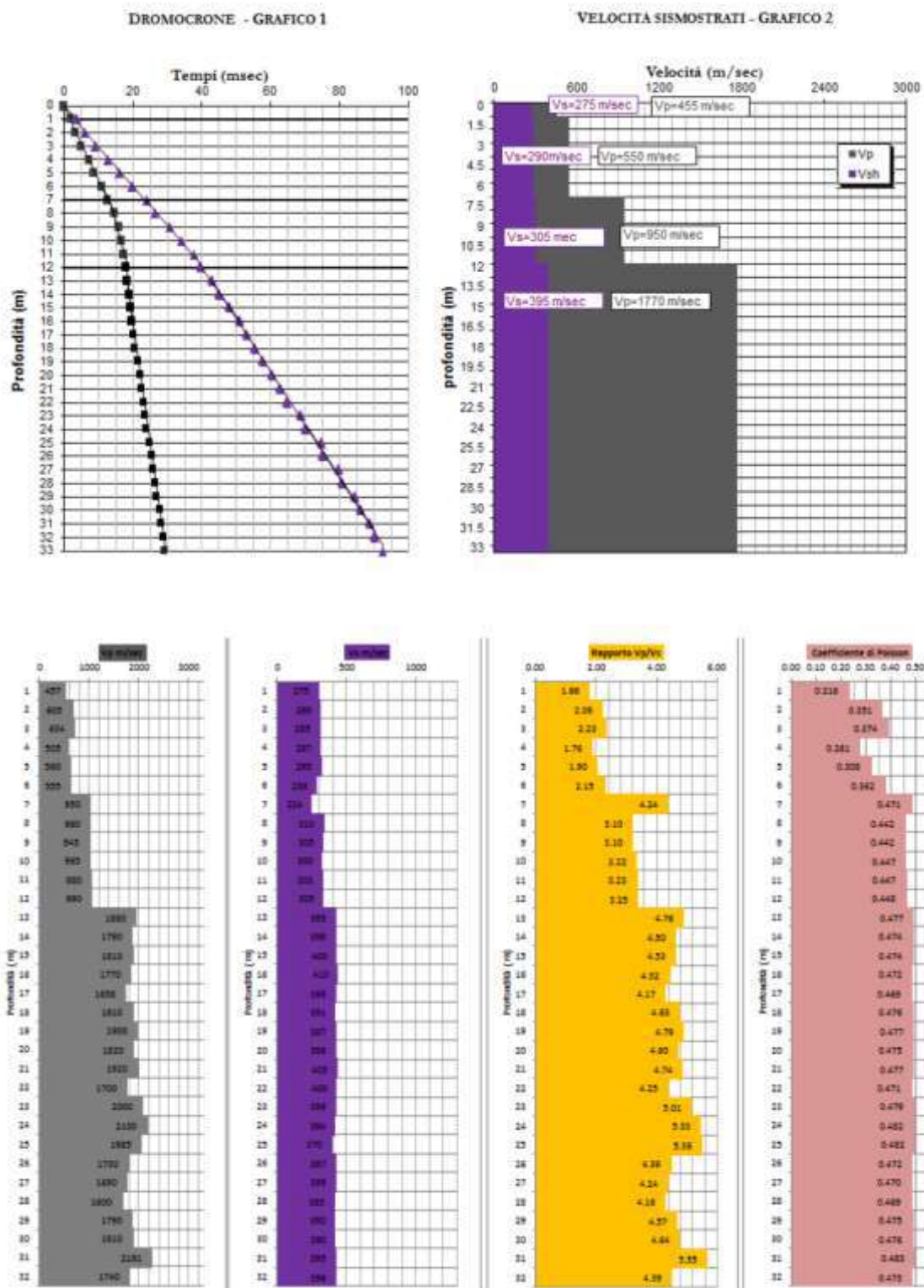


Figura 10

Nella tabella seguente vengono riportate le velocità delle onde sismiche determinate nella prova down-hole.


Profondità in m	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)
0.0-1.0	455	275
1.0-7.0	550	290
7.0-12.0	950	305
12.0-33.0	1770	395

La VsEq calcolata da p.c. utilizzando la distribuzione di cui alla prova down-hole, in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, è risultata essere pari a:

$Vs eq = 347 \text{ m/s}$ dal piano campagna
 $Vs eq = 356 \text{ m/s}$ - 2.0 m dal piano campagna

I valori ottenuti con entrambe le tipologie di prova sono fra loro in accordo ed indicano la categoria di sottosuolo C secondo l'approccio semplificato delle NTC 2018, sia riferendosi al p.c. che con quota di appoggio a m 2,0 dal p.c. attuale che corrisponde alla quota di progetto delle fondazioni (vedi **figura 27**).

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

7.1. Misura di rumore sismico a stazione singola

In posizione adiacente alla verticale attrezzata per la prova down-hole (S1) è stata eseguita una misura di rumore sismico a stazione singola; nel rimandare alla certificazione in allegato per il dettaglio, la misura non ha evidenziato la presenza di picchi stratigrafici significativi (vedi figura seguente).

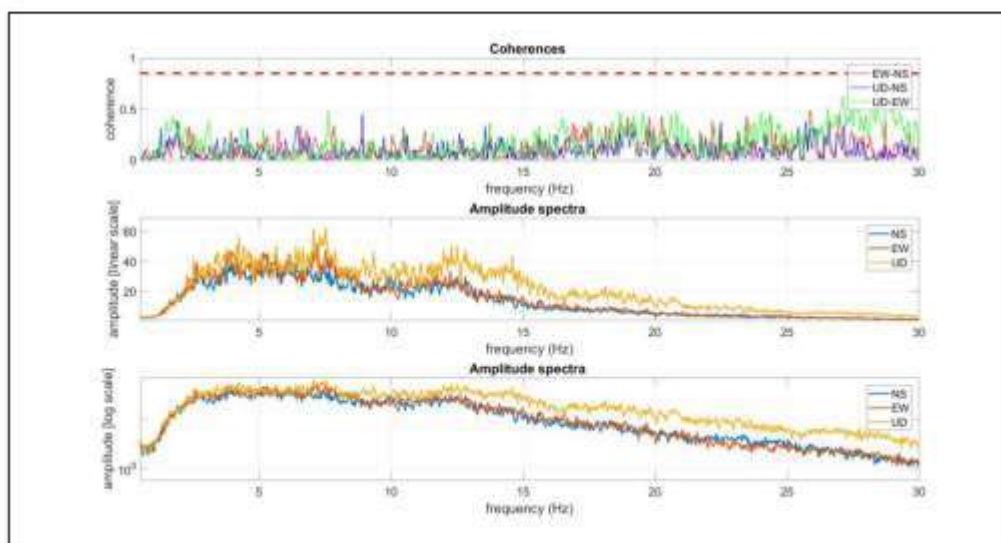
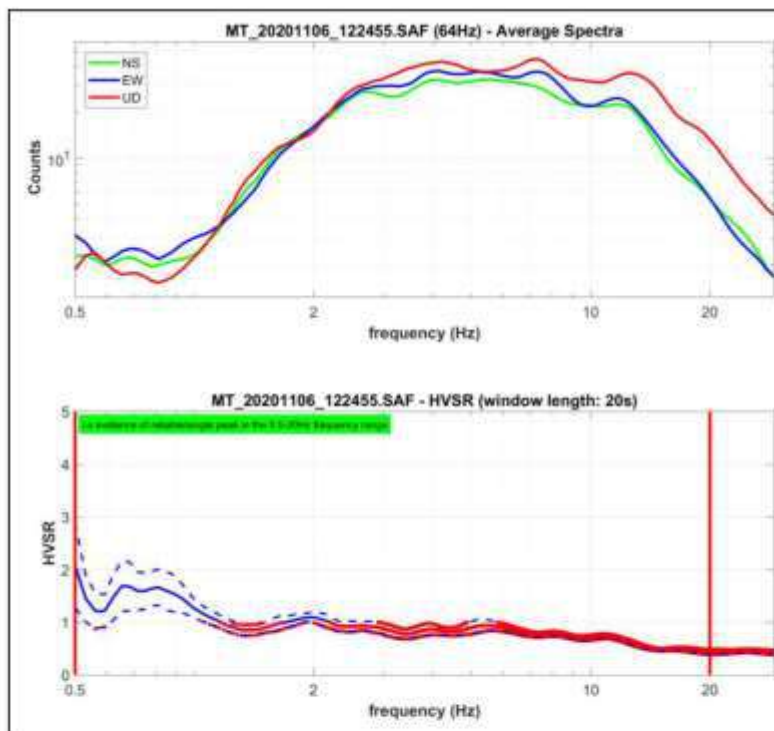


Figura 11

7.2. Valutazione delle accelerazioni di progetto

Per descrivere la **pericolosità sismica** in un generico sito con precisione sufficiente, sia in termini geografici che in termini temporali, nonché nei modi previsti dalle **NTC**, **i risultati dello studio di pericolosità sismica devono essere forniti:**

- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi, individuati in termini di latitudine e longitudine, debbono distare di un passo $\leq 0,05^\circ$, **(non distano più di 10 km)**;
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;
- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima **ag** e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sottosuolo rigido affiorante.

In particolare, **i caratteri del moto sismico** su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento P_{VR} :

ag = accelerazione orizzontale massima al sito;

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

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Il valore di ag è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre Fo e TC^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

7.2.1. Accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante

Per quanto concerne il valore di accelerazione sismica su suolo rigido e pianeggiante, allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), questo è stato determinato in corrispondenza delle spalle del ponte in progetto sul torrente Faella facendo riferimento al software Spettri del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, come da figure seguenti.



Figura 12

WGS84: Lat 43.614081 - Lng 11.500620



ED50: Lat 43.615040 - Lng 11.501595



ED50 - 43.615040,11.501595

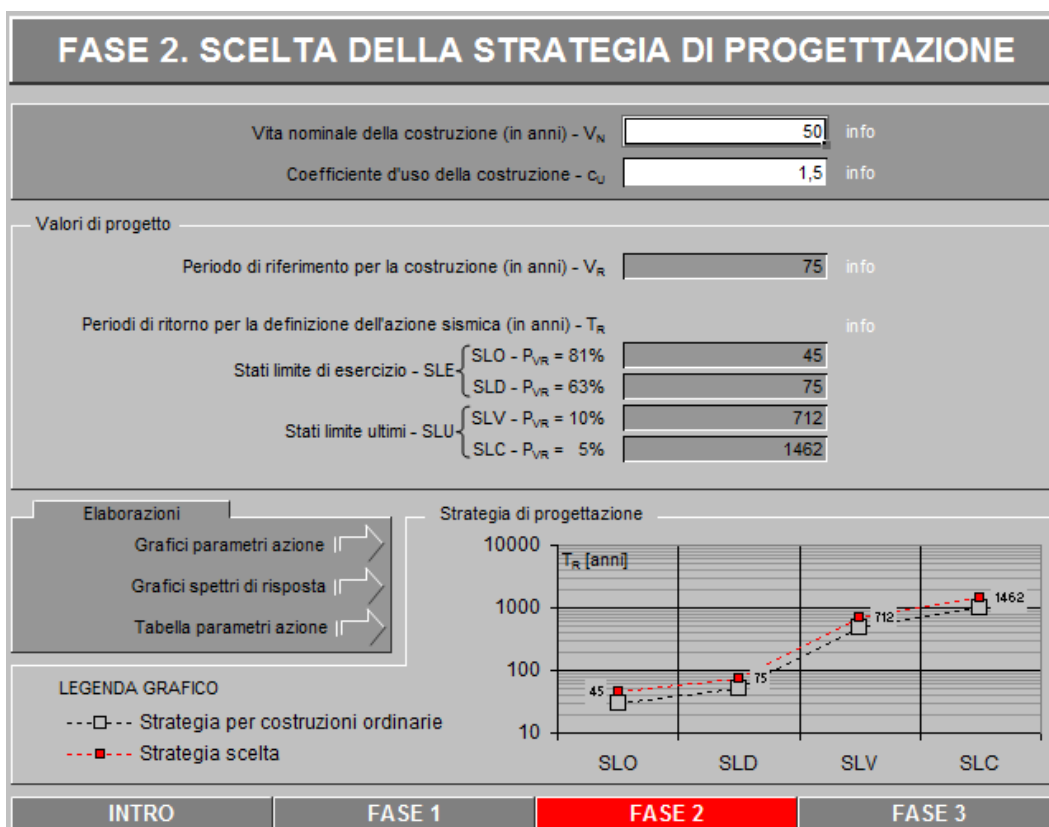
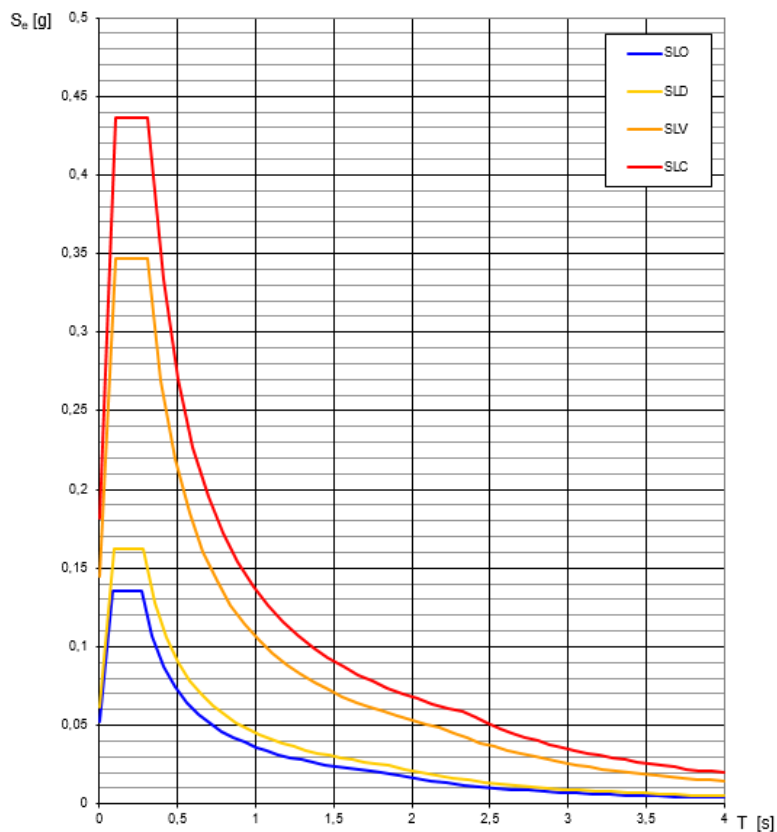


Figura 13

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0,052	2,600	0,267
SLD	75	0,062	2,634	0,280
SLV	712	0,145	2,400	0,307
SLC	1462	0,181	2,407	0,312

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**Figura 14**

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie, con la determinazione della Categoria di sottosuolo sito specifica e dei coefficienti di amplificazione topografica S_T e stratigrafica S_s (vedi tabella seguente).

Nel nostro caso si ha:

- Categoria del suolo = C
- Coeff. Amplificazione topografica $S_T = 1,0$
- Coeff. Amplificazione stratigrafica $S_s = 1,5$

Coefficientsi sismici sito specifici

CATEGORIA DI SUOLO	Da Vs 30 (per pdf > 1,0 m dal p.c.)	C
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA S_T	T1 – superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0 ←
	T2 – superficie con inclinazione media $i > 15^\circ$; in corrispondenza della sommità del pendio	1,2
	T3 – Rilievi aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$; in corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
	T4 – Rilievi aventi larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base ed inclinazione media $i > 30^\circ$; in corrispondenza della cresta del rilievo	1,4
COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA S_S	Da tabella 3.2 V (vedi NTC)	1,5 ←
Fattore S = $S_T \cdot S_S$ Coefficiente che tiene conto delle amplificazioni topografica e stratigrafica		S = 1,5

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_c

Categoria sottosuolo	S_S	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_v \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_v \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_v \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,25}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_v \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

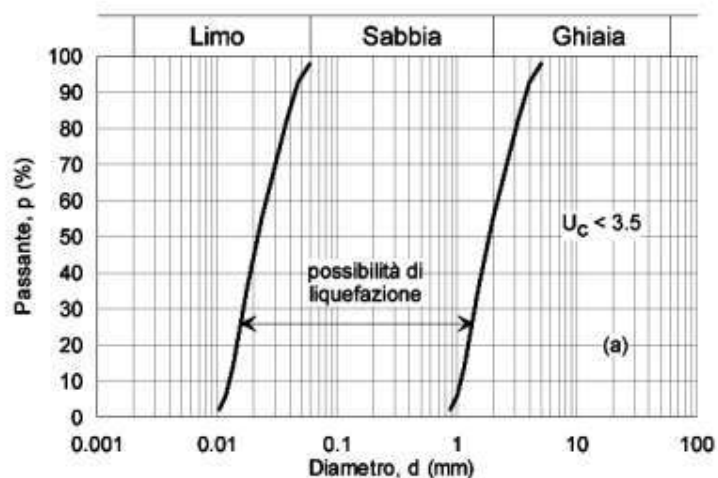
8. RISCHIO DA LIQUEFAZIONE

Come recitano le NTC 2018 “7.11.3.4 *Stabilità nei confronti della liquefazione*”, il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

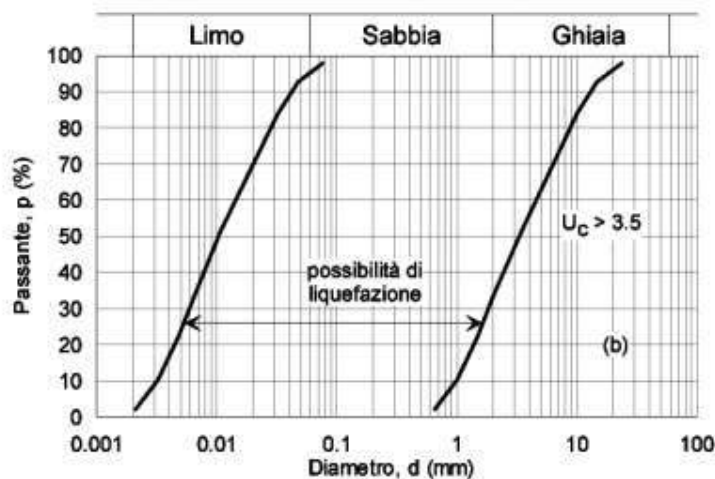
Le NTC 2018 al paragrafo 7.11.3.4.2 “*Esclusione della verifica a liquefazione*” recitano quanto di seguito riportato.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
- 2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
- 3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;*
- 4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.*



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Figura 15

E ancora al paragrafo 7.11.3.4.3 “Metodi di analisi”

....”La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall’azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell’accelerazione massima attesa alla profondità di interesse. L’adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista”.

Il modello stratigrafico locale di cui alla relazione geologica, oltre ai **materiali di riporto** che costituiscono prevalentemente il sistema arginale del Faella e relativa cassa di espansione, ha evidenziato la presenza di due complessi principali:

- i **depositi superficiali di origine fluviale**, riconducibili all'attività prevalente del torrente Faella, dal prevalente comportamento granulare e dalla colorazione prevalentemente marrone, accompagnati da frequenti variazioni stratigrafiche laterali; la loro base si colloca a circa 16 m di profondità a partire dalla sommità dell'argine di cui alla cassa di espansione posta in sponda destra del Torrente Faella.
- i **depositi profondi, di origine fluvio-lacustre**, caratterizzati da alternanze irregolari di argille con limo debolmente sabbiose prevalenti, e sabbie medio fini con limo e limose, dal tipico colore azzurro, rinvenuti fino alla massima profondità d'indagine pari a 33 m dal p.c. naturale.

All'interno dell'orizzonte superficiale di origine fluviale sono state incontrate tutte e quattro le condizioni di cui al paragrafo 7.11.3.4.2 sopra riportato, e pertanto si è reso necessario procedere alla verifica del rischio da liquefazione.

8.1. Indagini eseguite e successivi approfondimenti geognostici

I depositi superficiali di origine fluviale sono stati dapprima indagati mediante:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove in sito ed in laboratorio;
- prove dilatometriche con dilatometro Marchetti
- prove penetrometriche statiche con penetrometro meccanico auto-ancorante

Le indagini di cui sopra sono state successivamente integrate con una prova penetrometrica eseguita con penetrometro a punta elettrica (CPTe) eseguita da mezzo zavorrato con peso proprio da 20 t, in posizione di coincidenza con la prova DMT2³.

³ Non sussistevano le condizioni operative, a causa della presenza di ghiaie grossolane, per poter eseguire una prova con piezocono.

8.2. Sezione geologico-tecnica di riferimento

In **figura 16** viene presentata la sezione geologico tecnica di riferimento utilizzata per le verifiche di liquefazione, contenente:

- la CPTe 1 eseguita in corrispondenza della prova DMT 2
- la prova dilatometrica DMT2, che è l'unica che raggiunto la profondità di 16 m dal p.c. senza raggiungere prima la condizione di rifiuto strumentale;
- Il sondaggio geognostico a carotaggio continuo S2

La sezione pone tra l'altro in evidenza la presenza di eteropie laterali anche su distanze ridotte.

Facendo ancora riferimento alla suddetta sezione, la CPTe 1 alla profondità di m 13,2 dal p.c. ha raggiunto la condizione di rifiuto strumentale su di un orizzonte di ghiaie addensate, come tutte le altre prove che sono pervenute fino a questo orizzonte; unica eccezione è stata la DMT2, eseguita in adiacenza a CPTe 1 che è riuscita a raggiungere la base dei depositi fluviali superficiali alla profondità di m 16,2 dal p.c.

Nel sondaggio S2 il tetto dei depositi fluvio-lacustri è risultato collocato ad una profondità minore di circa 1,5 m rispetto a quella della DMT 2.

La prova penetrometrica meccanica CPT 1 non è stata utilizzata in quanto non idonea ad una corretta verifica del rischio da liquefazione, come ampiamente riportato nella bibliografia recente.

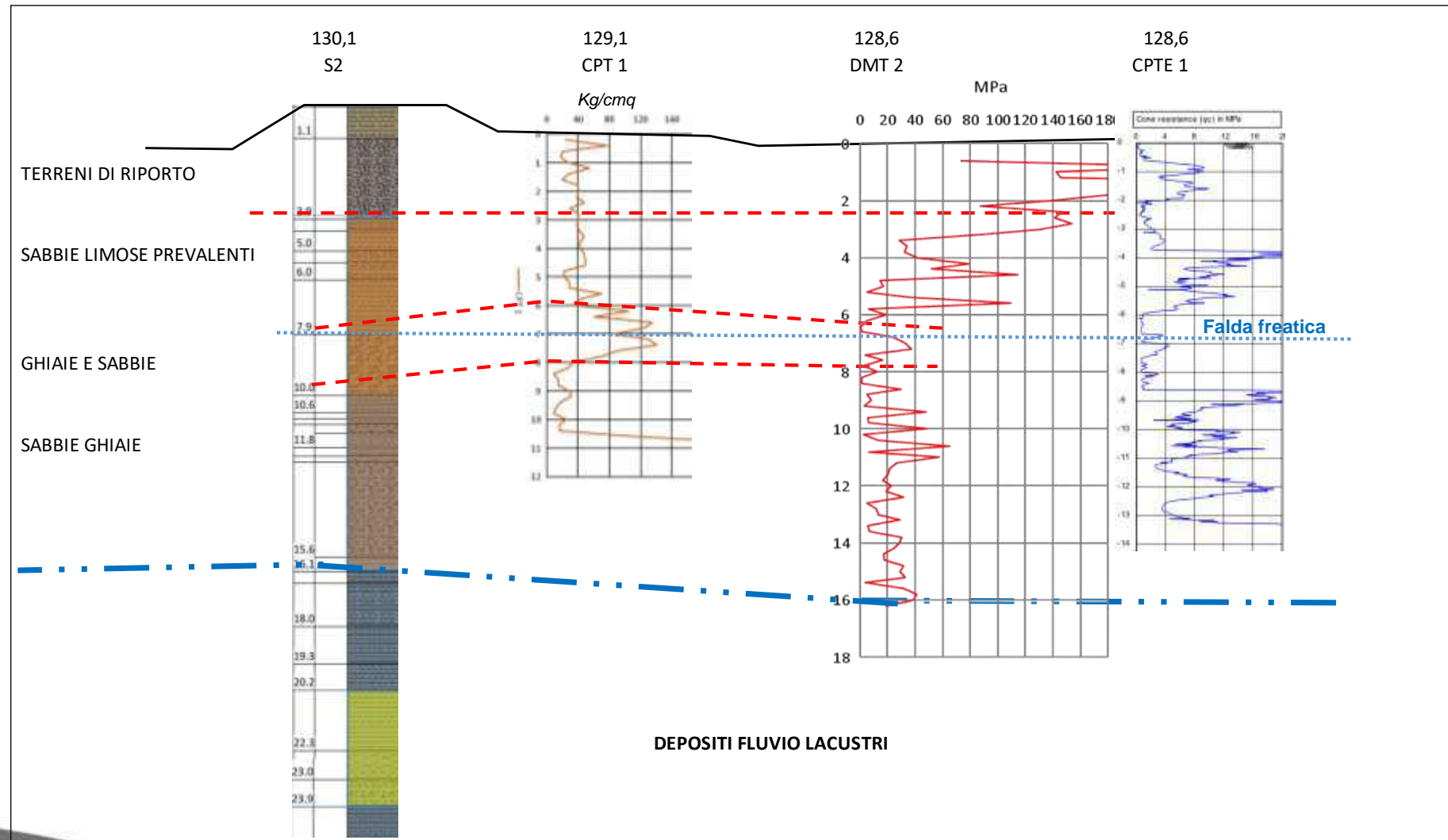


Figura 16 – Sezione geologico-tecnica di riferimento per lo studio del rischio da liquefazione
(nelle CPT1 e CPT 1 è rappresentata la resistenza alla punta mentre nella DMT 2 il modulo edometrico)

8.3. Generalità e metodologie utilizzate per la verifica del rischio da liquefazione

La suscettibilità alla liquefazione può essere stimata con metodi semplificati sulla base dei risultati di prove geotecniche in sito di tipo corrente (SPT, CPTe, CPTu, DMT) e subordinatamente dai profili di velocità delle onde di taglio (V5) ottenuti con prove sismiche in foro (down-hole, cross-hole, cono sismico, dilatometro sismico). Come riportato nella bibliografia recente⁴ tra i metodi semplificati sono preferibili quelli che utilizzano i risultati di prove CPTe/CPTu sia per la migliore ripetibilità delle misure che per la continuità dei profili penetrometrici.

Tali metodi consentono di stimare un indice sintetico del rischio di liquefazione in corrispondenza di una verticale di indagine, denominato indice del potenziale di liquefazione, LPI.

L'indice del potenziale di liquefazione (LPI) è un parametro di sintesi che, mediante un valore numerico compreso tra 0 e 100, quantifica, in corrispondenza della verticale di indagine, i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto della severità dell'azione sismica, e della profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione lungo la verticale.

L'indice LPI è definito nel modo seguente:

$$LPI = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

in cui:

- z_{crit} indica la profondità massima alla quale strati liquefatti producono effetti in superficie,
- $F(z)$ è una variabile che esprime il potenziale di liquefazione con valori compresi tra 0 e 1, definita ad ogni profondità $0 \leq z \leq z_{crit}$ in funzione del valore che, a quella profondità, assume il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione FSL, e che assume il valore zero qualora lo strato sia giudicato non liquefacibile.
- $w(z)$ è un fattore di peso della profondità.

⁴ "Utilizzo di prove penetrometriche statiche a punta meccanica per la stima del potenziale di liquefazione", C. Madiati, G. Vannucchi, M. Baglione, L. Martelli, T. Veronese (2016)

Le classi di potenziale di liquefazione, proposte da SONMEZ [2003], sulla base della tipologia e dell'intensità dei fenomeni di liquefazione osservati durante i terremoti storici, sono indicate nella tabella seguente.

Tab. III – Liquefaction potential classification from Sonmez (2003).

LPI	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile (FSL \geq 1.2)
$0 < LPI \leq 2$	Basso
$2 < LPI \leq 5$	Moderato
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$LPI > 15$	Molto alto

Si riporta di seguito un estratto dall'articolo di Facciorusso J., Madiari C., Vannucchi G. "Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove CPT e CPTU" (31 marzo 2013).

L'indice LPI viene calcolato con riferimento ad una verticale di prova. Gli effetti bi e tri-dimensionali sono trascurati. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e "lateral spreading" anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.

Tradizionalmente la profondità "critica" è assunta pari a 20 m, ma recentemente Özocak e Sert (2010), sulla base di evidenze sperimentali successive ai terremoti di Adapazari (Turchia) del 1999 e sulla base delle curve limite per manifestazioni di liquefazione in superficie di Ishihara (1985), hanno proposto di assumere per terremoti di magnitudo "usuale" la profondità critica pari a 10 m.

Il fattore di sicurezza alla liquefazione (FSL) è definito nel modo seguente:

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

con

$CRR_{7.5}$ = Rapporto di Resistenza Ciclica per $M = 7.5$ e tensione verticale efficace $\sigma'v=1atm$ (Cyclic Resistance Ratio)

MSF = Fattore di Scala della Magnitudo (Magnitude Scale Factor)

K_{σ} = Fattore di correzione per la pressione di confinamento (Overburden Correction Factor)

Nell'equazione precedente, CSR rappresenta il Rapporto di Tensione Ciclica (Cyclic Stress Ratio) e può essere determinato mediante la procedura semplificata suggerita da SEED e IDRIS [1982]:

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d = \text{Rapporto di Tensione Ciclica (Cyclic Stress Ratio)}$$

in cui

a_{max} è l'accelerazione massima in superficie,

g è l'accelerazione di gravità,

σ_{v0} e σ'_{v0} le tensioni geostatiche verticali rispettivamente totali ed efficaci,

r_d un coefficiente di riduzione delle tensioni che tiene conto della deformabilità del terreno.

Per lo studio è stato utilizzato il recente software CLiq v.3.0 del prof. P. Robertson (Geologismiki Gregg Drilling Inc.) che consente la valutazione della liquefazione del suolo utilizzando sia i dati CPTe/CPTU, che quelli provenienti da prove dilatometriche con dilatometro marchetti (DMT), che da prove SPT in foro di sondaggio.

Il software fornisce i valori del fattore di sicurezza, dell'indice di potenziale di liquefazione e gli spostamenti post-terremoto, assestamenti verticali e spostamenti laterali (lateral spreading, non di interesse nel caso in esame).

Facendo riferimento alla sezione geologico-tecnica di riferimento di cui al paragrafo 7.2, sono state eseguite verifiche nei confronti del rischio da liquefazione in corrispondenza sia nella CPTe 2 (fino a 13,2 m dal p.c.), che nella DMT 2 (fino 16,2 m), che nel sondaggio S2 con i valori disponibili dalle prove SPT eseguite in foro /fino 15,5 m dal p.c.

Nelle verifiche, stante quanto esposto nei paragrafi precedenti, è stato posto

Ground water table: 6.90 (m)
Magnitude: 6.50
Acceleration: 0.22 g

dove G.W.T. è la profondità della falda, mentre il valore di magnitudo adottato è quello risultante dalla disaggregazione di cui al paragrafo 4.

8.3.1. Verifiche eseguite in corrispondenza della CPTe 1

La prima serie di verifiche è stata eseguita utilizzando la prova penetrometrica con punta elettrica (CPTe 1 – si rimanda alla certificazione in appendice per gli aspetti specifici) di cui al grafico della figura seguente, che ha raggiunto la profondità di m 13,2 dal p.c.

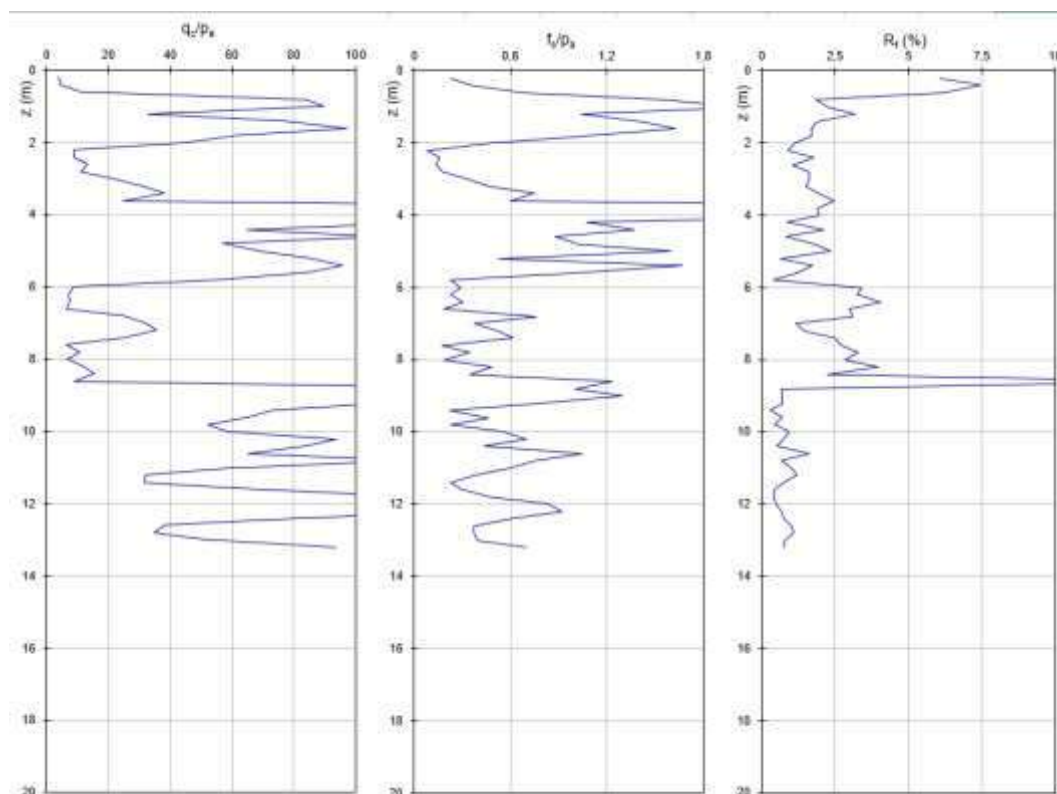


Figura 17 – CPTe 1

Il materiale è stato quindi classificato litologicamente nella carta di Robertson; questa carta è suddivisa in 9 zone cui corrispondono altrettante classi di terreno (vedi il grafico generale in **figura 18**). Le curve che delimitano le zone corrispondenti alle classi da 2 a 7 possono essere approssimate, nel piano bilogarithmico, con archi di cerchio concentrici. Il raggio dei cerchi è l'indice del tipo di terreno, I_c , le coordinate del centro comune valgono: $x_0 = -1.22$, $y_0 = 3.47$. Ne consegue che per identificare i terreni delle classi da 2 a 7 (sono escluse le classi 1, 8 e 9) è sufficiente calcolare l'indice del tipo di terreno e verificare la classe di appartenenza.

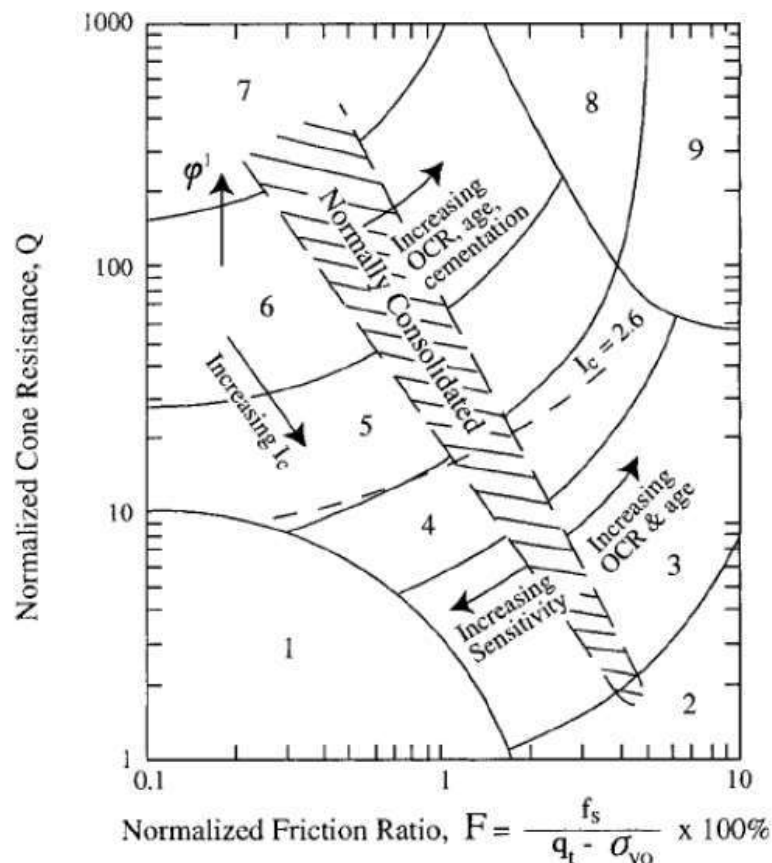


Figura 18 : Carta di classificazione per il penetrometro statico elettrico (Robertson, 1990)

$3.60 < I_c$	Classe 2	Terreno organico, torba
$2.95 < I_c \leq 3.60$	Classe 3	Argille. Da argille ad argille limose
$2.60 < I_c \leq 2.95$	Classe 4	Limi. Da limi argillosi a argille limose
$2.05 < I_c \leq 2.60$	Classe 5	Sabbie. Da sabbie limose a limi sabbiosi
$1.31 < I_c \leq 2.05$	Classe 6	Sabbie. Da sabbie pulite a sabbie limose
$1.31 > I_c$	Classe 7	Da sabbie ghiaiose a sabbie

La classe 1 corrisponde a: “terreni sensitivi a grana fine”.

La classe 8 corrisponde a: “da sabbie molto dense a sabbie argillose fortemente sovraconsolidate o cementate”

La classe 9 corrisponde a: “materiali fini granulari molto duri fortemente sovraconsolidati o cementati”.

Facendo riferimento alla verticale in esame (CPTe2), in **figura 19** viene riportata la carta di Robertson con la classificazione litologica dei materiali con valori normalizzati, ed il grafico con la distribuzione dei valori di I_c .

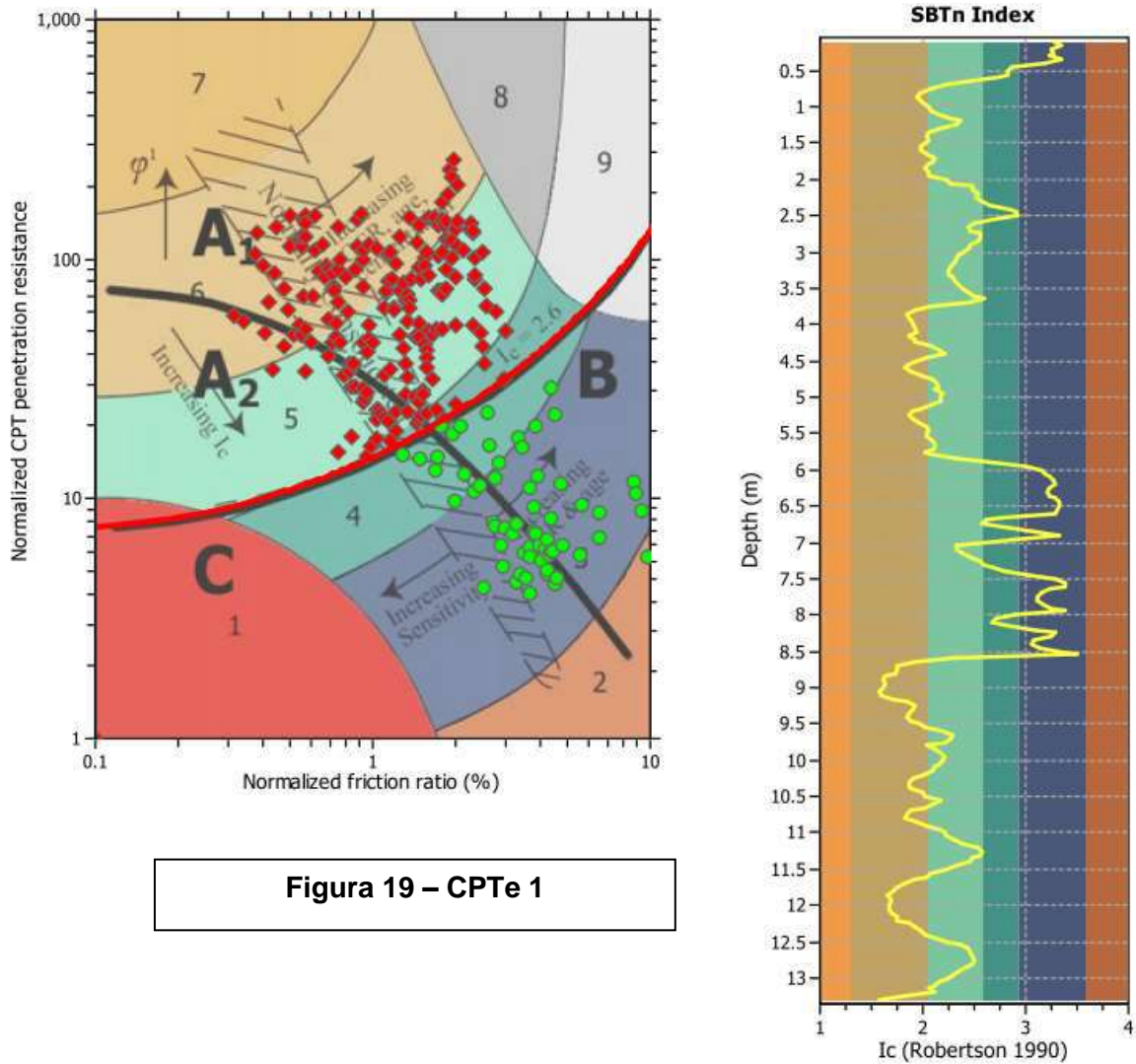


Figura 19 – CPTe 1

Nella figura seguente sono riportati i principali risultati delle verifiche eseguite lungo la CPTe 1: si osserva che il fattore di sicurezza nell'intervallo di profondità fra 9,5 e 13,5 evidenzia la possibilità del manifestarsi del fenomeno di liquefazione con possibilità di cedimenti in superficie stimati di circa 7/8 cm.

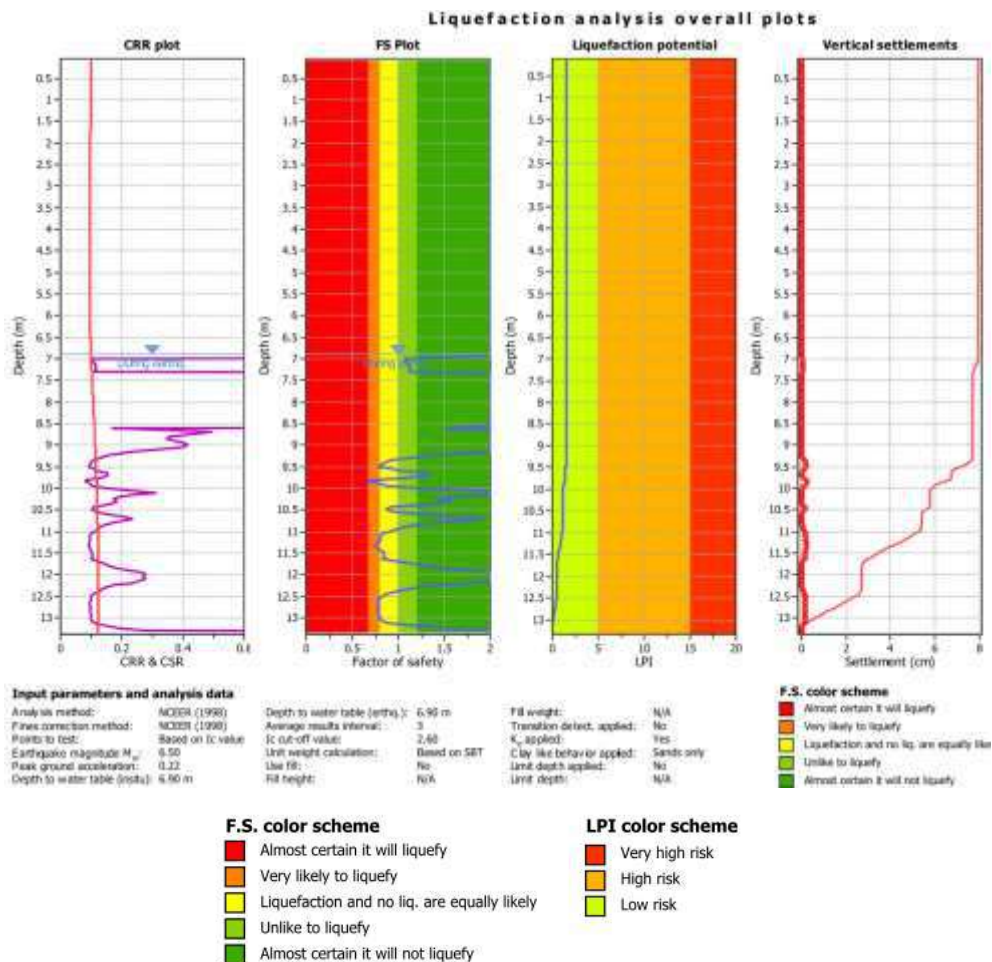


Figura 20 – Sintesi dei risultati nella CPTe 1

8.3.2. Verifiche eseguite in corrispondenza della verticale DMT 2

Nella figura seguente sono riportati i principali risultati delle verifiche eseguite lungo la DMT 2, eseguita in adiacenza alla CPTe1 e che è pervenuta ad una profondità maggiore (16,2 contro 13,2); l'elaborazione mostra rischio da liquefazione.

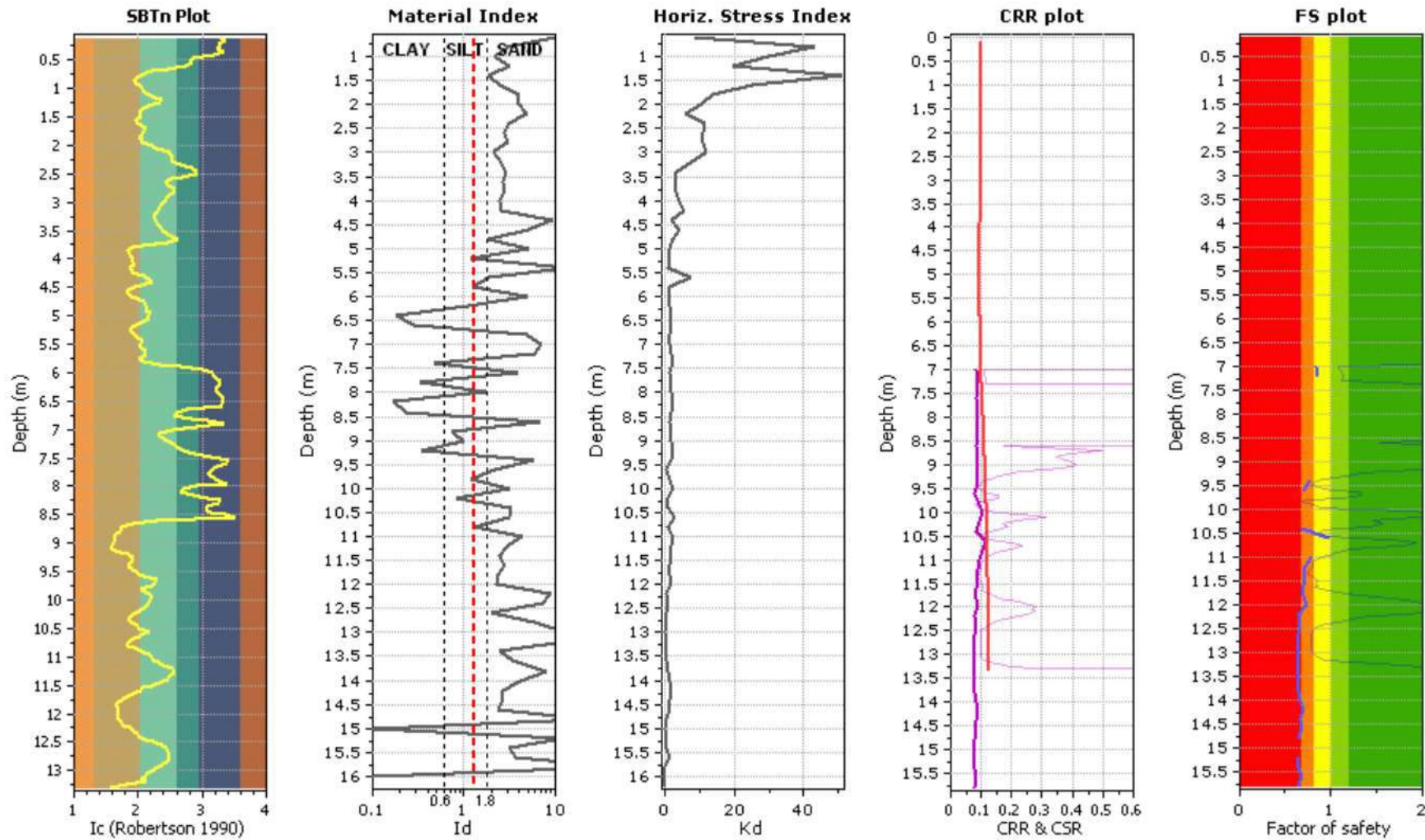


Figura 22 – Sintesi dei risultati nella DMT 2

8.3.3. Verifiche eseguite con le prove Nspt

Utilizzando i valori di cui alle prove SPT eseguite nei fori di sondaggio S1⁵ ed S2 nei depositi superficiali di origine fluviale, si è proceduto nuovamente alla esecuzione della verifica del rischio da liquefazione.

I valori complessivi determinati all'interno di questi materiali sono riportati nella tabella seguente.

Input Data					
No	Depth (m)	N SPT (blows per 30 cm)	Unit Weight (kN/m ³)	Fines (%)	Can Liquefy
1	1.80	34	19.03	10.00	<input type="checkbox"/>
2	3.00	13	17.35	10.00	<input type="checkbox"/>
3	5.00	36	19.36	5.00	<input type="checkbox"/>
4	6.50	36	16.26	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>
5	7.90	25	17.05	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>
6	12.80	36	17.67	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>
7	15.20	37	13.73	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>
8	15.50	37	13.73	5.00	<input checked="" type="checkbox"/>

Operando a favore della sicurezza il contenuto in fine è stato limitato al 5%

Rimandando alla certificazione in appendice per gli aspetti specifici, nella figura seguente sono riportati i risultati delle elaborazioni dalle quali risulta che per gli intervalli di prova indagati i materiali non sono liquefacibili.

⁵ Sono stati utilizzati anche i valori determinati in S1 per aumentare la casistica disponibile.

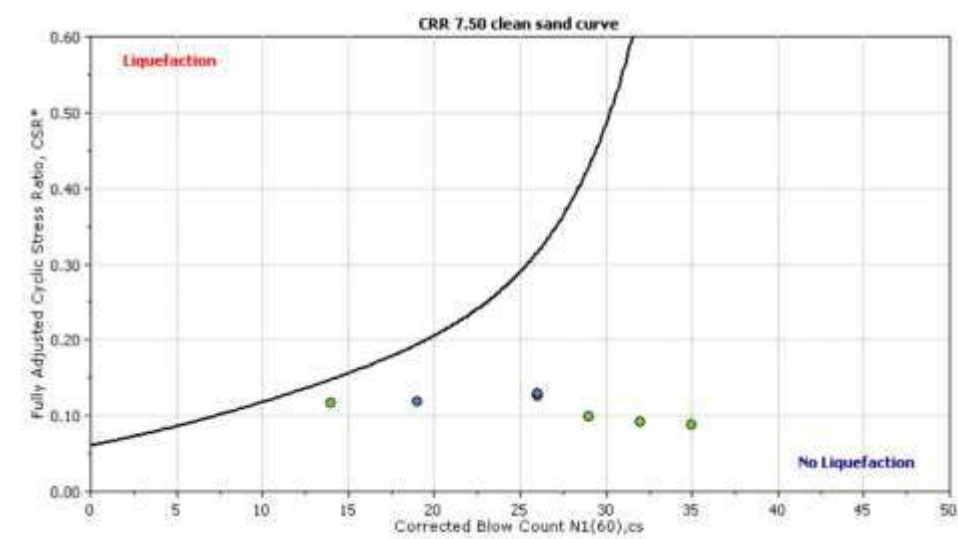
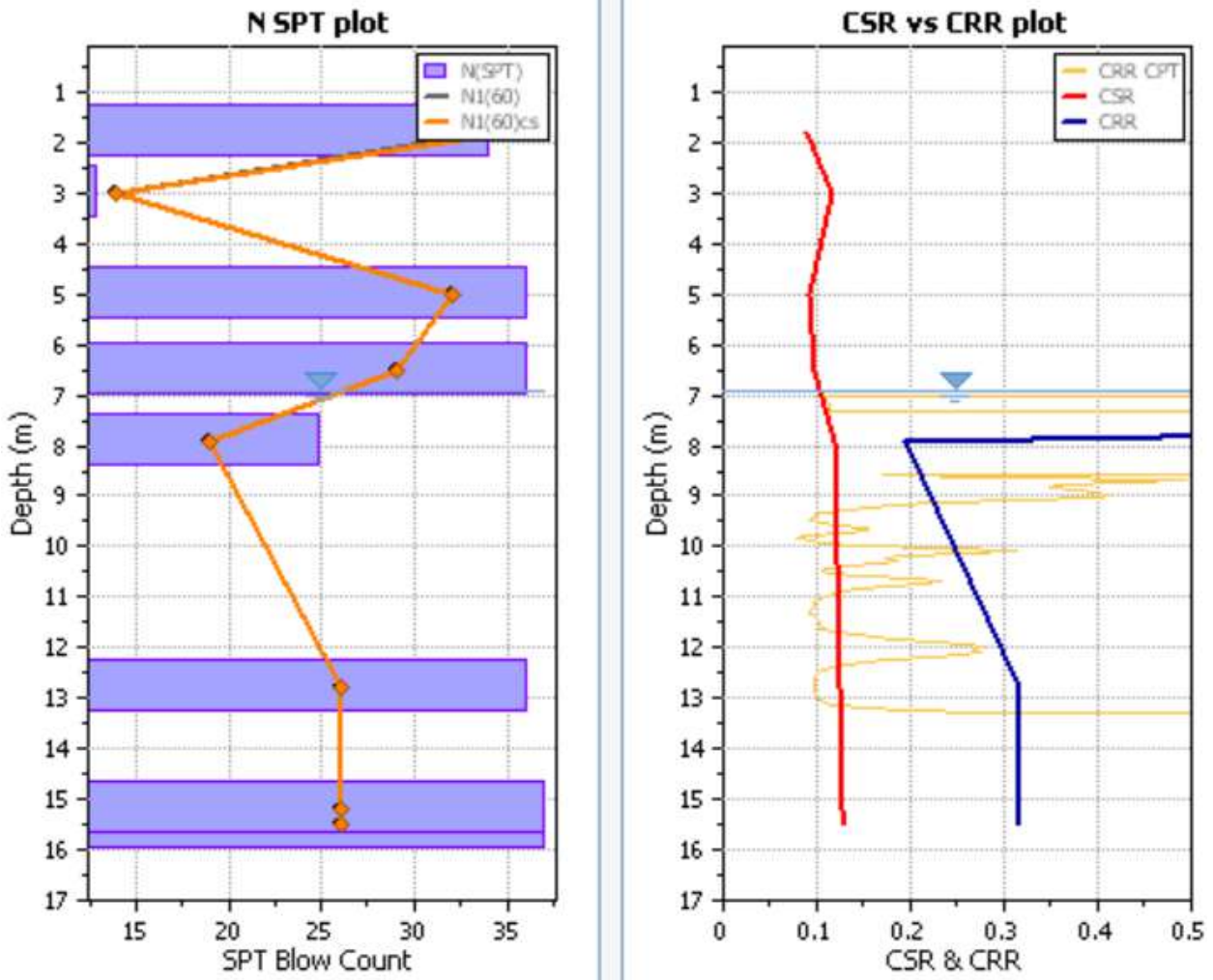


Figura 23 – Sintesi dei risultati con i valori delle prove SPT in foro

8.4. Sintesi dei risultati di cui alle verifiche nei confronti del rischio di liquefazione

Come illustrato nei punti precedenti, in corrispondenza della spalla destra del ponte in progetto dove sono stati incontrati maggiori spessori di depositi granulari con le caratteristiche di addensamento più scadenti, si è proceduto alla realizzazione di un campo prova dedicato.⁶

Facendo riferimento anche alla **figura 24** di sintesi, si riassumono di seguito i risultati delle verifiche eseguite.

Verifica eseguita con la CPTe 1

Il materiale risulta liquefacibile nell'intervallo di profondità compreso fra 9,5 e 13,2 (massima profondità d'indagine raggiunta dalla prova - vedi sezione geologico-tecnica di **figura 25**). Possibili cedimenti in superficie stimati fino 7/8 cm.

Verifica eseguita con la DMT 2

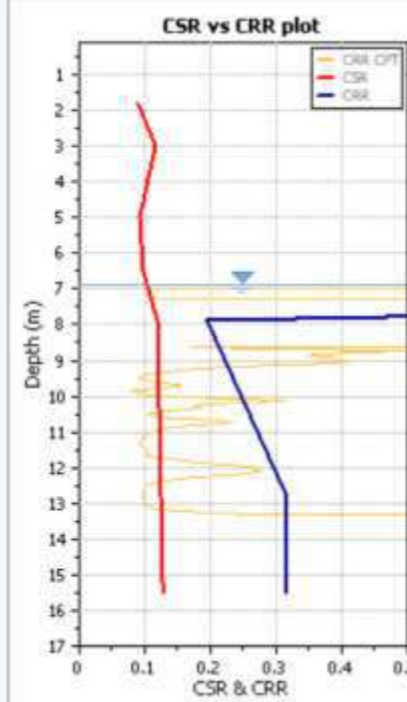
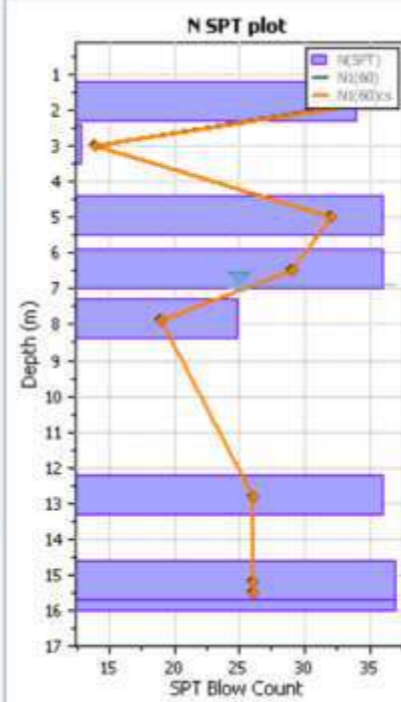
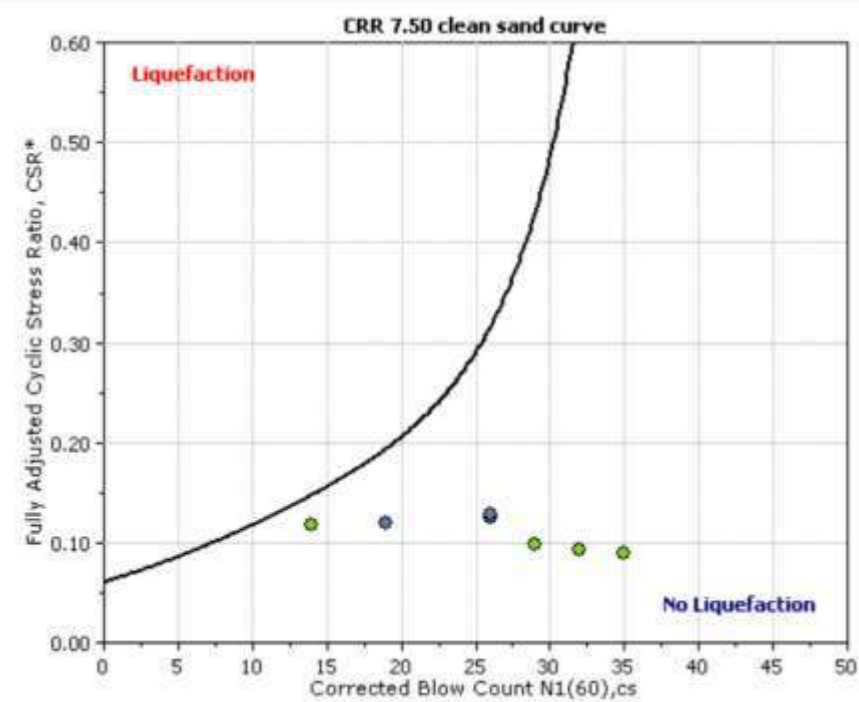
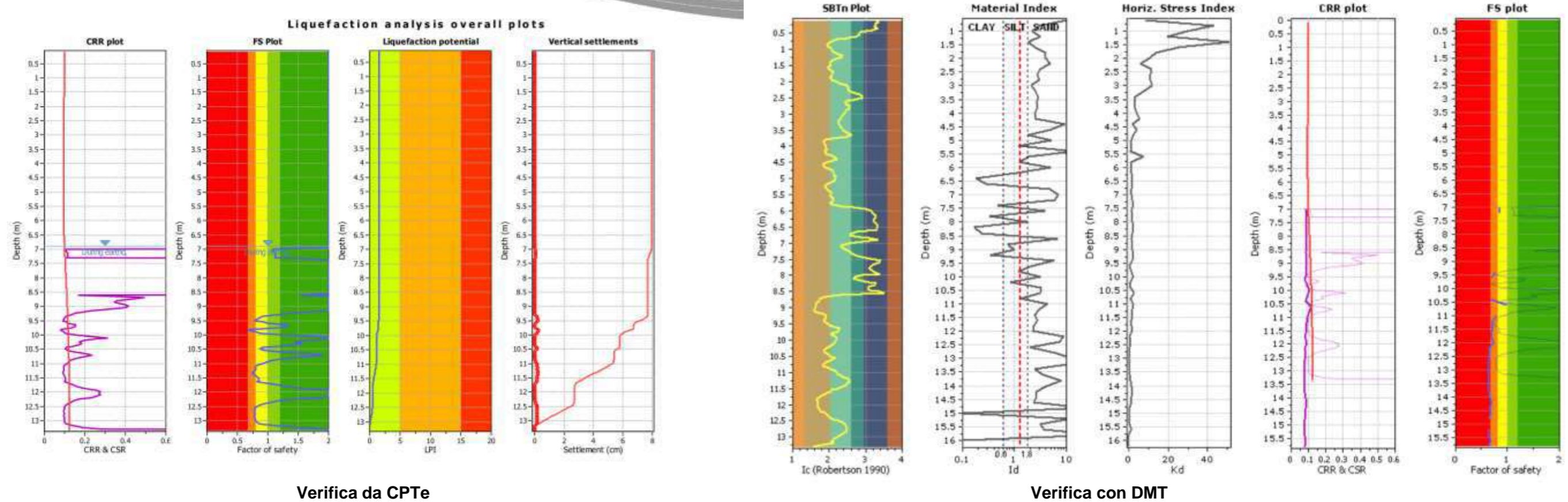
Il materiale risulta liquefacibile nell'intervallo di profondità compreso fra 9,5 e 16,2 (massima profondità d'indagine raggiunta dalla prova - vedi sezione geologico-tecnica di **figura 25**). Non è possibile calcolare i cedimenti attesi in superficie con questo tipo di prova.

Verifiche eseguite sulla base dei valori di N_{SPT}

Il materiale risulta non liquefacibile fino alla massima profondità raggiunta dalle prove (15,5 m dal p.c.).

In sintesi le verifiche hanno mostrato che la porzione più profonda dei depositi granulari, peraltro affetta da variazioni significative di spessore anche su distanze ridotte, è potenzialmente suscettibile di liquefazione.

⁶ Le indagini geognostiche originarie sono state successivamente integrate con una con una prova penetrometrica con punta elettrica (CPTe) in posizione di taratura alla DMT 2, a poca distanza del sondaggio S2.



- 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
 - Orange: High risk
 - Yellow: Low risk

Verifica con SPT

Figura 24 – Sintesi delle verifiche per il rischio da liquefazione

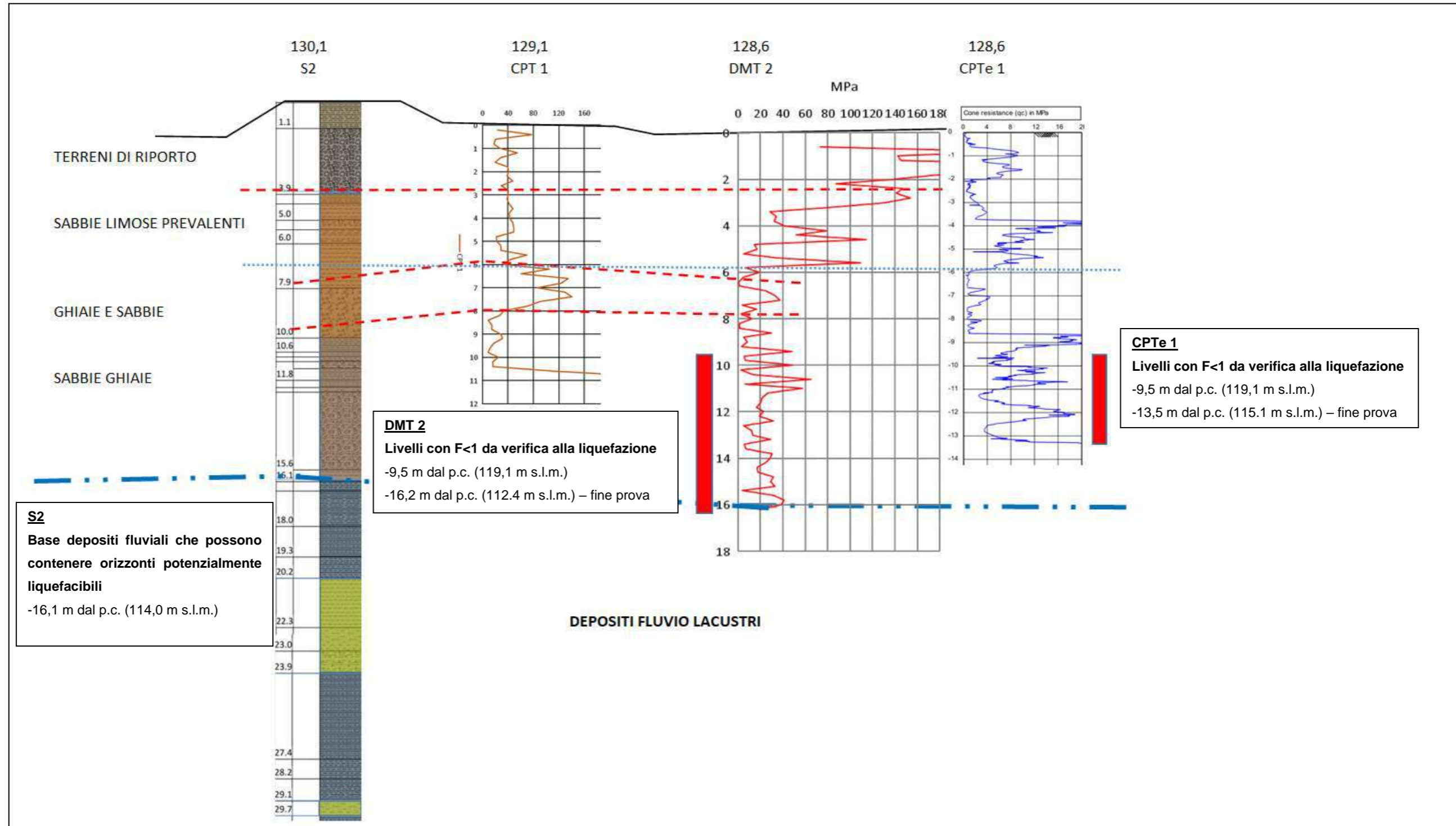


Figura 25 – Sezione geologico-tecnica di sintesi

8.5. Possibili interventi di mitigazione nei confronti del rischio di liquefazione

Le verifiche eseguite hanno mostrato che i depositi fluviali riconducibili all'attività deposizionale del torrente Faella sono potenzialmente soggetti al rischio di liquefazione.

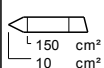
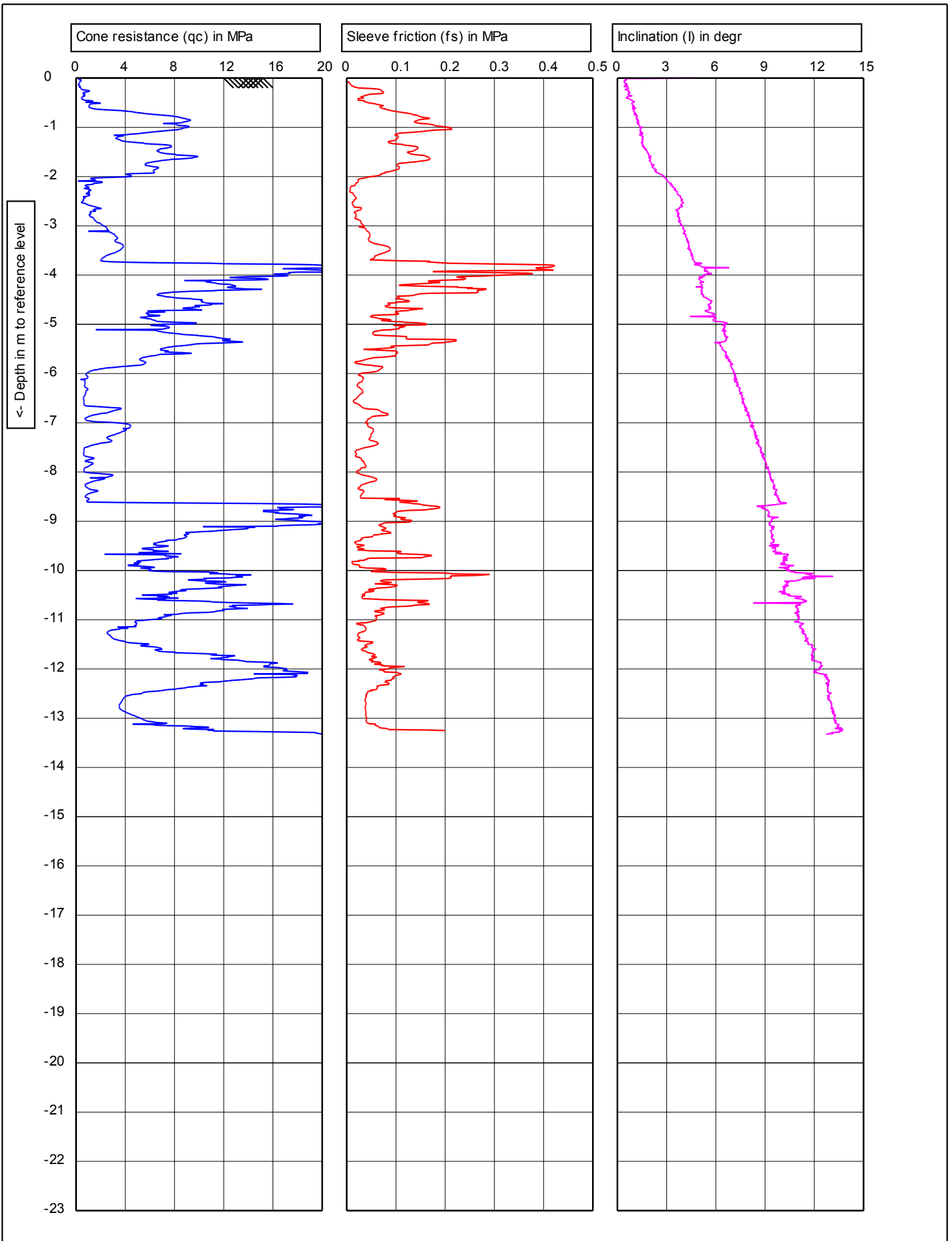
Tale aspetto verrà superato, nella progettazione del ponte, intervenendo nel dimensionamento dei pali di fondazione.

Per quanto concerne le rampe in terra di accesso alle spalle del ponte, con relativi rilevati, laddove si manifestasse un evento sismico con fenomeno indotto della liquefazione, la conseguenza più probabile è quella di cedimenti differenziali per comportamenti disomogenei al disotto dell'impronta dei relativi corpi strutturali.

Per contrastare tale evenienza, si suggerisce di valutare l'opportunità di intervenire prevedendo rinforzi alla base con geosintetici; questi potranno esplicare un'azione di redistribuzione delle tensioni durante l'evento sismico, opponendosi ad eventuali cedimenti differenziali e limitandone pertanto l'entità.

APPENDICE

(Tabulati relative alle verifiche per il rischio da liquefazione)



Test according NEN 5140 class 1

G.L.: 0.00 m NAP

W.L.: 4.50 m

Predrill: 0.00 m Predrilled

Date: 15/02/2021

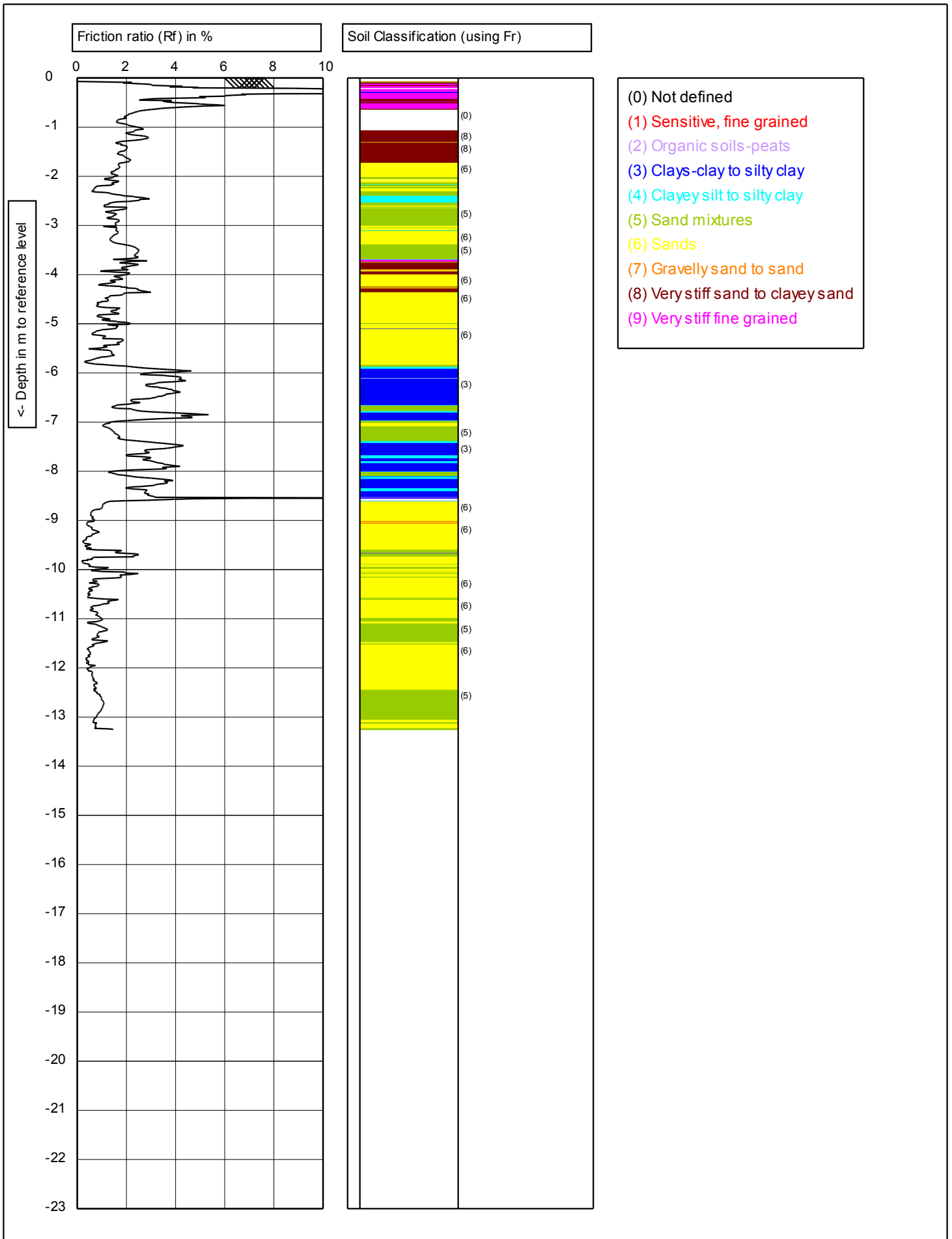
Project: **prova Gm500**
 Location: **T. Faella Variante S.R. 69**
 Position: **0, 0 RD**

Cone no.: **C10CFIL387**

Project no.: **2021.2**

CPT no.: **1**

1/3



SOILTEST s.r.l.

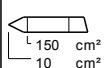
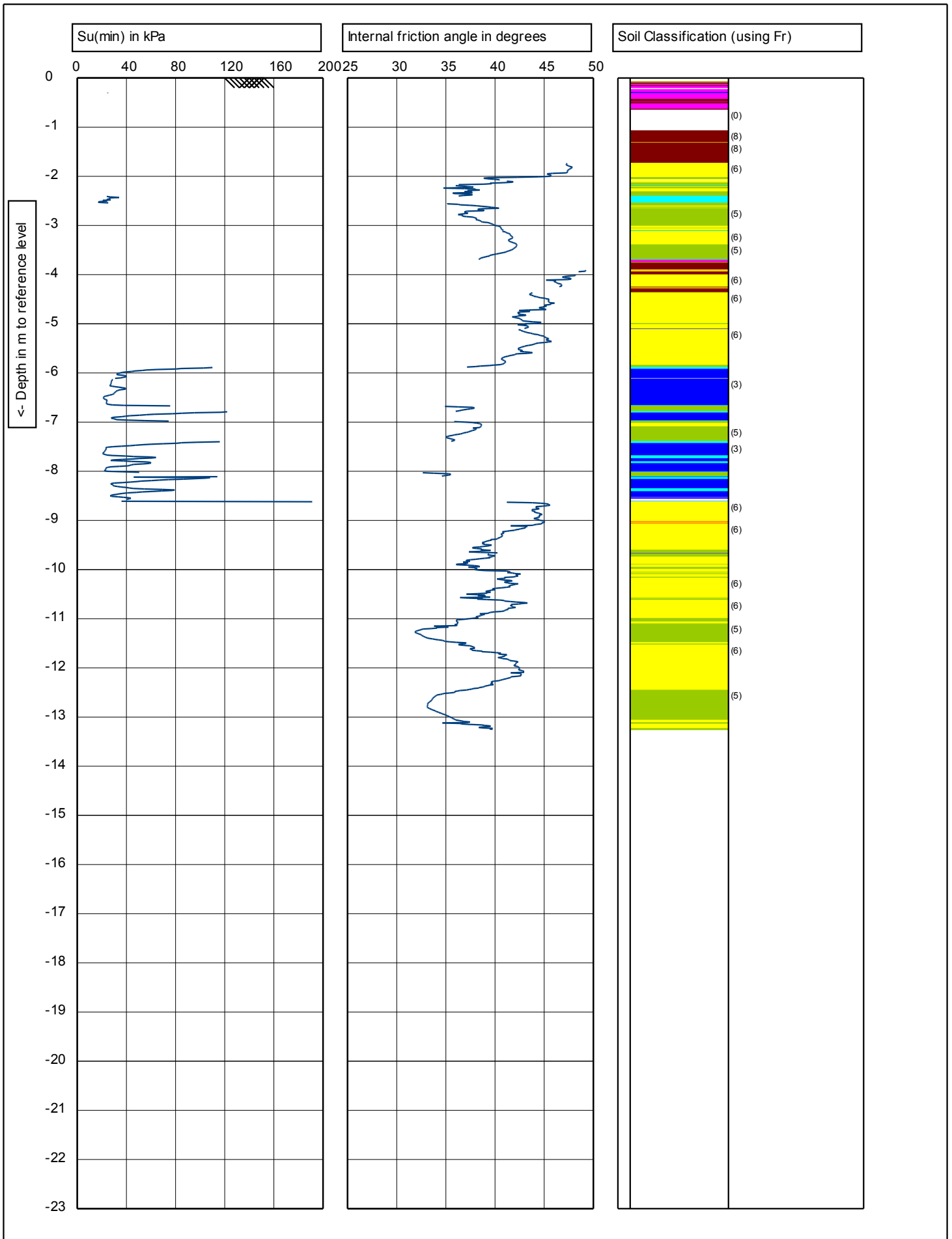
Via A. Grandi, 39 - 52100 Arezzo Tel. +39 0575 323544 - Fax +39 0575 232310
 info@soiltest.it www.soiltest.it Cap. Soc. € 100.000,00 I.V. C.P. e P. Iva 01304860511

Test according NEN 5140 class 1

G.L.: 0.00 m NAP W.L.: 4.50 m

Project: **prova Gm500**
 Location: **T. Faella Variante S.R. 69**
 Position: **0, 0 RD**

Pre드릴: **0.00 m Predrilled**
 Date: **15/02/2021**
 Cone no.: **C10CFIL387**
 Project no.: **2021.2**
 CPT no.: **1** **2/3**



Test according NEN 5140 class 1
 G.L.: 0.00 m NAP W.L.: 4.50 m

Predrill: 0.00 m Predrilled
 Date: 15/02/2021

Project: **prova Gm500**
 Location: **T. Faella Variante S.R. 69**
 Position: **0, 0 RD**

Cone no.: **C10CFIL387**
 Project no.: **2021.2**
 CPT no.: **1** **3/3**

TABLE OF CONTENTS

Foglio1 results	
Summary data report	1
Input field data	8
Cyclic stress resistance results	14
Cyclic resistance ratio results	20
Liquefaction potential index data	26
Vertical settlements summary report	29
Vertical settlements data report	30
Lateral displacements summary report	32
Lateral displacements data report	33
Strength loss data report	36

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

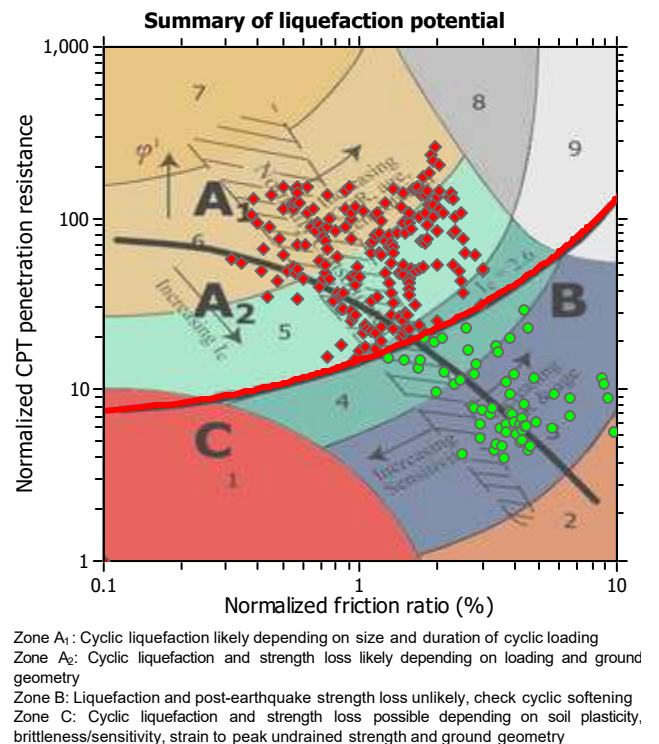
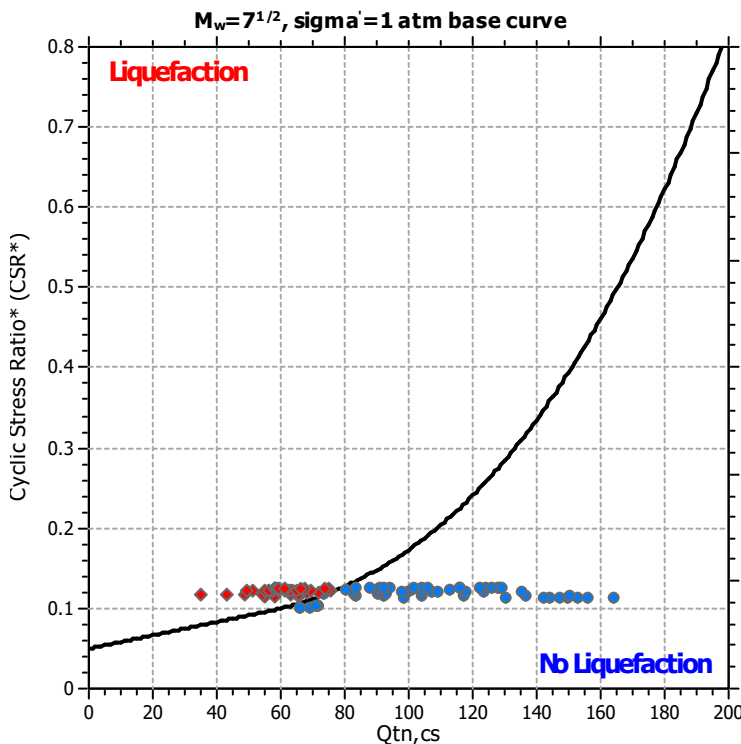
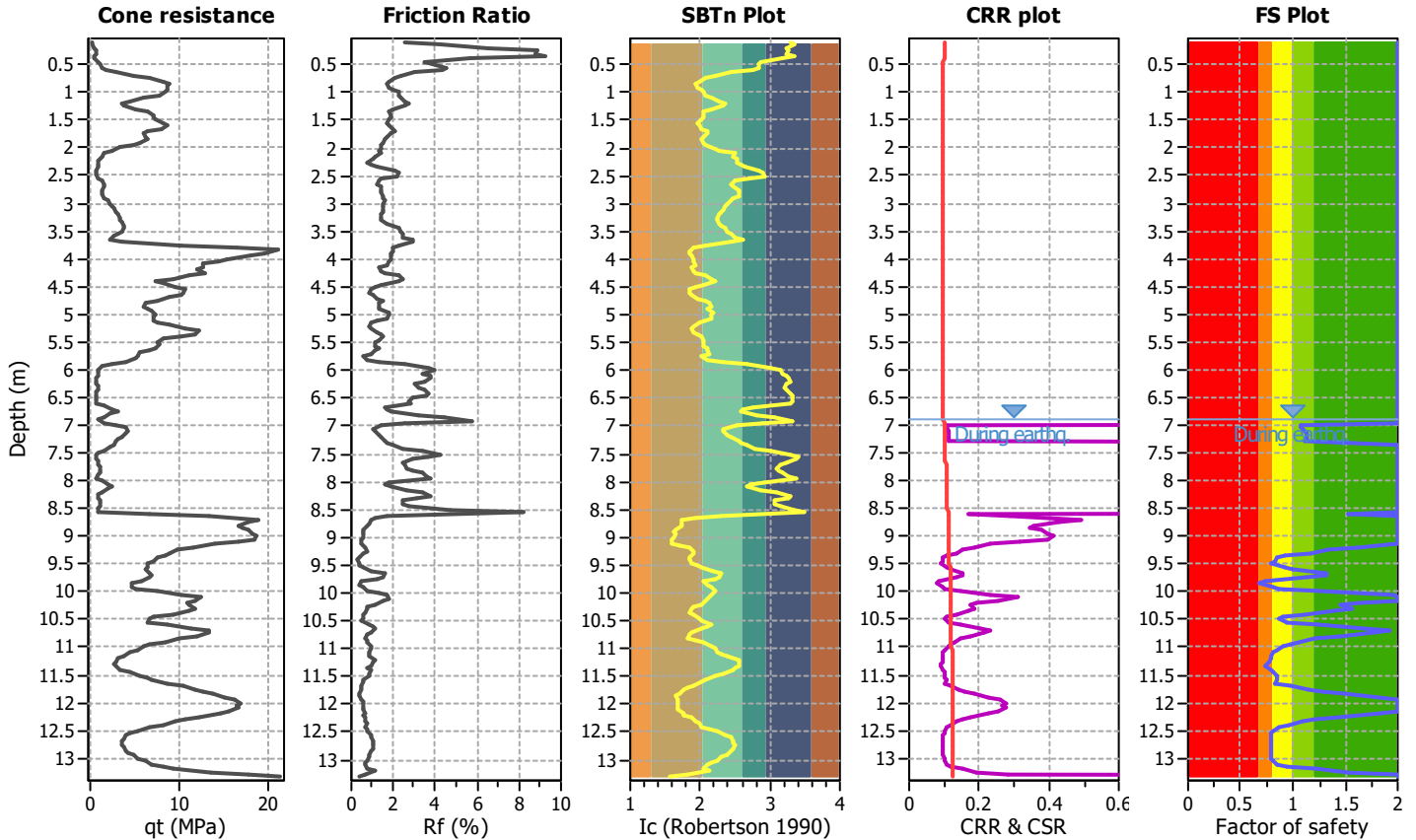
Project title : Verifica liquefazione

Location : Faella

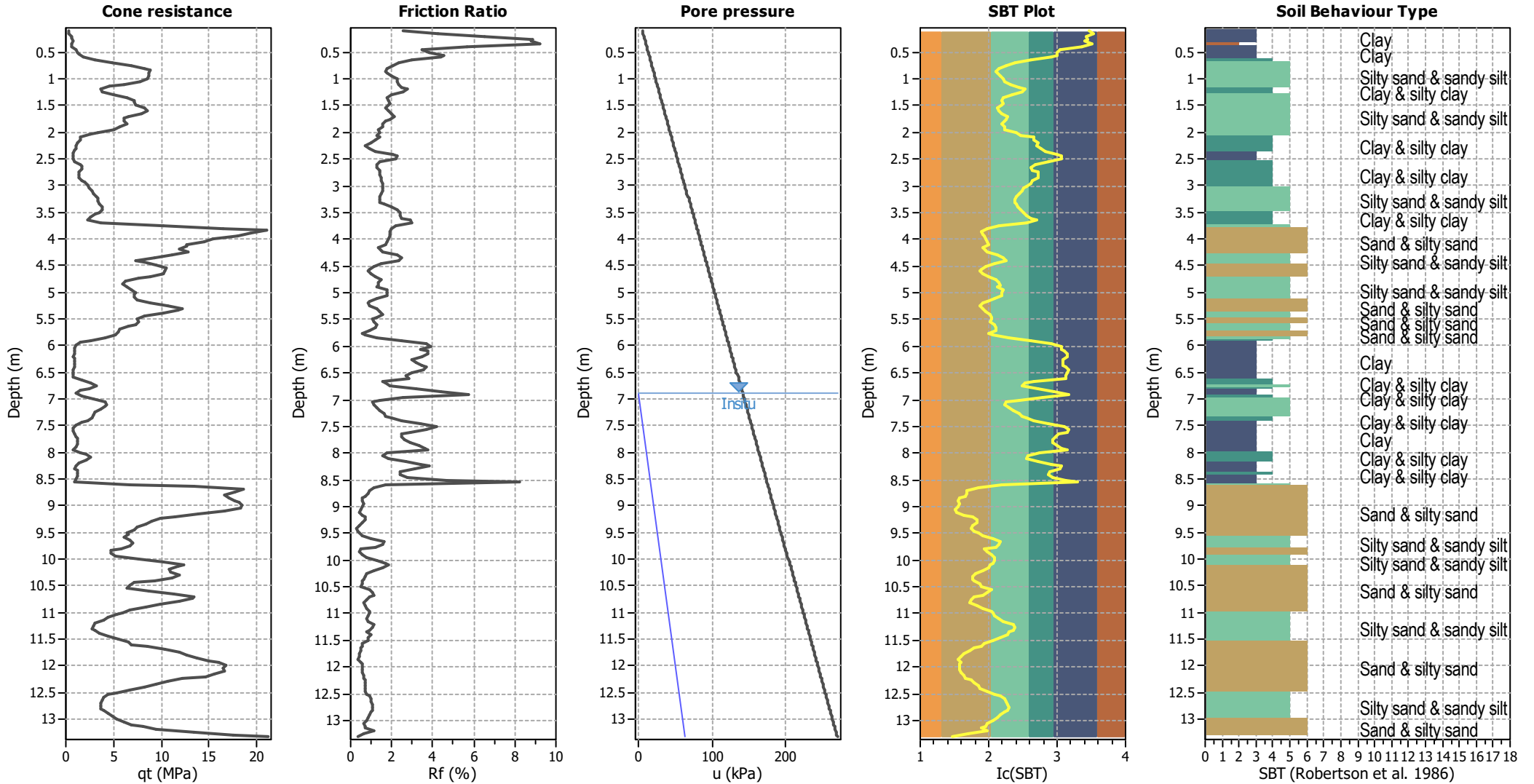
CPT file : Foglio1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	6.90 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	Sands only
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.22			K_0 applied:	Yes		



CPT basic interpretation plots



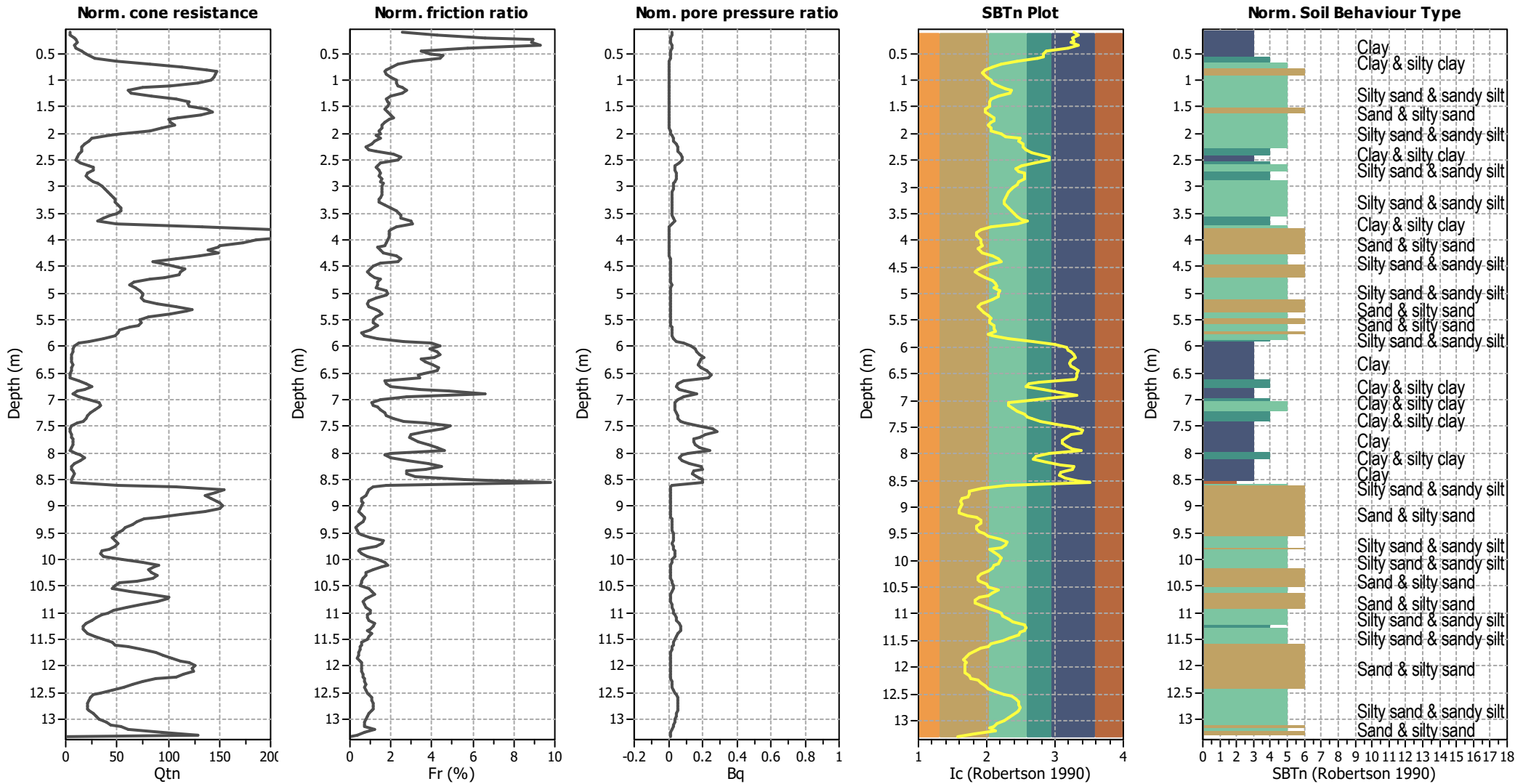
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBT legend

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

CPT basic interpretation plots (normalized)



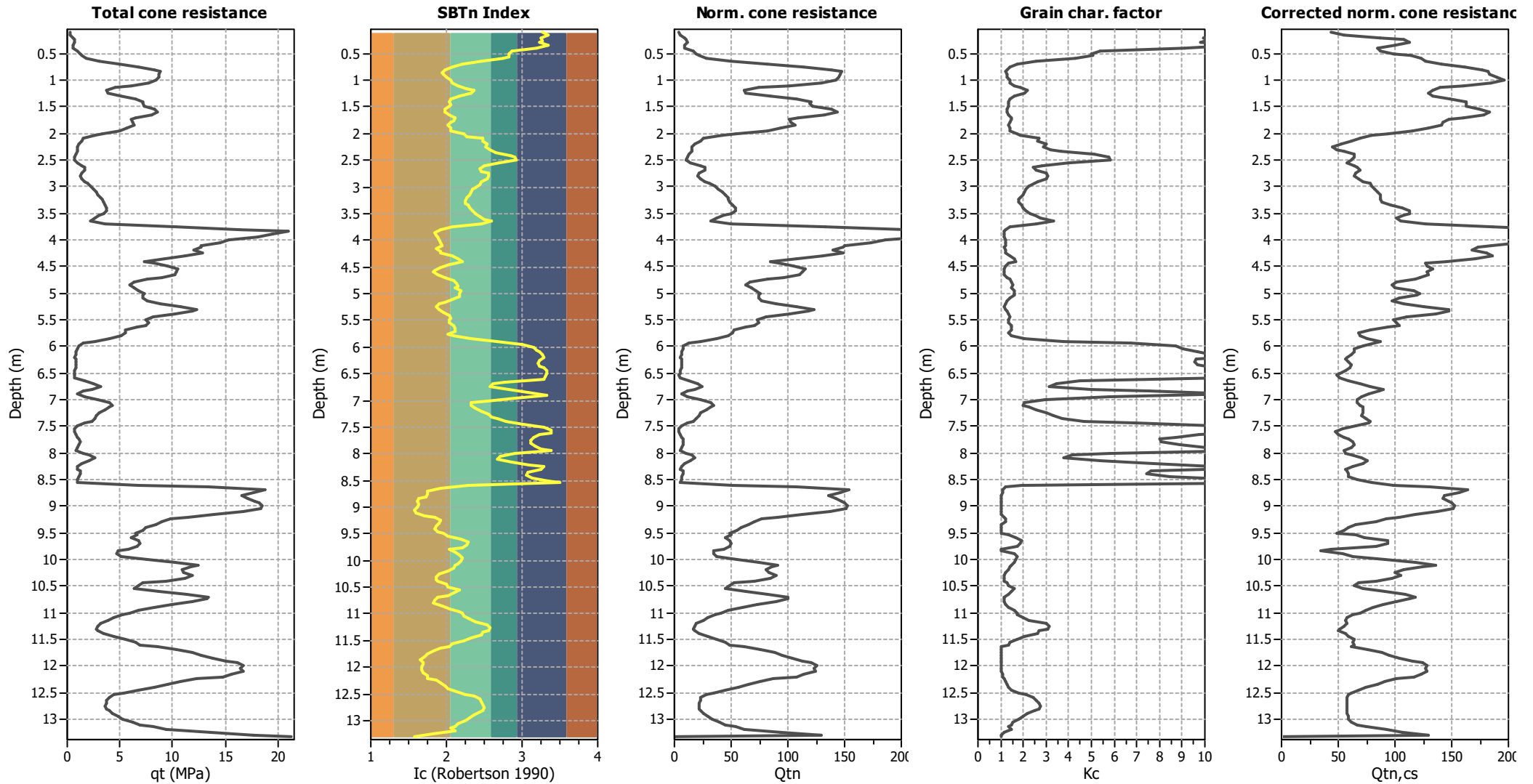
Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

SBTn legend

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

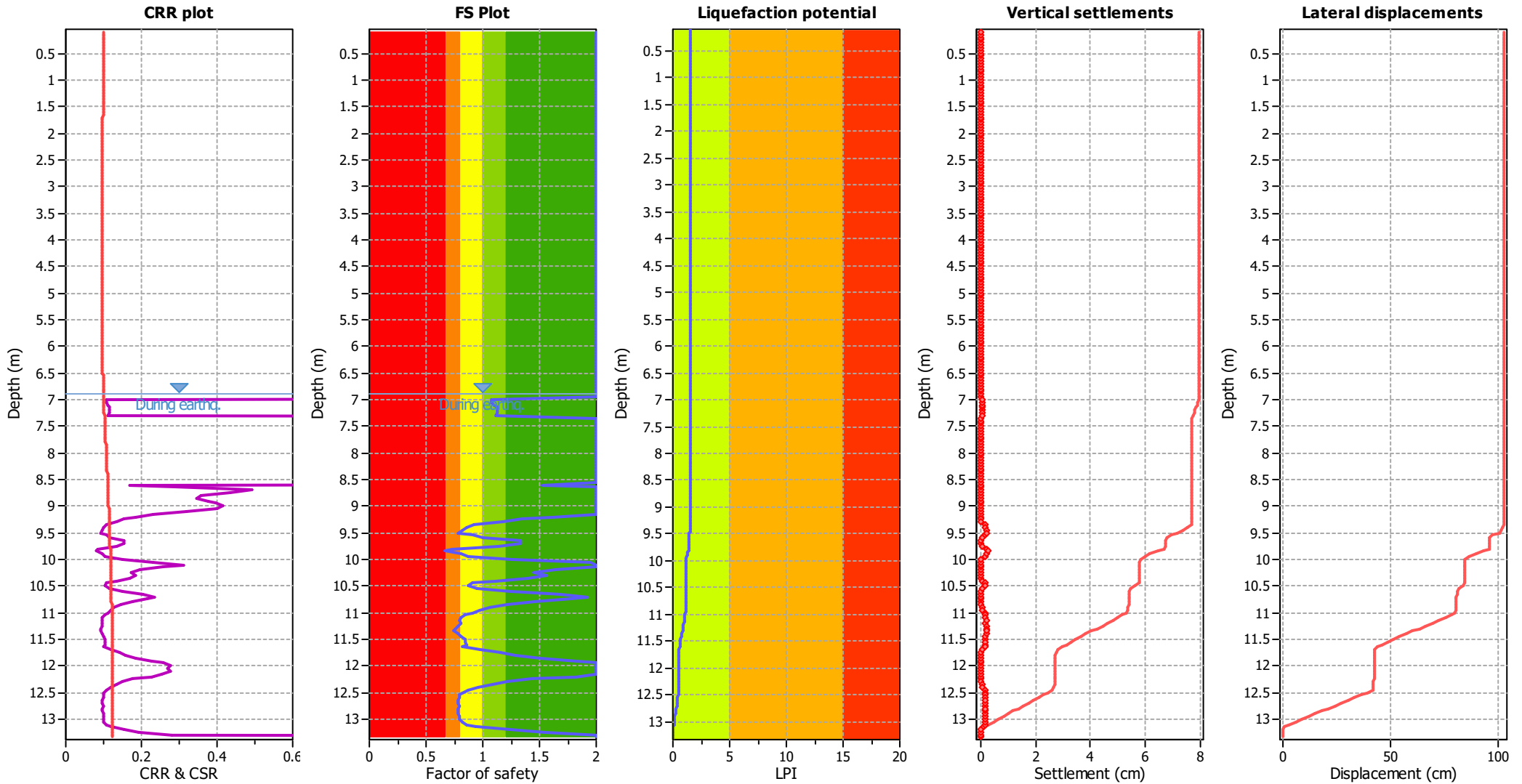
Liquefaction analysis overall plots (intermediate results)



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Liquefaction analysis overall plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (earthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

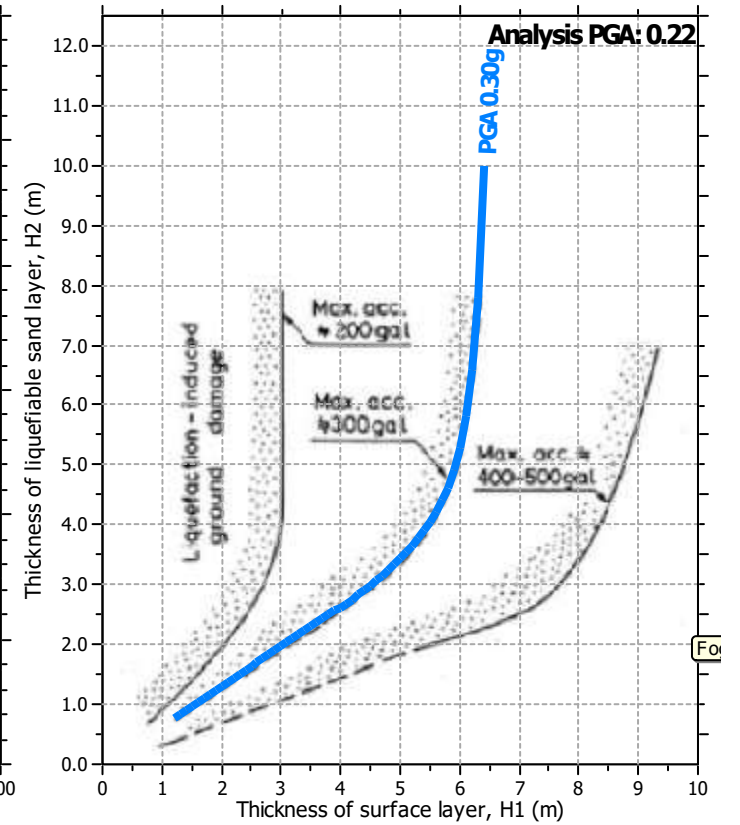
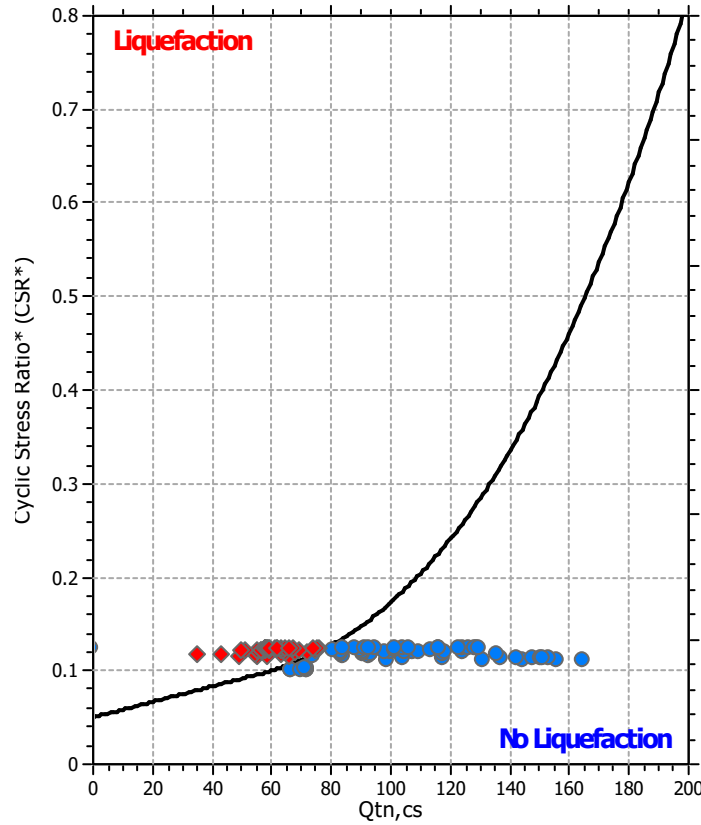
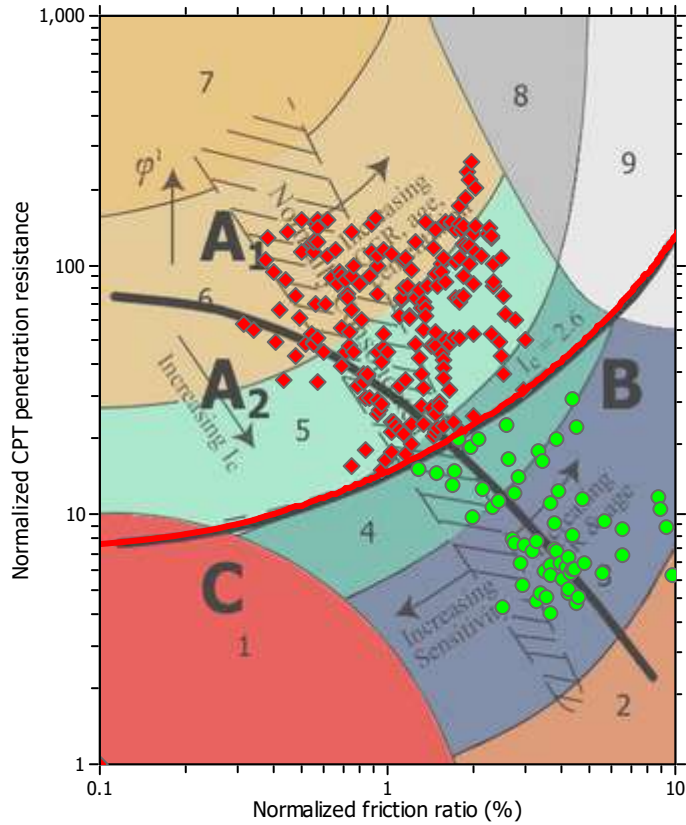
F.S. color scheme

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

LPI color scheme

- Very high risk
- High risk
- Low risk

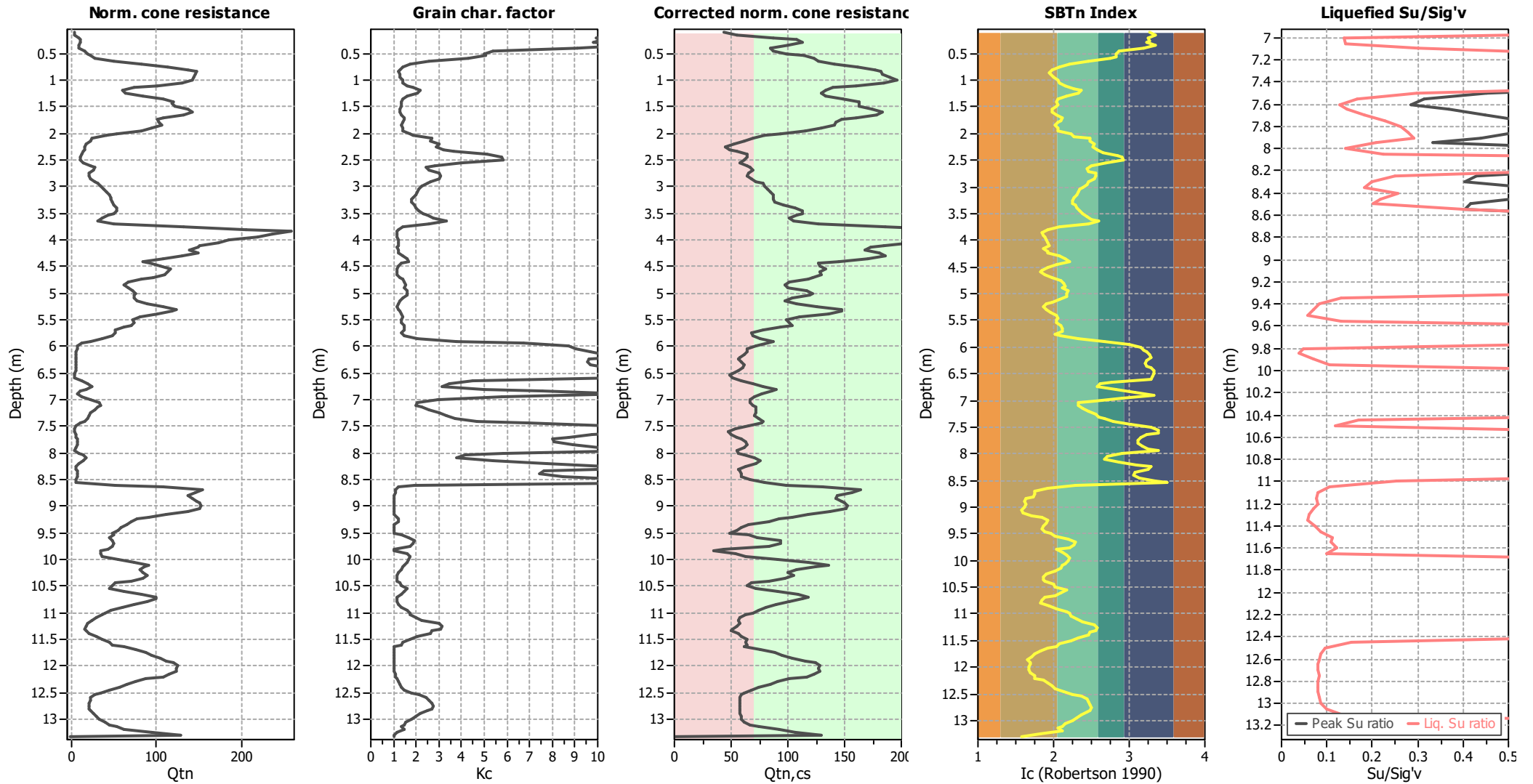
Liquefaction analysis summary plots



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K_0 applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

Check for strength loss plots (Robertson (2010))



Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	Depth to water table (erthq.):	6.90 m	Fill weight:	N/A
Fines correction method:	NCEER (1998)	Average results interval:	3	Transition detect. applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Ic cut-off value:	2.60	K ₀ applied:	Yes
Earthquake magnitude M _w :	6.50	Unit weight calculation:	Based on SBT	Clay like behavior applied:	Sands only
Peak ground acceleration:	0.22	Use fill:	No	Limit depth applied:	No
Depth to water table (insitu):	6.90 m	Fill height:	N/A	Limit depth:	N/A

:: Field input data ::

Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
1	0.10	0.26	5.00	5.00	79.30	14.58
2	0.15	0.23	9.00	6.00	84.71	15.40
3	0.20	0.38	23.00	7.00	76.74	16.81
4	0.25	0.96	71.00	8.00	78.69	17.44
5	0.30	0.55	74.00	9.00	75.97	17.58
6	0.35	0.57	38.00	10.00	84.53	17.22
7	0.40	0.47	35.00	11.00	72.19	16.75
8	0.45	0.64	23.00	12.00	49.85	17.04
9	0.50	1.82	44.00	13.00	47.63	17.45
10	0.55	1.09	70.00	14.00	47.88	17.83
11	0.60	1.12	69.00	15.00	42.78	18.16
12	0.65	2.93	86.00	16.00	28.72	18.58
13	0.70	4.91	115.00	17.00	19.68	19.05
14	0.75	6.92	141.00	18.00	15.30	19.39
15	0.80	8.49	157.00	19.00	12.55	19.54
16	0.85	9.31	145.00	20.00	11.44	19.56
17	0.90	8.64	139.00	21.00	11.98	19.61
18	0.95	8.20	177.00	22.00	13.20	19.75
19	1.00	9.10	206.00	23.00	14.48	19.86
20	1.05	8.12	194.00	24.00	15.35	19.73
21	1.10	6.01	134.00	25.00	17.69	19.38
22	1.15	4.10	98.00	26.00	21.60	18.99
23	1.20	3.32	105.00	27.00	25.19	18.80
24	1.25	3.52	101.00	28.00	23.67	18.76
25	1.30	4.55	84.00	29.00	17.97	18.91
26	1.35	7.01	116.00	30.00	14.57	19.16
27	1.40	7.74	144.00	31.00	13.99	19.38
28	1.45	6.82	141.00	32.00	14.33	19.39
29	1.50	6.79	123.00	33.00	13.85	19.38
30	1.55	8.12	136.00	34.00	12.18	19.49
31	1.60	9.84	165.00	35.00	12.48	19.62
32	1.65	7.69	169.00	36.00	13.85	19.61
33	1.70	6.25	141.00	37.00	16.06	19.37
34	1.75	5.58	102.00	38.00	15.86	19.15
35	1.80	6.30	106.00	39.00	14.63	19.03
36	1.85	6.49	105.00	40.00	13.51	18.99
37	1.90	6.33	87.00	41.00	14.55	18.78
38	1.95	4.03	68.00	42.00	14.81	18.45
39	2.00	4.45	49.00	43.00	19.75	17.88
40	2.05	1.28	25.00	44.00	21.69	17.36
41	2.10	1.89	24.00	45.00	30.24	16.73
42	2.15	1.45	18.00	46.00	29.60	16.36
43	2.20	0.89	8.00	47.00	32.57	15.78
44	2.25	0.93	7.00	48.00	31.76	15.22
45	2.30	1.08	6.00	49.00	34.52	15.45
46	2.35	0.81	13.00	50.00	37.96	15.79
47	2.40	0.90	16.00	51.00	48.14	16.09
48	2.45	0.62	19.00	52.00	52.48	16.07

:: Field input data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
49	2.50	0.58	14.00	53.00	53.04	15.93
50	2.55	0.79	11.00	54.00	40.23	15.90
51	2.60	1.34	14.00	55.00	30.87	16.47
52	2.65	2.07	30.00	56.00	27.78	16.71
53	2.70	1.59	20.00	57.00	29.05	16.77
54	2.75	1.22	18.00	58.00	32.98	16.46
55	2.80	1.12	18.00	59.00	33.44	16.38
56	2.85	1.45	17.00	60.00	32.68	16.62
57	2.90	1.59	28.00	61.00	29.39	16.87
58	2.95	1.95	29.00	62.00	28.07	17.18
59	3.00	2.19	35.00	63.00	25.79	17.35
60	3.05	2.50	38.00	64.00	24.63	17.51
61	3.10	2.66	40.00	65.00	23.57	17.65
62	3.15	2.92	46.00	66.00	22.66	17.76
63	3.20	3.17	47.00	67.00	21.38	17.83
64	3.25	3.39	44.00	68.00	20.96	17.83
65	3.30	3.15	45.00	69.00	20.83	17.90
66	3.35	3.51	54.00	70.00	21.89	18.15
67	3.40	3.84	76.00	71.00	22.93	18.42
68	3.45	3.77	88.00	72.00	24.49	18.58
69	3.50	3.53	87.00	73.00	26.17	18.55
70	3.55	3.11	75.00	74.00	28.20	18.37
71	3.60	2.50	61.00	75.00	30.75	18.14
72	3.65	2.17	56.00	76.00	35.32	18.09
73	3.70	2.00	77.00	77.00	28.75	18.86
74	3.75	6.68	190.00	78.00	14.88	20.13
75	3.80	22.15	420.00	79.00	10.73	20.74
76	3.85	20.54	384.00	80.00	9.05	21.07
77	3.90	20.45	420.00	81.00	9.37	20.92
78	3.95	17.24	299.00	82.00	9.97	20.82
79	4.00	16.38	321.00	83.00	10.69	20.53
80	4.05	12.50	231.00	84.00	10.78	20.39
81	4.10	14.52	213.00	85.00	11.34	20.12
82	4.15	10.95	190.00	86.00	9.74	19.88
83	4.20	12.66	109.00	87.00	10.81	19.88
84	4.25	12.28	224.00	88.00	11.04	20.08
85	4.30	13.53	279.00	89.00	15.30	20.29
86	4.35	7.74	266.00	90.00	17.70	20.09
87	4.40	6.55	139.00	91.00	19.41	19.66
88	4.45	7.77	106.00	92.00	14.23	19.30
89	4.50	10.26	115.00	93.00	11.12	19.22
90	4.55	10.30	99.00	94.00	9.25	19.20
91	4.60	11.04	89.00	95.00	8.90	19.06
92	4.65	9.59	83.00	96.00	10.02	19.21
93	4.70	9.81	138.00	97.00	12.28	19.19
94	4.75	7.26	98.00	98.00	15.48	19.21
95	4.80	5.76	104.00	99.00	16.60	18.78
96	4.85	5.73	48.00	100.00	17.35	18.69

:: Field input data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
97	4.90	6.15	84.00	101.00	16.26	18.77
98	4.95	7.26	115.00	102.00	18.51	19.23
99	5.00	6.96	162.00	103.00	18.12	19.36
100	5.05	7.49	116.00	104.00	17.96	19.30
101	5.10	7.06	98.00	105.00	15.09	18.91
102	5.15	6.94	54.00	106.00	12.37	18.62
103	5.20	8.53	53.00	107.00	10.60	18.81
104	5.25	11.10	122.00	108.00	9.53	19.18
105	5.30	12.55	122.00	109.00	10.58	19.73
106	5.35	13.09	213.00	110.00	11.97	19.83
107	5.40	9.72	169.00	111.00	13.81	19.70
108	5.45	7.90	89.00	112.00	14.47	19.14
109	5.50	6.86	55.00	113.00	14.26	18.82
110	5.55	7.54	101.00	114.00	14.08	18.88
111	5.60	8.60	99.00	115.00	15.92	19.01
112	5.65	5.94	90.00	116.00	16.23	18.71
113	5.70	5.21	43.00	117.00	16.54	18.21
114	5.75	5.47	25.00	118.00	13.29	17.56
115	5.80	5.58	23.00	119.00	15.64	17.76
116	5.85	4.22	62.00	120.00	23.54	18.06
117	5.90	2.21	70.00	121.00	38.96	18.14
118	5.95	1.21	61.00	122.00	58.39	17.70
119	6.00	0.85	29.00	123.00	70.12	17.24
120	6.05	0.92	30.00	124.00	71.84	16.90
121	6.10	0.86	34.00	125.00	75.37	16.92
122	6.15	0.72	32.00	126.00	78.93	16.80
123	6.20	0.71	23.00	127.00	80.37	16.59
124	6.25	0.69	21.00	128.00	75.02	16.54
125	6.30	0.89	27.00	129.00	74.57	16.69
126	6.35	0.84	32.00	130.00	75.35	16.84
127	6.40	0.77	31.00	131.00	79.76	16.79
128	6.45	0.69	25.00	132.00	83.69	16.57
129	6.50	0.59	20.00	133.00	82.74	16.26
130	6.55	0.64	14.00	134.00	82.49	16.13
131	6.60	0.64	19.00	135.00	80.59	16.28
132	6.65	0.73	26.00	136.00	43.81	16.95
133	6.70	3.61	34.00	137.00	36.31	17.65
134	6.75	3.10	67.00	138.00	33.97	18.12
135	6.80	2.50	77.00	139.00	47.40	18.27
136	6.85	1.29	80.00	140.00	63.36	18.02
137	6.90	0.78	48.00	141.00	83.55	17.63
138	6.95	0.81	42.00	142.00	52.63	17.50
139	7.00	3.28	38.00	143.00	32.25	17.65
140	7.05	4.43	42.00	144.00	23.53	17.85
141	7.10	4.36	49.00	145.00	23.18	18.01
142	7.15	4.04	54.00	146.00	25.61	18.07
143	7.20	3.59	53.00	147.00	28.81	18.02
144	7.25	3.02	49.00	148.00	32.96	17.92

:: Field input data :: (continued)						
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
145	7.30	2.49	48.00	149.00	35.28	17.84
146	7.35	2.81	47.00	150.00	38.56	17.91
147	7.40	2.50	62.00	151.00	45.13	17.94
148	7.45	1.38	60.00	152.00	59.49	17.74
149	7.50	0.76	39.00	153.00	79.57	17.23
150	7.55	0.65	22.00	154.00	89.14	16.60
151	7.60	0.63	17.00	155.00	87.97	16.24
152	7.65	0.61	19.00	156.00	75.84	16.36
153	7.70	1.11	24.00	157.00	69.93	16.65
154	7.75	1.09	30.00	158.00	65.92	16.93
155	7.80	1.07	35.00	159.00	66.23	17.11
156	7.85	1.26	37.00	160.00	71.06	17.18
157	7.90	0.88	39.00	161.00	77.41	17.05
158	7.95	0.65	28.00	162.00	87.60	16.75
159	8.00	0.67	19.00	163.00	52.70	16.86
160	8.05	2.89	30.00	164.00	41.52	17.30
161	8.10	2.61	51.00	165.00	38.93	17.79
162	8.15	2.10	61.00	166.00	49.98	17.84
163	8.20	1.24	49.00	167.00	64.60	17.57
164	8.25	0.75	34.00	168.00	79.39	17.12
165	8.30	0.80	27.00	169.00	77.30	16.82
166	8.35	1.11	25.00	170.00	63.74	16.93
167	8.40	1.57	35.00	171.00	62.54	16.98
168	8.45	0.94	30.00	172.00	68.44	16.98
169	8.50	0.74	28.00	173.00	84.96	17.35
170	8.55	1.08	77.00	174.00	100.00	17.95
171	8.60	0.88	125.00	175.00	22.18	19.19
172	8.65	18.17	148.00	176.00	11.07	19.77
173	8.70	20.97	186.00	177.00	6.93	20.01
174	8.75	16.96	174.00	178.00	7.07	19.88
175	8.80	15.18	102.00	179.00	6.62	19.60
176	8.85	17.62	94.00	180.00	5.02	19.34
177	8.90	18.60	95.00	181.00	4.76	19.38
178	8.95	17.07	109.00	182.00	5.05	19.53
179	9.00	18.90	131.00	183.00	4.56	19.45
180	9.05	19.62	73.00	184.00	4.13	19.29
181	9.10	16.30	69.00	185.00	4.24	19.01
182	9.15	13.95	79.00	186.00	6.36	18.97
183	9.20	11.28	78.00	187.00	9.13	18.95
184	9.25	9.16	79.00	188.00	10.80	18.75
185	9.30	8.98	53.00	189.00	10.66	18.41
186	9.35	8.66	29.00	190.00	5.00	17.88
187	9.40	7.39	22.00	191.00	5.00	17.37
188	9.45	6.29	18.00	192.00	5.00	17.38
189	9.50	7.52	31.00	193.00	5.00	17.43
190	9.55	5.37	28.00	194.00	13.49	17.81
191	9.60	6.65	47.00	195.00	18.56	18.37
192	9.65	6.22	102.00	196.00	22.09	19.10

:: Field input data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
193	9.70	7.18	173.00	197.00	21.34	19.11
194	9.75	7.32	47.00	198.00	19.66	18.77
195	9.80	5.30	23.00	199.00	5.00	17.45
196	9.85	4.70	11.00	200.00	5.00	17.03
197	9.90	4.19	26.00	201.00	17.93	17.33
198	9.95	5.22	41.00	202.00	19.51	17.88
199	10.00	5.90	55.00	203.00	18.58	19.04
200	10.05	11.58	199.00	204.00	17.73	19.80
201	10.10	12.95	263.00	205.00	16.32	20.18
202	10.15	12.51	211.00	206.00	15.47	19.91
203	10.20	9.50	71.00	207.00	13.47	19.43
204	10.25	10.47	85.00	208.00	10.66	19.04
205	10.30	13.06	103.00	209.00	9.68	19.08
206	10.35	11.87	74.00	210.00	9.52	18.86
207	10.40	8.49	44.00	211.00	10.21	18.38
208	10.45	7.53	37.00	212.00	12.82	17.94
209	10.50	5.37	34.00	213.00	13.34	17.77
210	10.55	7.05	31.00	214.00	17.90	18.35
211	10.60	6.61	106.00	215.00	15.63	19.04
212	10.65	12.37	144.00	216.00	13.52	19.52
213	10.70	14.69	142.00	217.00	10.10	19.51
214	10.75	12.99	80.00	218.00	8.97	19.27
215	10.80	11.91	77.00	219.00	8.81	18.90
216	10.85	10.75	68.00	220.00	11.26	18.77
217	10.90	7.13	68.00	221.00	13.88	18.61
218	10.95	6.99	61.00	222.00	17.83	18.48
219	11.00	5.94	60.00	223.00	19.45	18.28
220	11.05	4.77	44.00	224.00	20.20	17.95
221	11.10	4.93	25.00	225.00	22.86	17.66
222	11.15	3.35	37.00	226.00	25.69	17.55
223	11.20	3.22	39.00	227.00	32.80	17.51
224	11.25	2.56	29.00	228.00	33.82	17.31
225	11.30	2.64	23.00	229.00	33.18	17.08
226	11.35	2.86	23.00	230.00	30.10	17.01
227	11.40	3.19	23.00	231.00	29.31	17.48
228	11.45	4.04	53.00	232.00	23.68	17.76
229	11.50	5.92	40.00	233.00	19.82	18.02
230	11.55	6.38	42.00	234.00	15.01	17.87
231	11.60	6.98	30.00	235.00	13.82	17.89
232	11.65	7.21	40.00	236.00	5.00	18.10
233	11.70	11.43	55.00	237.00	5.00	18.36
234	11.75	12.29	52.00	238.00	5.00	18.47
235	11.80	11.72	48.00	239.00	5.00	18.45
236	11.85	13.81	49.00	240.00	5.00	18.52
237	11.90	15.73	56.00	241.00	5.98	18.98
238	11.95	15.29	118.00	242.00	5.81	19.18
239	12.00	17.17	84.00	243.00	5.69	19.27
240	12.05	17.70	75.00	244.00	5.78	19.24

:: Field input data :: (continued)						
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	f _s (kPa)	u (kPa)	Fines content (%)	Unit weight (kN/m ³)
241	12.10	14.42	111.00	245.00	5.91	19.30
242	12.15	17.72	98.00	246.00	7.11	19.35
243	12.20	14.41	93.00	247.00	7.25	19.20
244	12.25	11.95	80.00	248.00	9.64	19.08
245	12.30	10.30	86.00	249.00	10.91	18.88
246	12.35	9.86	61.00	250.00	12.47	18.73
247	12.40	8.22	62.00	251.00	13.53	18.43
248	12.45	6.55	45.00	252.00	16.62	18.21
249	12.50	5.34	42.00	253.00	20.54	17.95
250	12.55	4.05	41.00	254.00	24.69	17.81
251	12.60	3.84	38.00	255.00	27.86	17.72
252	12.65	3.73	37.00	256.00	28.86	17.68
253	12.70	3.60	39.00	257.00	29.73	17.67
254	12.75	3.53	38.00	258.00	30.39	17.67
255	12.80	3.54	38.00	259.00	29.72	17.67
256	12.85	3.82	38.00	260.00	27.98	17.71
257	12.90	4.25	39.00	261.00	25.33	17.75
258	12.95	4.76	39.00	262.00	22.87	17.81
259	13.00	5.20	40.00	263.00	20.58	17.85
260	13.05	5.68	39.00	264.00	17.40	17.95
261	13.10	7.39	43.00	265.00	16.22	18.16
262	13.15	7.36	60.00	266.00	14.34	18.46
263	13.20	9.50	71.00	267.00	16.54	19.26
264	13.25	11.26	199.00	268.00	8.76	19.16
265	13.30	19.46	0.00	269.00	3.99	18.91
266	13.33	22.10	0.00	270.00	N/A	13.73

Abbreviations

- Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
- q_c: Measured cone resistance (MPa)
- f_s: Sleeve friction resistance (kPa)
- u: Pore pressure (kPa)
- Fines content: Percentage of fines in soil (%)
- Unit weight: Bulk soil unit weight (kN/m³)

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data ::

Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ'_v (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_G	User FS	CSR*	Belongs to transition
1	0.10	1.46	0.00	1.46	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
2	0.15	2.23	0.00	2.23	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
3	0.20	3.07	0.00	3.07	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
4	0.25	3.94	0.00	3.94	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
5	0.30	4.82	0.00	4.82	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
6	0.35	5.68	0.00	5.68	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
7	0.40	6.52	0.00	6.52	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
8	0.45	7.37	0.00	7.37	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
9	0.50	8.24	0.00	8.24	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
10	0.55	9.13	0.00	9.13	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
11	0.60	10.04	0.00	10.04	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
12	0.65	10.97	0.00	10.97	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
13	0.70	11.92	0.00	11.92	1.00	0.143	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
14	0.75	12.89	0.00	12.89	1.00	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
15	0.80	13.87	0.00	13.87	1.00	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
16	0.85	14.85	0.00	14.85	1.00	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
17	0.90	15.83	0.00	15.83	1.00	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
18	0.95	16.82	0.00	16.82	0.99	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
19	1.00	17.81	0.00	17.81	0.99	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
20	1.05	18.80	0.00	18.80	0.99	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
21	1.10	19.77	0.00	19.77	0.99	0.142	1.44	0.099	1.00	1.00	2.000	No
22	1.15	20.71	0.00	20.71	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
23	1.20	21.65	0.00	21.65	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
24	1.25	22.59	0.00	22.59	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
25	1.30	23.54	0.00	23.54	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
26	1.35	24.50	0.00	24.50	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
27	1.40	25.46	0.00	25.46	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
28	1.45	26.43	0.00	26.43	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
29	1.50	27.40	0.00	27.40	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
30	1.55	28.38	0.00	28.38	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
31	1.60	29.36	0.00	29.36	0.99	0.142	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
32	1.65	30.34	0.00	30.34	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
33	1.70	31.31	0.00	31.31	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
34	1.75	32.27	0.00	32.27	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
35	1.80	33.22	0.00	33.22	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
36	1.85	34.17	0.00	34.17	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
37	1.90	35.11	0.00	35.11	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
38	1.95	36.03	0.00	36.03	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
39	2.00	36.92	0.00	36.92	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
40	2.05	37.79	0.00	37.79	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
41	2.10	38.63	0.00	38.63	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
42	2.15	39.44	0.00	39.44	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
43	2.20	40.23	0.00	40.23	0.99	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
44	2.25	40.99	0.00	40.99	0.98	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
45	2.30	41.77	0.00	41.77	0.98	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
46	2.35	42.56	0.00	42.56	0.98	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
47	2.40	43.36	0.00	43.36	0.98	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No
48	2.45	44.16	0.00	44.16	0.98	0.141	1.44	0.098	1.00	1.00	2.000	No

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ'_v (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_G	User FS	CSR*	Belongs to transition
49	2.50	44.96	0.00	44.96	0.98	0.141	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
50	2.55	45.76	0.00	45.76	0.98	0.141	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
51	2.60	46.58	0.00	46.58	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
52	2.65	47.41	0.00	47.41	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
53	2.70	48.25	0.00	48.25	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
54	2.75	49.08	0.00	49.08	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
55	2.80	49.89	0.00	49.89	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
56	2.85	50.73	0.00	50.73	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
57	2.90	51.57	0.00	51.57	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
58	2.95	52.43	0.00	52.43	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
59	3.00	53.30	0.00	53.30	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
60	3.05	54.17	0.00	54.17	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
61	3.10	55.05	0.00	55.05	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
62	3.15	55.94	0.00	55.94	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
63	3.20	56.83	0.00	56.83	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
64	3.25	57.72	0.00	57.72	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
65	3.30	58.62	0.00	58.62	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
66	3.35	59.53	0.00	59.53	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
67	3.40	60.45	0.00	60.45	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
68	3.45	61.38	0.00	61.38	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
69	3.50	62.30	0.00	62.30	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
70	3.55	63.22	0.00	63.22	0.98	0.140	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
71	3.60	64.13	0.00	64.13	0.98	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
72	3.65	65.04	0.00	65.04	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
73	3.70	65.98	0.00	65.98	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
74	3.75	66.98	0.00	66.98	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
75	3.80	68.02	0.00	68.02	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
76	3.85	69.08	0.00	69.08	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
77	3.90	70.12	0.00	70.12	0.97	0.139	1.44	0.097	1.00	1.00	2.000	No
78	3.95	71.16	0.00	71.16	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
79	4.00	72.19	0.00	72.19	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
80	4.05	73.21	0.00	73.21	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
81	4.10	74.21	0.00	74.21	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
82	4.15	75.21	0.00	75.21	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
83	4.20	76.20	0.00	76.20	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
84	4.25	77.21	0.00	77.21	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
85	4.30	78.22	0.00	78.22	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
86	4.35	79.23	0.00	79.23	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
87	4.40	80.21	0.00	80.21	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
88	4.45	81.17	0.00	81.17	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
89	4.50	82.13	0.00	82.13	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
90	4.55	83.09	0.00	83.09	0.97	0.139	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
91	4.60	84.05	0.00	84.05	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
92	4.65	85.01	0.00	85.01	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
93	4.70	85.97	0.00	85.97	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
94	4.75	86.93	0.00	86.93	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
95	4.80	87.87	0.00	87.87	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
96	4.85	88.80	0.00	88.80	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ'_v (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR*	Belongs to transition
97	4.90	89.74	0.00	89.74	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
98	4.95	90.70	0.00	90.70	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
99	5.00	91.67	0.00	91.67	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
100	5.05	92.64	0.00	92.64	0.97	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
101	5.10	93.58	0.00	93.58	0.96	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
102	5.15	94.51	0.00	94.51	0.96	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
103	5.20	95.45	0.00	95.45	0.96	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
104	5.25	96.41	0.00	96.41	0.96	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
105	5.30	97.40	0.00	97.40	0.96	0.138	1.44	0.096	1.00	1.00	2.000	No
106	5.35	98.39	0.00	98.39	0.96	0.138	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
107	5.40	99.37	0.00	99.37	0.96	0.138	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
108	5.45	100.33	0.00	100.33	0.96	0.138	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
109	5.50	101.27	0.00	101.27	0.96	0.138	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
110	5.55	102.22	0.00	102.22	0.96	0.137	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
111	5.60	103.17	0.00	103.17	0.96	0.137	1.44	0.095	1.00	1.00	2.000	No
112	5.65	104.10	0.00	104.10	0.96	0.137	1.44	0.095	0.99	1.00	2.000	No
113	5.70	105.01	0.00	105.01	0.96	0.137	1.44	0.095	0.99	1.00	2.000	No
114	5.75	105.89	0.00	105.89	0.96	0.137	1.44	0.095	0.99	1.00	2.000	No
115	5.80	106.78	0.00	106.78	0.96	0.137	1.44	0.095	0.99	1.00	2.000	No
116	5.85	107.68	0.00	107.68	0.96	0.137	1.44	0.095	0.99	1.00	2.000	No
117	5.90	108.59	0.00	108.59	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
118	5.95	109.47	0.00	109.47	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
119	6.00	110.34	0.00	110.34	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
120	6.05	111.18	0.00	111.18	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
121	6.10	112.03	0.00	112.03	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
122	6.15	112.87	0.00	112.87	0.96	0.137	1.44	0.095	0.98	1.00	2.000	No
123	6.20	113.70	0.00	113.70	0.96	0.137	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
124	6.25	114.52	0.00	114.52	0.96	0.137	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
125	6.30	115.36	0.00	115.36	0.96	0.137	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
126	6.35	116.20	0.00	116.20	0.95	0.137	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
127	6.40	117.04	0.00	117.04	0.95	0.136	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
128	6.45	117.87	0.00	117.87	0.95	0.136	1.44	0.095	0.97	1.00	2.000	No
129	6.50	118.68	0.00	118.68	0.95	0.136	1.44	0.095	0.96	1.00	2.000	No
130	6.55	119.49	0.00	119.49	0.95	0.136	1.44	0.095	0.96	1.00	2.000	No
131	6.60	120.30	0.00	120.30	0.95	0.136	1.44	0.094	0.96	1.00	2.000	No
132	6.65	121.15	0.00	121.15	0.95	0.136	1.44	0.094	0.96	1.00	2.000	No
133	6.70	122.03	0.00	122.03	0.95	0.136	1.44	0.094	0.96	1.00	2.000	No
134	6.75	122.94	0.00	122.94	0.95	0.136	1.44	0.094	0.96	1.00	2.000	No
135	6.80	123.85	0.00	123.85	0.95	0.136	1.44	0.094	0.95	1.00	2.000	No
136	6.85	124.75	0.00	124.75	0.95	0.136	1.44	0.094	0.95	1.00	2.000	No
137	6.90	125.63	0.00	125.63	0.95	0.136	1.44	0.094	0.95	1.00	2.000	No
138	6.95	126.51	0.49	126.02	0.95	0.136	1.44	0.094	0.95	1.00	0.099	No
139	7.00	127.39	0.98	126.41	0.95	0.137	1.44	0.095	0.95	1.00	0.100	No
140	7.05	128.28	1.47	126.81	0.95	0.137	1.44	0.095	0.95	1.00	0.100	No
141	7.10	129.18	1.96	127.22	0.95	0.138	1.44	0.095	0.95	1.00	0.101	No
142	7.15	130.09	2.45	127.63	0.95	0.138	1.44	0.096	0.95	1.00	0.101	No
143	7.20	130.99	2.94	128.04	0.95	0.138	1.44	0.096	0.95	1.00	0.101	No
144	7.25	131.88	3.43	128.45	0.95	0.139	1.44	0.096	0.95	1.00	0.102	No

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ'_v (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_G	User FS	CSR*	Belongs to transition
145	7.30	132.78	3.92	128.85	0.95	0.139	1.44	0.097	0.95	1.00	0.102	No
146	7.35	133.67	4.41	129.26	0.94	0.140	1.44	0.097	0.95	1.00	0.102	No
147	7.40	134.57	4.91	129.66	0.94	0.140	1.44	0.097	0.94	1.00	0.103	No
148	7.45	135.46	5.40	130.06	0.94	0.141	1.44	0.097	0.94	1.00	0.103	No
149	7.50	136.32	5.89	130.43	0.94	0.141	1.44	0.098	0.94	1.00	0.104	No
150	7.55	137.15	6.38	130.77	0.94	0.141	1.44	0.098	0.94	1.00	0.104	No
151	7.60	137.96	6.87	131.09	0.94	0.142	1.44	0.098	0.94	1.00	0.104	No
152	7.65	138.78	7.36	131.42	0.94	0.142	1.44	0.099	0.94	1.00	0.105	No
153	7.70	139.61	7.85	131.76	0.94	0.143	1.44	0.099	0.94	1.00	0.105	No
154	7.75	140.46	8.34	132.12	0.94	0.143	1.44	0.099	0.94	1.00	0.105	No
155	7.80	141.31	8.83	132.48	0.94	0.143	1.44	0.099	0.94	1.00	0.106	No
156	7.85	142.17	9.32	132.85	0.94	0.144	1.44	0.100	0.94	1.00	0.106	No
157	7.90	143.02	9.81	133.21	0.94	0.144	1.44	0.100	0.94	1.00	0.106	No
158	7.95	143.86	10.30	133.56	0.94	0.144	1.44	0.100	0.94	1.00	0.107	No
159	8.00	144.70	10.79	133.91	0.94	0.145	1.44	0.100	0.94	1.00	0.107	No
160	8.05	145.57	11.28	134.29	0.94	0.145	1.44	0.101	0.94	1.00	0.107	No
161	8.10	146.46	11.77	134.68	0.94	0.146	1.44	0.101	0.94	1.00	0.108	No
162	8.15	147.35	12.26	135.09	0.94	0.146	1.44	0.101	0.94	1.00	0.108	No
163	8.20	148.23	12.75	135.47	0.93	0.146	1.44	0.101	0.94	1.00	0.108	No
164	8.25	149.08	13.24	135.84	0.93	0.147	1.44	0.102	0.93	1.00	0.109	No
165	8.30	149.92	13.73	136.19	0.93	0.147	1.44	0.102	0.93	1.00	0.109	No
166	8.35	150.77	14.22	136.55	0.93	0.147	1.44	0.102	0.93	1.00	0.109	No
167	8.40	151.62	14.72	136.90	0.93	0.148	1.44	0.102	0.93	1.00	0.110	No
168	8.45	152.47	15.21	137.26	0.93	0.148	1.44	0.103	0.93	1.00	0.110	No
169	8.50	153.34	15.70	137.64	0.93	0.148	1.44	0.103	0.93	1.00	0.110	No
170	8.55	154.23	16.19	138.05	0.93	0.149	1.44	0.103	0.93	1.00	0.111	No
171	8.60	155.19	16.68	138.52	0.93	0.149	1.44	0.103	0.93	1.00	0.111	No
172	8.65	156.18	17.17	139.01	0.93	0.149	1.44	0.103	0.93	1.00	0.111	No
173	8.70	157.18	17.66	139.52	0.93	0.149	1.44	0.104	0.93	1.00	0.112	No
174	8.75	158.18	18.15	140.03	0.93	0.150	1.44	0.104	0.93	1.00	0.112	No
175	8.80	159.16	18.64	140.52	0.93	0.150	1.44	0.104	0.93	1.00	0.112	No
176	8.85	160.12	19.13	140.99	0.93	0.150	1.44	0.104	0.93	1.00	0.112	No
177	8.90	161.09	19.62	141.47	0.92	0.151	1.44	0.104	0.93	1.00	0.113	No
178	8.95	162.07	20.11	141.96	0.92	0.151	1.44	0.105	0.93	1.00	0.113	No
179	9.00	163.04	20.60	142.44	0.92	0.151	1.44	0.105	0.92	1.00	0.113	No
180	9.05	164.01	21.09	142.92	0.92	0.151	1.44	0.105	0.92	1.00	0.114	No
181	9.10	164.96	21.58	143.38	0.92	0.152	1.44	0.105	0.92	1.00	0.114	No
182	9.15	165.91	22.07	143.83	0.92	0.152	1.44	0.105	0.92	1.00	0.114	No
183	9.20	166.85	22.56	144.29	0.92	0.152	1.44	0.105	0.92	1.00	0.114	No
184	9.25	167.79	23.05	144.74	0.92	0.152	1.44	0.106	0.92	1.00	0.115	No
185	9.30	168.71	23.54	145.17	0.92	0.153	1.44	0.106	0.92	1.00	0.115	No
186	9.35	169.61	24.03	145.57	0.92	0.153	1.44	0.106	0.92	1.00	0.115	No
187	9.40	170.47	24.53	145.95	0.92	0.153	1.44	0.106	0.92	1.00	0.115	No
188	9.45	171.34	25.02	146.33	0.92	0.153	1.44	0.106	0.92	1.00	0.116	No
189	9.50	172.21	25.51	146.71	0.91	0.153	1.44	0.106	0.92	1.00	0.116	No
190	9.55	173.10	26.00	147.11	0.91	0.154	1.44	0.107	0.92	1.00	0.116	No
191	9.60	174.02	26.49	147.54	0.91	0.154	1.44	0.107	0.92	1.00	0.116	No
192	9.65	174.98	26.98	148.00	0.91	0.154	1.44	0.107	0.92	1.00	0.117	No

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ'_v (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_G	User FS	CSR*	Belongs to transition
193	9.70	175.93	27.47	148.47	0.91	0.154	1.44	0.107	0.92	1.00	0.117	No
194	9.75	176.87	27.96	148.91	0.91	0.155	1.44	0.107	0.92	1.00	0.117	No
195	9.80	177.74	28.45	149.30	0.91	0.155	1.44	0.107	0.91	1.00	0.117	No
196	9.85	178.60	28.94	149.66	0.91	0.155	1.44	0.107	0.91	1.00	0.118	No
197	9.90	179.46	29.43	150.03	0.91	0.155	1.44	0.108	0.91	1.00	0.118	No
198	9.95	180.36	29.92	150.44	0.91	0.155	1.44	0.108	0.91	1.00	0.118	No
199	10.00	181.31	30.41	150.90	0.90	0.155	1.44	0.108	0.91	1.00	0.118	No
200	10.05	182.30	30.90	151.40	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.118	No
201	10.10	183.31	31.39	151.92	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.119	No
202	10.15	184.30	31.88	152.42	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.119	No
203	10.20	185.28	32.37	152.90	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.119	No
204	10.25	186.23	32.86	153.36	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.119	No
205	10.30	187.18	33.35	153.83	0.90	0.156	1.44	0.108	0.91	1.00	0.119	No
206	10.35	188.12	33.84	154.28	0.90	0.157	1.44	0.109	0.91	1.00	0.120	No
207	10.40	189.04	34.34	154.71	0.90	0.157	1.44	0.109	0.91	1.00	0.120	No
208	10.45	189.94	34.83	155.11	0.90	0.157	1.44	0.109	0.91	1.00	0.120	No
209	10.50	190.83	35.32	155.51	0.89	0.157	1.44	0.109	0.91	1.00	0.120	No
210	10.55	191.75	35.81	155.94	0.89	0.157	1.44	0.109	0.91	1.00	0.120	No
211	10.60	192.70	36.30	156.40	0.89	0.157	1.44	0.109	0.90	1.00	0.120	No
212	10.65	193.67	36.79	156.89	0.89	0.157	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
213	10.70	194.65	37.28	157.37	0.89	0.157	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
214	10.75	195.61	37.77	157.85	0.89	0.157	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
215	10.80	196.56	38.26	158.30	0.89	0.158	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
216	10.85	197.50	38.75	158.75	0.89	0.158	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
217	10.90	198.43	39.24	159.19	0.89	0.158	1.44	0.109	0.90	1.00	0.121	No
218	10.95	199.35	39.73	159.62	0.88	0.158	1.44	0.109	0.90	1.00	0.122	No
219	11.00	200.27	40.22	160.05	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
220	11.05	201.16	40.71	160.45	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
221	11.10	202.05	41.20	160.84	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
222	11.15	202.92	41.69	161.23	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
223	11.20	203.80	42.18	161.62	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
224	11.25	204.67	42.67	161.99	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
225	11.30	205.52	43.16	162.36	0.88	0.158	1.44	0.110	0.90	1.00	0.122	No
226	11.35	206.37	43.65	162.72	0.87	0.159	1.44	0.110	0.90	1.00	0.123	No
227	11.40	207.24	44.15	163.10	0.87	0.159	1.44	0.110	0.90	1.00	0.123	No
228	11.45	208.13	44.64	163.50	0.87	0.159	1.44	0.110	0.90	1.00	0.123	No
229	11.50	209.03	45.13	163.91	0.87	0.159	1.44	0.110	0.90	1.00	0.123	No
230	11.55	209.93	45.62	164.31	0.87	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.123	No
231	11.60	210.82	46.11	164.71	0.87	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.123	No
232	11.65	211.73	46.60	165.13	0.87	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.123	No
233	11.70	212.64	47.09	165.56	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.123	No
234	11.75	213.57	47.58	165.99	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.123	No
235	11.80	214.49	48.07	166.42	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
236	11.85	215.42	48.56	166.86	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
237	11.90	216.37	49.05	167.32	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
238	11.95	217.32	49.54	167.78	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
239	12.00	218.29	50.03	168.26	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
240	12.05	219.25	50.52	168.73	0.86	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No

:: Cyclic Stress Ratio fully adjusted (CSR*) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	σ_v (kPa)	u_0 (kPa)	σ_v' (kPa)	r_d	CSR	MSF	CSR_{eq}	K_σ	User FS	CSR*	Belongs to transition
241	12.10	220.22	51.01	169.20	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
242	12.15	221.18	51.50	169.68	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
243	12.20	222.14	51.99	170.15	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
244	12.25	223.10	52.48	170.61	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
245	12.30	224.04	52.97	171.07	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
246	12.35	224.98	53.46	171.51	0.85	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
247	12.40	225.90	53.96	171.94	0.84	0.159	1.44	0.110	0.89	1.00	0.124	No
248	12.45	226.81	54.45	172.36	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.124	No
249	12.50	227.71	54.94	172.77	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.124	No
250	12.55	228.60	55.43	173.17	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.124	No
251	12.60	229.48	55.92	173.57	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
252	12.65	230.37	56.41	173.96	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
253	12.70	231.25	56.90	174.35	0.84	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
254	12.75	232.13	57.39	174.75	0.83	0.159	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
255	12.80	233.02	57.88	175.14	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
256	12.85	233.90	58.37	175.53	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
257	12.90	234.79	58.86	175.93	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
258	12.95	235.68	59.35	176.33	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
259	13.00	236.57	59.84	176.73	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
260	13.05	237.47	60.33	177.14	0.83	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
261	13.10	238.38	60.82	177.56	0.82	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
262	13.15	239.30	61.31	177.99	0.82	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
263	13.20	240.27	61.80	178.46	0.82	0.158	1.44	0.110	0.88	1.00	0.125	No
264	13.25	241.22	62.29	178.93	0.82	0.158	1.44	0.109	0.88	1.00	0.125	No
265	13.30	242.17	62.78	179.39	0.82	0.158	1.44	0.109	0.88	1.00	0.125	No
266	13.33	242.58	63.08	179.50	0.82	0.158	1.44	0.109	0.88	1.00	0.125	No

Abbreviations

- Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
- σ_v : Total overburden pressure at test point (kPa)
- u_0 : Water pressure at test point (kPa)
- σ_v' : Effective overburden pressure based on GWT during earthquake (kPa)
- r_d : Nonlinear shear mass factor
- CSR: Cyclic Stress Ratio
- MSF: Magnitude Scaling Factor
- CSR_{eq} : CSR adjusted for M=7.5
- K_σ : Effective overburden stress factor
- CSR*: CSR fully adjusted

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data ::												
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
1	0.10	0.25	3.28	2.54	1.00	4.19	10.39	43.52	4.000	No	Yes	2.00
2	0.15	0.29	3.34	4.27	1.00	4.85	11.39	55.24	4.000	No	Yes	2.00
3	0.20	0.52	3.25	6.58	1.00	8.75	9.93	86.87	4.000	No	Yes	2.00
4	0.25	0.63	3.27	8.92	1.00	10.53	10.28	108.26	4.000	No	Yes	2.00
5	0.30	0.70	3.24	8.84	1.00	11.58	9.79	113.33	4.000	No	Yes	2.00
6	0.35	0.53	3.34	9.31	1.00	8.83	11.36	100.31	4.000	No	Yes	2.00
7	0.40	0.56	3.19	5.76	1.00	9.32	9.11	84.89	4.000	No	Yes	2.00
8	0.45	0.98	2.87	3.50	0.97	16.30	5.36	87.46	4.000	No	Yes	2.00
9	0.50	1.19	2.83	3.88	0.95	19.76	5.03	99.35	4.000	No	Yes	2.00
10	0.55	1.35	2.83	4.56	0.95	22.43	5.07	113.63	4.000	No	Yes	2.00
11	0.60	1.72	2.74	4.40	0.92	28.63	4.32	123.66	4.000	No	Yes	2.00
12	0.65	2.99	2.46	3.02	0.81	49.98	2.55	127.54	4.000	No	No	2.00
13	0.70	4.92	2.22	2.32	0.72	82.40	1.72	141.55	4.000	No	No	2.00
14	0.75	6.78	2.08	2.04	0.67	113.49	1.42	161.70	4.000	No	No	2.00
15	0.80	8.24	1.99	1.79	0.63	138.08	1.28	176.89	4.000	No	No	2.00
16	0.85	8.82	1.94	1.67	0.62	147.69	1.23	181.89	4.000	No	No	2.00
17	0.90	8.72	1.96	1.77	0.62	146.05	1.26	183.33	4.000	No	No	2.00
18	0.95	8.65	2.01	2.02	0.64	144.86	1.31	190.10	4.000	No	No	2.00
19	1.00	8.48	2.05	2.27	0.66	141.94	1.38	195.70	4.000	No	No	2.00
20	1.05	7.75	2.08	2.30	0.67	129.68	1.43	185.11	4.000	No	No	2.00
21	1.10	6.08	2.16	2.34	0.70	101.70	1.57	160.15	4.000	No	No	2.00
22	1.15	4.48	2.27	2.52	0.74	74.85	1.87	139.99	4.000	No	No	2.00
23	1.20	3.65	2.37	2.79	0.78	60.91	2.19	133.55	4.000	No	No	2.00
24	1.25	3.80	2.33	2.56	0.76	63.41	2.05	130.04	4.000	No	No	2.00
25	1.30	5.03	2.17	2.00	0.70	84.04	1.59	133.95	4.000	No	No	2.00
26	1.35	6.44	2.06	1.79	0.66	107.63	1.38	148.92	4.000	No	No	2.00
27	1.40	7.20	2.04	1.86	0.65	120.31	1.35	162.74	4.000	No	No	2.00
28	1.45	7.12	2.05	1.92	0.66	119.07	1.37	163.19	4.000	No	No	2.00
29	1.50	7.25	2.03	1.85	0.65	121.18	1.35	162.98	4.000	No	No	2.00
30	1.55	8.26	1.97	1.72	0.63	138.05	1.26	174.52	4.000	No	No	2.00
31	1.60	8.56	1.98	1.84	0.63	143.07	1.28	182.83	4.000	No	No	2.00
32	1.65	7.93	2.03	2.00	0.65	132.60	1.34	178.34	4.000	No	No	2.00
33	1.70	6.51	2.11	2.12	0.68	108.77	1.47	159.89	4.000	No	No	2.00
34	1.75	6.05	2.10	1.93	0.68	100.98	1.46	147.21	4.000	No	No	2.00
35	1.80	6.13	2.06	1.71	0.66	102.31	1.39	141.88	4.000	No	No	2.00
36	1.85	6.38	2.02	1.57	0.64	106.49	1.33	141.38	4.000	No	No	2.00
37	1.90	5.62	2.06	1.55	0.66	93.78	1.38	129.67	4.000	No	No	2.00
38	1.95	4.95	2.07	1.39	0.66	82.36	1.40	115.05	4.000	No	No	2.00
39	2.00	3.26	2.22	1.47	0.72	54.11	1.72	93.25	4.000	No	No	2.00
40	2.05	2.55	2.28	1.30	0.74	42.13	1.88	79.11	4.000	No	No	2.00
41	2.10	1.55	2.49	1.48	0.82	25.34	2.72	68.90	4.000	No	No	2.00
42	2.15	1.42	2.48	1.21	0.82	23.15	2.65	61.29	4.000	No	No	2.00
43	2.20	1.10	2.54	1.04	0.84	17.77	2.99	53.07	4.000	No	No	2.00
44	2.25	0.98	2.52	0.75	0.84	15.69	2.89	45.38	4.000	No	No	2.00
45	2.30	0.95	2.58	0.95	0.86	15.23	3.22	49.10	4.000	No	No	2.00
46	2.35	0.94	2.65	1.30	0.89	15.06	3.66	55.13	4.000	No	Yes	2.00
47	2.40	0.79	2.84	2.15	0.96	12.47	5.11	63.68	4.000	No	Yes	2.00
48	2.45	0.71	2.91	2.45	0.98	11.18	5.77	64.54	4.000	No	Yes	2.00

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
49	2.50	0.67	2.92	2.33	0.99	10.55	5.86	61.87	4.000	No	Yes	2.00
50	2.55	0.91	2.70	1.50	0.90	14.57	3.97	57.77	4.000	No	Yes	2.00
51	2.60	1.41	2.50	1.34	0.83	22.89	2.79	63.87	4.000	No	No	2.00
52	2.65	1.68	2.43	1.31	0.80	27.36	2.45	67.09	4.000	No	No	2.00
53	2.70	1.64	2.46	1.43	0.81	26.67	2.59	69.02	4.000	No	No	2.00
54	2.75	1.32	2.55	1.47	0.85	21.35	3.04	64.82	4.000	No	No	2.00
55	2.80	1.28	2.56	1.44	0.85	20.56	3.09	63.55	4.000	No	No	2.00
56	2.85	1.40	2.54	1.56	0.84	22.62	3.00	67.85	4.000	No	No	2.00
57	2.90	1.68	2.47	1.52	0.82	27.25	2.62	71.51	4.000	No	No	2.00
58	2.95	1.92	2.44	1.64	0.80	31.36	2.48	77.88	4.000	No	No	2.00
59	3.00	2.23	2.38	1.56	0.78	35.49	2.25	79.88	4.000	No	No	2.00
60	3.05	2.46	2.36	1.56	0.77	38.58	2.14	82.54	4.000	No	No	2.00
61	3.10	2.71	2.33	1.56	0.76	41.67	2.04	85.08	4.000	No	No	2.00
62	3.15	2.93	2.30	1.54	0.75	44.36	1.96	86.96	4.000	No	No	2.00
63	3.20	3.17	2.27	1.47	0.74	47.17	1.85	87.39	4.000	No	No	2.00
64	3.25	3.25	2.26	1.42	0.74	47.65	1.82	86.64	4.000	No	No	2.00
65	3.30	3.36	2.25	1.44	0.73	48.73	1.81	88.11	4.000	No	No	2.00
66	3.35	3.51	2.28	1.69	0.74	50.67	1.89	96.01	4.000	No	No	2.00
67	3.40	3.72	2.31	1.99	0.76	53.37	1.98	105.92	4.000	No	No	2.00
68	3.45	3.73	2.35	2.28	0.77	53.26	2.13	113.25	4.000	No	No	2.00
69	3.50	3.48	2.39	2.44	0.79	49.53	2.29	113.36	4.000	No	No	2.00
70	3.55	3.06	2.44	2.48	0.81	43.28	2.50	108.06	4.000	No	No	2.00
71	3.60	2.61	2.50	2.52	0.83	36.67	2.78	101.82	4.000	No	No	2.00
72	3.65	2.24	2.60	2.98	0.87	31.49	3.32	104.62	4.000	No	No	2.00
73	3.70	3.63	2.46	3.02	0.81	49.84	2.56	127.33	4.000	No	No	2.00
74	3.75	10.29	2.07	2.24	0.66	132.79	1.40	186.01	4.000	No	No	2.00
75	3.80	16.47	1.91	2.02	0.60	205.99	1.20	247.65	4.000	No	No	2.00
76	3.85	21.06	1.84	1.94	0.58	258.46	1.14	294.37	4.000	No	No	2.00
77	3.90	19.43	1.86	1.90	0.58	236.71	1.15	272.32	4.000	No	No	2.00
78	3.95	18.04	1.88	1.93	0.59	218.63	1.17	256.41	4.000	No	No	2.00
79	4.00	15.39	1.91	1.85	0.60	185.51	1.20	222.74	4.000	No	No	2.00
80	4.05	14.48	1.92	1.77	0.61	173.13	1.20	208.52	4.000	No	No	2.00
81	4.10	12.67	1.94	1.68	0.61	150.53	1.23	184.73	4.000	No	No	2.00
82	4.15	12.73	1.87	1.35	0.59	148.81	1.16	173.19	4.000	No	No	2.00
83	4.20	11.98	1.92	1.46	0.61	139.62	1.21	168.31	4.000	No	No	2.00
84	4.25	12.84	1.93	1.60	0.61	148.65	1.21	180.58	4.000	No	No	2.00
85	4.30	11.20	2.08	2.30	0.67	130.53	1.42	185.96	4.000	No	No	2.00
86	4.35	9.29	2.16	2.48	0.70	107.96	1.58	170.08	4.000	No	No	2.00
87	4.40	7.37	2.21	2.34	0.72	85.11	1.70	144.51	4.000	No	No	2.00
88	4.45	8.21	2.05	1.48	0.66	92.79	1.37	126.68	4.000	No	No	2.00
89	4.50	9.46	1.93	1.14	0.61	105.23	1.22	128.19	4.000	No	No	2.00
90	4.55	10.55	1.85	0.96	0.58	115.93	1.15	132.86	4.000	No	No	2.00
91	4.60	10.33	1.84	0.88	0.57	112.58	1.13	127.63	4.000	No	No	2.00
92	4.65	10.17	1.88	1.03	0.59	110.41	1.17	129.68	4.000	No	No	2.00
93	4.70	8.91	1.97	1.21	0.63	96.51	1.27	122.41	4.000	No	No	2.00
94	4.75	7.63	2.09	1.50	0.67	82.51	1.44	118.43	4.000	No	No	2.00
95	4.80	6.27	2.13	1.35	0.69	67.27	1.50	101.12	4.000	No	No	2.00
96	4.85	5.90	2.15	1.35	0.69	62.85	1.55	97.55	4.000	No	No	2.00

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
97	4.90	6.40	2.11	1.30	0.68	67.65	1.48	100.27	4.000	No	No	2.00
98	4.95	6.81	2.19	1.79	0.71	71.73	1.63	117.04	4.000	No	No	2.00
99	5.00	7.26	2.17	1.83	0.70	75.88	1.60	121.73	4.000	No	No	2.00
100	5.05	7.19	2.17	1.77	0.70	74.60	1.59	118.87	4.000	No	No	2.00
101	5.10	7.18	2.08	1.26	0.67	73.79	1.41	104.25	4.000	No	No	2.00
102	5.15	7.53	1.98	0.92	0.63	76.68	1.27	97.58	4.000	No	No	2.00
103	5.20	8.88	1.91	0.87	0.60	89.85	1.20	107.57	4.000	No	No	2.00
104	5.25	10.75	1.86	0.93	0.59	108.23	1.16	125.15	4.000	No	No	2.00
105	5.30	12.27	1.91	1.25	0.60	123.01	1.20	147.17	4.000	No	No	2.00
106	5.35	11.81	1.96	1.43	0.62	117.71	1.25	147.66	4.000	No	No	2.00
107	5.40	10.26	2.03	1.55	0.65	101.54	1.34	136.40	4.000	No	No	2.00
108	5.45	8.18	2.05	1.29	0.66	80.28	1.38	110.66	4.000	No	No	2.00
109	5.50	7.46	2.05	1.11	0.66	72.61	1.37	99.22	4.000	No	No	2.00
110	5.55	7.69	2.04	1.12	0.65	74.45	1.36	101.05	4.000	No	No	2.00
111	5.60	7.38	2.10	1.33	0.68	70.98	1.46	103.71	4.000	No	No	2.00
112	5.65	6.61	2.11	1.19	0.68	63.00	1.48	93.28	4.000	No	No	2.00
113	5.70	5.56	2.12	0.96	0.68	52.57	1.50	78.83	4.000	No	No	2.00
114	5.75	5.44	2.01	0.57	0.64	51.21	1.32	67.42	4.000	No	No	2.00
115	5.80	5.11	2.09	0.73	0.67	47.70	1.44	68.90	4.000	No	No	2.00
116	5.85	4.03	2.33	1.32	0.76	36.93	2.04	75.29	4.000	No	No	2.00
117	5.90	2.57	2.67	2.61	0.89	22.84	3.79	86.67	4.000	No	Yes	2.00
118	5.95	1.45	3.00	3.99	1.00	12.22	6.73	82.25	4.000	No	Yes	2.00
119	6.00	1.02	3.16	4.41	1.00	8.23	8.74	71.88	4.000	No	Yes	2.00
120	6.05	0.90	3.19	3.92	1.00	7.11	9.04	64.27	4.000	No	Yes	2.00
121	6.10	0.86	3.23	4.29	1.00	6.66	9.68	64.47	4.000	No	Yes	2.00
122	6.15	0.79	3.27	4.39	1.00	5.99	10.32	61.80	4.000	No	Yes	2.00
123	6.20	0.73	3.29	4.10	1.00	5.44	10.59	57.59	4.000	No	Yes	2.00
124	6.25	0.79	3.23	3.51	1.00	5.89	9.61	56.62	4.000	No	Yes	2.00
125	6.30	0.83	3.22	3.72	1.00	6.22	9.53	59.26	4.000	No	Yes	2.00
126	6.35	0.86	3.23	4.04	1.00	6.40	9.67	61.86	4.000	No	Yes	2.00
127	6.40	0.79	3.28	4.34	1.00	5.77	10.48	60.49	4.000	No	Yes	2.00
128	6.45	0.71	3.33	4.28	1.00	5.02	11.20	56.25	4.000	No	Yes	2.00
129	6.50	0.67	3.32	3.59	1.00	4.62	11.03	50.91	4.000	No	Yes	2.00
130	6.55	0.65	3.32	3.33	1.00	4.44	10.98	48.76	4.000	No	Yes	2.00
131	6.60	0.70	3.29	3.41	1.00	4.79	10.63	50.95	4.000	No	Yes	2.00
132	6.65	1.69	2.76	1.68	0.93	13.10	4.47	58.49	4.000	No	Yes	2.00
133	6.70	2.51	2.62	1.77	0.87	20.01	3.45	69.00	4.000	No	Yes	2.00
134	6.75	3.10	2.57	1.99	0.85	24.88	3.16	78.53	4.000	No	No	2.00
135	6.80	2.32	2.82	3.39	0.95	17.94	4.99	89.59	4.000	No	Yes	2.00
136	6.85	1.55	3.07	4.79	1.00	11.44	7.56	86.48	4.000	No	Yes	2.00
137	6.90	0.99	3.33	6.57	1.00	6.87	11.18	76.74	4.000	No	Yes	2.00
138	6.95	1.65	2.91	2.80	0.98	12.15	5.80	70.43	4.000	No	Yes	2.00
139	7.00	2.87	2.53	1.48	0.84	22.46	2.95	66.25	0.107	No	No	1.07
140	7.05	4.05	2.33	1.10	0.76	32.64	2.04	66.51	0.107	No	No	1.07
141	7.10	4.31	2.32	1.16	0.76	34.68	2.01	69.60	0.111	No	No	1.11
142	7.15	4.03	2.38	1.33	0.78	32.10	2.23	71.69	0.114	No	No	1.13
143	7.20	3.58	2.46	1.51	0.81	28.15	2.56	72.10	0.115	No	No	1.13
144	7.25	3.06	2.55	1.71	0.85	23.66	3.03	71.76	0.114	No	No	1.12

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
145	7.30	2.80	2.60	1.80	0.87	21.41	3.32	71.01	0.113	No	No	1.11
146	7.35	2.63	2.66	2.10	0.89	19.84	3.74	74.20	4.000	No	Yes	2.00
147	7.40	2.26	2.78	2.65	0.94	16.65	4.66	77.57	4.000	No	Yes	2.00
148	7.45	1.58	3.01	3.72	1.00	11.08	6.91	76.60	4.000	No	Yes	2.00
149	7.50	0.96	3.28	4.89	1.00	6.32	10.44	65.99	4.000	No	Yes	2.00
150	7.55	0.71	3.39	4.53	1.00	4.39	12.22	53.62	4.000	No	Yes	2.00
151	7.60	0.66	3.38	3.70	1.00	3.99	12.00	47.89	4.000	No	Yes	2.00
152	7.65	0.81	3.24	2.96	1.00	5.14	9.76	50.19	4.000	No	Yes	2.00
153	7.70	0.97	3.16	2.94	1.00	6.29	8.70	54.73	4.000	No	Yes	2.00
154	7.75	1.12	3.11	3.02	1.00	7.43	8.00	59.43	4.000	No	Yes	2.00
155	7.80	1.17	3.11	3.30	1.00	7.78	8.06	62.66	4.000	No	Yes	2.00
156	7.85	1.10	3.17	3.85	1.00	7.22	8.90	64.33	4.000	No	Yes	2.00
157	7.90	0.96	3.26	4.23	1.00	6.15	10.05	61.77	4.000	No	Yes	2.00
158	7.95	0.77	3.38	4.61	1.00	4.66	11.93	55.56	4.000	No	Yes	2.00
159	8.00	1.44	2.91	1.99	0.98	9.68	5.81	56.26	4.000	No	Yes	2.00
160	8.05	2.09	2.72	1.71	0.91	14.84	4.14	61.49	4.000	No	Yes	2.00
161	8.10	2.57	2.67	1.96	0.89	18.52	3.79	70.20	4.000	No	Yes	2.00
162	8.15	2.02	2.87	2.87	0.97	13.97	5.38	75.20	4.000	No	Yes	2.00
163	8.20	1.40	3.09	3.84	1.00	9.22	7.78	71.66	4.000	No	Yes	2.00
164	8.25	0.96	3.28	4.50	1.00	6.00	10.41	62.41	4.000	No	Yes	2.00
165	8.30	0.92	3.25	3.72	1.00	5.66	10.03	56.73	4.000	No	Yes	2.00
166	8.35	1.19	3.08	2.78	1.00	7.64	7.63	58.28	4.000	No	Yes	2.00
167	8.40	1.24	3.06	2.75	1.00	7.96	7.42	59.06	4.000	No	Yes	2.00
168	8.45	1.12	3.14	3.21	1.00	7.03	8.44	59.36	4.000	No	Yes	2.00
169	8.50	0.95	3.35	5.62	1.00	5.82	11.44	66.59	4.000	No	Yes	2.00
170	8.55	0.93	3.50	9.82	1.00	5.65	14.16	80.09	4.000	No	Yes	2.00
171	8.60	6.75	2.29	1.77	0.75	51.47	1.92	98.78	0.170	No	No	1.53
172	8.65	13.38	1.93	1.16	0.61	107.59	1.22	130.83	0.288	No	No	2.00
173	8.70	18.74	1.74	0.91	0.54	154.32	1.07	164.52	0.494	No	No	2.00
174	8.75	17.74	1.75	0.88	0.54	145.62	1.07	155.95	0.433	No	No	2.00
175	8.80	16.62	1.73	0.75	0.53	136.50	1.06	144.08	0.358	No	No	2.00
176	8.85	17.17	1.64	0.57	0.50	142.31	1.00	142.31	0.348	No	No	2.00
177	8.90	17.80	1.62	0.56	0.50	147.32	1.00	147.32	0.377	No	No	2.00
178	8.95	18.23	1.64	0.62	0.50	150.60	1.00	150.10	0.395	No	No	2.00
179	9.00	18.57	1.61	0.57	0.50	153.19	1.00	153.19	0.414	No	No	2.00
180	9.05	18.31	1.59	0.50	0.50	150.79	1.00	150.79	0.399	No	No	2.00
181	9.10	16.66	1.59	0.45	0.50	136.86	1.00	136.86	0.318	No	No	2.00
182	9.15	13.88	1.71	0.55	0.53	112.50	1.05	117.75	0.232	No	No	2.00
183	9.20	11.50	1.85	0.69	0.58	91.17	1.14	104.09	0.185	No	No	1.62
184	9.25	9.84	1.92	0.72	0.61	76.96	1.20	92.72	0.154	No	No	1.34
185	9.30	8.97	1.91	0.61	0.60	69.93	1.20	83.88	0.135	No	No	1.17
186	9.35	8.38	1.86	0.42	0.58	65.62	1.00	65.62	0.106	No	No	0.92
187	9.40	7.48	1.85	0.31	0.58	58.43	1.00	58.43	0.099	No	No	0.85
188	9.45	7.11	1.89	0.34	0.59	55.01	1.00	55.01	0.095	No	No	0.83
189	9.50	6.43	1.96	0.41	0.62	49.04	1.00	49.04	0.091	No	No	0.78
190	9.55	6.55	2.02	0.55	0.64	49.50	1.33	65.69	0.106	No	No	0.92
191	9.60	6.12	2.19	0.99	0.71	44.96	1.64	73.52	0.117	No	No	1.00
192	9.65	6.72	2.29	1.64	0.75	48.69	1.91	93.07	0.155	No	No	1.33

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)												
Point ID	Depth (m)	q _c (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
193	9.70	6.95	2.27	1.59	0.74	50.38	1.85	93.14	0.155	No	No	1.33
194	9.75	6.64	2.22	1.25	0.72	48.32	1.72	82.93	0.133	No	No	1.14
195	9.80	5.81	2.04	0.48	0.65	43.16	1.00	43.16	0.086	No	No	0.73
196	9.85	4.77	2.11	0.44	0.68	34.76	1.00	34.76	0.079	No	No	0.67
197	9.90	4.74	2.17	0.57	0.70	34.21	1.59	54.44	0.095	No	No	0.81
198	9.95	5.14	2.22	0.82	0.72	36.86	1.71	62.86	0.103	No	No	0.87
199	10.00	7.61	2.19	1.32	0.71	55.27	1.64	90.46	0.149	No	No	1.26
200	10.05	10.18	2.16	1.72	0.70	74.56	1.58	117.64	0.231	No	No	1.95
201	10.10	12.39	2.12	1.84	0.68	91.39	1.49	135.80	0.313	No	No	2.00
202	10.15	11.69	2.09	1.58	0.67	86.37	1.43	123.93	0.257	No	No	2.00
203	10.20	10.87	2.02	1.15	0.64	80.87	1.33	107.20	0.195	No	No	1.63
204	10.25	11.05	1.91	0.79	0.60	83.51	1.20	100.16	0.173	No	No	1.46
205	10.30	11.84	1.87	0.75	0.59	90.00	1.16	104.54	0.186	No	No	1.56
206	10.35	11.18	1.86	0.67	0.58	84.84	1.16	98.06	0.168	No	No	1.40
207	10.40	9.34	1.89	0.56	0.60	70.16	1.18	82.92	0.133	No	No	1.11
208	10.45	7.17	2.00	0.55	0.64	52.58	1.29	68.02	0.109	No	No	0.91
209	10.50	6.69	2.01	0.52	0.64	48.72	1.32	64.27	0.105	No	No	0.87
210	10.55	6.39	2.17	0.92	0.70	45.19	1.59	71.83	0.114	No	No	0.95
211	10.60	8.72	2.09	1.10	0.67	62.83	1.44	90.72	0.149	No	No	1.24
212	10.65	11.27	2.02	1.18	0.65	82.42	1.33	109.47	0.202	No	No	1.67
213	10.70	13.39	1.89	0.92	0.59	100.26	1.18	118.07	0.233	No	No	1.93
214	10.75	13.24	1.84	0.76	0.58	99.74	1.14	113.31	0.215	No	No	1.78
215	10.80	11.93	1.83	0.64	0.57	89.65	1.13	101.34	0.177	No	No	1.46
216	10.85	9.97	1.94	0.73	0.61	73.29	1.22	89.69	0.147	No	No	1.21
217	10.90	8.33	2.03	0.81	0.65	59.86	1.35	80.60	0.129	No	No	1.06
218	10.95	6.73	2.16	0.96	0.70	46.90	1.58	74.32	0.118	No	No	0.97
219	11.00	5.94	2.21	0.96	0.72	40.82	1.70	69.40	0.111	No	No	0.91
220	11.05	5.26	2.24	0.85	0.73	35.73	1.76	62.80	0.103	No	No	0.85
221	11.10	4.39	2.31	0.84	0.75	29.19	1.98	57.74	0.098	No	No	0.80
222	11.15	3.88	2.38	0.92	0.78	25.22	2.24	56.51	0.097	No	No	0.79
223	11.20	3.09	2.55	1.21	0.85	19.18	3.01	57.81	0.098	No	No	0.80
224	11.25	2.85	2.57	1.15	0.85	17.50	3.14	54.90	0.095	No	No	0.78
225	11.30	2.73	2.55	0.99	0.85	16.71	3.06	51.14	0.092	No	No	0.75
226	11.35	2.94	2.49	0.84	0.82	18.29	2.70	49.43	0.091	No	No	0.74
227	11.40	3.41	2.47	1.03	0.82	21.43	2.62	56.07	0.096	No	No	0.79
228	11.45	4.43	2.33	0.92	0.76	28.92	2.05	59.32	0.099	No	No	0.81
229	11.50	5.49	2.22	0.85	0.72	36.84	1.73	63.66	0.104	No	No	0.85
230	11.55	6.47	2.07	0.60	0.67	44.82	1.41	63.11	0.103	No	No	0.84
231	11.60	6.90	2.03	0.56	0.65	48.18	1.34	64.74	0.105	No	No	0.85
232	11.65	8.59	1.91	0.50	0.60	61.52	1.00	61.52	0.102	No	No	0.82
233	11.70	10.36	1.83	0.48	0.57	75.58	1.00	75.58	0.120	No	No	0.97
234	11.75	11.86	1.76	0.44	0.54	87.88	1.00	87.88	0.143	No	No	1.16
235	11.80	12.65	1.70	0.40	0.52	94.62	1.00	94.62	0.159	No	No	1.29
236	11.85	13.80	1.66	0.38	0.51	104.17	1.00	104.17	0.185	No	No	1.50
237	11.90	14.99	1.69	0.50	0.52	112.34	1.03	116.01	0.225	No	No	1.82
238	11.95	16.11	1.68	0.54	0.52	120.88	1.03	124.10	0.258	No	No	2.00
239	12.00	16.77	1.68	0.56	0.51	125.85	1.02	128.62	0.278	No	No	2.00
240	12.05	16.48	1.68	0.55	0.52	123.33	1.03	126.49	0.268	No	No	2.00

:: Cyclic Resistance Ratio (CRR) calculation data :: (continued)

Point ID	Depth (m)	q _t (MPa)	I _c	Fr (%)	n	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	CRR _{7.5}	Belongs to trans. layer	Clay-like behaviour	FS
241	12.10	16.66	1.69	0.58	0.52	124.37	1.03	128.14	0.276	No	No	2.00
242	12.15	15.57	1.75	0.66	0.54	114.49	1.07	122.78	0.252	No	No	2.00
243	12.20	14.74	1.76	0.62	0.55	108.03	1.08	116.37	0.227	No	No	1.83
244	12.25	12.27	1.87	0.72	0.59	87.56	1.16	101.59	0.178	No	No	1.43
245	12.30	10.75	1.92	0.72	0.61	75.60	1.21	91.45	0.151	No	No	1.22
246	12.35	9.51	1.98	0.75	0.63	65.76	1.28	84.00	0.135	No	No	1.09
247	12.40	8.26	2.02	0.70	0.65	56.36	1.33	74.89	0.119	No	No	0.96
248	12.45	6.75	2.13	0.76	0.69	44.75	1.51	67.35	0.108	No	No	0.87
249	12.50	5.36	2.25	0.83	0.73	34.32	1.78	61.25	0.101	No	No	0.81
250	12.55	4.46	2.36	0.95	0.77	27.60	2.15	59.20	0.099	No	No	0.80
251	12.60	3.92	2.44	1.05	0.80	23.67	2.46	58.25	0.098	No	No	0.79
252	12.65	3.77	2.46	1.07	0.81	22.55	2.57	57.90	0.098	No	No	0.79
253	12.70	3.67	2.48	1.10	0.82	21.76	2.66	57.92	0.098	No	No	0.79
254	12.75	3.61	2.49	1.14	0.83	21.25	2.74	58.12	0.098	No	No	0.79
255	12.80	3.68	2.48	1.10	0.82	21.74	2.66	57.84	0.098	No	No	0.79
256	12.85	3.92	2.44	1.04	0.80	23.40	2.47	57.88	0.098	No	No	0.79
257	12.90	4.33	2.37	0.94	0.78	26.28	2.21	57.99	0.098	No	No	0.79
258	12.95	4.79	2.31	0.86	0.76	29.57	1.98	58.54	0.099	No	No	0.79
259	13.00	5.27	2.25	0.78	0.73	33.05	1.79	59.07	0.099	No	No	0.80
260	13.05	6.14	2.15	0.69	0.69	39.53	1.56	61.49	0.102	No	No	0.81
261	13.10	6.86	2.11	0.71	0.68	44.63	1.48	66.05	0.107	No	No	0.86
262	13.15	8.14	2.05	0.73	0.66	53.85	1.37	73.83	0.117	No	No	0.94
263	13.20	9.43	2.12	1.20	0.68	61.54	1.50	92.29	0.153	No	No	1.23
264	13.25	13.46	1.83	0.68	0.57	94.22	1.13	106.34	0.192	No	No	1.54
265	13.30	17.66	1.58	0.38	0.50	129.20	1.00	129.20	0.281	No	No	2.00
266	13.33	21.27	N/A	0.00	1.00	-1.00	1.00	N/A	4.000	No	No	2.00

Abbreviations

- Depth: Depth from free surface, at which CPT was performed (m)
- q_t: Total cone resistance
- I_c: Soil behavior type index
- Fr: Normalized friction ratio (%)
- n: Stress exponent
- Q_{tn}: Normalized cone resistance
- K_c: Cone resistance correction factor due to fines
- Q_{tn,cs}: Normalized and adjusted cone resistance
- CRR_{7.5}: Cyclic resistance ratio for M_w=7.5
- FS: Factor of safety against soil liquefaction

:: Liquefaction Potential Index calculation data ::											
Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI	Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI
0.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
0.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
2.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	2.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
3.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	3.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
4.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00

:: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued)

Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI	Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI
4.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	4.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
5.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	5.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
6.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	6.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.00	1.07	0.00	0.00	0.05	0.00	7.05	1.07	0.00	0.00	0.05	0.00
7.10	1.11	0.00	0.00	0.05	0.00	7.15	1.13	0.00	0.00	0.05	0.00
7.20	1.13	0.00	0.00	0.05	0.00	7.25	1.12	0.00	0.00	0.05	0.00
7.30	1.11	0.00	0.00	0.05	0.00	7.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.60	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
7.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	7.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.20	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.25	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.35	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.40	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.45	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.50	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.55	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.60	1.53	0.00	0.00	0.05	0.00	8.65	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.70	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.75	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.80	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.85	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
8.90	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	8.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
9.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	9.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
9.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	9.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
9.20	1.62	0.00	0.00	0.05	0.00	9.25	1.34	0.00	0.00	0.05	0.00
9.30	1.17	0.00	0.00	0.05	0.00	9.35	0.92	0.08	11.59	0.05	0.02
9.40	0.85	0.15	2.81	0.05	0.04	9.45	0.83	0.17	2.07	0.05	0.05
9.50	0.78	0.22	1.47	0.05	0.06	9.55	0.92	0.08	9.17	0.05	0.02
9.60	1.00	0.00	0.00	0.05	0.00	9.65	1.33	0.00	0.00	0.05	0.00

:: Liquefaction Potential Index calculation data :: (continued)

Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI	Depth (m)	FS	F _L	w _z	d _z	LPI
9.70	1.33	0.00	0.00	0.05	0.00	9.75	1.14	0.00	0.00	0.05	0.00
9.80	0.73	0.27	1.08	0.05	0.07	9.85	0.67	0.33	0.81	0.05	0.08
9.90	0.81	0.19	1.75	0.05	0.05	9.95	0.87	0.13	3.72	0.05	0.03
10.00	1.26	0.00	0.00	0.05	0.00	10.05	1.95	0.00	0.00	0.05	0.00
10.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	10.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
10.20	1.63	0.00	0.00	0.05	0.00	10.25	1.46	0.00	0.00	0.05	0.00
10.30	1.56	0.00	0.00	0.05	0.00	10.35	1.40	0.00	0.00	0.05	0.00
10.40	1.11	0.00	0.00	0.05	0.00	10.45	0.91	0.09	8.01	0.05	0.02
10.50	0.87	0.13	3.59	0.05	0.03	10.55	0.95	0.05	56.15	0.05	0.01
10.60	1.24	0.00	0.00	0.05	0.00	10.65	1.67	0.00	0.00	0.05	0.00
10.70	1.93	0.00	0.00	0.05	0.00	10.75	1.78	0.00	0.00	0.05	0.00
10.80	1.46	0.00	0.00	0.05	0.00	10.85	1.21	0.00	0.00	0.05	0.00
10.90	1.06	0.00	0.00	0.05	0.00	10.95	0.97	0.03	1136.37	0.05	0.01
11.00	0.91	0.09	8.43	0.05	0.02	11.05	0.85	0.15	2.55	0.05	0.03
11.10	0.80	0.20	1.70	0.05	0.04	11.15	0.79	0.21	1.57	0.05	0.05
11.20	0.80	0.20	1.68	0.05	0.04	11.25	0.78	0.22	1.43	0.05	0.05
11.30	0.75	0.25	1.22	0.05	0.05	11.35	0.74	0.26	1.15	0.05	0.06
11.40	0.79	0.21	1.49	0.05	0.05	11.45	0.81	0.19	1.79	0.05	0.04
11.50	0.85	0.15	2.56	0.05	0.03	11.55	0.84	0.16	2.40	0.05	0.03
11.60	0.85	0.15	2.84	0.05	0.03	11.65	0.82	0.18	2.06	0.05	0.04
11.70	0.97	0.03	1988.04	0.05	0.01	11.75	1.16	0.00	0.00	0.05	0.00
11.80	1.29	0.00	0.00	0.05	0.00	11.85	1.50	0.00	0.00	0.05	0.00
11.90	1.82	0.00	0.00	0.05	0.00	11.95	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
12.00	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	12.05	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
12.10	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	12.15	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00
12.20	1.83	0.00	0.00	0.05	0.00	12.25	1.43	0.00	0.00	0.05	0.00
12.30	1.22	0.00	0.00	0.05	0.00	12.35	1.09	0.00	0.00	0.05	0.00
12.40	0.96	0.04	100.76	0.05	0.01	12.45	0.87	0.13	3.59	0.05	0.02
12.50	0.81	0.19	1.87	0.05	0.03	12.55	0.80	0.20	1.63	0.05	0.04
12.60	0.79	0.21	1.54	0.05	0.04	12.65	0.79	0.21	1.51	0.05	0.04
12.70	0.79	0.21	1.51	0.05	0.04	12.75	0.79	0.21	1.52	0.05	0.04
12.80	0.79	0.21	1.50	0.05	0.04	12.85	0.79	0.21	1.50	0.05	0.04
12.90	0.79	0.21	1.51	0.05	0.04	12.95	0.79	0.21	1.55	0.05	0.04
13.00	0.80	0.20	1.60	0.05	0.04	13.05	0.81	0.19	1.87	0.05	0.03
13.10	0.86	0.14	2.89	0.05	0.02	13.15	0.94	0.06	27.03	0.05	0.01
13.20	1.23	0.00	0.00	0.05	0.00	13.25	1.54	0.00	0.00	0.05	0.00
13.30	2.00	0.00	0.00	0.05	0.00	13.33	2.00	0.00	0.00	0.03	0.00

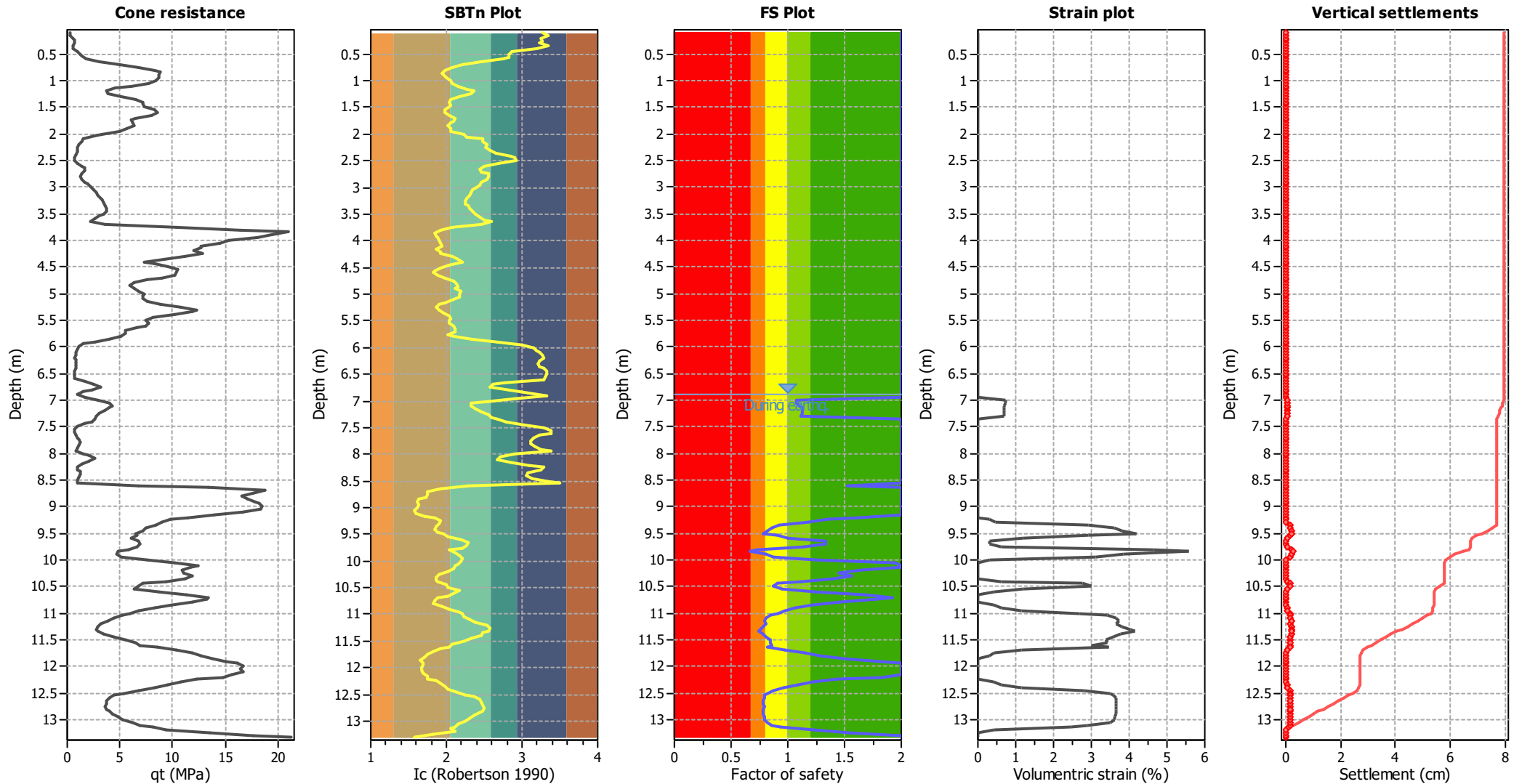
Overall liquefaction potential: 1.57

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

Abbreviations

FS: Calculated factor of safety for test point
 F_L: 1 - FS
 w_z: Function value of the extend of soil liquefaction according to depth
 d_z: Layer thickness (m)
 LPI: Liquefaction potential index value for test point

Estimation of post-earthquake settlements



Abbreviations

- q_c: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
- I_c: Soil Behaviour Type Index
- FS: Calculated Factor of Safety against liquefaction
- Volumetric strain: Post-liquefaction volumetric strain

:: Post-earthquake settlement due to soil liquefaction ::											
Depth (m)	$Q_{tn,cs}$	FS	e_v (%)	DF	Settlement (cm)	Depth (m)	$Q_{tn,cs}$	FS	e_v (%)	DF	Settlement (cm)
6.90	76.74	2.00	0.00	1.00	0.00	6.95	70.43	2.00	0.00	1.00	0.00
7.00	66.25	1.07	0.72	1.00	0.04	7.05	66.51	1.07	0.72	1.00	0.04
7.10	69.60	1.11	0.70	1.00	0.03	7.15	71.69	1.13	0.68	1.00	0.03
7.20	72.10	1.13	0.68	1.00	0.03	7.25	71.76	1.12	0.68	1.00	0.03
7.30	71.01	1.11	0.69	1.00	0.03	7.35	74.20	2.00	0.00	1.00	0.00
7.40	77.57	2.00	0.00	1.00	0.00	7.45	76.60	2.00	0.00	1.00	0.00
7.50	65.99	2.00	0.00	1.00	0.00	7.55	53.62	2.00	0.00	1.00	0.00
7.60	47.89	2.00	0.00	1.00	0.00	7.65	50.19	2.00	0.00	1.00	0.00
7.70	54.73	2.00	0.00	1.00	0.00	7.75	59.43	2.00	0.00	1.00	0.00
7.80	62.66	2.00	0.00	1.00	0.00	7.85	64.33	2.00	0.00	1.00	0.00
7.90	61.77	2.00	0.00	1.00	0.00	7.95	55.56	2.00	0.00	1.00	0.00
8.00	56.26	2.00	0.00	1.00	0.00	8.05	61.49	2.00	0.00	1.00	0.00
8.10	70.20	2.00	0.00	1.00	0.00	8.15	75.20	2.00	0.00	1.00	0.00
8.20	71.66	2.00	0.00	1.00	0.00	8.25	62.41	2.00	0.00	1.00	0.00
8.30	56.73	2.00	0.00	1.00	0.00	8.35	58.28	2.00	0.00	1.00	0.00
8.40	59.06	2.00	0.00	1.00	0.00	8.45	59.36	2.00	0.00	1.00	0.00
8.50	66.59	2.00	0.00	1.00	0.00	8.55	80.09	2.00	0.00	1.00	0.00
8.60	98.78	1.53	0.00	1.00	0.00	8.65	130.83	2.00	0.00	1.00	0.00
8.70	164.52	2.00	0.00	1.00	0.00	8.75	155.95	2.00	0.00	1.00	0.00
8.80	144.08	2.00	0.00	1.00	0.00	8.85	142.31	2.00	0.00	1.00	0.00
8.90	147.32	2.00	0.00	1.00	0.00	8.95	150.10	2.00	0.00	1.00	0.00
9.00	153.19	2.00	0.00	1.00	0.00	9.05	150.79	2.00	0.00	1.00	0.00
9.10	136.86	2.00	0.00	1.00	0.00	9.15	117.75	2.00	0.00	1.00	0.00
9.20	104.09	1.62	0.00	1.00	0.00	9.25	92.72	1.34	0.30	1.00	0.02
9.30	83.88	1.17	0.46	1.00	0.02	9.35	65.62	0.92	2.92	1.00	0.15
9.40	58.43	0.85	3.63	1.00	0.18	9.45	55.01	0.83	3.81	1.00	0.19
9.50	49.04	0.78	4.19	1.00	0.21	9.55	65.69	0.92	2.92	1.00	0.15
9.60	73.52	1.00	1.18	1.00	0.06	9.65	93.07	1.33	0.30	1.00	0.02
9.70	93.14	1.33	0.30	1.00	0.02	9.75	82.93	1.14	0.62	1.00	0.03
9.80	43.16	0.73	4.65	1.00	0.23	9.85	34.76	0.67	5.56	1.00	0.28
9.90	54.44	0.81	3.85	1.00	0.19	9.95	62.86	0.87	3.12	1.00	0.16
10.00	90.46	1.26	0.31	1.00	0.02	10.05	117.64	1.95	0.00	1.00	0.00
10.10	135.80	2.00	0.00	1.00	0.00	10.15	123.93	2.00	0.00	1.00	0.00
10.20	107.20	1.63	0.00	1.00	0.00	10.25	100.16	1.46	0.00	1.00	0.00
10.30	104.54	1.56	0.00	1.00	0.00	10.35	98.06	1.40	0.00	1.00	0.00
10.40	82.92	1.11	0.62	1.00	0.03	10.45	68.02	0.91	2.77	1.00	0.14
10.50	64.27	0.87	3.02	1.00	0.15	10.55	71.83	0.95	1.20	1.00	0.06
10.60	90.72	1.24	0.43	1.00	0.02	10.65	109.47	1.67	0.00	1.00	0.00
10.70	118.07	1.93	0.00	1.00	0.00	10.75	113.31	1.78	0.00	1.00	0.00
10.80	101.34	1.46	0.00	1.00	0.00	10.85	89.69	1.21	0.44	1.00	0.02
10.90	80.60	1.06	0.63	1.00	0.03	10.95	74.32	0.97	1.16	1.00	0.06
11.00	69.40	0.91	2.69	1.00	0.13	11.05	62.80	0.85	3.42	1.00	0.17
11.10	57.74	0.80	3.67	1.00	0.18	11.15	56.51	0.79	3.73	1.00	0.19
11.20	57.81	0.80	3.66	1.00	0.18	11.25	54.90	0.78	3.82	1.00	0.19
11.30	51.14	0.75	4.05	1.00	0.20	11.35	49.43	0.74	4.16	1.00	0.21
11.40	56.07	0.79	3.76	1.00	0.19	11.45	59.32	0.81	3.59	1.00	0.18
11.50	63.66	0.85	3.38	1.00	0.17	11.55	63.11	0.84	3.41	1.00	0.17
11.60	64.74	0.85	2.98	1.00	0.15	11.65	61.52	0.82	3.48	1.00	0.17

:: Post-earthquake settlement due to soil liquefaction :: (continued)

Depth (m)	$Q_{tn,cs}$	FS	e_v (%)	DF	Settlement (cm)	Depth (m)	$Q_{tn,cs}$	FS	e_v (%)	DF	Settlement (cm)
11.70	75.58	0.97	1.15	1.00	0.06	11.75	87.88	1.16	0.44	1.00	0.02
11.80	94.62	1.29	0.30	1.00	0.02	11.85	104.17	1.50	0.00	1.00	0.00
11.90	116.01	1.82	0.00	1.00	0.00	11.95	124.10	2.00	0.00	1.00	0.00
12.00	128.62	2.00	0.00	1.00	0.00	12.05	126.49	2.00	0.00	1.00	0.00
12.10	128.14	2.00	0.00	1.00	0.00	12.15	122.78	2.00	0.00	1.00	0.00
12.20	116.37	1.83	0.00	1.00	0.00	12.25	101.59	1.43	0.00	1.00	0.00
12.30	91.45	1.22	0.43	1.00	0.02	12.35	84.00	1.09	0.62	1.00	0.03
12.40	74.89	0.96	1.16	1.00	0.06	12.45	67.35	0.87	2.81	1.00	0.14
12.50	61.25	0.81	3.49	1.00	0.17	12.55	59.20	0.80	3.59	1.00	0.18
12.60	58.25	0.79	3.64	1.00	0.18	12.65	57.90	0.79	3.66	1.00	0.18
12.70	57.92	0.79	3.66	1.00	0.18	12.75	58.12	0.79	3.65	1.00	0.18
12.80	57.84	0.79	3.66	1.00	0.18	12.85	57.88	0.79	3.66	1.00	0.18
12.90	57.99	0.79	3.65	1.00	0.18	12.95	58.54	0.79	3.62	1.00	0.18
13.00	59.07	0.80	3.60	1.00	0.18	13.05	61.49	0.81	3.48	1.00	0.17
13.10	66.05	0.86	2.90	1.00	0.14	13.15	73.83	0.94	2.46	1.00	0.12
13.20	92.29	1.23	0.43	1.00	0.02	13.25	106.34	1.54	0.00	1.00	0.00
13.30	129.20	2.00	0.00	1.00	0.00	13.33	-1.00	2.00	0.00	1.00	0.00

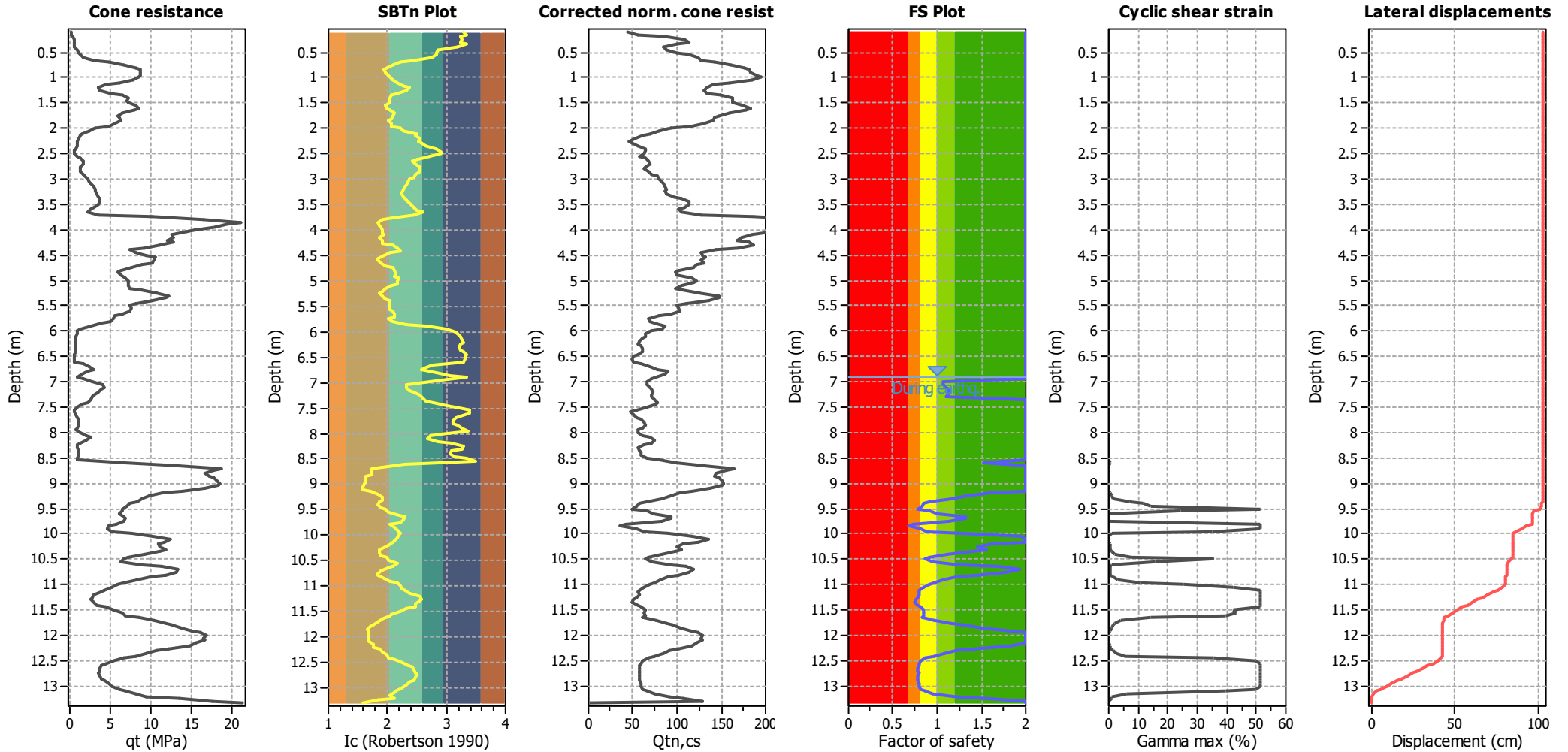
Total estimated settlement: 7.96

Abbreviations

- $Q_{tn,cs}$: Equivalent deam sand normalized cone resistance
- FS: Factor of safety against liquefaction
- e_v (%): Post-liquefaction volumetric strain
- DF: e_v depth weighting factor
- Settlement: Calculated settlement

Estimation of post-earthquake lateral Displacements

Geometric parameters: Gently sloping ground without free face (Slope 1.00 %)



Abbreviations

qt: Total cone resistance (cone resistance q_c corrected for pore water effects)
 Ic: Soil Behaviour Type Index
 Qtn,cs: Equivalent clean sand normalized CPT total cone resistance

F.S.: Factor of safety
 γ_{max} : Maximum cyclic shear strain
 LDI: Lateral displacement index

Surface condition



:: Lateral displacement index calculation ::								
Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	R _f (%)	Q _{tn,cs}	FS	D _r	Gamma _{max} (%)	Lat. disp. (cm)
6.90	0.99	6.87	5.73	76.74	2.00	0.00	0.00	0.00
6.95	1.65	12.15	2.58	70.43	2.00	0.00	0.00	0.00
7.00	2.87	22.46	1.42	66.25	1.07	17.71	0.00	0.00
7.05	4.05	32.64	1.06	66.51	1.07	30.05	0.00	0.00
7.10	4.31	34.68	1.12	69.60	1.11	32.05	0.00	0.00
7.15	4.03	32.10	1.29	71.69	1.13	29.49	0.00	0.00
7.20	3.58	28.15	1.45	72.10	1.13	25.16	0.00	0.00
7.25	3.06	23.66	1.63	71.76	1.12	19.43	0.00	0.00
7.30	2.80	21.41	1.71	71.01	1.11	16.12	0.00	0.00
7.35	2.63	19.84	1.99	74.20	2.00	13.61	0.00	0.00
7.40	2.26	16.65	2.49	77.57	2.00	7.83	0.00	0.00
7.45	1.58	11.08	3.40	76.60	2.00	0.00	0.00	0.00
7.50	0.96	6.32	4.20	65.99	2.00	0.00	0.00	0.00
7.55	0.71	4.39	3.66	53.62	2.00	0.00	0.00	0.00
7.60	0.66	3.99	2.92	47.89	2.00	0.00	0.00	0.00
7.65	0.81	5.14	2.46	50.19	2.00	0.00	0.00	0.00
7.70	0.97	6.29	2.51	54.73	2.00	0.00	0.00	0.00
7.75	1.12	7.43	2.65	59.43	2.00	0.00	0.00	0.00
7.80	1.17	7.78	2.90	62.66	2.00	0.00	0.00	0.00
7.85	1.10	7.22	3.36	64.33	2.00	0.00	0.00	0.00
7.90	0.96	6.15	3.60	61.77	2.00	0.00	0.00	0.00
7.95	0.77	4.66	3.74	55.56	2.00	0.00	0.00	0.00
8.00	1.44	9.68	1.79	56.26	2.00	0.00	0.00	0.00
8.05	2.09	14.84	1.60	61.49	2.00	4.03	0.00	0.00
8.10	2.57	18.52	1.84	70.20	2.00	11.35	0.00	0.00
8.15	2.02	13.97	2.66	75.20	2.00	2.03	0.00	0.00
8.20	1.40	9.22	3.44	71.66	2.00	0.00	0.00	0.00
8.25	0.96	6.00	3.81	62.41	2.00	0.00	0.00	0.00
8.30	0.92	5.66	3.11	56.73	2.00	0.00	0.00	0.00
8.35	1.19	7.64	2.43	58.28	2.00	0.00	0.00	0.00
8.40	1.24	7.96	2.42	59.06	2.00	0.00	0.00	0.00
8.45	1.12	7.03	2.77	59.36	2.00	0.00	0.00	0.00
8.50	0.95	5.82	4.71	66.59	2.00	0.00	0.00	0.00
8.55	0.93	5.65	8.20	80.09	2.00	0.00	0.00	0.00
8.60	6.75	51.47	1.73	98.78	1.53	45.08	0.28	0.02
8.65	13.38	107.59	1.14	130.83	2.00	69.41	0.00	0.00
8.70	18.74	154.32	0.90	164.52	2.00	81.32	0.00	0.00
8.75	17.74	145.62	0.87	155.95	2.00	79.41	0.00	0.00
8.80	16.62	136.50	0.74	144.08	2.00	77.27	0.00	0.00
8.85	17.17	142.31	0.56	142.31	2.00	78.65	0.00	0.00
8.90	17.80	147.32	0.56	147.32	2.00	79.79	0.00	0.00
8.95	18.23	150.60	0.61	150.10	2.00	80.52	0.00	0.00
9.00	18.57	153.19	0.56	153.19	2.00	81.08	0.00	0.00
9.05	18.31	150.79	0.50	150.79	2.00	80.56	0.00	0.00
9.10	16.66	136.86	0.44	136.86	2.00	77.36	0.00	0.00
9.15	13.88	112.50	0.54	117.75	2.00	70.89	0.00	0.00
9.20	11.50	91.17	0.68	104.09	1.62	63.95	0.43	0.03
9.25	9.84	76.96	0.71	92.72	1.34	58.35	0.97	0.06

:: Estimation of post-earthquake lateral Displacements :: (continued)								
Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	R _f (%)	Q _{tn,cs}	FS	D _r	Gamma _{max} (%)	Lat. disp. (cm)
9.30	8.97	69.93	0.60	83.88	1.17	55.20	1.76	0.11
9.35	8.38	65.62	0.41	65.62	0.92	53.10	7.05	0.42
9.40	7.48	58.43	0.31	58.43	0.85	49.26	11.58	0.70
9.45	7.11	55.01	0.33	55.01	0.83	47.27	14.37	0.86
9.50	6.43	49.04	0.40	49.04	0.78	43.48	51.20	3.07
9.55	6.55	49.50	0.54	65.69	0.92	43.79	24.58	1.47
9.60	6.12	44.96	0.96	73.52	1.00	40.62	0.00	0.00
9.65	6.72	48.69	1.60	93.07	1.33	43.25	0.00	0.00
9.70	6.95	50.38	1.55	93.14	1.33	44.37	0.00	0.00
9.75	6.64	48.32	1.22	82.93	1.14	43.00	0.00	0.00
9.80	5.81	43.16	0.46	43.16	0.73	39.27	51.20	3.07
9.85	4.77	34.76	0.42	34.76	0.67	32.12	51.20	3.07
9.90	4.74	34.21	0.55	54.44	0.81	31.59	51.20	3.07
9.95	5.14	36.86	0.79	62.86	0.87	34.06	35.00	2.10
10.00	7.61	55.27	1.29	90.46	1.26	47.43	0.97	0.06
10.05	10.18	74.56	1.69	117.64	1.95	57.31	0.19	0.01
10.10	12.39	91.39	1.81	135.80	2.00	64.03	0.00	0.00
10.15	11.69	86.37	1.55	123.93	2.00	62.16	0.00	0.00
10.20	10.87	80.87	1.13	107.20	1.63	59.99	0.41	0.02
10.25	11.05	83.51	0.78	100.16	1.46	61.05	0.68	0.04
10.30	11.84	90.00	0.74	104.54	1.56	63.52	0.50	0.03
10.35	11.18	84.84	0.66	98.06	1.40	61.58	0.80	0.05
10.40	9.34	70.16	0.55	82.92	1.11	55.30	2.25	0.14
10.45	7.17	52.58	0.53	68.02	0.91	45.78	7.66	0.46
10.50	6.69	48.72	0.51	64.27	0.87	43.27	35.61	2.14
10.55	6.39	45.19	0.89	71.83	0.95	40.78	15.59	0.94
10.60	8.72	62.83	1.07	90.72	1.24	51.66	1.06	0.06
10.65	11.27	82.42	1.16	109.47	1.67	60.62	0.37	0.02
10.70	13.39	100.26	0.91	118.07	1.93	67.09	0.48	0.03
10.75	13.24	99.74	0.75	113.31	1.78	66.91	0.60	0.04
10.80	11.93	89.65	0.63	101.34	1.46	63.39	0.67	0.04
10.85	9.97	73.29	0.71	89.69	1.21	56.74	1.52	0.09
10.90	8.33	59.86	0.79	80.60	1.06	50.06	2.91	0.17
10.95	6.73	46.90	0.94	74.32	0.97	42.01	10.45	0.63
11.00	5.94	40.82	0.93	69.40	0.91	37.43	25.30	1.52
11.05	5.26	35.73	0.82	62.80	0.85	33.03	42.08	2.53
11.10	4.39	29.19	0.80	57.74	0.80	26.36	51.20	3.07
11.15	3.88	25.22	0.87	56.51	0.79	21.53	51.20	3.07
11.20	3.09	19.18	1.13	57.81	0.80	12.50	51.20	3.07
11.25	2.85	17.50	1.06	54.90	0.78	9.47	51.20	3.07
11.30	2.73	16.71	0.91	51.14	0.75	7.95	51.20	3.07
11.35	2.94	18.29	0.78	49.43	0.74	10.93	51.20	3.07
11.40	3.41	21.43	0.97	56.07	0.79	16.16	51.20	3.07
11.45	4.43	28.92	0.87	59.32	0.81	26.05	51.20	3.07
11.50	5.49	36.84	0.82	63.66	0.85	34.04	42.00	2.52
11.55	6.47	44.82	0.58	63.11	0.84	40.51	43.45	2.61
11.60	6.90	48.18	0.54	64.74	0.85	42.90	39.84	2.39
11.65	8.59	61.52	0.49	61.52	0.82	50.96	14.44	0.87

:: Estimation of post-earthquake lateral Displacements :: (continued)

Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	R _f (%)	Q _{tn,cs}	FS	D _r	Gamma _{max} (%)	Lat. disp. (cm)
11.70	10.36	75.58	0.47	75.58	0.97	57.76	4.02	0.24
11.75	11.86	87.88	0.44	87.88	1.16	62.74	1.86	0.11
11.80	12.65	94.62	0.39	94.62	1.29	65.18	1.55	0.09
11.85	13.80	104.17	0.37	104.17	1.50	68.35	1.00	0.06
11.90	14.99	112.34	0.50	116.01	1.82	70.84	0.57	0.03
11.95	16.11	120.88	0.53	124.10	2.00	73.26	0.00	0.00
12.00	16.77	125.85	0.55	128.62	2.00	74.59	0.00	0.00
12.05	16.48	123.33	0.55	126.49	2.00	73.92	0.00	0.00
12.10	16.66	124.37	0.57	128.14	2.00	74.20	0.00	0.00
12.15	15.57	114.49	0.65	122.78	2.00	71.47	0.00	0.00
12.20	14.74	108.03	0.61	116.37	1.83	69.55	0.56	0.03
12.25	12.27	87.56	0.70	101.59	1.43	62.61	0.74	0.04
12.30	10.75	75.60	0.70	91.45	1.22	57.77	1.50	0.09
12.35	9.51	65.76	0.73	84.00	1.09	53.16	2.47	0.15
12.40	8.26	56.36	0.68	74.89	0.96	48.08	5.56	0.33
12.45	6.75	44.75	0.74	67.35	0.87	40.46	35.58	2.14
12.50	5.36	34.32	0.80	61.25	0.81	31.71	49.82	2.99
12.55	4.46	27.60	0.90	59.20	0.80	24.51	51.20	3.07
12.60	3.92	23.67	0.99	58.25	0.79	19.44	51.20	3.07
12.65	3.77	22.55	1.01	57.90	0.79	17.84	51.20	3.07
12.70	3.67	21.76	1.04	57.92	0.79	16.66	51.20	3.07
12.75	3.61	21.25	1.06	58.12	0.79	15.88	51.20	3.07
12.80	3.68	21.74	1.03	57.84	0.79	16.63	51.20	3.07
12.85	3.92	23.40	0.98	57.88	0.79	19.06	51.20	3.07
12.90	4.33	26.28	0.89	57.99	0.79	22.89	51.20	3.07
12.95	4.79	29.57	0.82	58.54	0.79	26.79	51.20	3.07
13.00	5.27	33.05	0.75	59.07	0.80	30.46	51.20	3.07
13.05	6.14	39.53	0.66	61.49	0.81	36.37	49.83	2.99
13.10	6.86	44.63	0.69	66.05	0.86	40.37	39.47	2.37
13.15	8.14	53.85	0.71	73.83	0.94	46.57	6.21	0.37
13.20	9.43	61.54	1.17	92.29	1.23	50.98	1.14	0.07
13.25	13.46	94.22	0.67	106.34	1.54	65.03	0.92	0.06
13.30	17.66	129.20	0.38	129.20	2.00	75.46	0.00	0.00
13.33	21.27	N/A	0.00	-1.00	2.00	0.00	0.00	0.00

Total estimated displacement: 102.90

Abbreviations

- q_t: Total cone resistance
- Q_{tn}: Adjusted cone resistance to an effective overburden stress of 1 atm
- R_f: Friction ration
- Q_{tn,cs}: Adjusted and corrected cone resistance due to fines
- FS: Calculated factor of safety against liquefaction
- D_r: Calculated relative density
- Gamma_{max}: Calculated maximum cyclic shear strain
- Lat. disp.: Lateral displacement

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) ::

Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	I _c	S _{u(fiq)} /σ _v	S _{u(peak)} /σ _v
0.10	0.25	4.19	10.39	43.52	3.28	N/A	N/A
0.15	0.29	4.85	11.39	55.24	3.34	N/A	N/A
0.20	0.52	8.75	9.93	86.87	3.25	N/A	N/A
0.25	0.63	10.53	10.28	108.26	3.27	N/A	N/A
0.30	0.70	11.58	9.79	113.33	3.24	N/A	N/A
0.35	0.53	8.83	11.36	100.31	3.34	N/A	N/A
0.40	0.56	9.32	9.11	84.89	3.19	N/A	N/A
0.45	0.98	16.30	5.36	87.46	2.87	N/A	N/A
0.50	1.19	19.76	5.03	99.35	2.83	N/A	N/A
0.55	1.35	22.43	5.07	113.63	2.83	N/A	N/A
0.60	1.72	28.63	4.32	123.66	2.74	N/A	N/A
0.65	2.99	49.98	2.55	127.54	2.46	N/A	N/A
0.70	4.92	82.40	1.72	141.55	2.22	N/A	N/A
0.75	6.78	113.49	1.42	161.70	2.08	N/A	N/A
0.80	8.24	138.08	1.28	176.89	1.99	N/A	N/A
0.85	8.82	147.69	1.23	181.89	1.94	N/A	N/A
0.90	8.72	146.05	1.26	183.33	1.96	N/A	N/A
0.95	8.65	144.86	1.31	190.10	2.01	N/A	N/A
1.00	8.48	141.94	1.38	195.70	2.05	N/A	N/A
1.05	7.75	129.68	1.43	185.11	2.08	N/A	N/A
1.10	6.08	101.70	1.57	160.15	2.16	N/A	N/A
1.15	4.48	74.85	1.87	139.99	2.27	N/A	N/A
1.20	3.65	60.91	2.19	133.55	2.37	N/A	N/A
1.25	3.80	63.41	2.05	130.04	2.33	N/A	N/A
1.30	5.03	84.04	1.59	133.95	2.17	N/A	N/A
1.35	6.44	107.63	1.38	148.92	2.06	N/A	N/A
1.40	7.20	120.31	1.35	162.74	2.04	N/A	N/A
1.45	7.12	119.07	1.37	163.19	2.05	N/A	N/A
1.50	7.25	121.18	1.35	162.98	2.03	N/A	N/A
1.55	8.26	138.05	1.26	174.52	1.97	N/A	N/A
1.60	8.56	143.07	1.28	182.83	1.98	N/A	N/A
1.65	7.93	132.60	1.34	178.34	2.03	N/A	N/A
1.70	6.51	108.77	1.47	159.89	2.11	N/A	N/A
1.75	6.05	100.98	1.46	147.21	2.10	N/A	N/A
1.80	6.13	102.31	1.39	141.88	2.06	N/A	N/A
1.85	6.38	106.49	1.33	141.38	2.02	N/A	N/A
1.90	5.62	93.78	1.38	129.67	2.06	N/A	N/A
1.95	4.95	82.36	1.40	115.05	2.07	N/A	N/A
2.00	3.26	54.11	1.72	93.25	2.22	N/A	N/A
2.05	2.55	42.13	1.88	79.11	2.28	N/A	N/A
2.10	1.55	25.34	2.72	68.90	2.49	N/A	N/A
2.15	1.42	23.15	2.65	61.29	2.48	N/A	N/A
2.20	1.10	17.77	2.99	53.07	2.54	N/A	N/A
2.25	0.98	15.69	2.89	45.38	2.52	N/A	N/A
2.30	0.95	15.23	3.22	49.10	2.58	N/A	N/A
2.35	0.94	15.06	3.66	55.13	2.65	N/A	N/A
2.40	0.79	12.47	5.11	63.68	2.84	N/A	N/A
2.45	0.71	11.18	5.77	64.54	2.91	N/A	N/A

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) :: (continued)							
Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	I _c	S _{u(liq)} /σ' _v	S _{u(peak)} /σ' _v
2.50	0.67	10.55	5.86	61.87	2.92	N/A	N/A
2.55	0.91	14.57	3.97	57.77	2.70	N/A	N/A
2.60	1.41	22.89	2.79	63.87	2.50	N/A	N/A
2.65	1.68	27.36	2.45	67.09	2.43	N/A	N/A
2.70	1.64	26.67	2.59	69.02	2.46	N/A	N/A
2.75	1.32	21.35	3.04	64.82	2.55	N/A	N/A
2.80	1.28	20.56	3.09	63.55	2.56	N/A	N/A
2.85	1.40	22.62	3.00	67.85	2.54	N/A	N/A
2.90	1.68	27.25	2.62	71.51	2.47	N/A	N/A
2.95	1.92	31.36	2.48	77.88	2.44	N/A	N/A
3.00	2.23	35.49	2.25	79.88	2.38	N/A	N/A
3.05	2.46	38.58	2.14	82.54	2.36	N/A	N/A
3.10	2.71	41.67	2.04	85.08	2.33	N/A	N/A
3.15	2.93	44.36	1.96	86.96	2.30	N/A	N/A
3.20	3.17	47.17	1.85	87.39	2.27	N/A	N/A
3.25	3.25	47.65	1.82	86.64	2.26	N/A	N/A
3.30	3.36	48.73	1.81	88.11	2.25	N/A	N/A
3.35	3.51	50.67	1.89	96.01	2.28	N/A	N/A
3.40	3.72	53.37	1.98	105.92	2.31	N/A	N/A
3.45	3.73	53.26	2.13	113.25	2.35	N/A	N/A
3.50	3.48	49.53	2.29	113.36	2.39	N/A	N/A
3.55	3.06	43.28	2.50	108.06	2.44	N/A	N/A
3.60	2.61	36.67	2.78	101.82	2.50	N/A	N/A
3.65	2.24	31.49	3.32	104.62	2.60	N/A	N/A
3.70	3.63	49.84	2.56	127.33	2.46	N/A	N/A
3.75	10.29	132.79	1.40	186.01	2.07	N/A	N/A
3.80	16.47	205.99	1.20	247.65	1.91	N/A	N/A
3.85	21.06	258.46	1.14	294.37	1.84	N/A	N/A
3.90	19.43	236.71	1.15	272.32	1.86	N/A	N/A
3.95	18.04	218.63	1.17	256.41	1.88	N/A	N/A
4.00	15.39	185.51	1.20	222.74	1.91	N/A	N/A
4.05	14.48	173.13	1.20	208.52	1.92	N/A	N/A
4.10	12.67	150.53	1.23	184.73	1.94	N/A	N/A
4.15	12.73	148.81	1.16	173.19	1.87	N/A	N/A
4.20	11.98	139.62	1.21	168.31	1.92	N/A	N/A
4.25	12.84	148.65	1.21	180.58	1.93	N/A	N/A
4.30	11.20	130.53	1.42	185.96	2.08	N/A	N/A
4.35	9.29	107.96	1.58	170.08	2.16	N/A	N/A
4.40	7.37	85.11	1.70	144.51	2.21	N/A	N/A
4.45	8.21	92.79	1.37	126.68	2.05	N/A	N/A
4.50	9.46	105.23	1.22	128.19	1.93	N/A	N/A
4.55	10.55	115.93	1.15	132.86	1.85	N/A	N/A
4.60	10.33	112.58	1.13	127.63	1.84	N/A	N/A
4.65	10.17	110.41	1.17	129.68	1.88	N/A	N/A
4.70	8.91	96.51	1.27	122.41	1.97	N/A	N/A
4.75	7.63	82.51	1.44	118.43	2.09	N/A	N/A
4.80	6.27	67.27	1.50	101.12	2.13	N/A	N/A
4.85	5.90	62.85	1.55	97.55	2.15	N/A	N/A

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) :: (continued)

Depth (m)	q_t (MPa)	Q_{tn}	K_c	$Q_{tn,cs}$	I_c	$S_{u(liq)}/\sigma'_v$	$S_{u(peak)}/\sigma'_v$
4.90	6.40	67.65	1.48	100.27	2.11	N/A	N/A
4.95	6.81	71.73	1.63	117.04	2.19	N/A	N/A
5.00	7.26	75.88	1.60	121.73	2.17	N/A	N/A
5.05	7.19	74.60	1.59	118.87	2.17	N/A	N/A
5.10	7.18	73.79	1.41	104.25	2.08	N/A	N/A
5.15	7.53	76.68	1.27	97.58	1.98	N/A	N/A
5.20	8.88	89.85	1.20	107.57	1.91	N/A	N/A
5.25	10.75	108.23	1.16	125.15	1.86	N/A	N/A
5.30	12.27	123.01	1.20	147.17	1.91	N/A	N/A
5.35	11.81	117.71	1.25	147.66	1.96	N/A	N/A
5.40	10.26	101.54	1.34	136.40	2.03	N/A	N/A
5.45	8.18	80.28	1.38	110.66	2.05	N/A	N/A
5.50	7.46	72.61	1.37	99.22	2.05	N/A	N/A
5.55	7.69	74.45	1.36	101.05	2.04	N/A	N/A
5.60	7.38	70.98	1.46	103.71	2.10	N/A	N/A
5.65	6.61	63.00	1.48	93.28	2.11	N/A	N/A
5.70	5.56	52.57	1.50	78.83	2.12	N/A	N/A
5.75	5.44	51.21	1.32	67.42	2.01	N/A	N/A
5.80	5.11	47.70	1.44	68.90	2.09	N/A	N/A
5.85	4.03	36.93	2.04	75.29	2.33	N/A	N/A
5.90	2.57	22.84	3.79	86.67	2.67	N/A	N/A
5.95	1.45	12.22	6.73	82.25	3.00	N/A	N/A
6.00	1.02	8.23	8.74	71.88	3.16	N/A	N/A
6.05	0.90	7.11	9.04	64.27	3.19	N/A	N/A
6.10	0.86	6.66	9.68	64.47	3.23	N/A	N/A
6.15	0.79	5.99	10.32	61.80	3.27	N/A	N/A
6.20	0.73	5.44	10.59	57.59	3.29	N/A	N/A
6.25	0.79	5.89	9.61	56.62	3.23	N/A	N/A
6.30	0.83	6.22	9.53	59.26	3.22	N/A	N/A
6.35	0.86	6.40	9.67	61.86	3.23	N/A	N/A
6.40	0.79	5.77	10.48	60.49	3.28	N/A	N/A
6.45	0.71	5.02	11.20	56.25	3.33	N/A	N/A
6.50	0.67	4.62	11.03	50.91	3.32	N/A	N/A
6.55	0.65	4.44	10.98	48.76	3.32	N/A	N/A
6.60	0.70	4.79	10.63	50.95	3.29	N/A	N/A
6.65	1.69	13.10	4.47	58.49	2.76	N/A	N/A
6.70	2.51	20.01	3.45	69.00	2.62	N/A	N/A
6.75	3.10	24.88	3.16	78.53	2.57	N/A	N/A
6.80	2.32	17.94	4.99	89.59	2.82	N/A	N/A
6.85	1.55	11.44	7.56	86.48	3.07	N/A	N/A
6.90	0.99	6.87	11.18	76.74	3.33	N/A	N/A
6.95	1.65	12.15	5.80	70.43	2.91	0.86	0.86
7.00	2.87	22.46	2.95	66.25	2.53	0.14	0.64
7.05	4.05	32.64	2.04	66.51	2.33	0.14	0.68
7.10	4.31	34.68	2.01	69.60	2.32	0.30	0.69
7.15	4.03	32.10	2.23	71.69	2.38	0.68	0.68
7.20	3.58	28.15	2.56	72.10	2.46	0.66	0.66
7.25	3.06	23.66	3.03	71.76	2.55	0.64	0.64

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) :: (continued)

Depth (m)	q _t (MPa)	Q _{tn}	K _c	Q _{tn,cs}	I _c	S _{u(iq)} /σ _v	S _{u(peak)} /σ _v
7.30	2.80	21.41	3.32	71.01	2.60	0.63	0.63
7.35	2.63	19.84	3.74	74.20	2.66	1.38	1.38
7.40	2.26	16.65	4.66	77.57	2.78	1.17	1.17
7.45	1.58	11.08	6.91	76.60	3.01	0.79	0.79
7.50	0.96	6.32	10.44	65.99	3.28	0.30	0.45
7.55	0.71	4.39	12.22	53.62	3.39	0.17	0.31
7.60	0.66	3.99	12.00	47.89	3.38	0.13	0.28
7.65	0.81	5.14	9.76	50.19	3.24	0.14	0.37
7.70	0.97	6.29	8.70	54.73	3.16	0.18	0.45
7.75	1.12	7.43	8.00	59.43	3.11	0.23	0.53
7.80	1.17	7.78	8.06	62.66	3.11	0.26	0.56
7.85	1.10	7.22	8.90	64.33	3.17	0.28	0.52
7.90	0.96	6.15	10.05	61.77	3.26	0.29	0.44
7.95	0.77	4.66	11.93	55.56	3.38	0.21	0.33
8.00	1.44	9.68	5.81	56.26	2.91	0.14	0.69
8.05	2.09	14.84	4.14	61.49	2.72	0.22	1.03
8.10	2.57	18.52	3.79	70.20	2.67	1.28	1.28
8.15	2.02	13.97	5.38	75.20	2.87	0.99	0.99
8.20	1.40	9.22	7.78	71.66	3.09	0.66	0.66
8.25	0.96	6.00	10.41	62.41	3.28	0.25	0.43
8.30	0.92	5.66	10.03	56.73	3.25	0.20	0.40
8.35	1.19	7.64	7.63	58.28	3.08	0.18	0.55
8.40	1.24	7.96	7.42	59.06	3.06	0.26	0.57
8.45	1.12	7.03	8.44	59.36	3.14	0.22	0.50
8.50	0.95	5.82	11.44	66.59	3.35	0.20	0.42
8.55	0.93	5.65	14.16	80.09	3.50	0.40	0.40
8.60	6.75	51.47	1.92	98.78	2.29	0.74	0.74
8.65	13.38	107.59	1.22	130.83	1.93	0.84	0.84
8.70	18.74	154.32	1.07	164.52	1.74	0.89	0.89
8.75	17.74	145.62	1.07	155.95	1.75	0.88	0.88
8.80	16.62	136.50	1.06	144.08	1.73	0.87	0.87
8.85	17.17	142.31	1.00	142.31	1.64	0.88	0.88
8.90	17.80	147.32	1.00	147.32	1.62	0.88	0.88
8.95	18.23	150.60	1.00	150.10	1.64	0.89	0.89
9.00	18.57	153.19	1.00	153.19	1.61	0.89	0.89
9.05	18.31	150.79	1.00	150.79	1.59	0.89	0.89
9.10	16.66	136.86	1.00	136.86	1.59	0.87	0.87
9.15	13.88	112.50	1.05	117.75	1.71	0.84	0.84
9.20	11.50	91.17	1.14	104.09	1.85	0.81	0.81
9.25	9.84	76.96	1.20	92.72	1.92	0.79	0.79
9.30	8.97	69.93	1.20	83.88	1.91	0.78	0.78
9.35	8.38	65.62	1.00	65.62	1.86	0.13	0.77
9.40	7.48	58.43	1.00	58.43	1.85	0.08	0.75
9.45	7.11	55.01	1.00	55.01	1.89	0.07	0.75
9.50	6.43	49.04	1.00	49.04	1.96	0.06	0.73
9.55	6.55	49.50	1.33	65.69	2.02	0.13	0.73
9.60	6.12	44.96	1.64	73.52	2.19	0.72	0.72
9.65	6.72	48.69	1.91	93.07	2.29	0.73	0.73

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) :: (continued)

Depth (m)	q_c (MPa)	Q_{tn}	K_c	$Q_{tn,cs}$	I_c	$S_{u(iq)}/\sigma'_v$	$S_{u(peak)}/\sigma'_v$
9.70	6.95	50.38	1.85	93.14	2.27	0.74	0.74
9.75	6.64	48.32	1.72	82.93	2.22	0.73	0.73
9.80	5.81	43.16	1.00	43.16	2.04	0.05	0.72
9.85	4.77	34.76	1.00	34.76	2.11	0.04	0.69
9.90	4.74	34.21	1.59	54.44	2.17	0.07	0.69
9.95	5.14	36.86	1.71	62.86	2.22	0.11	0.70
10.00	7.61	55.27	1.64	90.46	2.19	0.75	0.75
10.05	10.18	74.56	1.58	117.64	2.16	0.79	0.79
10.10	12.39	91.39	1.49	135.80	2.12	0.81	0.81
10.15	11.69	86.37	1.43	123.93	2.09	0.81	0.81
10.20	10.87	80.87	1.33	107.20	2.02	0.80	0.80
10.25	11.05	83.51	1.20	100.16	1.91	0.80	0.80
10.30	11.84	90.00	1.16	104.54	1.87	0.81	0.81
10.35	11.18	84.84	1.16	98.06	1.86	0.80	0.80
10.40	9.34	70.16	1.18	82.92	1.89	0.78	0.78
10.45	7.17	52.58	1.29	68.02	2.00	0.17	0.74
10.50	6.69	48.72	1.32	64.27	2.01	0.12	0.73
10.55	6.39	45.19	1.59	71.83	2.17	0.72	0.72
10.60	8.72	62.83	1.44	90.72	2.09	0.76	0.76
10.65	11.27	82.42	1.33	109.47	2.02	0.80	0.80
10.70	13.39	100.26	1.18	118.07	1.89	0.83	0.83
10.75	13.24	99.74	1.14	113.31	1.84	0.83	0.83
10.80	11.93	89.65	1.13	101.34	1.83	0.81	0.81
10.85	9.97	73.29	1.22	89.69	1.94	0.78	0.78
10.90	8.33	59.86	1.35	80.60	2.03	0.76	0.76
10.95	6.73	46.90	1.58	74.32	2.16	0.73	0.73
11.00	5.94	40.82	1.70	69.40	2.21	0.25	0.71
11.05	5.26	35.73	1.76	62.80	2.24	0.11	0.69
11.10	4.39	29.19	1.98	57.74	2.31	0.08	0.67
11.15	3.88	25.22	2.24	56.51	2.38	0.08	0.65
11.20	3.09	19.18	3.01	57.81	2.55	0.08	0.62
11.25	2.85	17.50	3.14	54.90	2.57	0.07	0.61
11.30	2.73	16.71	3.06	51.14	2.55	0.06	0.60
11.35	2.94	18.29	2.70	49.43	2.49	0.06	0.61
11.40	3.41	21.43	2.62	56.07	2.47	0.07	0.63
11.45	4.43	28.92	2.05	59.32	2.33	0.09	0.67
11.50	5.49	36.84	1.73	63.66	2.22	0.11	0.70
11.55	6.47	44.82	1.41	63.11	2.07	0.11	0.72
11.60	6.90	48.18	1.34	64.74	2.03	0.12	0.73
11.65	8.59	61.52	1.00	61.52	1.91	0.10	0.76
11.70	10.36	75.58	1.00	75.58	1.83	0.79	0.79
11.75	11.86	87.88	1.00	87.88	1.76	0.81	0.81
11.80	12.65	94.62	1.00	94.62	1.70	0.82	0.82
11.85	13.80	104.17	1.00	104.17	1.66	0.83	0.83
11.90	14.99	112.34	1.03	116.01	1.69	0.84	0.84
11.95	16.11	120.88	1.03	124.10	1.68	0.85	0.85
12.00	16.77	125.85	1.02	128.62	1.68	0.86	0.86
12.05	16.48	123.33	1.03	126.49	1.68	0.86	0.86

:: Strength loss calculation (Robertson (2009)) :: (continued)

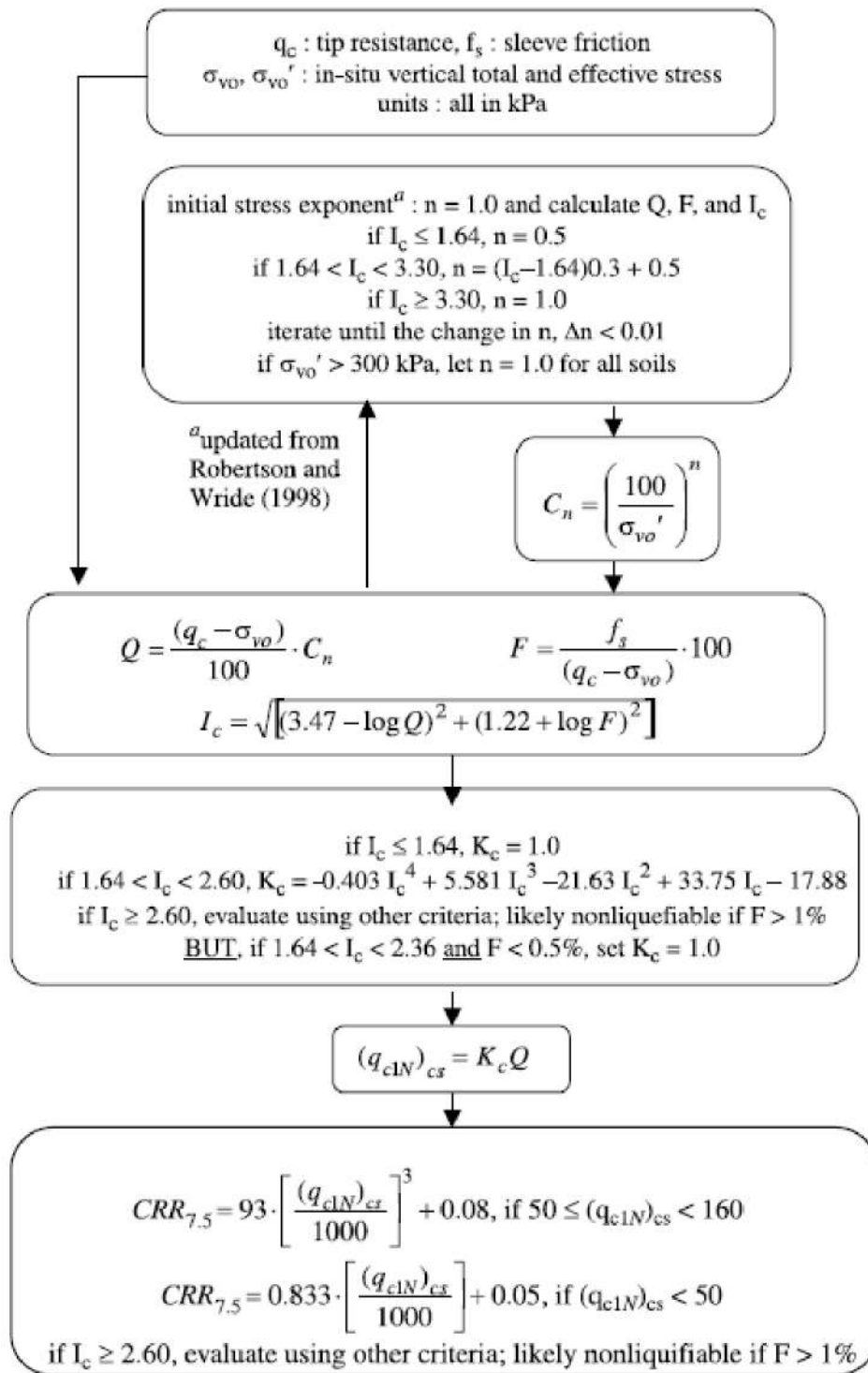
Depth (m)	q_t (MPa)	Q_{tn}	K_c	$Q_{tn,cs}$	I_c	$S_{u(liq)}/\sigma'_v$	$S_{u(peak)}/\sigma'_v$
12.10	16.66	124.37	1.03	128.14	1.69	0.86	0.86
12.15	15.57	114.49	1.07	122.78	1.75	0.85	0.85
12.20	14.74	108.03	1.08	116.37	1.76	0.84	0.84
12.25	12.27	87.56	1.16	101.59	1.87	0.81	0.81
12.30	10.75	75.60	1.21	91.45	1.92	0.79	0.79
12.35	9.51	65.76	1.28	84.00	1.98	0.77	0.77
12.40	8.26	56.36	1.33	74.89	2.02	0.75	0.75
12.45	6.75	44.75	1.51	67.35	2.13	0.16	0.72
12.50	5.36	34.32	1.78	61.25	2.25	0.10	0.69
12.55	4.46	27.60	2.15	59.20	2.36	0.09	0.66
12.60	3.92	23.67	2.46	58.25	2.44	0.08	0.64
12.65	3.77	22.55	2.57	57.90	2.46	0.08	0.64
12.70	3.67	21.76	2.66	57.92	2.48	0.08	0.63
12.75	3.61	21.25	2.74	58.12	2.49	0.08	0.63
12.80	3.68	21.74	2.66	57.84	2.48	0.08	0.63
12.85	3.92	23.40	2.47	57.88	2.44	0.08	0.64
12.90	4.33	26.28	2.21	57.99	2.37	0.08	0.65
12.95	4.79	29.57	1.98	58.54	2.31	0.08	0.67
13.00	5.27	33.05	1.79	59.07	2.25	0.09	0.68
13.05	6.14	39.53	1.56	61.49	2.15	0.10	0.70
13.10	6.86	44.63	1.48	66.05	2.11	0.14	0.72
13.15	8.14	53.85	1.37	73.83	2.05	0.74	0.74
13.20	9.43	61.54	1.50	92.29	2.12	0.76	0.76
13.25	13.46	94.22	1.13	106.34	1.83	0.82	0.82
13.30	17.66	129.20	1.00	129.20	1.58	0.86	0.86
13.33	21.27	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	N/A	N/A

Abbreviations

- q_t : Total cone resistance
- K_c : Cone resistance correction factor due to fines
- $Q_{tn,cs}$: Adjusted and corrected cone resistance due to fines
- I_c : Soil behavior type index
- $S_{u(liq)}/\sigma'_v$: Calculated liquefied undrained strength ratio
- $S_{u(peak)}/\sigma'_v$: Calculated peak undrained strength ratio

Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance, NCEER (1998)

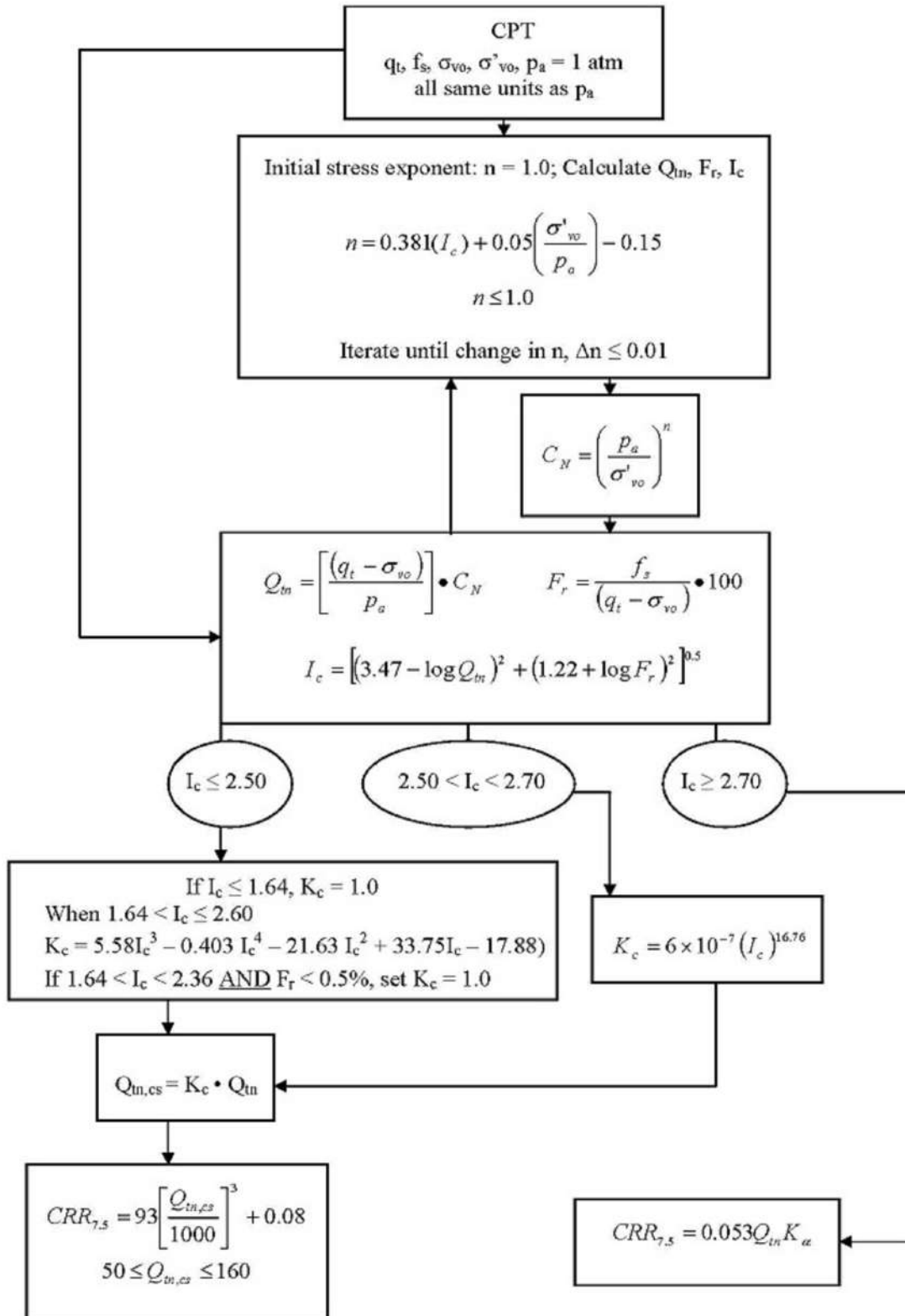
Calculation of soil resistance against liquefaction is performed according to the Robertson & Wride (1998) procedure. The procedure used in the software, slightly differs from the one originally published in NCEER-97-0022 (Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils). The revised procedure is presented below in the form of a flowchart¹:



¹ "Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground", G. Zhang, P.K. Robertson, and R.W.I. Bradman

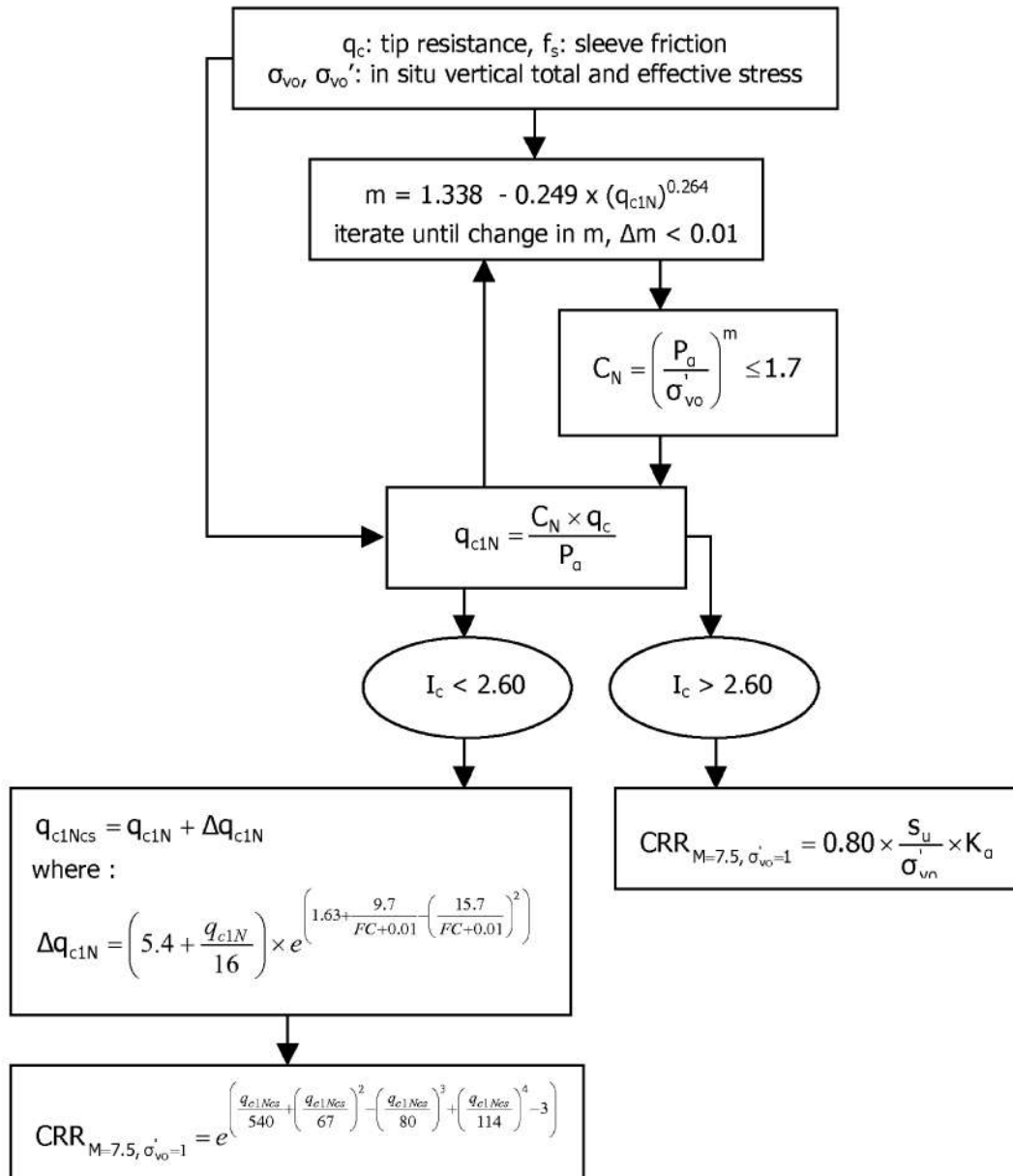
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance (all soils), Robertson (2010)

Calculation of soil resistance against liquefaction is performed according to the Robertson & Wride (1998) procedure. This procedure used in the software, slightly differs from the one originally published in NCEER-97-0022 (Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils). The revised procedure is presented below in the form of a flowchart¹:

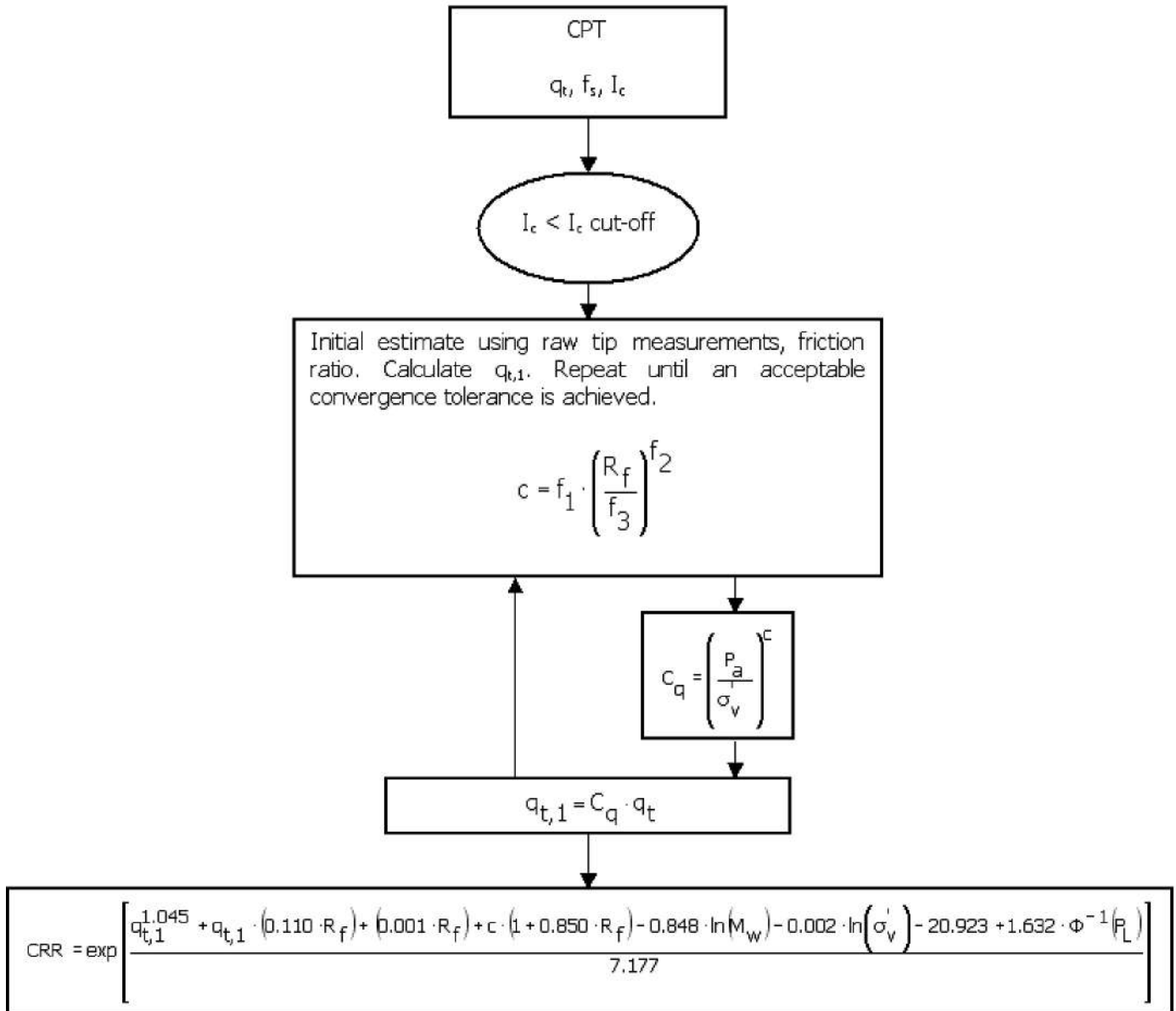


¹ P.K. Robertson, 2009. "Performance based earthquake design using the CPT", Keynote Lecture, International Conference on Performance-based Design in Earthquake Geotechnical Engineering – from case history to practice, IS-Tokyo, June 2009

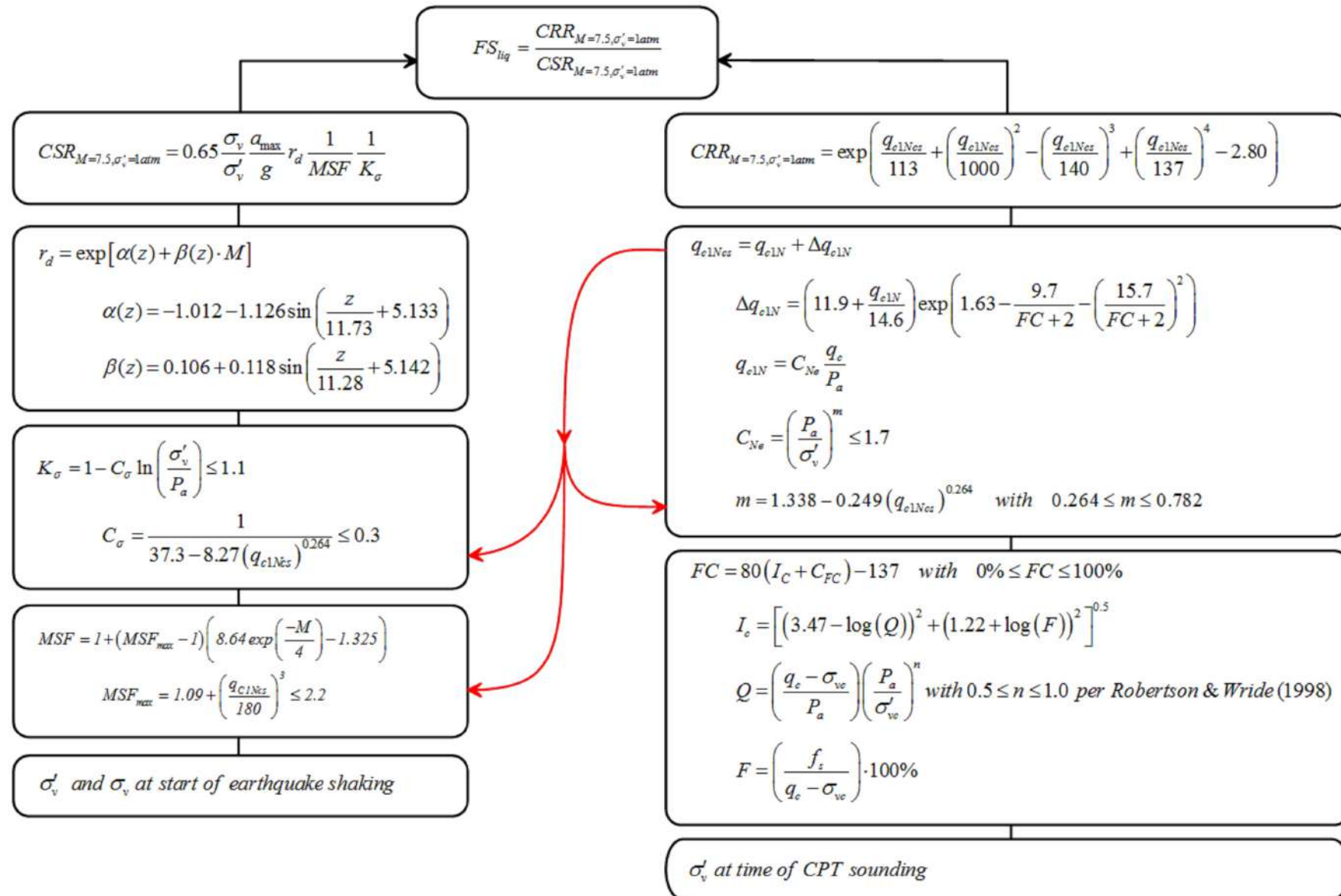
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance, Idriss & Boulanger (2008)



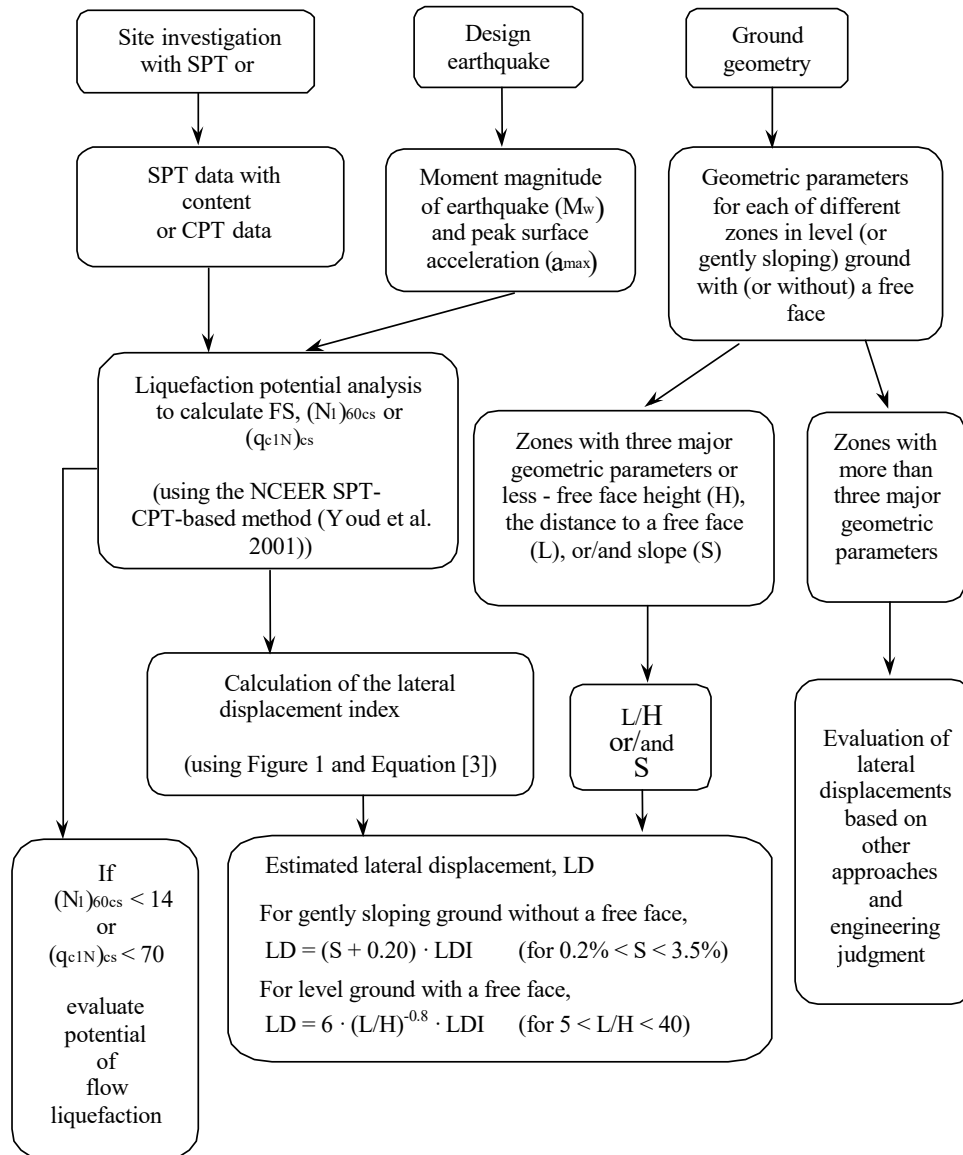
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance (sandy soils), Moss et al. (2006)



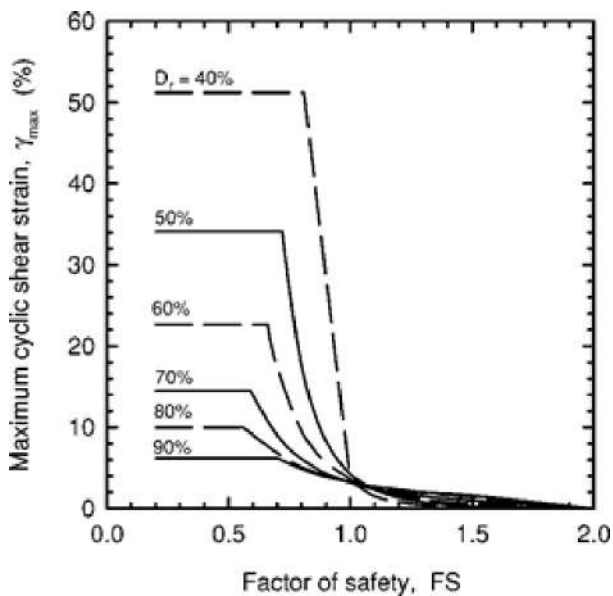
Procedure for the evaluation of soil liquefaction resistance, Boulanger & Idriss(2014)



Procedure for the evaluation of liquefaction-induced lateral spreading displacements



¹ Flow chart illustrating major steps in estimating liquefaction-induced lateral spreading displacements using the proposed approach



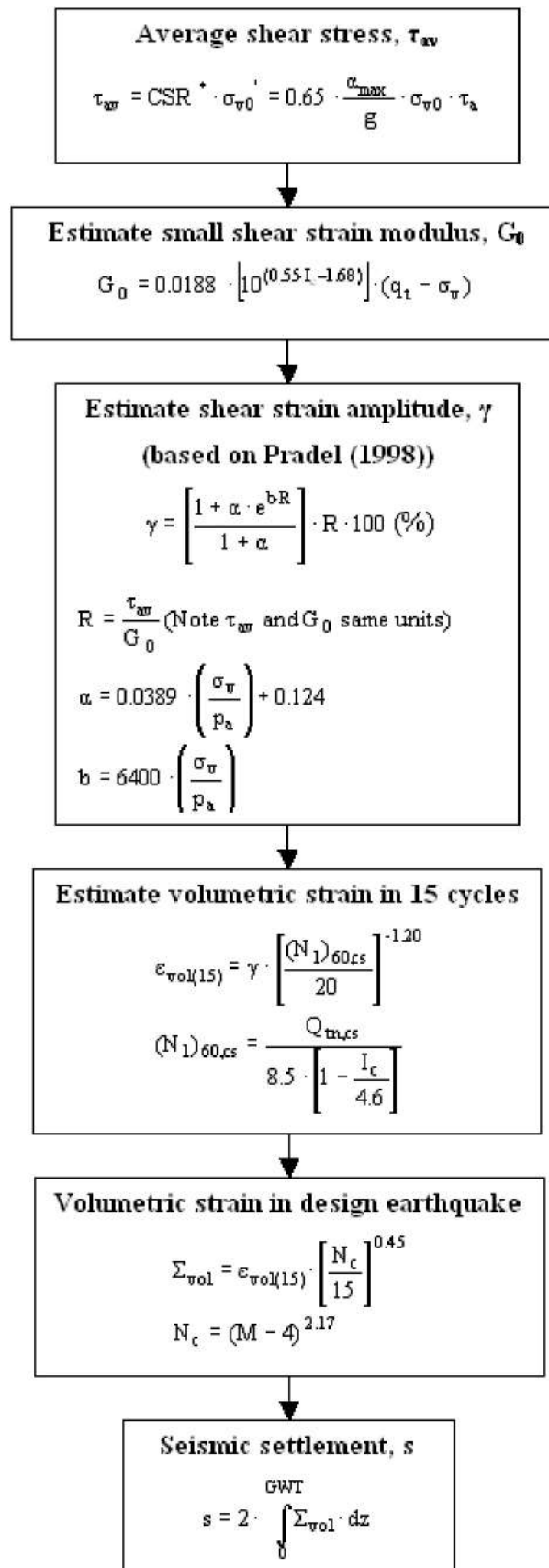
¹ Figure 1

$$LDI = \int_0^{Z_{max}} \gamma_{max} dz$$

¹ Equation [3]

¹ "Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground", G. Zhang, P.K. Robertson, and R.W.I. Brachman

Procedure for the estimation of seismic induced settlements in dry sands



Robertson, P.K. and Lisheng, S., 2010, "Estimation of seismic compression in dry soils using the CPT" FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING AND SOIL DYNAMICS, Symposium in honor of professor I. M. Idriss, San Diego, CA

Liquefaction Potential Index (LPI) calculation procedure

Calculation of the Liquefaction Potential Index (LPI) is used to interpret the liquefaction assessment calculations in terms of severity over depth. The calculation procedure is based on the methodology developed by Iwasaki (1982) and is adopted by AFPS.

To estimate the severity of liquefaction extent at a given site, LPI is calculated based on the following equation:

$$\mathbf{LPI} = \int_0^{20} (10 - 0,5z) \times F_L \times dz$$

where:

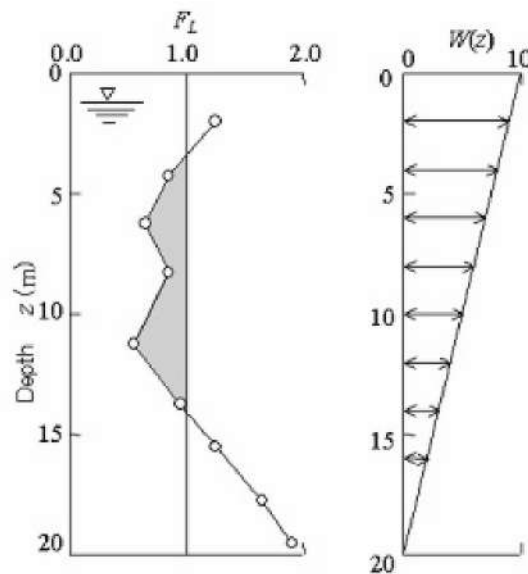
$F_L = 1 - F.S.$ when F.S. less than 1

$F_L = 0$ when F.S. greater than 1

z depth of measurement in meters

Values of LPI range between zero (0) when no test point is characterized as liquefiable and 100 when all points are characterized as susceptible to liquefaction. Iwasaki proposed four (4) discrete categories based on the numeric value of LPI:

- LPI = 0 : Liquefaction risk is very low
- $0 < \text{LPI} \leq 5$: Liquefaction risk is low
- $5 < \text{LPI} \leq 15$: Liquefaction risk is high
- LPI > 15 : Liquefaction risk is very high



Graphical presentation of the LPI calculation procedure

Shear-Induced Building Settlement (Ds) calculation procedure

The shear-induced building settlement (Ds) due to liquefaction below the building can be estimated using the relationship developed by Bray and Macedo (2017):

$$\begin{aligned} \ln(Ds) = & c1 + c2 * LBS + 0.58 * \ln\left(\tanh\left(\frac{HL}{6}\right)\right) + \\ & 4.59 * \ln(Q) - 0.42 * \ln(Q)^2 - 0.02 * B + \\ & 0.84 * \ln(CAVdp) + 0.41 * \ln(Sa1) + \varepsilon \end{aligned}$$

where Ds is in the units of mm, c1= -8.35 and c2= 0.072 for LBS ≤ 16, and c1= -7.48 and c2= 0.014 otherwise. Q is the building contact pressure in units of kPa, HL is the cumulative thickness of the liquefiable layers in the units of m, B is the building width in the units of m, CAVdp is a standardized version of the cumulative absolute velocity in the units of g-s, Sa1 is 5%-damped pseudo-acceleration response spectral value at a period of 1 s in the units of g, and ε is a normal random variable with zero mean and 0.50 standard deviation in Ln units. The liquefaction-induced building settlement index (LBS) is:

$$LBS = \sum W * \frac{\varepsilon_{shear}}{z} dz$$

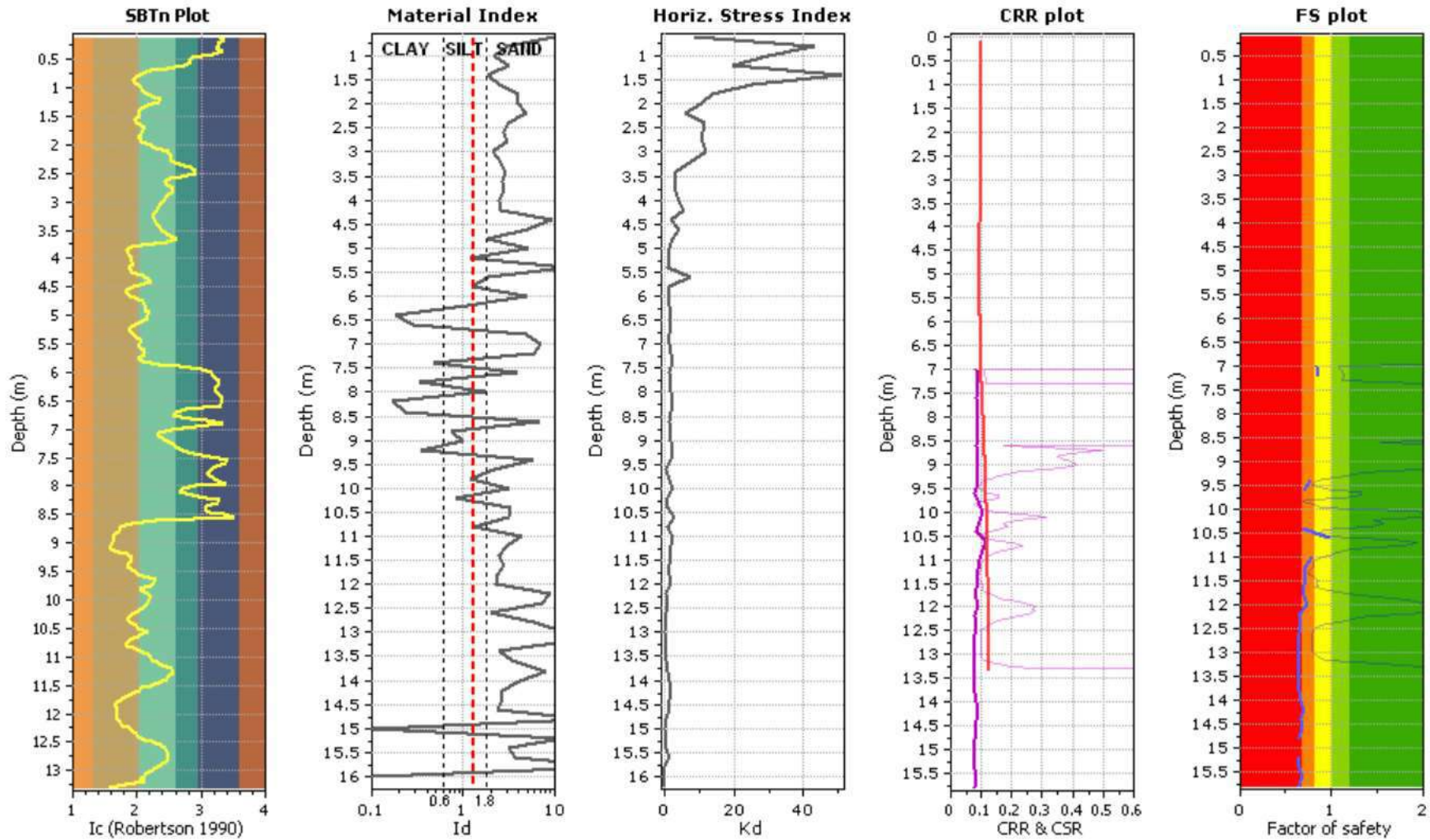
where z (m) is the depth measured from the ground surface > 0, w is a foundation-weighting factor wherein W = 0.0 for z less than Df, which is the embedment depth of the foundation, and W = 1.0 otherwise. The shear strain parameter (ε_{shear}) is the liquefaction-induced free-field shear strain (in %) estimated using Zhang et al. (2004). It is calculated based on the estimated Dr of the liquefied soil layer and the calculated safety factor against liquefaction triggering (FSL).

References

- Lunne, T., Robertson, P.K., and Powell, J.J.M 1997. Cone penetration testing in geotechnical practice, E & FN Spon Routledge, 352 p, ISBN 0-7514-0393-8.
- Boulanger, R.W. and Idriss, I. M., 2007. Evaluation of Cyclic Softening in Silts and Clays. ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering June, Vol. 133, No. 6 pp 641-652
- Boulanger, R.W. and Idriss, I. M., 2014. CPT AND SPT BASED LIQUEFACTION TRIGGERING PROCEDURES. DEPARTMENT OF CIVIL & ENVIRONMENTAL ENGINEERING COLLEGE OF ENGINEERING UNIVERSITY OF CALIFORNIA AT DAVIS
- Robertson, P.K. and Cabal, K.L., 2007, Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering. Available at no cost at <http://www.geologismiki.gr/>
- Robertson, P.K. 1990. Soil classification using the cone penetration test. Canadian Geotechnical Journal, 27 (1), 151-8.
- Robertson, P.K. and Wride, C.E., 1998. Cyclic Liquefaction and its Evaluation based on the CPT Canadian Geotechnical Journal, 1998, Vol. 35, August.
- Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J., Liao, S., Marcuson III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R., and Stokoe, K.H., Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 127, October, pp 817-833
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2002, Estimating Liquefaction Induced Ground Settlements from the CPT, Canadian Geotechnical Journal, 39: pp 1168-1180
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R., 2004, Estimating Liquefaction Induced Lateral Displacements using the SPT and CPT, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 130, No. 8, 861-871
- Pradel, D., 1998, Procedure to Evaluate Earthquake-Induced Settlements in Dry Sandy Soils, ASCE, Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering, Vol. 124, No. 4, 364-368
- Iwasaki, T., 1986, Soil liquefaction studies in Japan: state-of-the-art, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 5, No. 1, 2-70
- Papathanassiou G., 2008, LPI-based approach for calibrating the severity of liquefaction-induced failures and for assessing the probability of liquefaction surface evidence, Eng. Geol. 96:94-104
- P.K. Robertson, 2009, Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Canadian Geotechnical Journal, Vol. 46, No. 11, pp 1337-1355
- P.K. Robertson, 2009. "Performance based earthquake design using the CPT", Keynote Lecture, International Conference on Performance-based Design in Earthquake Geotechnical Engineering - from case history to practice, IS-Tokyo, June 2009
- Robertson, P.K. and Lisheng, S., 2010, "Estimation of seismic compression in dry soils using the CPT" FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON RECENT ADVANCES IN GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING AND SOIL DYNAMICS, *Symposium in honor of professor I. M. Idriss*, SAN diego, CA
- R. E. S. Moss, R. B. Seed, R. E. Kayen, J. P. Stewart, A. Der Kiureghian, K. O. Cetin, CPT-Based Probabilistic and Deterministic Assessment of In Situ Seismic Soil Liquefaction Potential, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 132, No. 8, August 1, 2006
- I. M. Idriss and R. W. Boulanger, 2008. Soil liquefaction during earthquakes, Earthquake Engineering Research Institute MNO-12
- Jonathan D. Bray & Jorge Macedo, Department of Civil & Environmental Engineering, Univ. of California, Berkeley, CA, USA, Simplified procedure for estimating liquefaction-induced building settlement, *Proceedings of the 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Seoul 201*

Project:

DMT Liquefaction Assessment Plots





Project:

:: DMT Input & Interpretation Results ::

Depth (m)	P ₀ (kPa)	P ₁ (kPa)	γ (kN/m ³)	σ' _v (kPa)	u ₀ (kPa)	I _d	K _d	E _d (kPa)	K ₀	OCR	M (MPa)	C _u (kPa)
0.60	88.00	980.00	17.70	10.00	0.00	10.20	8.58	31.00	0.00	0.00	73.30	0.00
0.80	593.00	2410.00	19.60	14.00	0.00	3.06	43.22	63.00	0.00	0.00	244.90	0.00
1.00	530.00	1690.00	19.60	18.00	0.00	2.19	30.00	40.30	0.00	0.00	142.50	0.00
1.20	426.00	1760.00	19.60	22.00	0.00	3.13	19.76	46.30	0.00	0.00	145.50	0.00
1.40	1299.00	3740.00	21.10	26.00	0.00	1.88	50.92	84.70	0.00	0.00	342.30	0.00
1.60	748.00	2580.00	19.60	30.00	0.00	2.45	25.16	63.60	0.00	0.00	214.50	0.00
1.80	468.00	2300.00	19.60	34.00	0.00	3.92	13.90	63.60	0.00	0.00	178.80	0.00
2.00	392.00	1930.00	19.60	38.00	0.00	3.93	10.43	53.40	0.00	0.00	135.60	0.00
2.20	252.00	1470.00	18.60	41.00	0.00	4.83	6.07	42.30	0.00	0.00	87.40	0.00
2.40	518.00	2130.00	19.60	45.00	0.00	3.11	11.46	55.90	0.00	0.00	147.00	0.00
2.60	551.00	2110.00	19.60	49.00	0.00	2.83	11.21	54.10	0.00	0.00	141.10	0.00
2.80	578.00	2300.00	19.60	53.00	0.00	2.98	10.89	59.80	0.00	0.00	154.20	0.00
3.00	667.00	2090.00	19.60	57.00	0.00	2.13	11.71	49.40	0.00	0.00	130.80	0.00
3.20	440.00	1590.00	19.60	61.00	0.00	2.61	7.23	39.90	0.00	0.00	88.20	0.00
3.40	198.00	765.00	17.70	65.00	0.00	2.86	3.05	19.70	0.00	0.00	28.70	0.00
3.60	235.00	870.00	18.60	68.00	0.00	2.71	3.43	22.00	0.00	0.00	34.20	0.00
3.80	225.00	860.00	18.60	72.00	0.00	2.83	3.12	22.00	0.00	0.00	32.50	0.00
4.00	300.00	1030.00	18.60	76.00	0.00	2.43	3.96	25.30	0.00	0.00	42.10	0.00
4.20	450.00	1600.00	19.60	80.00	0.00	2.55	5.66	39.90	0.00	0.00	79.40	0.00
4.40	157.00	1590.00	18.60	83.00	0.00	9.14	1.88	49.70	0.00	0.00	52.10	0.00
4.60	376.00	2250.00	19.60	87.00	0.00	4.99	4.31	65.00	0.00	0.00	115.00	0.00
4.80	206.00	595.00	17.70	91.00	0.00	1.88	2.27	13.50	0.00	0.00	14.90	0.00
5.00	117.00	700.00	17.70	95.00	0.00	4.97	1.24	20.20	0.00	0.00	17.20	0.00
5.20	156.00	340.00	16.70	98.00	0.00	1.18	1.59	6.40	0.43	0.80	5.40	16.00
5.40	91.00	1330.00	17.70	102.00	0.00	13.62	0.90	43.00	0.00	0.00	36.50	0.00
5.60	777.00	2200.00	19.60	105.00	0.00	1.83	7.40	49.40	0.00	0.00	109.40	0.00

:: DMT Input & Interpretation Results ::

Depth (m)	P ₀ (kPa)	P ₁ (kPa)	γ (kN/m ³)	σ' _v (kPa)	u ₀ (kPa)	I _d	K _d	E _d (kPa)	K ₀	OCR	M (MPa)	C _u (kPa)
5.80	170.00	385.00	16.70	109.00	0.00	1.27	1.56	7.50	0.00	0.00	6.30	0.00
6.00	134.00	790.00	17.70	112.00	0.00	4.91	1.19	22.80	0.00	0.00	19.40	0.00
6.20	166.00	350.00	16.70	114.00	2.00	1.12	1.44	6.40	0.38	0.80	5.40	17.00
6.40	208.00	245.00	15.70	115.00	4.00	0.18	1.77	1.30	0.48	0.83	1.10	22.00
6.60	212.00	270.00	15.70	116.00	6.00	0.28	1.77	2.00	0.48	0.83	1.70	22.00
6.80	185.00	1030.00	18.60	118.00	8.00	4.78	1.50	29.30	0.00	0.00	25.10	0.00
7.00	172.00	1290.00	18.60	119.00	10.00	6.91	1.36	38.80	0.00	0.00	33.00	0.00
7.20	209.00	1390.00	18.60	121.00	12.00	6.00	1.63	41.00	0.00	0.00	37.80	0.00
7.40	284.00	410.00	16.70	123.00	14.00	0.47	2.20	4.40	0.60	1.16	4.10	30.00
7.60	168.00	740.00	17.70	124.00	16.00	3.76	1.22	19.90	0.00	0.00	16.90	0.00
7.80	271.00	355.00	16.70	126.00	18.00	0.33	2.01	2.90	0.55	1.01	2.50	28.00
8.00	260.00	670.00	16.70	127.00	20.00	1.70	1.89	14.20	0.00	0.00	13.00	0.00
8.20	303.00	350.00	15.70	129.00	22.00	0.17	2.19	1.60	0.59	1.15	1.50	32.00
8.40	277.00	335.00	15.70	130.00	24.00	0.23	1.95	2.00	0.53	0.97	1.70	28.00
8.60	176.00	1200.00	18.60	131.00	26.00	6.79	1.15	35.50	0.00	0.00	30.20	0.00
8.80	257.00	425.00	16.70	133.00	27.00	0.73	1.73	5.80	0.47	0.80	5.00	24.00
9.00	297.00	565.00	16.70	134.00	29.00	1.00	2.00	9.30	0.54	1.00	8.30	29.00
9.20	330.00	435.00	16.70	135.00	31.00	0.35	2.20	3.60	0.60	1.17	3.50	34.00
9.40	279.00	1670.00	18.60	137.00	33.00	5.67	1.79	48.30	0.00	0.00	48.60	0.00
9.60	130.00	335.00	16.70	139.00	35.00	2.16	0.68	7.10	0.00	0.00	6.00	0.00
9.80	215.00	430.00	16.70	140.00	37.00	1.21	1.27	7.50	0.00	0.00	6.30	0.00
10.00	388.00	1480.00	18.60	141.00	39.00	3.13	2.47	37.90	0.00	0.00	48.70	0.00
10.20	141.00	225.00	15.70	143.00	41.00	0.84	0.70	2.90	0.30	0.80	2.50	8.00
10.40	188.00	655.00	17.70	144.00	43.00	3.23	1.00	16.20	0.00	0.00	13.80	0.00
10.60	472.00	1790.00	19.60	146.00	45.00	3.09	2.93	45.70	0.00	0.00	65.50	0.00
10.80	215.00	430.00	16.70	148.00	47.00	1.28	1.13	7.50	0.00	0.00	6.30	0.00
11.00	372.00	1790.00	18.60	149.00	49.00	4.38	2.17	49.20	0.00	0.00	57.60	0.00
11.20	312.00	1110.00	18.60	151.00	51.00	3.06	1.73	27.70	0.00	0.00	27.00	0.00
11.40	323.00	990.00	18.60	153.00	53.00	2.47	1.77	23.10	0.00	0.00	21.60	0.00
11.60	303.00	980.00	18.60	155.00	55.00	2.73	1.60	23.50	0.00	0.00	20.60	0.00
11.80	298.00	870.00	18.60	156.00	57.00	2.38	1.54	19.90	0.00	0.00	16.90	0.00
12.00	358.00	1030.00	18.60	158.00	59.00	2.25	1.89	23.30	0.00	0.00	22.70	0.00

:: DMT Input & Interpretation Results ::

Depth (m)	P ₀ (kPa)	P ₁ (kPa)	γ (kN/m ³)	σ' _v (kPa)	u ₀ (kPa)	I _d	K _d	E _d (kPa)	K ₀	OCR	M (MPa)	C _u (kPa)
12.20	134.00	785.00	17.70	160.00	61.00	8.90	0.46	22.60	0.00	0.00	19.20	0.00
12.40	209.00	1280.00	18.60	161.00	63.00	7.32	0.91	37.20	0.00	0.00	31.60	0.00
12.60	156.00	340.00	16.70	163.00	65.00	2.01	0.56	6.40	0.00	0.00	5.40	0.00
12.80	135.00	550.00	16.70	165.00	67.00	6.05	0.42	14.40	0.00	0.00	12.20	0.00
13.00	104.00	550.00	16.70	166.00	69.00	12.72	0.21	15.50	0.00	0.00	13.20	0.00
13.20	143.00	1130.00	17.70	167.00	71.00	13.64	0.43	34.20	0.00	0.00	29.10	0.00
13.40	155.00	360.00	16.70	169.00	73.00	2.48	0.49	7.10	0.00	0.00	6.00	0.00
13.60	148.00	400.00	16.70	170.00	75.00	3.43	0.43	8.70	0.00	0.00	7.40	0.00
13.80	206.00	1240.00	17.70	172.00	77.00	8.00	0.75	35.90	0.00	0.00	30.50	0.00
14.00	309.00	1280.00	18.60	173.00	78.00	4.22	1.33	33.70	0.00	0.00	28.60	0.00
14.20	372.00	1160.00	18.60	175.00	80.00	2.70	1.67	27.30	0.00	0.00	24.90	0.00
14.40	307.00	900.00	18.60	177.00	82.00	2.64	1.27	20.60	0.00	0.00	17.50	0.00
14.60	336.00	940.00	18.60	178.00	84.00	2.40	1.41	21.00	0.00	0.00	17.80	0.00
14.80	133.00	1220.00	17.70	180.00	86.00	23.16	0.26	37.70	0.00	0.00	32.10	0.00
15.00	88.00	1080.00	16.70	182.00	88.00	0.00	0.00	34.40	0.00	0.00	29.20	0.00
15.20	182.00	1300.00	17.70	183.00	90.00	12.22	0.50	38.80	0.00	0.00	33.00	0.00
15.40	138.00	280.00	16.70	185.00	92.00	3.08	0.25	4.90	0.00	0.00	4.20	0.00
15.60	379.00	1440.00	18.60	186.00	94.00	3.72	1.53	36.80	0.00	0.00	32.10	0.00
15.80	128.00	1530.00	16.70	188.00	96.00	43.65	0.17	48.60	0.00	0.00	41.30	0.00
16.00	98.00	1410.00	16.70	189.00	98.00	0.00	0.00	45.50	0.00	0.00	38.70	0.00
16.20	100.00	740.00	16.70	191.00	100.00	0.00	0.00	22.20	0.00	0.00	18.90	0.00

Abbreviations

Depth: Depth of DMT test
P₀: First corrected DMT reading
P₁: Second corrected DMT reading
γ: Soil unit weight
σ'_v: Vertical effective stress
u₀: Pore water pressure
I_d: DMT Material Index
K_d: DMT Horizontal Stress Index
E_d: DMT Modulus
K₀: Earth pressure coefficient
OCR: Overconsolidation ratio
M: Constrained modulus (= oedometer modulus)
C_u: Undrained shear strength

Project:
:: DMT Calculation Results (Robertson 2012) ::

DMT Depth (m)	CPT Depth (m)	CPT $Q_{c1n,cs}$	DMT I_d	DMT K_d	DMT $Q_{c1n,cs}$	CRR _{7.5}	F.S.
0.60	0.60	123.66	10.20	8.58	214.50	4.00	2.00
0.80	0.80	176.89	3.06	43.22	1080.50	4.00	2.00
1.00	1.00	195.70	2.19	30.00	750.00	4.00	2.00
1.20	1.20	133.55	3.13	19.76	494.00	4.00	2.00
1.40	1.40	162.74	1.88	50.92	1273.00	4.00	2.00
1.60	1.60	182.83	2.45	25.16	629.00	4.00	2.00
1.80	1.80	141.88	3.92	13.90	347.50	4.00	2.00
2.00	2.00	93.25	3.93	10.43	260.75	4.00	2.00
2.20	2.20	53.07	4.83	6.07	151.75	4.00	2.00
2.40	2.40	63.68	3.11	11.46	286.50	4.00	2.00
2.60	2.60	63.87	2.83	11.21	280.25	4.00	2.00
2.80	2.80	63.55	2.98	10.89	272.25	4.00	2.00
3.00	3.00	79.88	2.13	11.71	292.75	4.00	2.00
3.20	3.20	87.39	2.61	7.23	180.75	4.00	2.00
3.40	3.40	105.92	2.86	3.05	76.25	4.00	2.00
3.60	3.60	101.82	2.71	3.43	85.75	4.00	2.00
3.80	3.80	247.65	2.83	3.12	78.00	4.00	2.00
4.00	4.00	222.74	2.43	3.96	99.00	4.00	2.00
4.20	4.20	168.31	2.55	5.66	141.50	4.00	2.00
4.40	4.40	144.51	9.14	1.88	47.00	4.00	2.00
4.60	4.60	127.63	4.99	4.31	107.75	4.00	2.00
4.80	4.80	101.12	1.88	2.27	56.75	4.00	2.00
5.00	5.00	121.73	4.97	1.24	31.00	4.00	2.00
5.20	5.20	107.57	1.18	1.59	39.75	4.00	2.00
5.40	5.40	136.40	13.62	0.90	22.50	4.00	2.00
5.60	5.60	103.71	1.83	7.40	185.00	4.00	2.00
5.80	5.80	68.90	1.27	1.56	39.00	4.00	2.00
6.00	6.00	71.88	4.91	1.19	29.75	4.00	2.00
6.20	6.20	57.59	1.12	1.44	36.00	4.00	2.00
6.40	6.40	60.49	0.18	1.77	44.25	4.00	2.00
6.60	6.60	50.95	0.28	1.77	44.25	4.00	2.00
6.80	6.80	89.59	4.78	1.50	37.50	4.00	2.00
7.00	7.00	66.25	6.91	1.36	34.00	0.08	0.84
7.20	7.20	72.10	6.00	1.63	40.75	0.09	0.85
7.40	7.40	77.57	0.47	2.20	55.00	4.00	2.00
7.60	7.60	47.89	3.76	1.22	30.50	0.08	0.79
7.80	7.80	62.66	0.33	2.01	50.25	4.00	2.00
8.00	8.00	56.26	1.70	1.89	47.25	0.09	0.84
8.20	8.20	71.66	0.17	2.19	54.75	4.00	2.00
8.40	8.40	59.06	0.23	1.95	48.75	4.00	2.00
8.60	8.60	98.78	6.79	1.15	28.75	0.08	0.74
8.80	8.80	144.08	0.73	1.73	43.25	4.00	2.00
9.00	9.00	153.19	1.00	2.00	50.00	4.00	2.00
9.20	9.20	104.09	0.35	2.20	55.00	4.00	2.00

:: DMT Calculation Results (Robertson 2012) ::

DMT Depth (m)	CPT Depth (m)	CPT $Q_{c1n,cs}$	DMT I_d	DMT K_d	DMT $Q_{c1n,cs}$	CRR _{7.5}	F.S.
9.40	9.40	58.43	5.67	1.79	44.75	0.09	0.77
9.60	9.60	73.52	2.16	0.68	17.00	0.08	0.69
9.80	9.80	43.16	1.21	1.27	31.75	4.00	2.00
10.00	10.00	90.46	3.13	2.47	61.75	0.10	0.86
10.20	10.20	107.20	0.84	0.70	17.50	4.00	2.00
10.40	10.40	82.92	3.23	1.00	25.00	0.08	0.68
10.60	10.60	90.72	3.09	2.93	73.25	0.12	0.97
10.80	10.80	101.34	1.28	1.13	28.25	4.00	2.00
11.00	11.00	69.40	4.38	2.17	54.25	0.09	0.78
11.20	11.20	57.81	3.06	1.73	43.25	0.09	0.72
11.40	11.40	56.07	2.47	1.77	44.25	0.09	0.72
11.60	11.60	64.74	2.73	1.60	40.00	0.09	0.70
11.80	11.80	94.62	2.38	1.54	38.50	0.09	0.69
12.00	12.00	128.62	2.25	1.89	47.25	0.09	0.73
12.20	12.20	116.37	8.90	0.46	11.50	0.08	0.65
12.40	12.40	74.89	7.32	0.91	22.75	0.08	0.65
12.60	12.60	58.25	2.01	0.56	14.00	0.08	0.64
12.80	12.80	57.84	6.05	0.42	10.50	0.08	0.64
13.00	13.00	59.07	12.72	0.21	5.25	0.08	0.64
13.20	13.20	92.29	13.64	0.43	10.75	0.08	0.64
13.40	13.33	-1.00	2.48	0.49	12.25	0.08	0.64
13.60	13.33	-1.00	3.43	0.43	10.75	0.08	0.64
13.80	13.33	-1.00	8.00	0.75	18.75	0.08	0.65
14.00	13.33	-1.00	4.22	1.33	33.25	0.08	0.67
14.20	13.33	-1.00	2.70	1.67	41.75	0.09	0.70
14.40	13.33	-1.00	2.64	1.27	31.75	0.08	0.67
14.60	13.33	-1.00	2.40	1.41	35.25	0.08	0.67
14.80	13.33	-1.00	23.16	0.26	6.50	0.08	0.64
15.00	13.33	-1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00
15.20	13.33	-1.00	12.22	0.50	12.50	0.08	0.64
15.40	13.33	-1.00	3.08	0.25	6.25	0.08	0.64
15.60	13.33	-1.00	3.72	1.53	38.25	0.09	0.68
15.80	13.33	-1.00	43.65	0.17	4.25	0.08	0.64
16.00	13.33	-1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00
16.20	13.33	-1.00	0.00	0.00	0.00	4.00	2.00

Abbreviations

DMT Depth: Depth of DMT test point
 CPT Depth: Depth of CPT test point
 CPT $Q_{c1n,cs}$: Clean sand equivalent cone resistance (from CPT)
 DMT I_d : DMT Material Index
 DMT K_d : DMT Horizontal Stress Index
 DMT $Q_{c1n,cs}$: Clean sand equivalent cone resistance (from DMT)
 CRR_{7.5}: Adjusted cyclic resistance ratio
 F.S.: Factor of safety