

REGIONE DEL VENETO
PROVINCIA DI VENEZIA
COMUNE DI SANTA MARIA DI SALA

**NUOVO EDIFICIO COMMERCIALE IN VIA
NOALESE 226 A SANTA MARIA DI SALA (VE)**

**INDAGINE GEOGNOSTICA
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

NTC 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M.81 del 14.01.2008

COMMITTENTE: ALOA S.R.L.

Lovadina di Spresiano, Settembre 2015



Paolo Sivieri

SOMMARIO

OGGETTO	3
OBIETTIVI.....	3
UNITA' DI MISURA.....	3
INDAGINI IN SITO.....	4
RIFERIMENTI PLANOALTIMETRICI.....	4
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO,	5
E IDROGEOLOGICO	5
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE.....	7
STRATIGRAFIA DI SINTESI E.....	9
PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO	9
FALDA	10
DESCRIZIONE DEL PROGETTO - FONDAZIONI	10
VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	11
STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	13
<i>CEDIMENTI EDOMETRICI</i>	13
RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	14
<i>CATEGORIA TOPOGRAFICA</i>	16
<i>PERICOLOSITA' DEL SITO</i>	17
VERIFICA ALLA STABILITA' NEI.....	18
CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	18
CONCLUSIONI	19
ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	20

OGGETTO

La società Aloa S.r.l. ha incaricato la scrivente Geoservizi2 Srl di eseguire un'indagine geognostica, geologica e geotecnica, e redarre una relazione geologico-geotecnica secondo quanto previsto dalle NTC2008 "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M. 14.01.2008, finalizzata allo studio dei terreni di fondazione relativamente al progetto di nuovo edificio commerciale in Via Noalese 226 a Santa Maria di Sala (VE).

OBIETTIVI

Inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico dell'area.

Determinazione della stratigrafia e dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione.

Verifica agli stati limite ultimi SLU e di esercizio SLE delle fondazioni superficiali.

Valutazione della risposta sismica locale, della categoria sismica del sottosuolo e del rischio sismico locale.

Verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione.

UNITA' DI MISURA

Nella presente relazione si assume: 1 t \equiv 10 kN, 1 kg \equiv 10 N.

INDAGINI IN SITO

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di:

- n. 4 prove penetrometriche statiche meccaniche CPT, spinte fino alla profondità di 20 m dal piano campagna; la prova è stata eseguita secondo la normativa di riferimento per le prove C.P.T.: ASTM D3441 – 86;
- n. 2 prove penetrometriche statiche elettriche con piezocono CPTU, spinte fino alla profondità di 30 m dal piano campagna.

RIFERIMENTI PLANOALTIMETRICI

L'inizio dei punti di prova corrisponde al piano campagna esistente, avente quota media compresa tra 12.6 e 13.0 m s.l.m. (da rilievo topografico fornito dallo Studio Conte Srl). Queste le quote esatte di inizio prova assunte per ciascuna verticale di indagine:

CPTU 1	12.6 m s.l.m.
CPT2	12.6 m s.l.m.
CPT3	13.0 m s.l.m.
CPT4	12.7 m s.l.m.
CPT5	13.0 m s.l.m.
CPTU 6	12.8 m s.l.m.

L'ubicazione planimetrica delle prove penetrometriche è indicata in Figura 4.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, E IDROGEOLOGICO

L'area in oggetto è ubicata in località Caselle nel Comune di Santa Maria di Sala, e presenta un piano campagna con quota media compresa tra 12.6 e 13.0 m s.l.m., in cui non sono evidenti indizi di processi erosivi o di instabilità, in atto o potenziali; l'ubicazione dell'area è visibile nelle Figure 1 e 2.

Dal punto di vista geomorfologico, poco a Nord dell'area di intervento vi è traccia di un ampio dosso fluviale con direzione da Ovest-Nord_Ovest verso Est-Sud_Est; nei dintorni dell'area di indagine sono inoltre presenti delle tracce discontinue di corsi pleistocenici estinti, aventi la medesima direzione.

Dal punto di vista geologico il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali appartenenti all'Unità di Mestre (*Pleistocene Sup.*), caratterizzato dalla presenza di sabbie, limi e argille; in particolare le sabbie e i limi superficiali, rappresentativi di facies di canale attivo, costituiscono corpi lentiformi e possono passare lateralmente a terreni argilloso-limosi localmente organici, rappresentativi di episodi di esondazione.

In profondità i corpi di canale attivo possono essere amalgamati tra loro e produrre strati omogenei e continui di natura sabbiosa (da *"Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia; Provincia di Venezia – Università di Padova; anno 2008"*).

Nello specifico nell'area di studio sono presenti alternanze di spessore da metrico a plurimetrico di sedimenti argilloso-limosi e sedimenti sabbiosi e sabbioso-limosi.

Dal punto di vista idrogeologico nel sottosuolo è presente una prima falda superficiale di tipo freatico, immagazzinata nelle sabbie superficiali, alimentata prevalentemente dalle piogge, con livello statico alla profondità di circa 2 m dal

piano campagna. Più in profondità è presente una falda, in debole pressione, immagazzinata negli strati sabbioso-limosi e sabbiosi, confinata alla sommità da strati argilloso-limosi poco permeabile che costituiscono pertanto degli acquitardi; la superficie piezometrica di tale falda si ritiene sia in sostanziale equilibrio piezometrico con la falda superficiale.

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

La prova penetrometrica statica consiste nella infissione nel terreno di una punta conica con area di 10 cm^2 e angolo d'apertura del cono di 60° , dotata di un manicotto cilindrico, con area di 150 cm^2 (punta tipo "Begemann").

L'infissione avviene attraverso un sistema idraulico alla velocità di 2 cm/s : una batteria di astine, contenute entro tubi di rivestimento, fa avanzare nel terreno prima il solo cono, poi sia il cono sia il manicotto; lo sforzo necessario per l'avanzamento viene misurato con una cella idraulica dotata di due manometri con f.s. di 20 kN e 200 kN in classe 1.

Nella prima fase si misura R_p (resistenza alla punta), nella seconda fase $R_t = R_p + R_l$ (attrito laterale locale) da cui si ricava $R_l = R_t - R_p$; per ogni metro di infissione vengono eseguite 5 misure di R_p e R_l .

I valori misurati vengono caricati in un programma di calcolo automatico che permette di stampare i diagrammi di R_p , di R_l e di R_p/R_l in funzione della profondità e fornisce una interpretazione stratigrafica del sottosuolo attraversato; le coppie di dati R_p e R_l vengono infatti utilizzate dal programma per individuare la natura granulometrica del terreno in base al rapporto R_p/R_l (alto per i materiali incoerenti, basso per i materiali coesivi).

Le prove penetrometriche sono state effettuate con un penetrometro olandese Gouda da 200 kN di spinta, autocarrato su Fiat 75 PC a trazione integrale da 80 q.li , ancorabile al suolo con due vitoni.

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO

Le prove penetrometriche statiche con piezocono sono state realizzate impiegando un penetrometro statico olandese Gouda da 20 tonnellate di spinta, autocarrato su Fiat 75 PC a trazione integrale da 80 q.li, ancorabile al suolo con due vitoni.

Il piezocono è una particolare punta in grado di fornire tre parametri d'interesse geotecnico, in particolare:

- * resistenza alla punta (Q_c)
- * resistenza frizionale (F_s)
- * pressione interstiziale dinamica (U).

Le prove sono state effettuate utilizzando il piezocono Memocone prodotto dalla Ditta ENVI Environmental Mechanics AB (Svezia).

La punta conica presenta diametro di 35.7 mm e angolo d'apertura del cono di 60° ; il cono termina con un collare alto 10 mm di pari diametro nel quale è alloggiato il filtro, che consiste in una fessura tangenziale di 0.3 mm di luce.

Il manicotto di frizione ha diametro 35.7 mm ed altezza 133.7 mm.

Il rapporto $a = A_n/A_t$ è pari a 0.68.

I sensori, posti direttamente all'interno della punta, sono di tipo estensimetrico; essi consistono in due celle di carico coassiali ed un trasduttore di pressione che generano segnali elettrici proporzionali alle pressioni imposte.

Il corpo che contiene la parte elettronica e le batterie di alimentazione ha diametro 36 mm per una lunghezza di circa 1 m; la parte elettronica comprende un convertitore AD ed un data-logger.

Durante l'esecuzione delle prove il MEMOCONE registra un file "tempo-parametri Q_c , f_s , U " mentre un computer esterno attraverso un datalogger collegato ad un encoder registra un file "tempo-posizione del MEMOCONE"; al termine della prova il computer mette in relazione i due files costruendo il file "profondità-parametri Q_c , f_s , U " che costituisce il risultato finale della prova.

I dati vengono misurati una volta al secondo, per una durata massima, per singolo sondaggio di 4.5 ore.

**STRATIGRAFIA DI SINTESI E
PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO**

Nella tabella seguente si riporta un riepilogo dei parametri stratigrafici e geotecnici del sottosuolo, ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche eseguite:

Strato n.	Quote (m s.l.m.)		Descrizione	E MPa	Ø gradi	Cu kPa	γ _d kN/m ³	γ _s kN/m ³
	da (m)	a (m)						
1	13.0/12.6	11.5/11.4	Terreno di riporto ghiaioso-sabbioso	-	-	-	-	-
2	11.5/11.4	11.3/9.7	Argilla limosa, consistente, localmente mod. consistente	1.87/1.51	-	94-75	18.0	18.5
				0.72	-	36	17.5	18.0
3	11.3/9.7	7.3/6.3	Sabbia limosa, localmente limo sabbioso, con intercalazione argilloso- limosa mod. consistente.	3.53-7.15	32°-36°	-	18.0	20.0
				0.51-0.77	-	26-38	17.5	18.0
4	7.3/6.3	3.5/2.5	Argilla limosa, moderatamente consistente	0.88	-	44	18.0	18.5
5	3.5/2.5	-4.1/-5.3	Sabbia, moderatamente addensata	10.14-14.71	38°	-	19.0	21.0
6	-4.1/-5.3	-7.2/-7.4	Argilla e limo, consistenti	2.24-2.87	-	112-144	19.0	19.5
7	-7.2/-7.4	-9.3/-9.4	Sabbia mod. addensata	8.19-8.22	36°	-	19.0	21.0
8	-9.3/-9.4	-16.6/-16.8	Alternanze di: argilla limosa consistente	1.69-2.83	-	84-142	18.5	19.0
			sabbia limosa mod. addensata	4.43-7.05	34°-36°	-	18.5	20.5
9	-16.6/-16.8	-17.4/-17.7	Sabbia, moderatamente addensata	8.85-14.19	38°	-	19.0	21.0

I valori numerici delle resistenze alla punta e dei parametri geotecnici, per ciascuno strato, sono riportati nei modelli geotecnici allegati.


Le correlazioni tra i valori di R_p ed R_I e la classificazione granulometrica dei materiali e i valori numerici dei parametri geotecnici non garantiscono la medesima precisione fornita da prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati di terreno.

FALDA

La falda è stata osservata all'interno dei fori delle prove CPTU 1 e 2 e della prova CPT2 ad una profondità compresa tra 2.1 e 2.3 m da piano campagna (10.5 m s.l.m.); questa dato può avere delle oscillazioni stagionali di circa +/- 0.5 m in funzione del regime delle piogge e dei fiumi circostanti.

Si pone comunque l'attenzione sul fatto che misure piezometriche eseguite all'interno di fori di prova penetrometrica non hanno la medesima precisione di misure di falda eseguite in piezometri.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO - FONDAZIONI

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio rettangolare con un'area di mq 3617. 

Per la verifica agli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) delle fondazioni dirette superficiali, si considera l'ipotesi di una fondazione a plinto quadrato con lato $B = 3.0$ m, soggetto ad un carico permanente alla base del pilastro ipotizzato in 400 kN.

Nel caso in cui i carichi di progetto siano differenti e/o presentino concentrazioni in alcuni punti dell'edificio, sarà necessario procedere ad una puntuale verifica geotecnica delle fondazioni. Si ricorda, a tale proposito, che ai sensi della vigente normativa (NTC 2008) la responsabilità del dimensionamento delle fondazioni è esclusivamente del progettista strutturale.

VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Il terreno di appoggio di un plinto di fondazione impostato a -1.5 m dal piano campagna è costituito superficialmente da argilla limosa consistente, localmente moderatamente consistente, passante inferiormente a sabbia limosa moderatamente addensata.

La verifica agli stati limite ultimi della fondazione prevede che sia soddisfatta la relazione $E_d \leq R_d$ dove:

E_d = Azione di progetto

R_d = Resistenza di progetto

Nello specifico la verifica è stata eseguita considerando:

Approccio 2 – Combinazione 1 (GEO): (A1 + M1 + R3).

dove:

A = Azioni

(Combinazione A1 cui corrisponde un coefficiente parziale $\gamma_f = 1.3 \div 1.5$)

M = Resistenza dei terreni

(Combinazione M1 cui corrisponde un coefficiente parziale $\gamma_m = 1.0$)

R = Resistenza globale del sistema

(Combinazione R3 cui corrisponde un coefficiente parziale $\gamma_R = 2.3$)

Ai fini della determinazione della resistenza di progetto R_d si assumono prudenzialmente i seguenti **parametri geotecnici caratteristici cautelativi**, relativi ai termini argilloso-limosi di fondazione:

coesione non drenata: $c_{u,k} = 50 \text{ kPa}$

peso di volume asciutto: $\gamma_{d,k} = 18.5 \text{ kN/m}^3$

peso di volume saturo: $\gamma_{s,k} = 19.0 \text{ kN/m}^3$

Da tali parametri geotecnici caratteristici si perviene ai valori dei parametri di progetto, mediante la relazione:

Parametro di progetto = Parametro caratteristico / γ_M

dove $\gamma_M = 1.0$; si confermano pertanto i seguenti **parametri geotecnici di progetto**:

coesione non drenata: $c_{u,d} = 50 \text{ kPa}$

peso di volume asciutto: $\gamma_{d,d} = 18.5 \text{ kN/m}^3$

peso di volume saturo: $\gamma_{s,d} = 19.0 \text{ kN/m}^3$

Utilizzando la formula di Terzaghi per fondazioni quadrate in terreni coesivi si perviene al seguente valore della resistenza degli strati di fondazione:

$$R = 1.2 N_c C_u + \gamma D N_q$$

Si ottiene:

R	= kPa	Resistenza limite
D	= 1.5	Profondità di imposta della fondazione
γ_d	= 18.5 kN/m^3	peso di volume sopra falda
γ'_d	= 9.0 kN/m^3	peso di volume efficace
$c_{u,d}$	= 50 kPa	coesione non drenata
N_c	= 5.14	fattore di capacità portante
N_q	= 1.00	fattore di capacità portante

Si ottiene, considerando che cautelativamente la falda possa risalire fino alla profondità di 1.5 m dalla piana campagna:

$$R \approx 329.8 \text{ kPa}$$

Da cui si ottiene la seguente resistenza di progetto:

$$R_d(\text{resistenza di progetto}) = R/\gamma_R = 329.8/2.3 = \mathbf{143.4 \text{ kPa}}$$

(dove γ_R rappresenta il coefficiente parziale R3)

La resistenza di progetto R_d dovrà essere confrontata con l'azione di progetto E_d e qualora risultasse $R_d > E_d$, la verifica, per quanto riguarda gli stati limite ultimi, sarà soddisfatta.

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

CEDIMENTI EDOMETRICI

La valutazione del cedimento di consolidazione prevedibile è fatta ipotizzando per il terreno un modello di comportamento di tipo edometrico, mediante la formula:

$$\Delta S_i = (H_i \times \Delta P_i) / E'_i$$

$$S = \sum \Delta S_i$$

Nell'ipotesi di una fondazione a plinto quadrato con lato $B = 3.0$ m, impostata a -1.5 m dal piano campagna, che trasmette un incremento di pressione media permanente alla base pari a 38 kPa, si ottengono i seguenti cedimenti edometrici teorici:

Vertical e	Cedimento edometrico (cm)
CPTU 1	1.5
CPT 2	2.1
CPT 3	1.9
CPT 4	1.8
CPT 5	1.9
CPTU 6	2.5

Dati i risultati ottenuti, non si esclude l'insorgere di cedimenti differenziali di modesta entità (circa 1 cm), conseguenti ad una discreta eterogeneità stratigrafica e geotecnica del primo sottosuolo.

Per i dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo allegati.

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPTU 1

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-3,8	230	SABBIA E LIMO	5,40	10,79	31,02	0,661
-3,8	-4,1	30	ARGILLA LIMOSA	0,55	1,99	16,66	0,251
-4,1	-4,5	40	LIMO	1,58	4,87	14,05	0,115
-4,5	-5,8	130	SABBIA E LIMO	7,15	13,63	9,56	0,091
-5,8	-9,45	365	ARGILLA LIMOSA	1,25	4,94	3,96	0,293
-9,45	-10,2	75	LIMO	4,41	8,82	2,24	0,019
-10,2	-17,1	690	SABBIA	14,71	22,54	1,08	0,033
-17,1	-17,6	50	ARGILLA LIMOSA	2,36	5,95	0,64	0,005
-17,6	-18,1	50	LIMO SABBIOSO	4,54	9,47	0,60	0,003
-18,1	-18,5	40	LIMO SABBIOSO	7,46	14,92	0,57	0,002
-18,5	-20	150	ARGILLA LIMOSA	2,62	6,72	0,51	0,011

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 1,5

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPT 2

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-2,9	140	LIMO E ARGILLA	1,77	5,14	35,76	0,973
-2,9	-4,3	140	SABBIA	3,53	7,48	19,85	0,371
-4,3	-5,1	80	LIMO LOCALMENTE ARGILLOSO	1,28	5,23	11,65	0,178
-5,1	-6,3	120	SABBIA LIMOSA	6,17	11,14	7,63	0,082
-6,3	-10,1	380	ARGILLA LIMOSA	0,88	3,26	3,36	0,392
-10,1	-17,9	780	SABBIA	11,36	17,81	1,02	0,045
-17,9	-18,7	80	LIMO ARGILLOSO	2,45	6,97	0,57	0,007
-18,7	-20	130	SABBIA LIMOSA	6,07	11,05	0,51	0,006

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 2,1

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPT 3

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-2,1	60	ARGILLA LIMOSA	1,51	5,02	37,78	0,451
-2,1	-3,5	140	SABBIA	4,30	9,08	29,16	0,449
-3,5	-3,9	40	ARGILLA LIMOSA	0,77	2,76	18,87	0,274
-3,9	-5,7	180	SABBIA	4,92	10,15	11,14	0,197
-5,7	-9,1	340	ARGILLA LIMOSA	0,86	3,19	4,24	0,452
-9,1	-17,1	800	SABBIA	10,14	17,09	1,18	0,055
-17,1	-20	290	ARGILLA LIMOSA E LIMO SABBIOSO	2,87	6,93	0,55	0,023

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 1,9

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPT 4

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-2,1	60	ARGILLA LIMOSA	1,65	5,83	37,78	0,389
-2,1	-3,9	180	SABBIA LIMOSA	4,07	8,36	26,65	0,574
-3,9	-4,3	40	ARGILLA LIMOSA	0,71	2,80	15,48	0,221
-4,3	-5,9	160	SABBIA LIMOSA	4,65	9,48	9,76	0,165
-5,9	-9,7	380	ARGILLA LIMOSA	0,88	3,34	3,76	0,428
-9,7	-17,5	780	SABBIA	12,28	19,10	1,09	0,044
-17,5	-18,1	60	LIMO ARGILLOSO	2,72	8,40	0,61	0,004
-18,1	-19,5	140	LIMO SABBIOSO	5,35	11,05	0,54	0,007
-19,5	-20	50	LIMO ARGILLOSO	2,14	6,78	0,49	0,004

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 1,8

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPT 5

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-1,7	20	ARGILA LIMOSA	1,87	7,06	37,99	0,108
-1,7	-2,7	100	LIMO E SABBIA	2,00	6,01	35,76	0,595
-2,7	-4,3	160	LIMO SABBIOSO	2,86	5,95	20,87	0,561
-4,3	-5,7	140	SABBIA LIMOSA	5,49	10,77	10,19	0,133
-5,7	-9,5	380	ARGILLA LIMOSA	1,00	3,64	3,99	0,417
-9,5	-17,1	760	SABBIA	11,72	18,84	1,14	0,046
-17,1	-20	290	LIMO E ARGILLA	3,58	8,29	0,55	0,019

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 1,9

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

CALCOLO DEI CEDIMENTI

Schema Edometrico Monodimensionale $dS = H \times dPv \times Mv = H \times dPv / E'$

Penetrometria di riferimento: CPTU 6

Tipo di fondazione: PLINTO

Quota del piano di posa (m): -1,5

Dimensioni della fondazione Larghezza (m): 3,0 Lunghezza (m): 3,0

Carico sul terreno (kPa): 38

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp (MPa)	E' (MPa)	dPv (kPa)	dS (cm)
-1,5	-2,5	100	LIMO ARGILLOSO	0,72	2,80	37,08	1,326
-2,5	-4	150	SABBIA E LIMO	4,09	8,53	23,63	0,416
-4	-4,2	20	ARGILLA LIMOSA	0,51	2,04	15,48	0,151
-4,2	-4,6	40	LIMO SABBIOSO	2,49	5,76	13,39	0,093
-4,6	-4,9	30	ARGILLA LIMOSA	1,65	4,30	11,39	0,079
-4,9	-6,1	120	SABBIA E LIMO	7,05	14,11	8,26	0,070
-6,1	-9,9	380	ARGILLA LIMOSA	1,37	5,29	3,55	0,255
-9,9	-17	710	SABBIA	13,90	21,65	1,11	0,037
-17	-18	100	ARGILLA LIMOSA	2,24	6,22	0,63	0,010
-18	-18,5	50	LIMO	5,17	11,02	0,57	0,003
-18,5	-19	50	LIMO ARGILLOSO	4,87	9,99	0,54	0,003
-19	-20	100	LIMO E ARGILLA	2,45	6,33	0,50	0,008

CEDIMENTO TOTALE PREVEDIBILE cm 2,5

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

dPv : Incremento di pressione verticale (kPa)

dS : Cedimento dello strato (cm)

RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'area in oggetto, ubicata nel comune di Santa Maria di Sala, è stata confermata "zona 3", ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche.

Secondo quanto prescritto dalle NTC2008 "Norme tecniche per le costruzioni" – D.M. 14.01.2008 ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

A) formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B) Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_U > 250$ kPa).

C) Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_U < 250$ kPa).

D) Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_U < 70$ kPa).

E) Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su di un substrato di materiali più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.

Inoltre:

S1) Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto in acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa)

S2) Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti V_{S30} è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = 30 / (\sum h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Il sito viene classificato sulla base del valore di V_{S30} se disponibile, altrimenti sulla base di N_{SPT} o C_u .

Nello specifico, per la stima della V_{S30} e quindi della categoria di sottosuolo sulla base della prova penetrometrica più profonda, è stata utilizzata la relazione di Robertson et al. (1992) che mette in correlazione la resistenza alla punta misurata in fase di prova CPT (q_c) con la velocità delle onde di taglio (V_s):

$$V_s = \left[10^{0.55 I_c + 1.68} \frac{(q_c - \sigma_{vo})}{p_a} \right]^{0.5}$$

dove p_a rappresenta la pressione atmosferica e σ_{vo} la pressione litostatica alla profondità di calcolo.

Il calcolo di cui sopra, eseguito per tutti i valori di q_c rilevati con passo 20 cm nella prova CPT1, spinta appositamente a 30 m di profondità dal piano campagna, ha permesso stimare la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri : $V_{s30} \cong 240$ m/s.

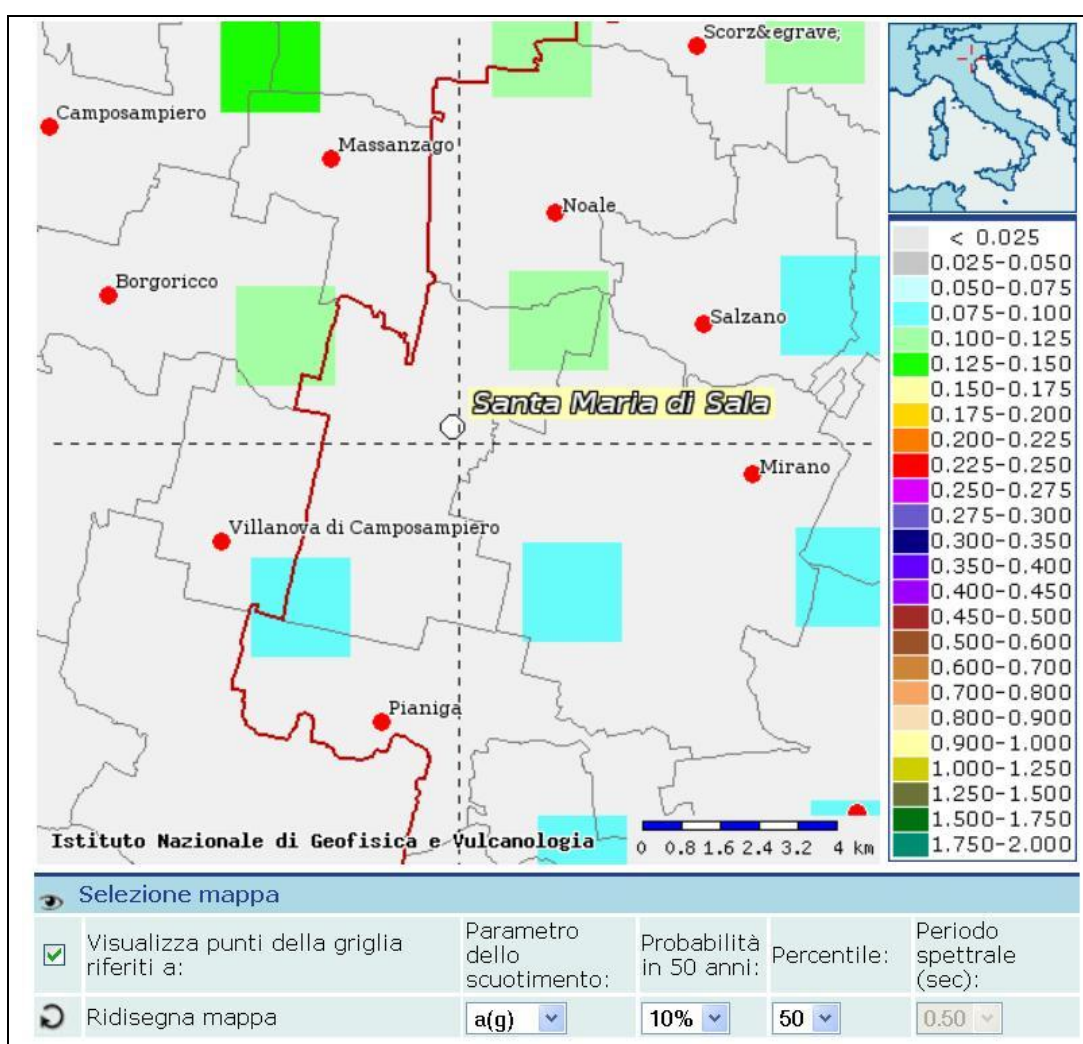
Tenendo conto del dato di V_{s30} stimato si classifica il terreno in **categoria C**.

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Il lotto di studio insiste su di un'area pianeggiante posta a una quota media di circa 12.6-13.0 m s.l.m.; la superficie topografica è pertanto classificabile in **categoria T1** *“superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”*.

PERICOLOSITA' DEL SITO

Nella figura seguente si riportano i valori di pericolosità sismica del territorio nazionale (INGV) espresso in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% (SLV) in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A).



VERIFICA ALLA STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

E' stata valutata la stabilità dei terreni di fondazione nei confronti della liquefazione, come stabilito dalle nuove norme tecniche NTC 2008.

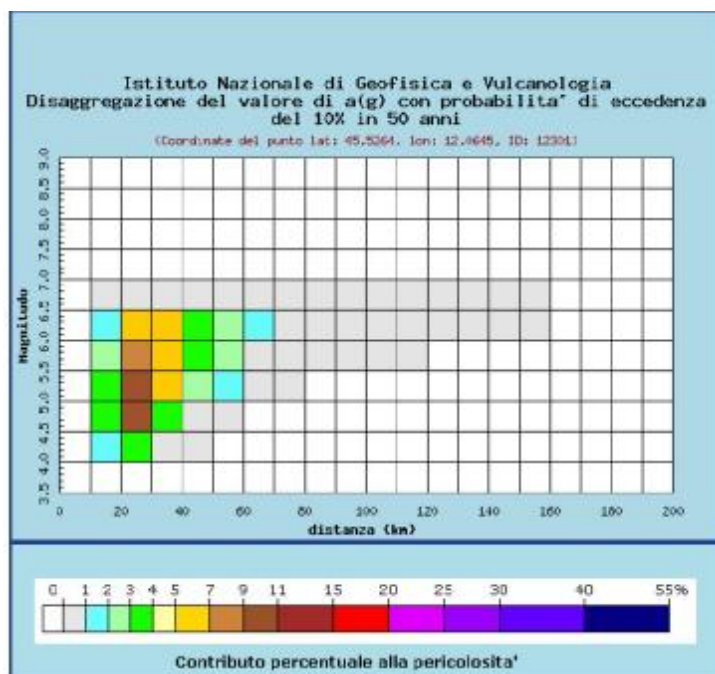
La verifica è stata eseguita utilizzando le resistenze misurate durante la prova CPT, inserendo il file dati penetrometrici nel software Liquefy v. 2.6.

Le azione sismiche considerate sono state cautelativamente riferite allo stato limite di salvaguardia vita (SLV).

Questi i dati sismici di input:

- Accelerazione massima al suolo: 0.17 g (SLV)
- Magnitudo atteso nel sito: 6.0*
- Categoria del sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1

* (da Grafico di disaggregazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)



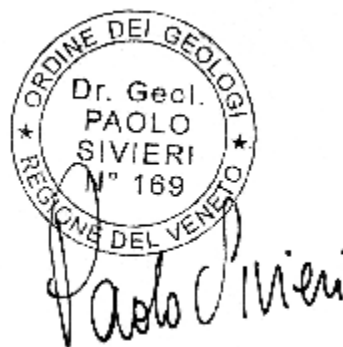
L'analisi è stata eseguita con il metodo *Robertson et al. (1998)*, assumendo come suscettibili di liquefazione solo quei punti aventi indice I_c (Soil Behaviour Type Index; indice funzione della resistenza alla punta e dell'attrito laterale misurato nella prova CPT) minore di 2.6, secondo quanto prevede il criterio di calcolo del metodo Robertson & Wride.

L'analisi, di cui si riporta il dettaglio in allegato, ha permesso di stabilire che i terreni di fondazione risultano stabili nei confronti della liquefazione per quanto riguarda gli stati limite di salvaguardia vita (SLV).

Per i dettagli si veda il grafico allegato.

CONCLUSIONI

Considerato l'assetto geologico e idrogeologico del primo sottosuolo interessato dall'opera in progetto, si ritiene l'intervento compatibile con gli stessi.



ELENCO DEGLI ALLEGATI

- INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA DI INDAGINE
- UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE
- ESTRATTO DALLA CARTA DELLE UNITA' GEOLOGICHE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA
- UBICAZIONE PLANIMETRICA DELLE VERTICALI DI INDAGINE
- DIAGRAMMA DELLE PROVE PENETROMETRICHE E MODELLI GEOTECNICI
- DIAGRAMMA FS – STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

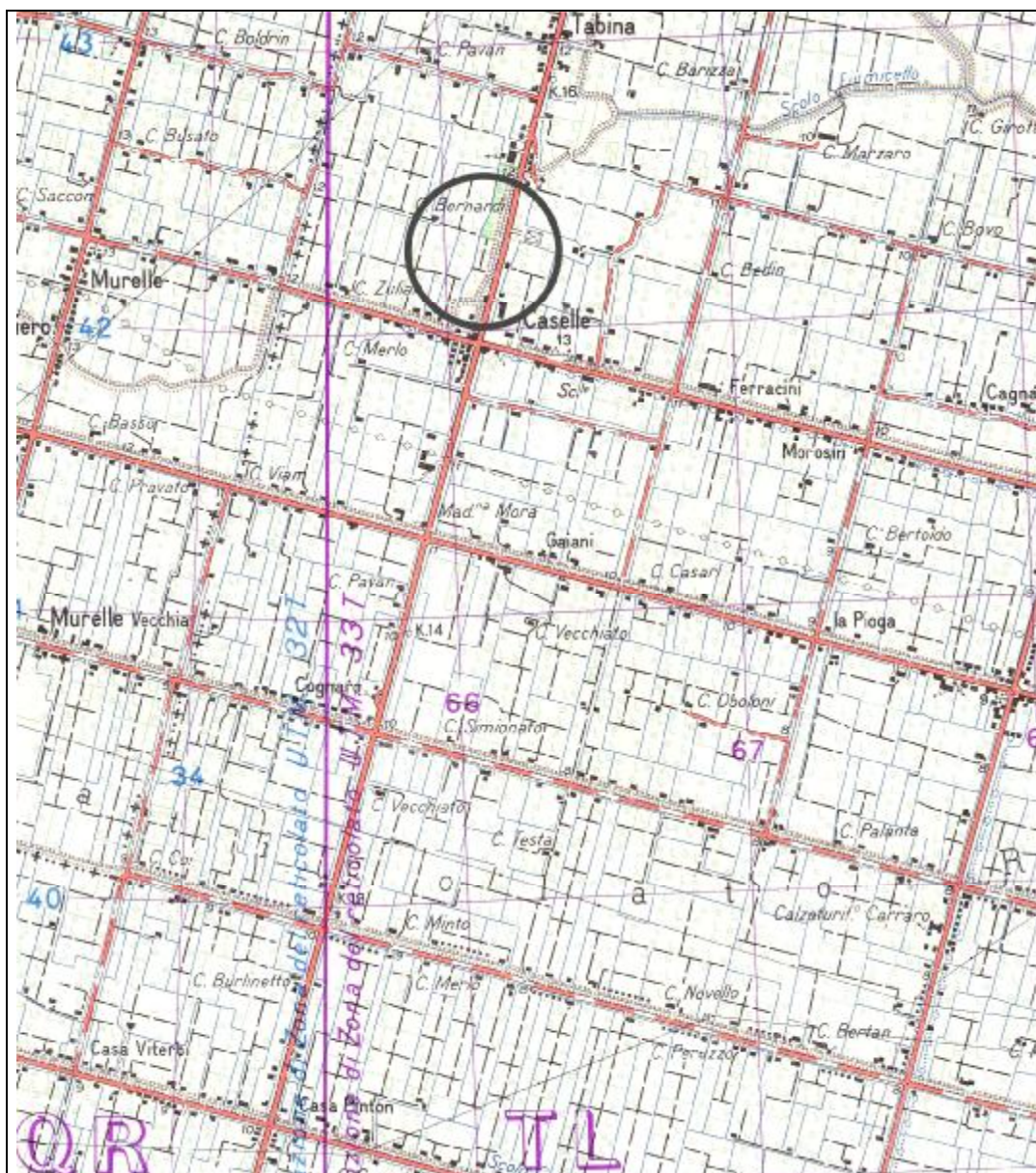


FIGURA 1 - SCALA 1 : 25.000
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA DI INDAGINE

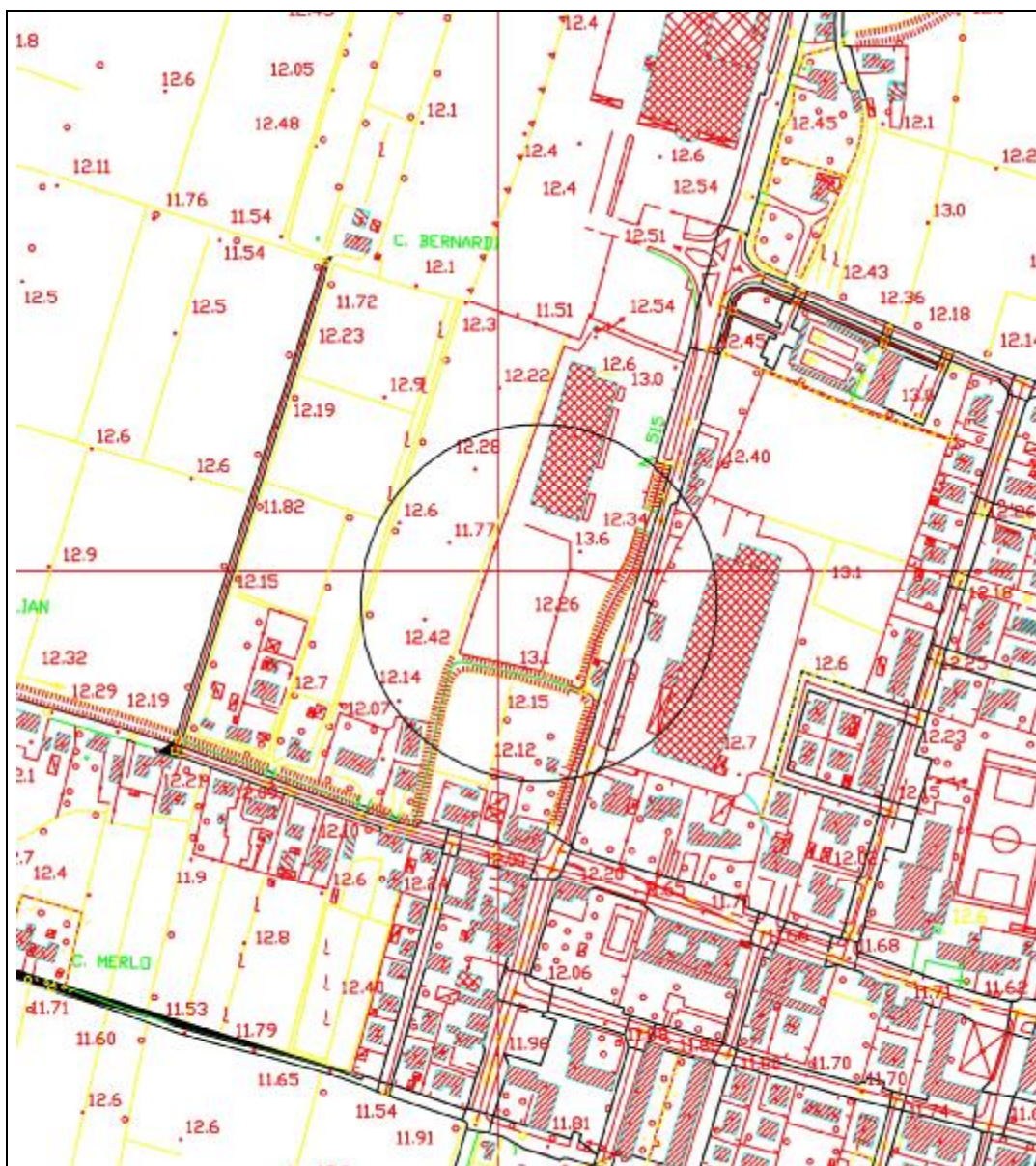


FIGURA 2 - SCALA 1 : 5.000
UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE

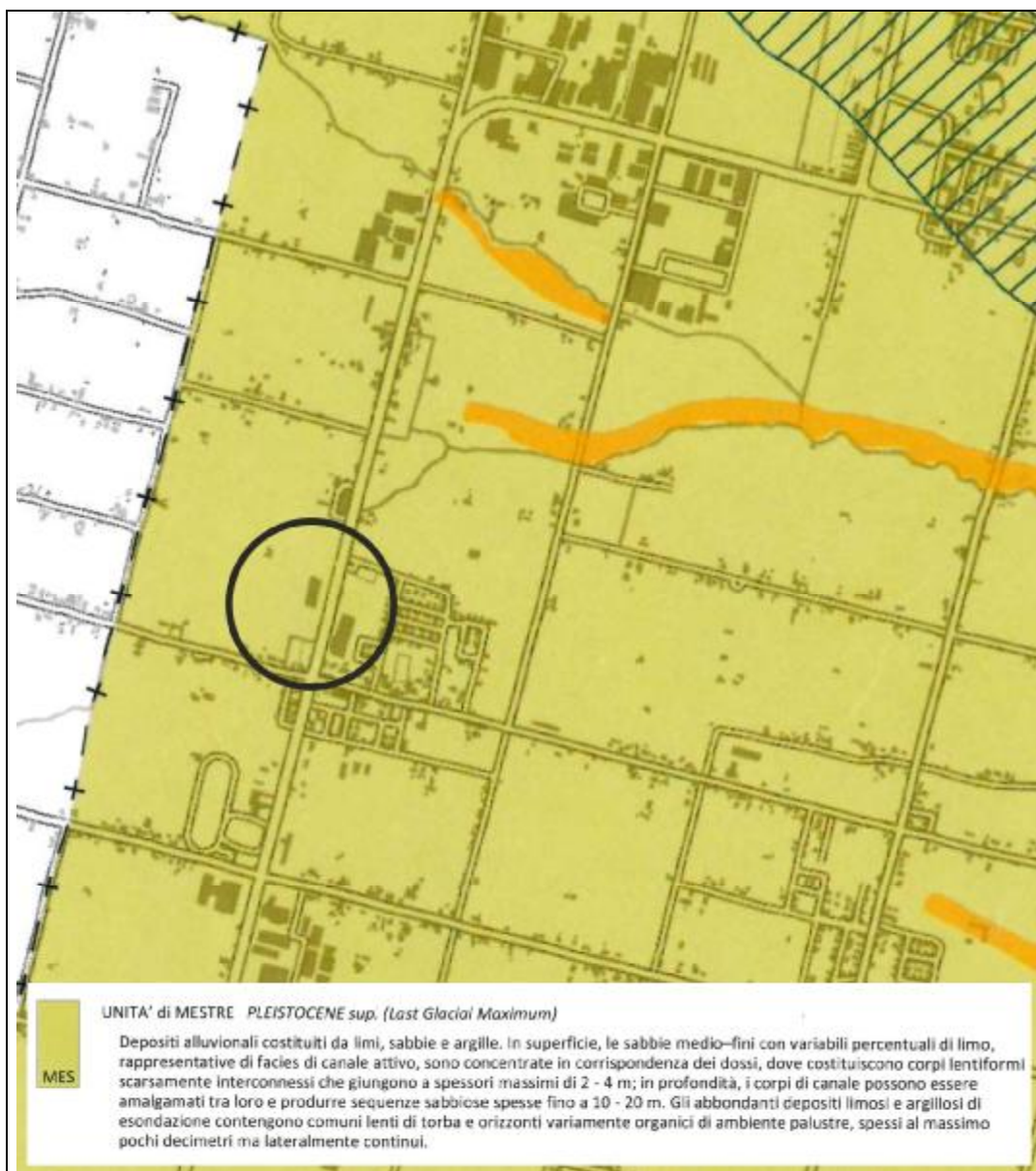


FIGURA 3 - SCALA 1 : 25.000
ESTRATTO DALLA CARTA DELLE UNITA'
GEOLOGICHE DELLA PROVINCIA DI VENEZIA

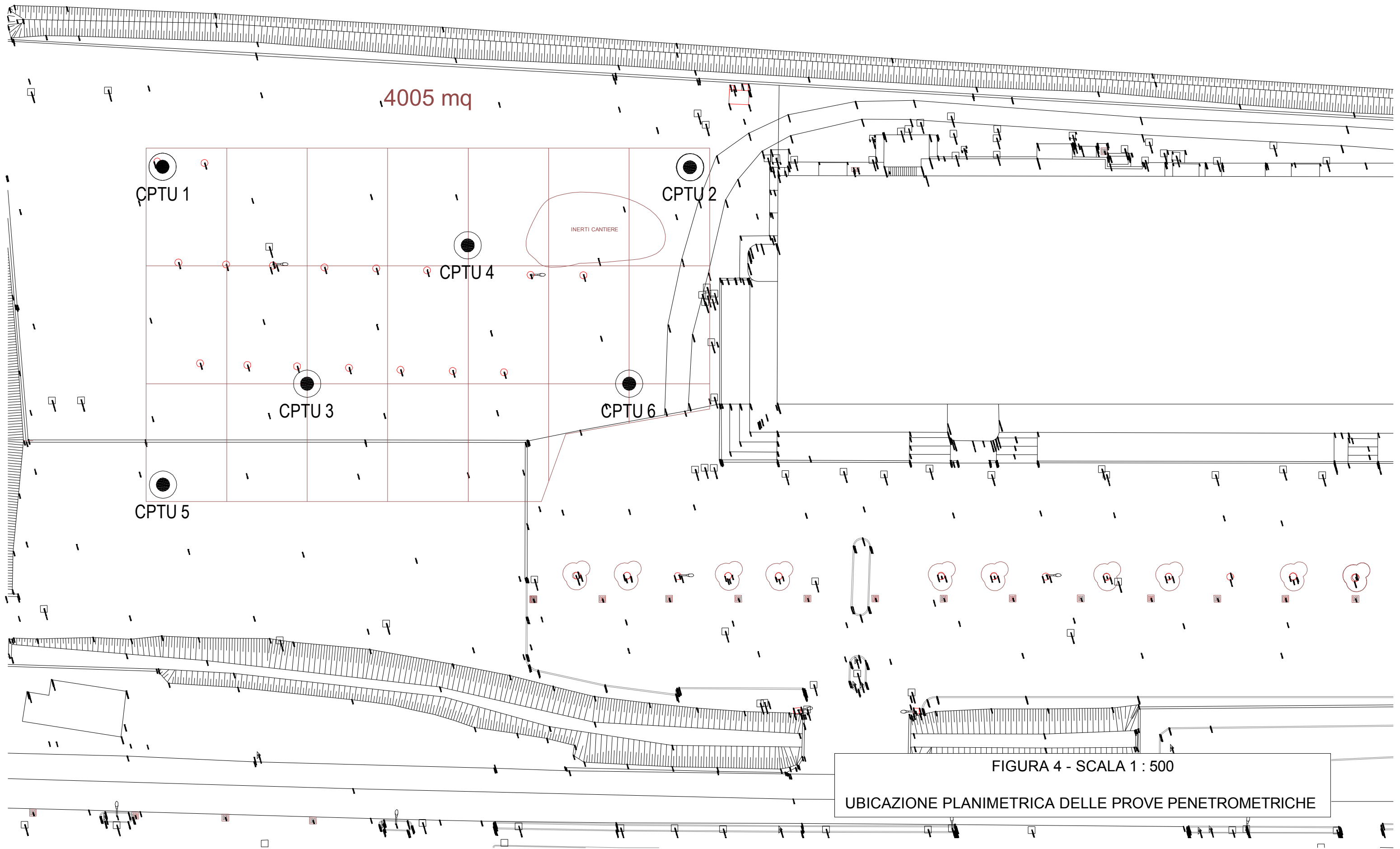
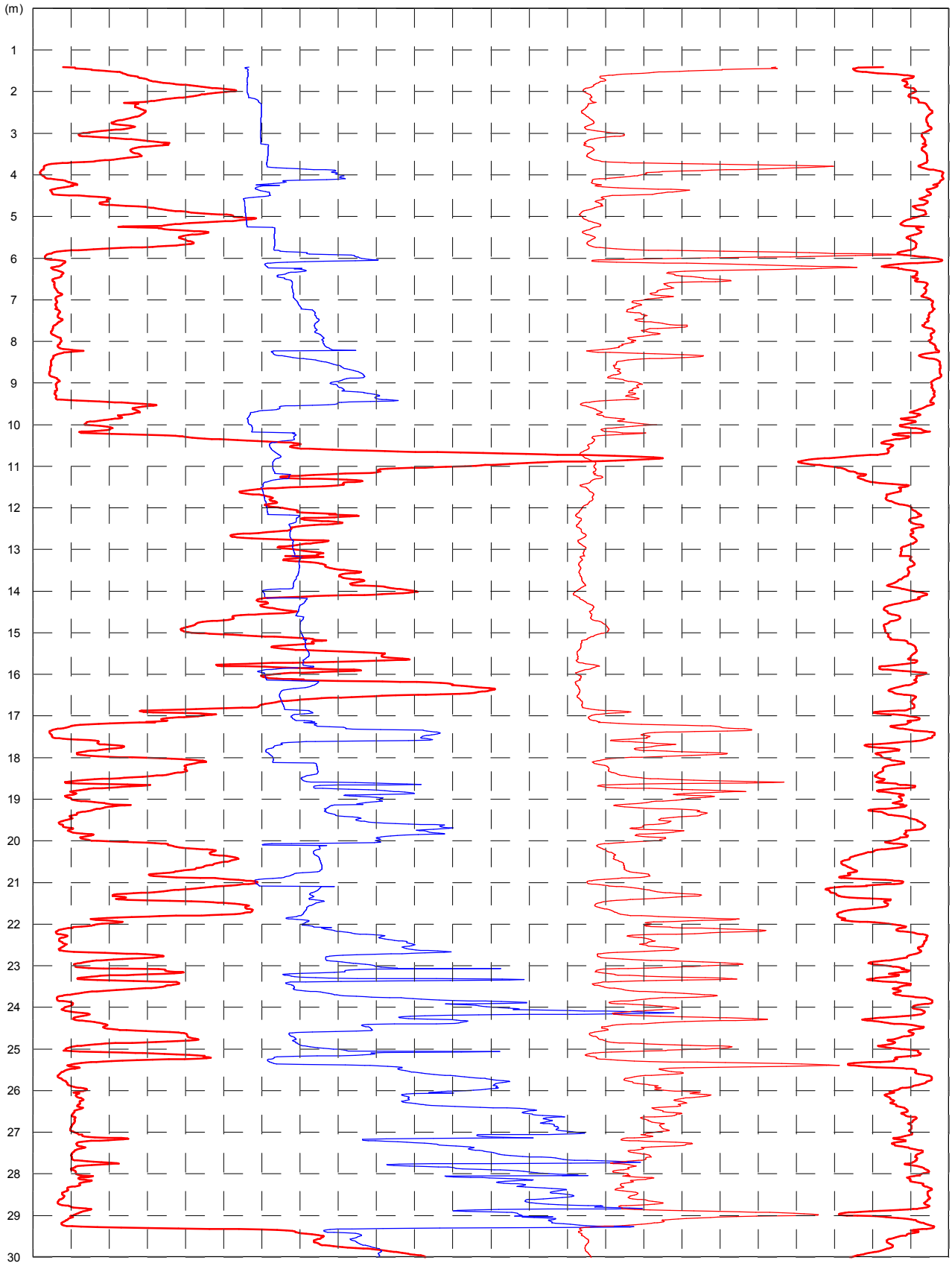
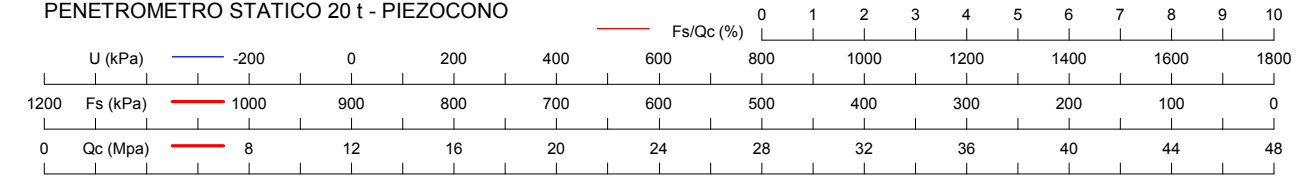


FIGURA 4 - SCALA 1 : 500
UBICAZIONE PLANIMETRICA DELLE PROVE PENETROMETRICHE



COMMITTENTE: ALOA S.R.L.
CANTIERE: SANTA MARIA DI SALA (VE)
PENETROMETRIA: CPTU 1
DATA: 08/09/2015 QUOTA: 12.6 m s.l.m.

PENETROMETRO STATICO 20 t - PIEZOCONO



PENETROMETRO	OPERATORE	ELABORAZIONE	REVISIONE
	DOTT. G. MONTANARI	DOTT. L. DAL COLLE	11/09/2015

MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Committente : ALOA S.R.L.

Cantiere : SANTA MARIA DI SALA (VE)

Penetrometria di riferimento: CPTU 1

Quota zero : 12,6 m s.l.m.

Data : 08/09/2015

Profondità falda: 2,1

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Qc media MPa	Fs media kPa	E' MPa	Phi (gradi)	Cu kPa
-1,40 -3,80	240	SABBIA E LIMO	5,40	41,91	10,79	35	0
-3,80 -4,10	30	ARGILLA LIMOSA	0,55	14,26	1,99	0	27
-4,10 -4,50	40	LIMO	1,58	20,51	4,87	28	0
-4,50 -5,80	130	SABBIA E LIMO	7,15	43,15	13,63	36	0
-5,80 -9,45	365	ARGILLA LIMOSA	1,25	28,19	4,94	0	63
-9,45 -10,20	75	LIMO	4,41	42,55	8,82	34	0
-10,20 -17,10	690	SABBIA	14,71	67,73	22,54	41	0
-17,10 -17,60	50	ARGILLA LIMOSA	2,36	43,02	5,95	0	118
-17,60 -18,10	50	LIMO SABBIOSO	4,54	83,49	9,47	35	0
-18,10 -18,50	40	LIMO SABBIOSO	7,46	85,43	14,92	37	0
-18,50 -20,00	150	ARGILLA LIMOSA	2,62	63,90	6,72	0	131
-20,00 -22,00	200	SABBIA	8,22	115,19	14,96	37	0
-22,00 -22,70	70	ARGILLA LIMOSA	1,83	43,31	6,30	0	91
-22,70 -23,80	110	SABBIA LIMOSA	4,43	68,91	9,54	34	0
-23,80 -24,60	80	ARGILLA LIMOSA	2,83	51,19	6,83	0	142
-24,60 -25,30	70	SABBIA LIMOSA CON INT LIMOSO-ARGILLOSA	5,93	62,93	12,46	36	0
-25,30 -29,20	390	ARGILLA LIMOSA	2,22	53,00	5,63	0	111
-29,20 -30,00	80	SABBIA	14,19	69,99	21,77	41	0

Simbologia:

- Qc: Resistenza alla punta (MPa)
- Fs : Attrito laterale locale (kPa)
- E' : Modulo Edometrico (MPa)
- Phi : Angolo d'attrito interno
- Cu : Coesione non drenata (kPa)

COMMITTENTE: ALOA S.R.L.

CANTIERE: S. MARIA DI SALA (VE)

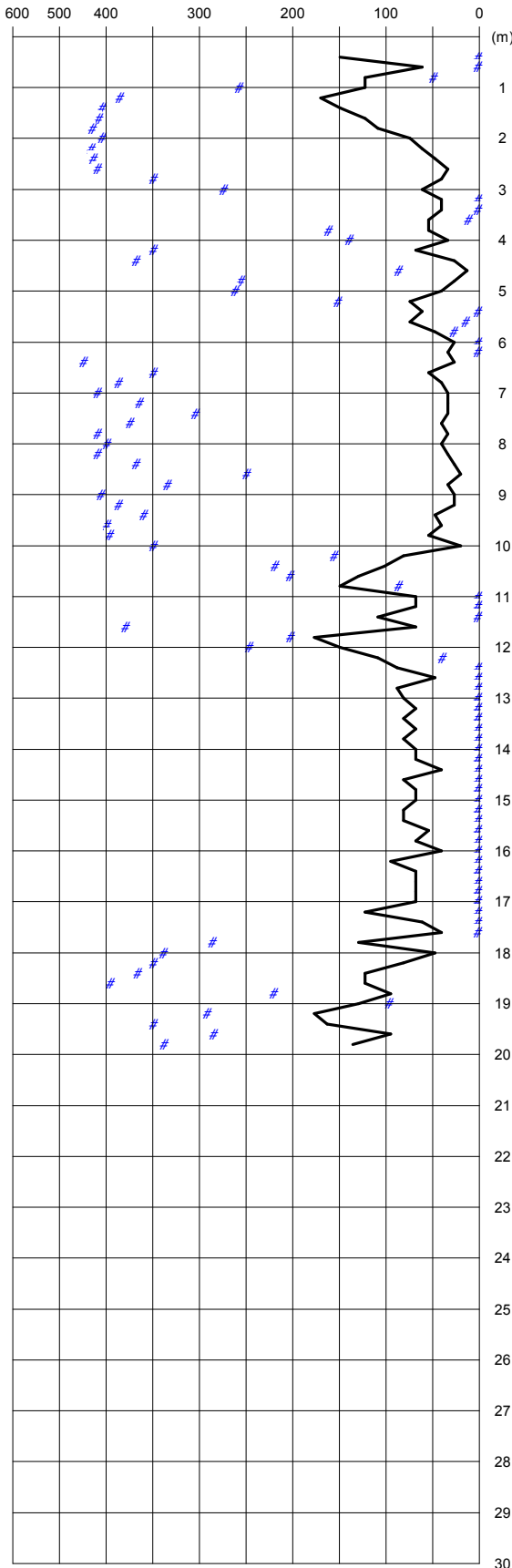
PENETROMETRIA: CPT 2

DATA: 09/09/2015 QUOTA: 12.6 m s.l.m.

RAPPORTO Rp/RI (BEGEMANN) #

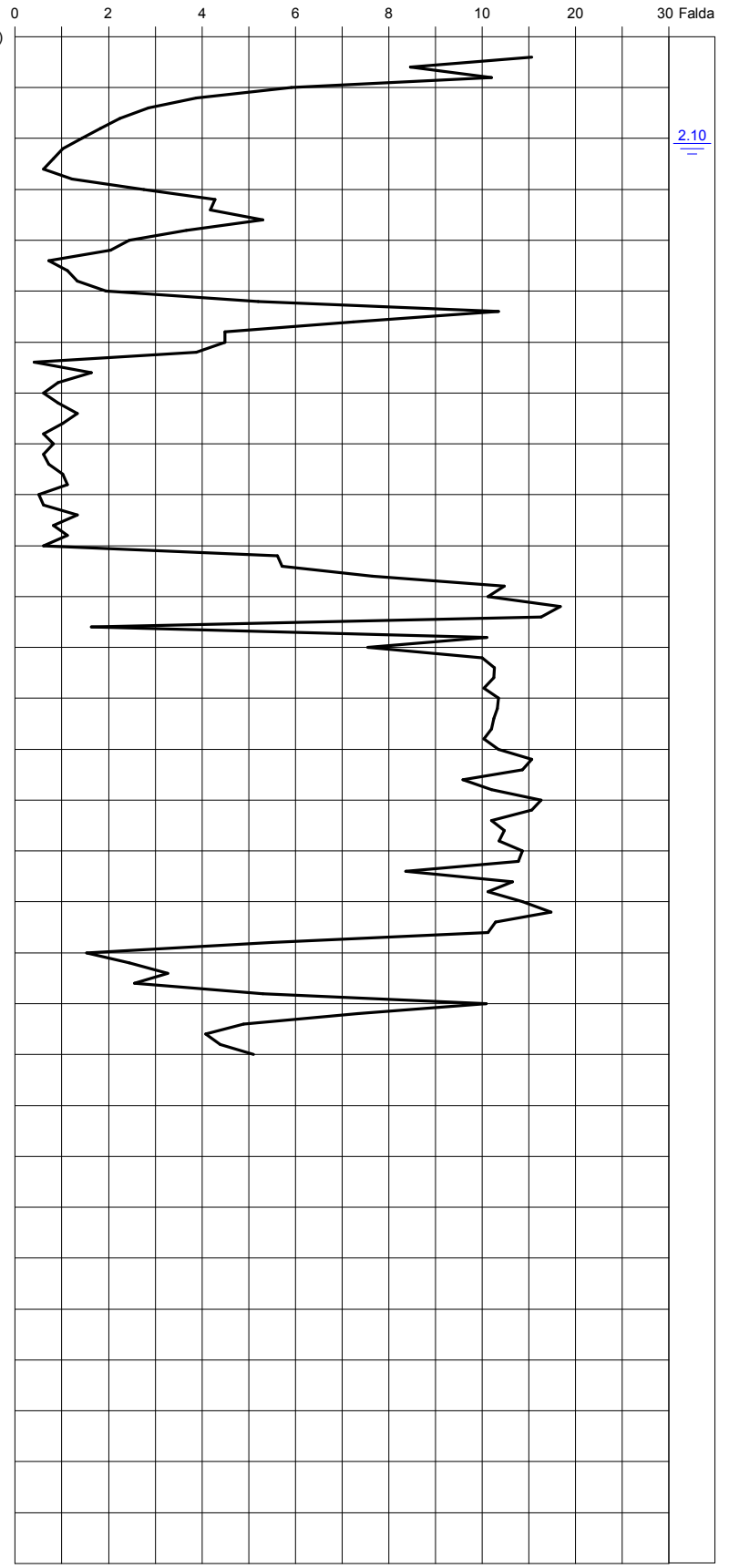
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS
RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)



PENETROMETRO STATICO OLANDESE

Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)



2.10

MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : CPT 2

Committente : ALOA S.R.L.
Cantiere : S. MARIA DI SALA (VE)

Data : 09/09/2015
Quota zero : 12.6 m s.l.m.

QUOTE DELLO STRATO (m)		SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	φ (gradi)	Cu kPa
-0,30	-1,10	80	TERRENO DI RIPORTO SABBIOSO	10,17	113,90	16,72	38	0
-1,10	-2,90	180	LIMO E ARGILLA	1,77	89,91	5,14	0	88
-2,90	-4,30	140	SABBIA	3,53	50,51	7,48	33	0
-4,30	-5,10	80	LIMO LOCALMENTE ARGILLOSO	1,28	27,20	5,23	27	0
-5,10	-6,30	120	SABBIA LIMOSA	6,17	53,27	11,14	36	0
-6,30	-10,10	380	ARGILLA LIMOSA	0,88	35,43	3,26	0	44
-10,10	-17,90	780	SABBIA	11,36	83,52	17,81	39	0
-17,90	-18,70	80	LIMO ARGILLOSO	2,45	93,50	6,97	0	122
-18,70	-20,00	130	SABBIA LIMOSA	6,07	132,60	11,05	36	0

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

RI : Resistenza laterale (kPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

Phi : Angolo d'attrito interno

Cu : Coesione non drenata (kPa)

COMMITTENTE: ALOA S.R.L.

CANTIERE: S. MARIA DI SALA

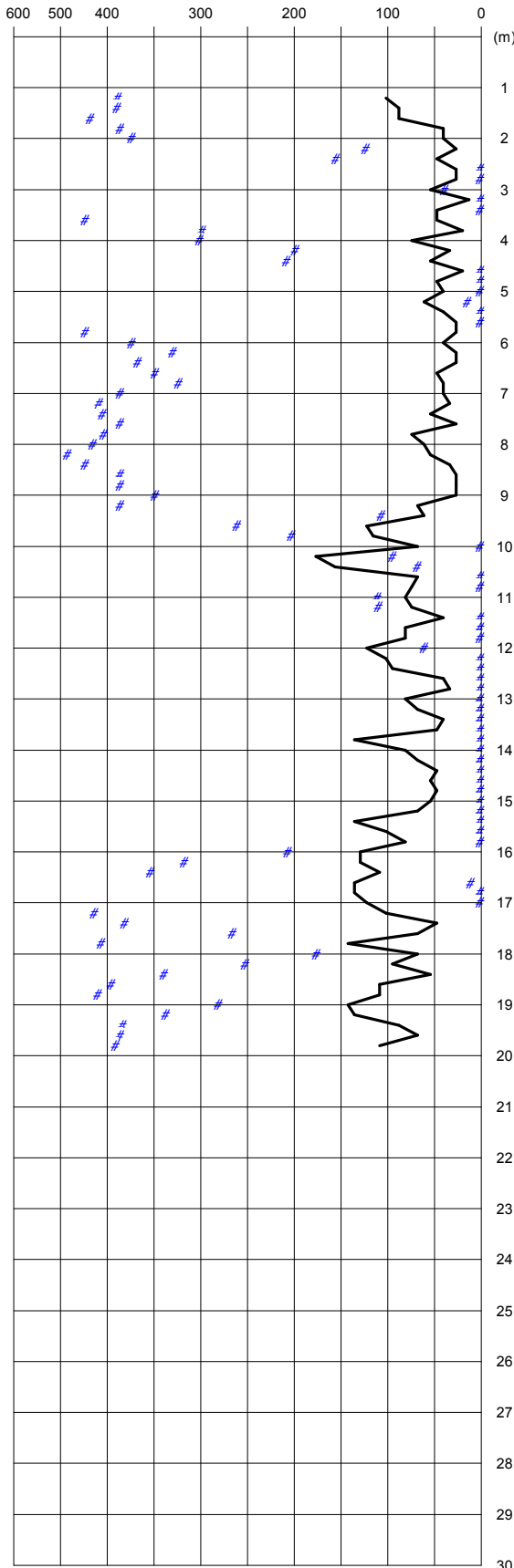
PENETROMETRIA: CPT 3

DATA: 09/09/2015 QUOTA: 13.0 m s.l.m.

RAPPORTO Rp/RI (BEGEMANN) #

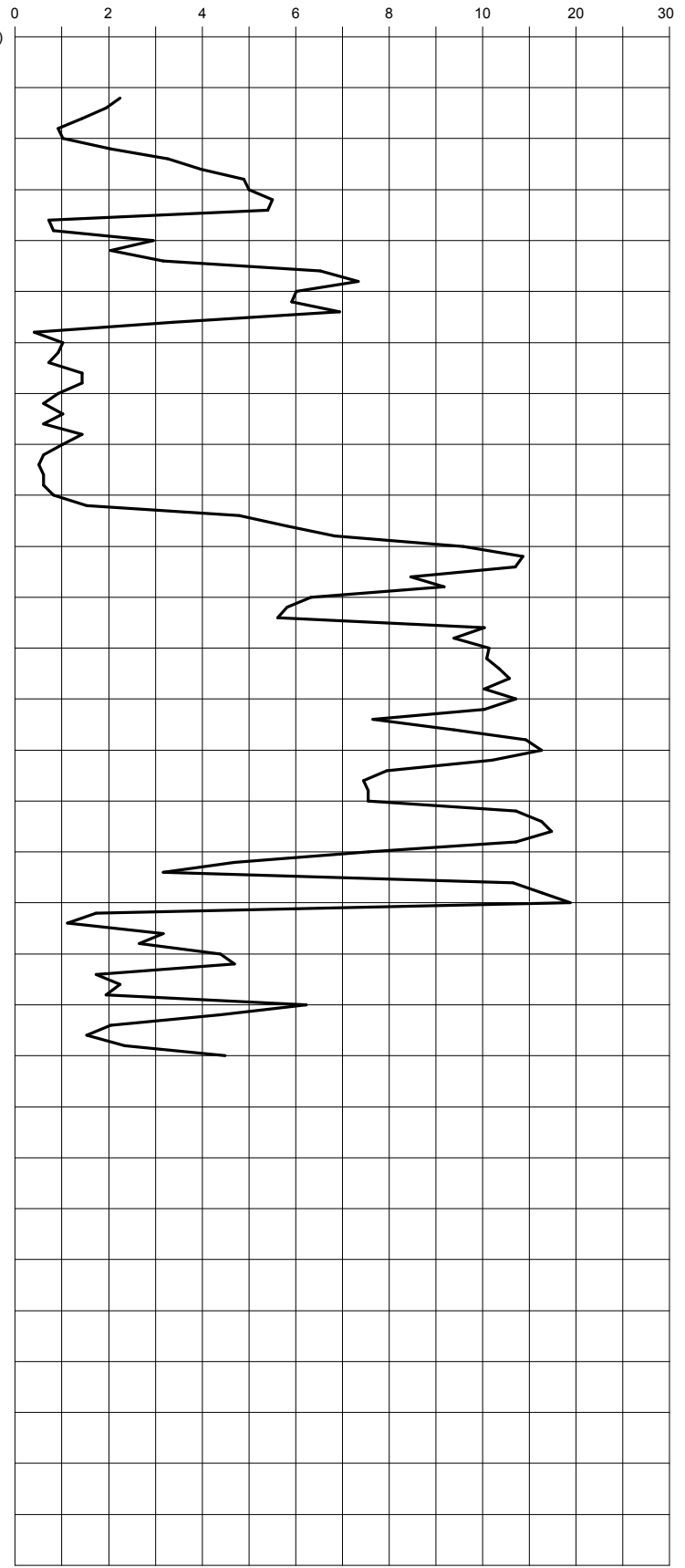
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS
RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)



PENETROMETRO STATICO OLANDESE

_____ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)



MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : CPT 3

Committente : ALOA S.R.L.
Cantiere : S. MARIA DI SALA

Data : 09/09/2015
Quota zero : 13.0 m s.l.m.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	ϕ (gradi)	Cu kPa
-1,10 -2,10	100	ARGILLA LIMOSA	1,51	72,08	5,02	0	75
-2,10 -3,50	140	SABBIA	4,30	34,97	9,08	34	0
-3,50 -3,90	40	ARGILLA LIMOSA	0,77	34,00	2,76	0	38
-3,90 -5,70	180	SABBIA	4,92	44,58	10,15	35	0
-5,70 -9,10	340	ARGILLA LIMOSA	0,86	39,60	3,19	0	43
-9,10 -17,10	800	SABBIA	10,14	88,57	17,09	38	0
-17,10 -20,00	290	ARGILLA LIMOSA E LIMO SABBIOSO	2,87	95,69	6,93	0	144

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

RI : Resistenza laterale
(kPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

Phi : Angolo d'attrito interno

Cu : Coesione non drenata (kPa)



Via Senatore Fabbri, 18
31027 Lovadina di Spresiano (TV)
Tel. 0422/881833 Fax 041/3001144

COMMITTENTE: ALOA S.R.L.

CANTIERE: S. MARIA DI SALA (VE)

PENETROMETRIA: CPT 4

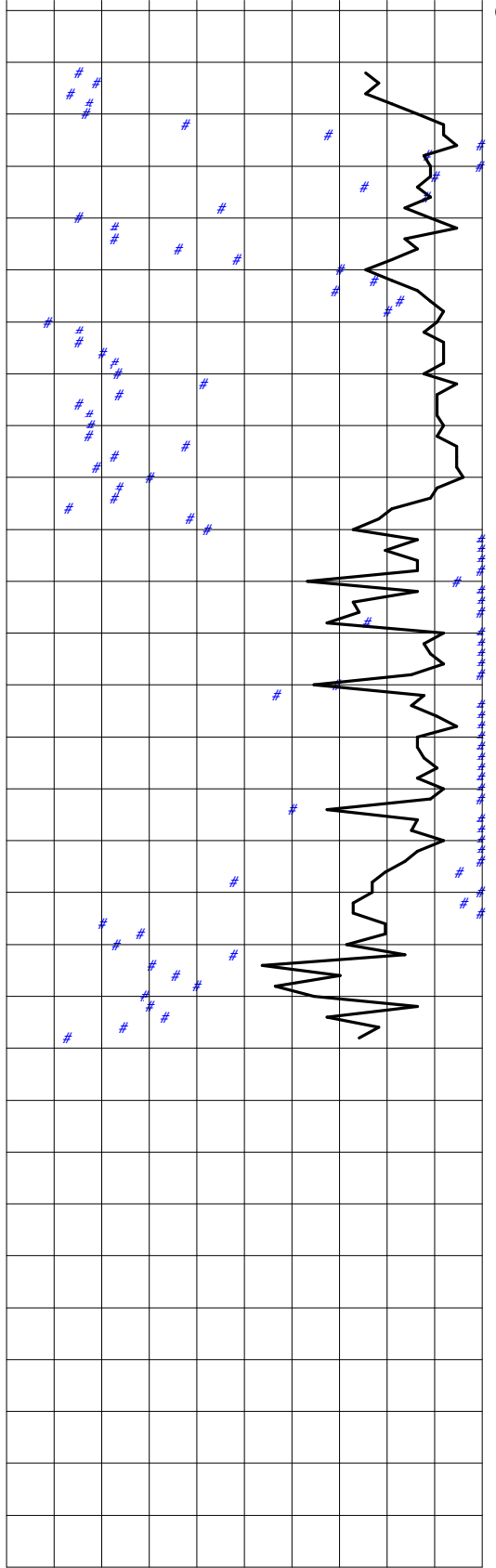
DATA: 09/09/2015 QUOTA: 12.7 m s.l.m.

RAPPORTO Rp/RI (BEGEMANN) #

0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS
RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

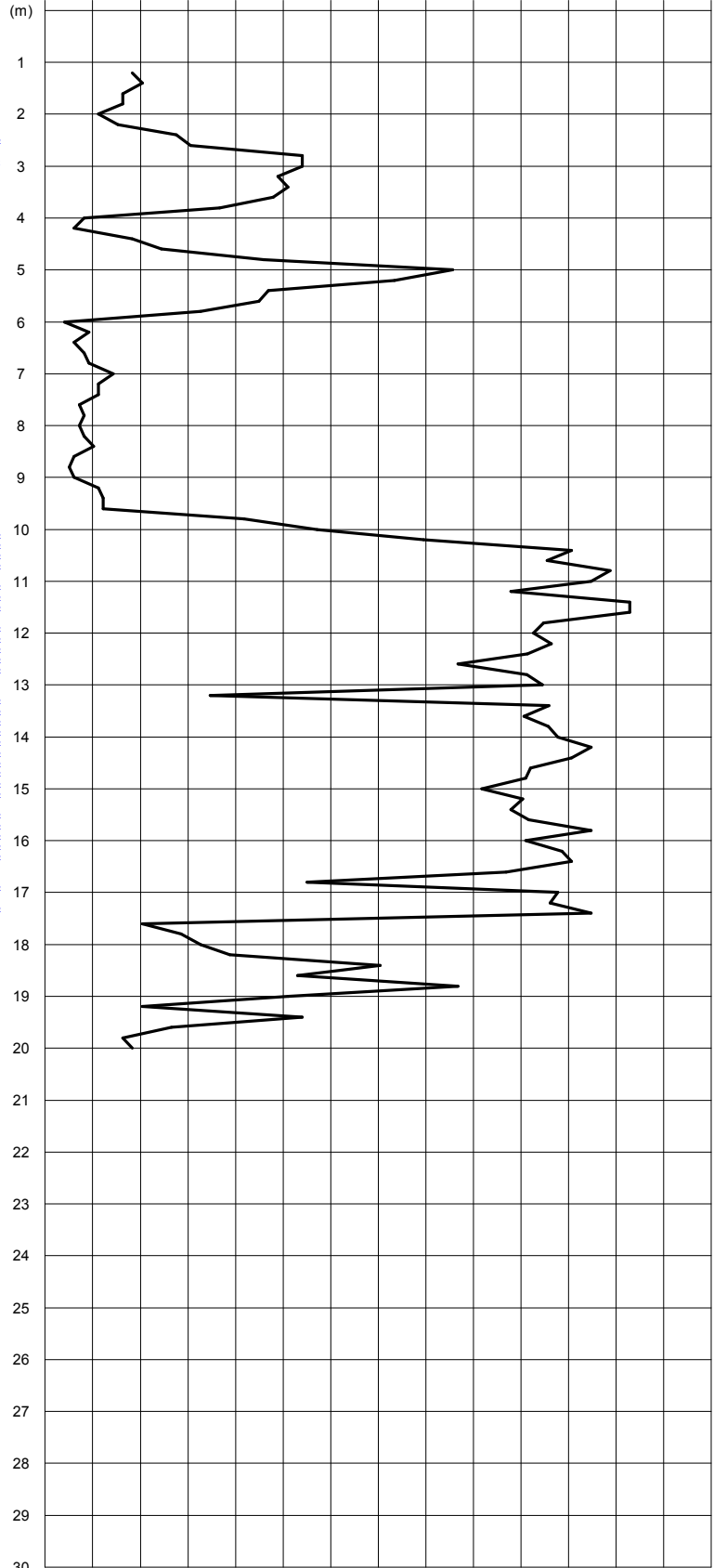
600 500 400 300 200 100 0



PENETROMETRO STATICO OLANDESE

Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



PENETROMETRO Gouda 20 t	OPERATORE DOTT. G. MONTANARI	ELABORAZIONE DOTT. L. DAL COLLE 11/09/2015	REVISIONE
----------------------------	---------------------------------	---	-----------

MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : CPT 4

Committente : ALOA S.R.L.
Cantiere : S. MARIA DI SALA (VE)

Data : 09/09/2015
Quota zero : 12.7 m s.l.m.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	φ (gradi)	Cu kPa
-1,10 -2,10	100	ARGILLA LIMOSA	1,65	103,36	5,83	0	83
-2,10 -3,90	180	SABBIA LIMOSA	4,07	53,64	8,36	34	0
-3,90 -4,30	40	ARGILLA LIMOSA	0,71	40,80	2,80	0	36
-4,30 -5,90	160	SABBIA LIMOSA	4,65	78,20	9,48	35	0
-5,90 -9,70	380	ARGILLA LIMOSA	0,88	44,74	3,34	0	44
-9,70 -17,50	780	SABBIA	12,28	87,18	19,10	39	0
-17,50 -18,10	60	LIMO ARGILLOSO	2,72	115,60	8,40	0	136
-18,10 -19,50	140	LIMO SABBIOSO	5,35	155,43	11,05	35	0
-19,50 -20,00	50	LIMO ARGILLOSO	2,14	119,00	6,78	0	107

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

RI : Resistenza laterale (kPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

Phi : Angolo d'attrito interno

Cu : Coesione non drenata (kPa)



Via Senatore Fabbri, 18
31027 Lovadina di Spresiano (TV)
Tel. 0422/881833 Fax 041/3001144

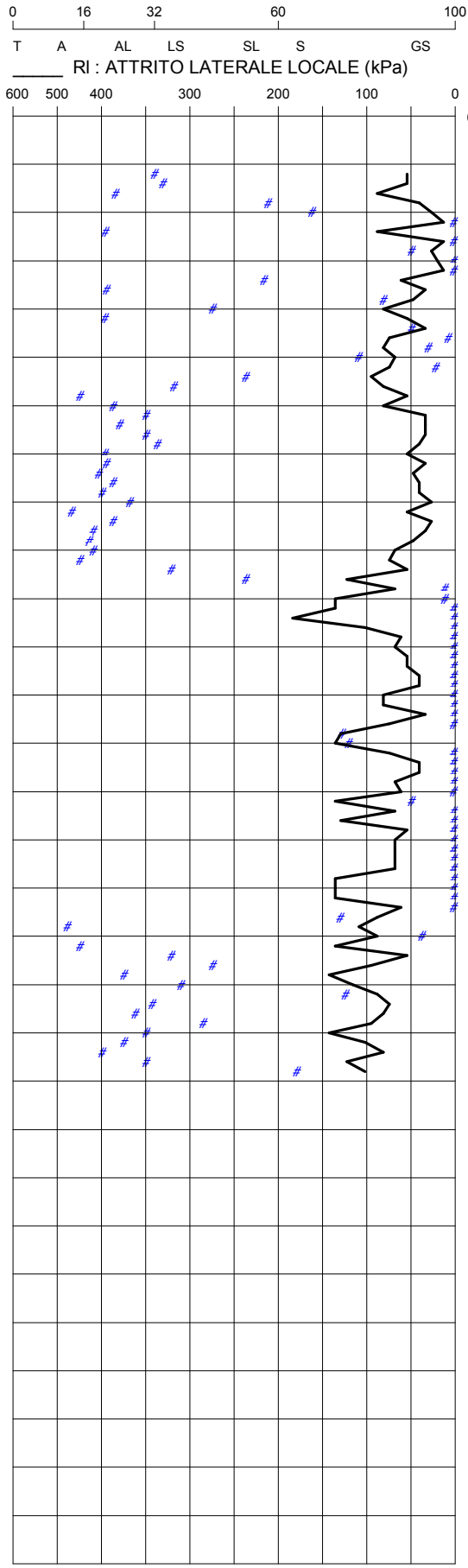
COMMITTENTE: ALOA S.R.L.

CANTIERE: S. MARIA DI SALA (VE)

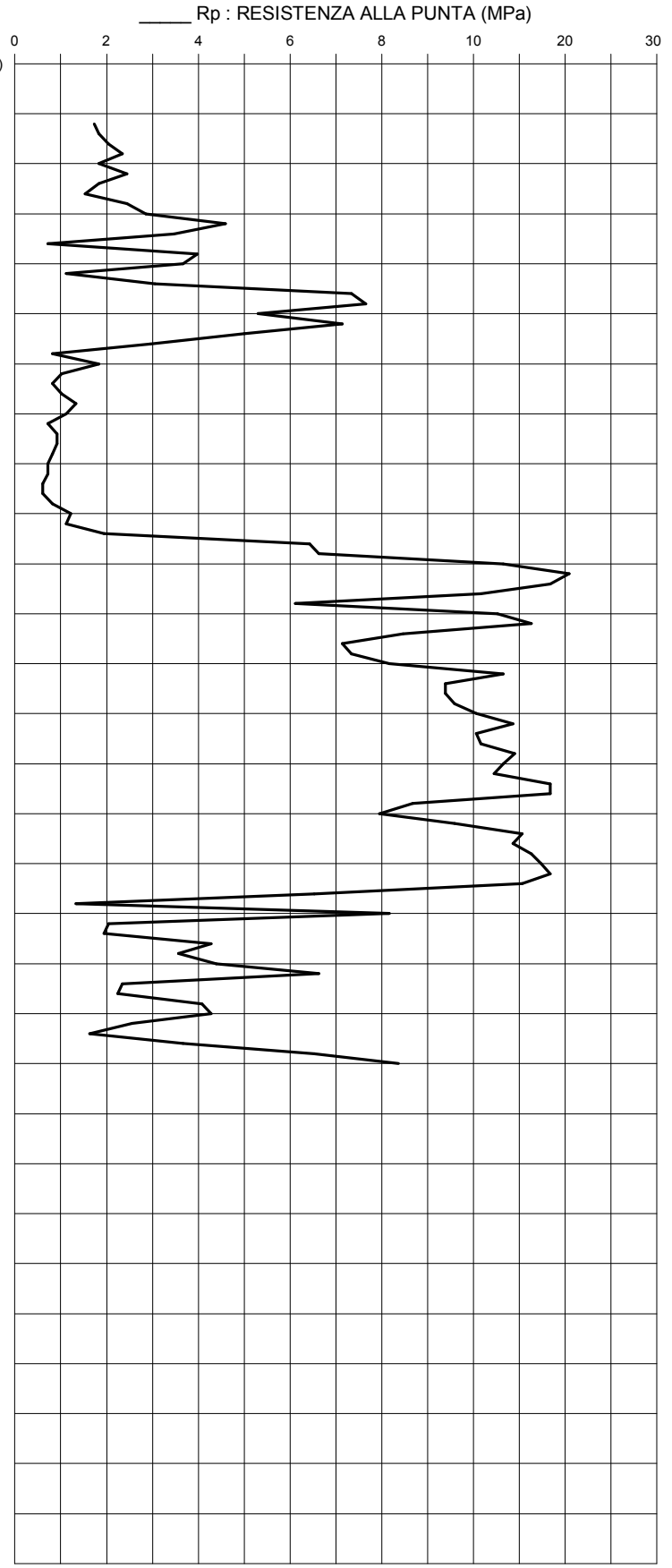
PENETROMETRIA: CPT 5

DATA: 09/09/2015 QUOTA: 13.0 m s.l.m.

RAPPORTO Rp/RI (BEGEMANN) #



PENETROMETRO STATICO OLANDESE



PENETROMETRO Gouda 20 t	OPERATORE DOTT. G. MONTANARI	ELABORAZIONE DOTT. L. DAL COLLE 11/09/2015	REVISIONE
----------------------------	---------------------------------	---	-----------

MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : CPT 5

Committente : ALOA S.R.L.
Cantiere : S. MARIA DI SALA (VE)

Data : 09/09/2015
Quota zero : 13.0 m s.l.m.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	ϕ (gradi)	Cu kPa
-1,10 -1,70	60	ARGILA LIMOSA	1,87	65,73	7,06	0	94
-1,70 -2,70	100	LIMO E SABBIA	2,00	36,72	6,01	30	0
-2,70 -4,30	160	LIMO SABBIOSO	2,86	42,50	5,95	32	0
-4,30 -5,70	140	SABBIA LIMOSA	5,49	72,86	10,77	35	0
-5,70 -9,50	380	ARGILLA LIMOSA	1,00	46,53	3,64	0	50
-9,50 -17,10	760	SABBIA	11,72	86,97	18,84	39	0
-17,10 -20,00	290	LIMO E ARGILLA	3,58	102,49	8,29	33	0

Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

RI : Resistenza laterale
(kPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

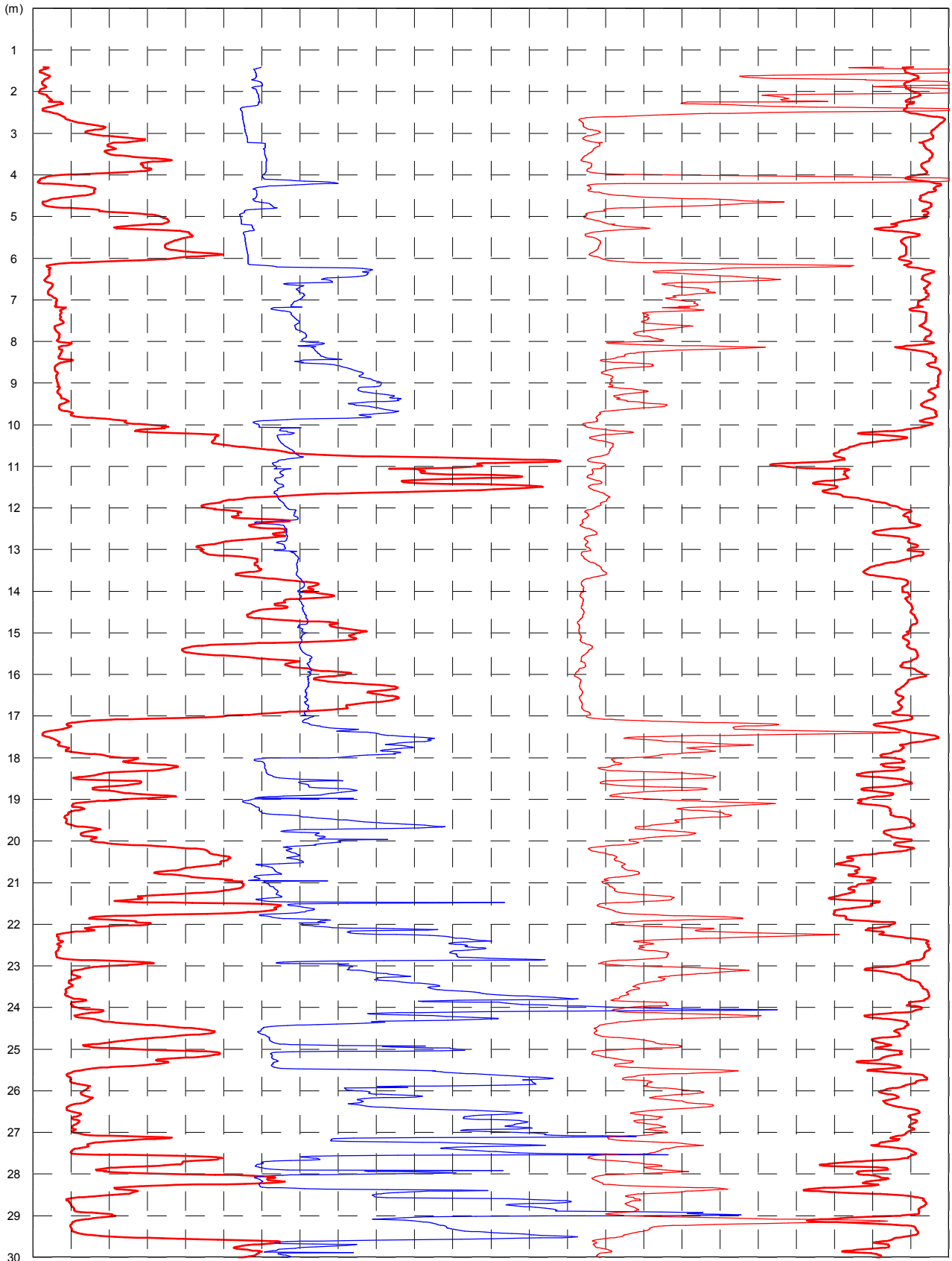
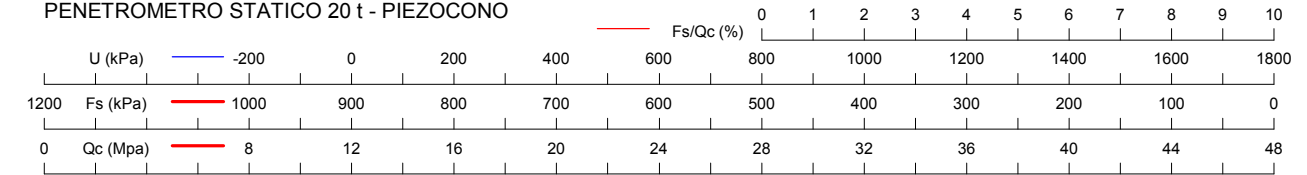
Phi : Angolo d'attrito interno

Cu : Coesione non drenata (kPa)



COMMITTENTE: ALOA S.R.L.
CANTIERE: SANTA MARIA DI SALA (VE)
PENETROMETRIA: CPTU 6
DATA: 08/09/2015 QUOTA: 12.8 m s.l.m.

PENETROMETRO STATICO 20 t - PIEZOCONO



PENETROMETRO	OPERATORE	ELABORAZIONE	REVISIONE
	DOTT. G. MONTANARI	DOTT. L. DAL COLLE 11/09/2015	

MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Committente : ALOA S.R.L.
 Cantiere : SANTA MARIA DI SALA (VE)

Penetrometria di riferimento: CPTU 6
 Data : 08/09/2015

Quota zero : 12,6 m s.l.m.
 Profondità falda: 2,3 m da p.c.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Qc media MPa	Fs media kPa	E' MPa	Phi (gradi)	Cu kPa
-1,40 -2,50	110	LIMO ARGILLOSO	0,72	51,48	2,80	0	36
-2,50 -4,00	150	SABBIA E LIMO	4,09	25,33	8,53	34	0
-4,00 -4,20	20	ARGILLA LIMOSA	0,51	41,87	2,04	0	26
-4,20 -4,60	40	LIMO SABBIOSO	2,49	25,40	5,76	31	0
-4,60 -4,90	30	ARGILLA LIMOSA	1,65	28,55	4,30	0	82
-4,90 -6,10	120	SABBIA E LIMO	7,05	56,94	14,11	36	0
-6,10 -9,90	380	ARGILLA LIMOSA	1,37	28,60	5,29	0	68
-9,90 -17,00	710	SABBIA	13,90	77,11	21,65	40	0
-17,00 -18,00	100	ARGILLA LIMOSA	2,24	59,22	6,22	0	112
-18,00 -18,50	50	LIMO	5,17	83,24	11,02	35	0
-18,50 -19,00	50	LIMO ARGILLOSO	4,87	81,20	9,99	0	243
-19,00 -20,00	100	LIMO E ARGILLA	2,45	73,86	6,33	0	123
-20,00 -22,10	210	SABBIA	8,19	113,50	14,87	37	0
-22,10 -22,90	80	ARGILLA LIMOSA	1,69	47,75	5,99	0	84
-22,90 -23,10	20	LIMO	4,21	78,22	9,21	34	0
-23,10 -24,30	120	ARGILLA LIMOSA	2,25	52,13	5,99	0	112
-24,30 -25,50	120	SABBIA E LIMO	6,38	77,27	12,81	36	0
-25,50 -27,00	150	ARGILLA LIMOSA	2,31	58,66	5,97	0	115
-27,00 -27,50	50	LIMO ARGILLOSO	3,46	69,75	7,22	0	173
-27,50 -28,60	110	SABBIA LIMOSA	7,05	103,18	12,96	36	0
-28,60 -29,60	100	ARGILLA LIMOSA	2,98	64,18	6,78	0	149
-29,60 -30,50	90	SABBIA	8,85	113,00	15,09	38	0

Simbologia:

- Qc: Resistenza alla punta (MPa)
- Fs : Attrito laterale locale (kPa)
- E' : Modulo Edometrico (MPa)
- Phi : Angolo d'attrito interno
- Cu : Coesione non drenata (kPa)

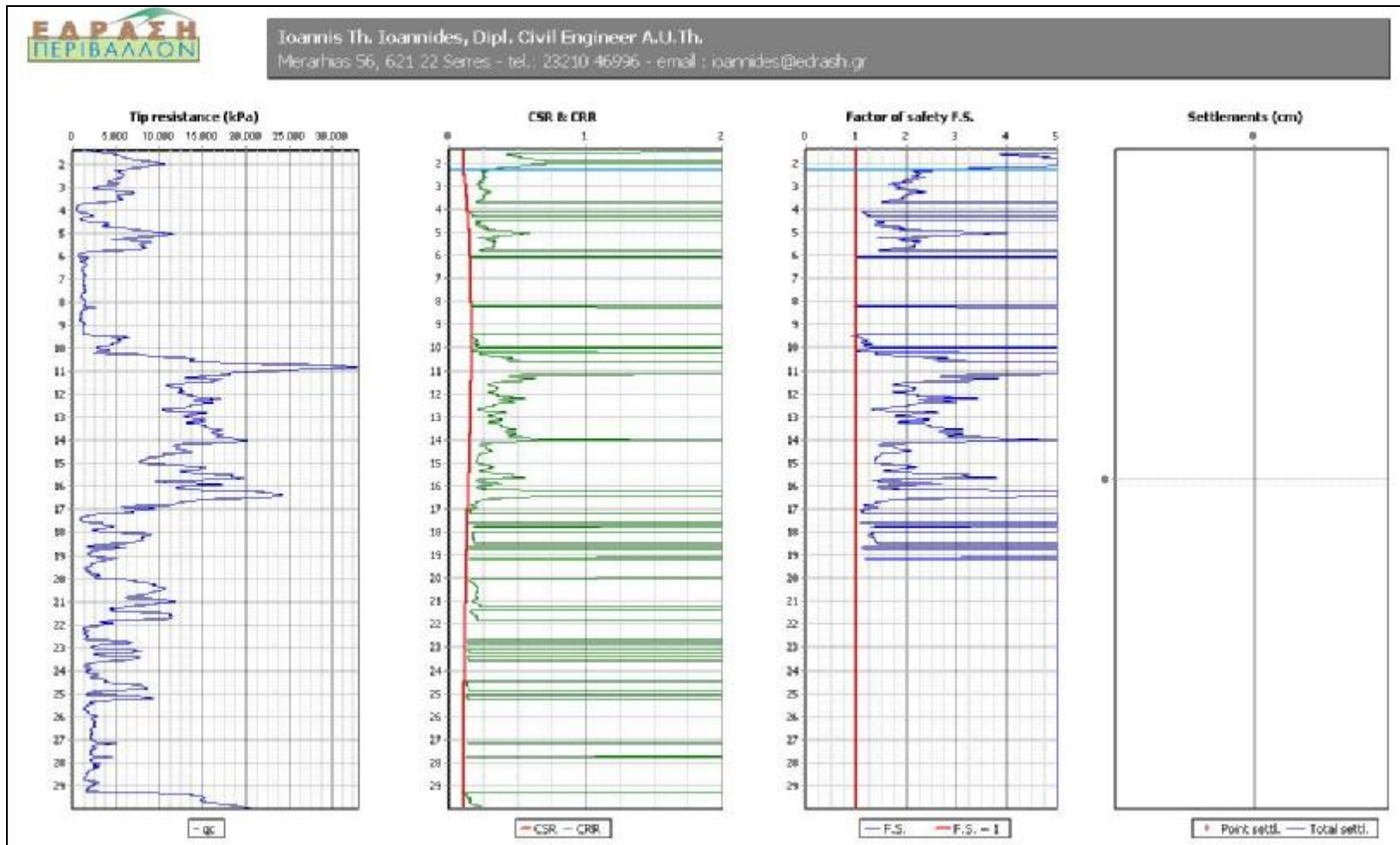


Diagramma FS - Verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione (CPTU1)