

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VENEZIA

COMUNE DI NOALE

# **PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE E RIQUALIFICAZIONE DI UN FABBRICATO PRODUTTIVO COMMERCIALE ESISTENTE**

## **INDAGINE GEOGNOSTICA**

## **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

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

COMMITTENTE: F.LLI LANDO S.P.A.

**Lovadina di Spresiano, Agosto 2015**



A handwritten signature in black ink, which appears to read "Paolo Sivieri", written over the bottom right portion of the professional stamp.

## 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.....	8
PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO .....	8
FALDA .....	9
INDAGINE SISMICA CON TECNICA "RE.MI." .....	10
<i>RILIEVO ESEGUITO – RISULTATI</i> .....	11
RISPOSTA SISMICA LOCALE E PERICOLOSITA' DEL SITO .....	14
<i>CATEGORIA TOPOGRAFICA</i> .....	14
<i>PERICOLOSITA' DEL SITO</i> .....	15
VERIFICA ALLA STABILITA' NEI.....	16
CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE .....	16
ELENCO DEGLI ALLEGATI.....	18

## **OGGETTO**

Per conto della committenza F.lli Lando Spa, la società Agribeton Spa 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 ristrutturazione e riqualificazione di un fabbricato produttivo commerciale esistente, ubicato in Via Pacinotti a Noale (VE).

## **OBIETTIVI**

Inquadramento geomorfologico, geologico e idrogeologico dell'area.

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

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:  $1\text{ t} \equiv 10\text{ kN}$ ,  $1\text{ kg} \equiv 10\text{ N}$ .

## **INDAGINI IN SITO**

L'indagine geognostica e sismica è consistita nell'esecuzione di:

- n. 9 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino alla profondità di 20 m dal piano piazzale (ad eccezione della prova CPT 5 che ha raggiunto rifiuto strumentale alla quota -14 m da p.p.); la prova è stata eseguita secondo la normativa di riferimento per le prove C.P.T.: ASTM D3441 – 86;
- un' indagine sismica Re.Mi. finalizzata alla determinazione del profilo verticale della Vs30 per la determinazione della categoria di sottosuolo.

## **RIFERIMENTI PLANOALTIMETRICI**

L'inizio dei punti di prova corrisponde al piano pavimento interno esistente, avente quota media circa 13 m s.l.m. (da C.T.R. – Scala 1 : 5.000), e al piano piazzale esterno, nello specifico:

CPT 1,2,3,4,5,6,9      Quota inizio prova: 0.0 m da piano pavimento interno (p.p.)

CPT 7,8                      Quota inizio prova: -1.3 m da piano pavimento interno (p.p.)

Tutte le quote indicate nella presente relazione sono riferite al piano pavimentazione interna del fabbricato (p.p.).

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

## **INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO, E IDROGEOLOGICO**

L'area in oggetto è ubicata nella zona industriale di Noale, posta a sua volta nella periferia sud-orientale della città.

L'area si colloca in destra idrografica del Fiume Marzenego, poche decine di metri a Nord del confine settentrionale del lotto oggetto di indagine.

Il piano campagna presenta una quota media di circa 13 m s.l.m., e su di esso 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, l'area è posta sul margine meridionale di un ampio dosso fluviale con direzione da Nord-Ovest a Sud-Est che attraversa il centro storico della città.

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"*; vedi Figura 3).

Nello specifico nell'area di studio è presente una copertura da metrica a plurimetrica di terreni da argilloso-limosi a limi e sabbie, passante a terreni prevalentemente sabbiosi ascrivibili ai corpi di canale attivo di cui sopra.

Dal punto di vista idrogeologico nel sottosuolo è presente una falda di tipo per lo più semifreatico, immagazzinata negli strati sabbioso-limosi superficiali e sabbiosi più profondi, localmente confinata superficialmente da strati argilloso-limosi poco permeabili che costituiscono degli acquitardi, con livello statico/piezometrico alla profondità di circa 3.0/3.2 m dal piano pavimento (p.p). Questa falda presenta una direzione di deflusso indicativamente da Nord-Ovest verso Sud-Est ed è alimentata dagli afflussi idrogeologici nell'alta pianura a Nord.

## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

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

L'infissione avviene attraverso un sistema idraulico alla velocità di  $2 \text{ cm/s}$ : 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  $20 \text{ kN}$  e  $200 \text{ kN}$  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  $200 \text{ kN}$  di spinta, autocarrato su Fiat 75 PC a trazione integrale da  $80 \text{ q.li}$ , ancorabile al suolo con due vitoni.

In tutti i punti di prova è stato eseguito un preforo mediante trivella elettrica o sonda carotatrice per l'attraversamento della pavimentazione superficiale e degli strati di riporto grossolani sottostanti.

## 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 da p.p.		Descrizione	E MPa	$\phi$ gradi	Cu kPa	$\gamma_d$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ kN/m <sup>3</sup>
	da (m)	a (m)						
1	0.0	-0.7/-2.3	Pavimentazione + riporto ghiaioso-sabbioso	-	-	-	-	-
2	-0.7/-2.3	-2.1/-2.7	Argilla e limo, consistenti	4.93-6.39	-	67.8-140	18.5	19.0
3	-2.1/-2.7	-3.5/-4.9	Sabbia e limo, mod. addensati,	4.52-11.26	34°-36°	-	18.0	20.0
			localmente limo sabbioso	5.20-6.18	28°-32°	-	17.0	19.0
4	-3.5/-4.9	-20.0	Sabbia, addensata,	22.78-26.80	38°-40°	-	19.0	21.0
			con intercalazione sabbioso limosa da - 17.9/18.4 a -19.1/19.8 m.	7.35-12.16	33°-35°	-	18.0	20.0

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 di alcuni fori CPT alla profondità di circa 3.0/3.2 m dal piano pavimento (p.p.); questo dato può avere delle oscillazioni stagionali di circa  $\pm 0.5$  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.

## INDAGINE SISMICA CON TECNICA “RE.MI.”

Per la caratterizzazione sismica del sito, il giorno 29 Luglio 2015 è stata eseguito un rilievo sismico con tecnica Re.Mi., finalizzato alla determinazione del profilo verticale delle  $V_s30$ , in ottemperanza alla normativa sismica nazionale (NTC 2008 e successive modificazioni ed integrazioni), che prevede la classificazione dei terreni di fondazione fino ad una profondità di 30 m dal piano di appoggio delle fondazioni, in funzione della velocità media delle onde di taglio.

E' stato realizzato uno stendimento con lunghezza 72 m (24 canali con passo 3 m) con direzione sud-ovest/nord-est in attraversamento al sedime che ospiterà l'ampliamento industriale.

La normativa sismica vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008) impone, per il calcolo delle azioni sismiche di progetto e la valutazione dell'amplificazione del moto sismico, la stima del fattore di amplificazione dell'energia sismica causato dai diversi terreni in base alle loro caratteristiche di spessore e di rigidità sismica.

In base alla zona di classificazione sismica, i nuovi edifici costruiti, così come quelli in ristrutturazione, devono essere adeguati alle corrispondenti normative vigenti antisismiche:

Norme Tecniche per le Costruzioni. *Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008);*

Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006). *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 1/05/2006);*

Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003). *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003).*

In mancanza di studi specifici della risposta sismica locale, la normativa vigente definisce cinque (A, B, C, D, E) più due (S1, S2) categorie di suolo di fondazione a diversa rigidità sismica, caratterizzate da velocità  $V_{s30}$  (definito come il valore medio della velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio nei primi 30 metri sotto la base della fondazione) decrescenti, e quindi da effetti amplificativi crescenti:

Classe A:  $V_{s30} > 800$  m/s;

Classe B:  $360$  m/s  $V_{s30} < 800$  m/s;

Classe C:  $180$  m/s  $V_{s30} < 360$  m/s;

Classe D:  $V_{s30} < 180$  m/s;

Classe E: Classi C e D con franco su substrato di tipo A compreso tra 5 m e 20 m;

Classi S1 ed S2:  $V_{s30} < 100$  m/s + terreni soggetti a liquefazione.

La  $V_{s30}$  è definita come velocità media di propagazione nei primi 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata secondo l'espressione analitica data dalla (1).

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}; \quad (1)$$

### *RILIEVO ESEGUITO – RISULTATI*

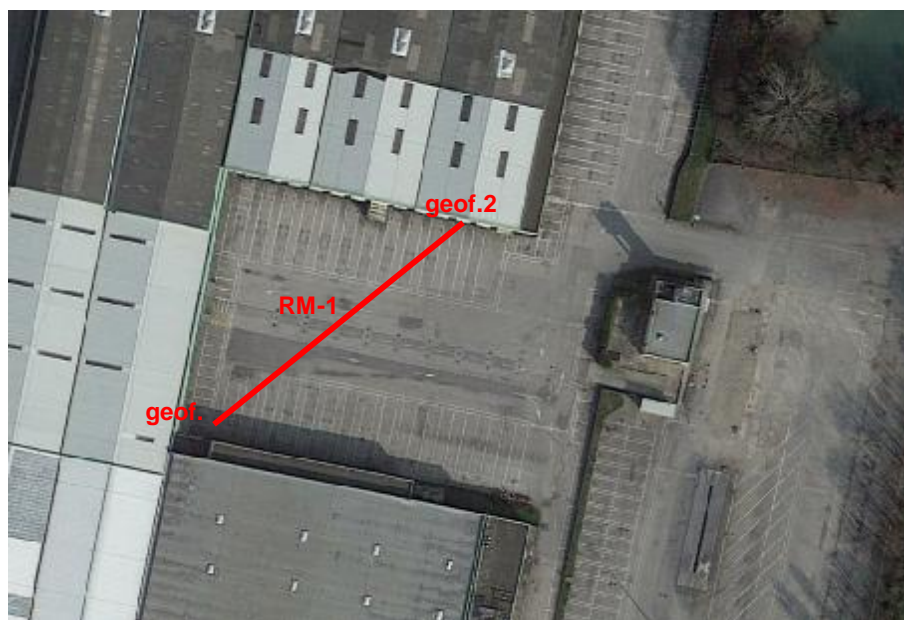
Le misure Re.Mi. sono state acquisite con un amplificatore sismico *Geometrics Geode Ultra-Light Exploration Seismograph* a 24 canali, con risoluzione di 24 bit nella conversione A/D, equipaggiato con geofoni a frequenza naturale di 4.5 Hz.

I microtremori vengono generalmente registrati mediante uno stendimento lineare da 12 o più geofoni a bassa frequenza senza la necessità di dover operare con una sorgente attiva. I dati vengono acquisiti mediante la classica strumentazione impiegata per i rilievi a rifrazione.

Generalmente si impiegano geofoni con frequenza variabile da 4 a 14 Hz e tempi di registrazione di 15-30 s. È quindi teoricamente possibile registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza è compreso nell'intervallo tra 2 Hz e 25-30 Hz. Questo intervallo di frequenza, in condizioni ottimali, può consentire di stimare, con buon dettaglio, il profilo della  $V_s$  nei primi cento metri di profondità.

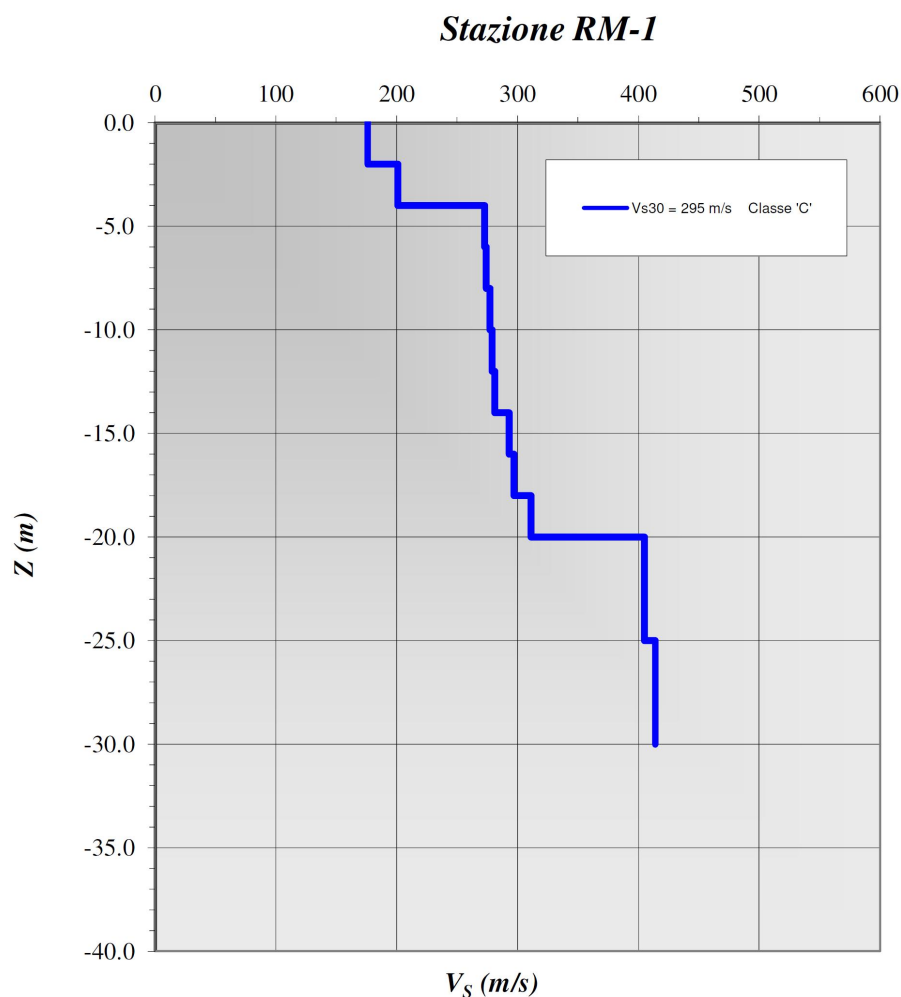
Il sito è stato investigato con una stazione ReMi (RM-1) in corrispondenza della quale sono state acquisite 10 sessioni di registrazione, con controllo in tempo reale dei dati.

La linea, corrispondente a 24 stazioni geofoniche con passo 3,00 m, è stata stesa con direzione sud-ovest/nord-est in attraversamento al sedime che ospiterà l'ampliamento industriale.



Ubicazione dello stendimento di misura della  $V_{s30}$  RM-1 (linea rossa) da foto satellitare. I dati sono stati elaborati mediante il software commerciale “ReMi” prodotto dalla Optim Ilc.

Nella figura seguente si riporta il profilo verticale della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, come rilevato dal rilievo Re.Mi:



Dalla modellazione diretta della curva è stato possibile stimare il profilo verticale della Vs30 media pari a **295 m/s**.

Ai fini delle prescrizioni della vigente normativa in materia (NTC 2008 e successive modificazioni ed integrazioni) i suoli di fondazione del sito oggetto di studio appartengono pertanto alla Classe C nella quale ricadono i depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m e caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s.

<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; NSPT_{,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; cu_{,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## RISPOSTA SISMICA LOCALE E PERICOLOSITA' DEL SITO

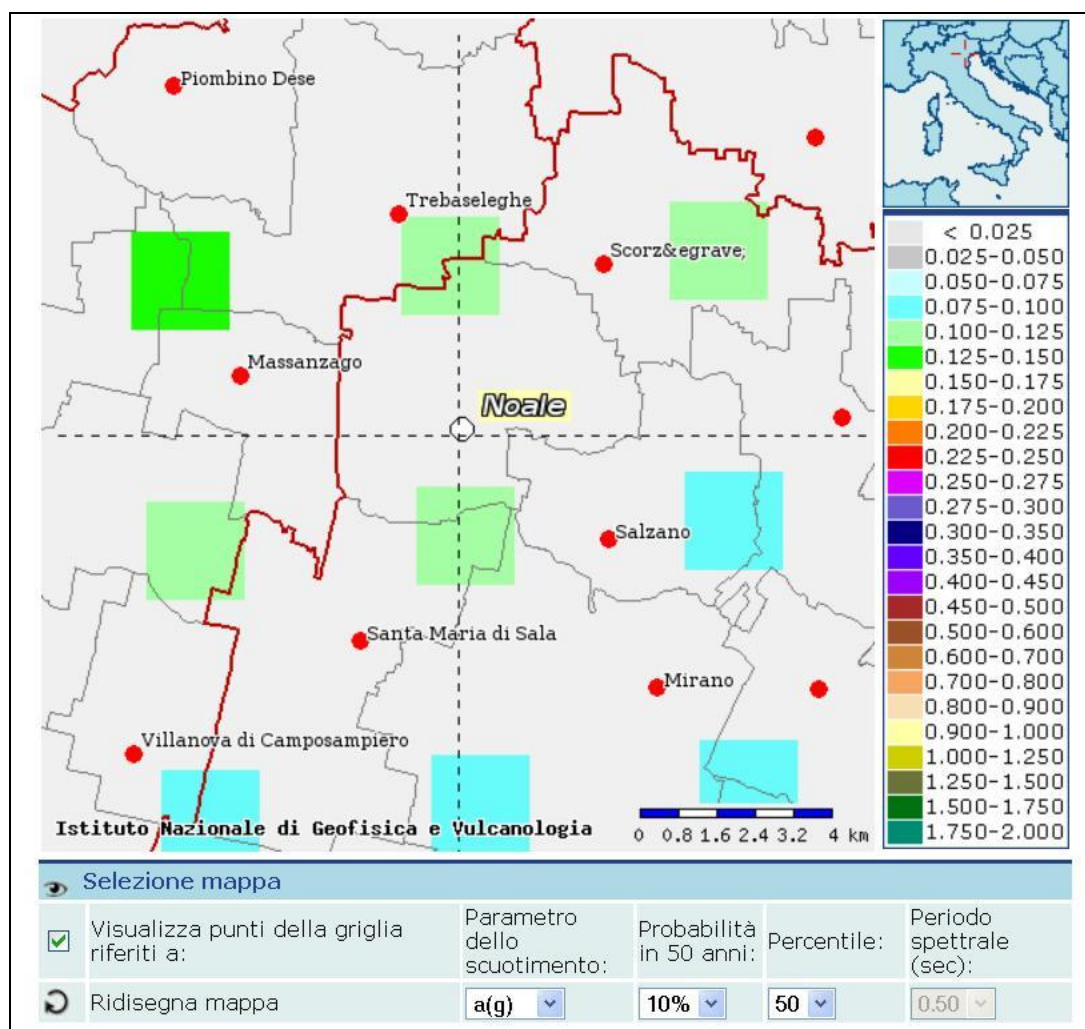
L'area in oggetto, ubicata nel comune di Noale, è stata confermata "zona 3", ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche.

### CATEGORIA TOPOGRAFICA

Il lotto di studio insiste su di un area pianeggiante posta ad una quota media di circa 13 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.

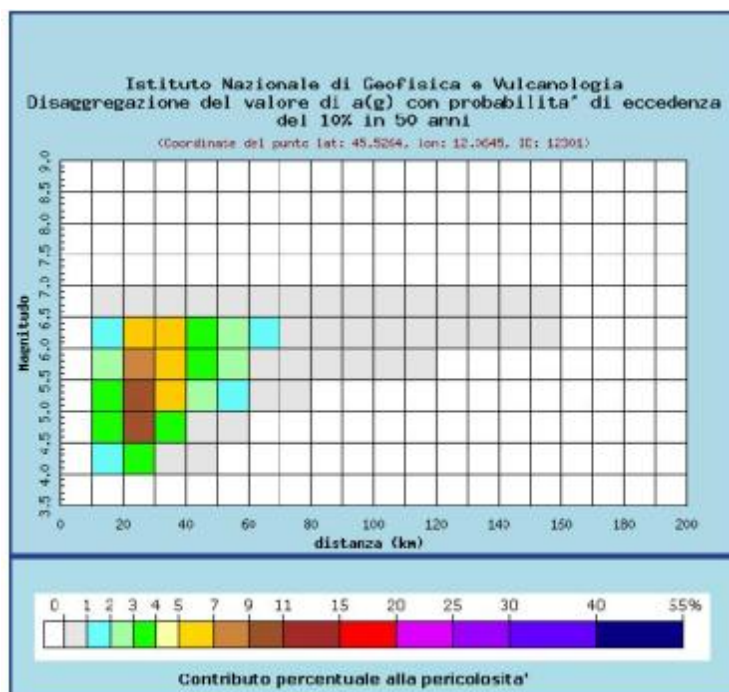
La verifica è stata eseguita utilizzando le resistenze misurate durante la prova CPT, inserendo il file dati penetrometrici nel software Liquefy v. 2.6.

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: 0.16 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)

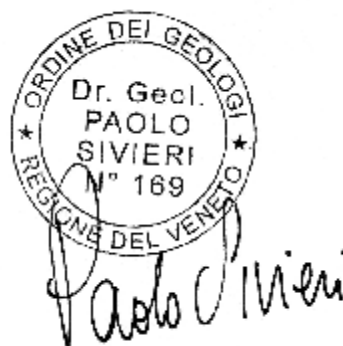




L'analisi è stata eseguita con il metodo *Robertson et al. (1998)*, assumendo come suscettibili di liquefazione solo quei punti aventi indice  $I_c$  (Soil Behaviour Type Index; indice funzione della resistenza alla punta e dell'attrito laterale misurato nella prova CPT) minore di 2.6, secondo quanto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

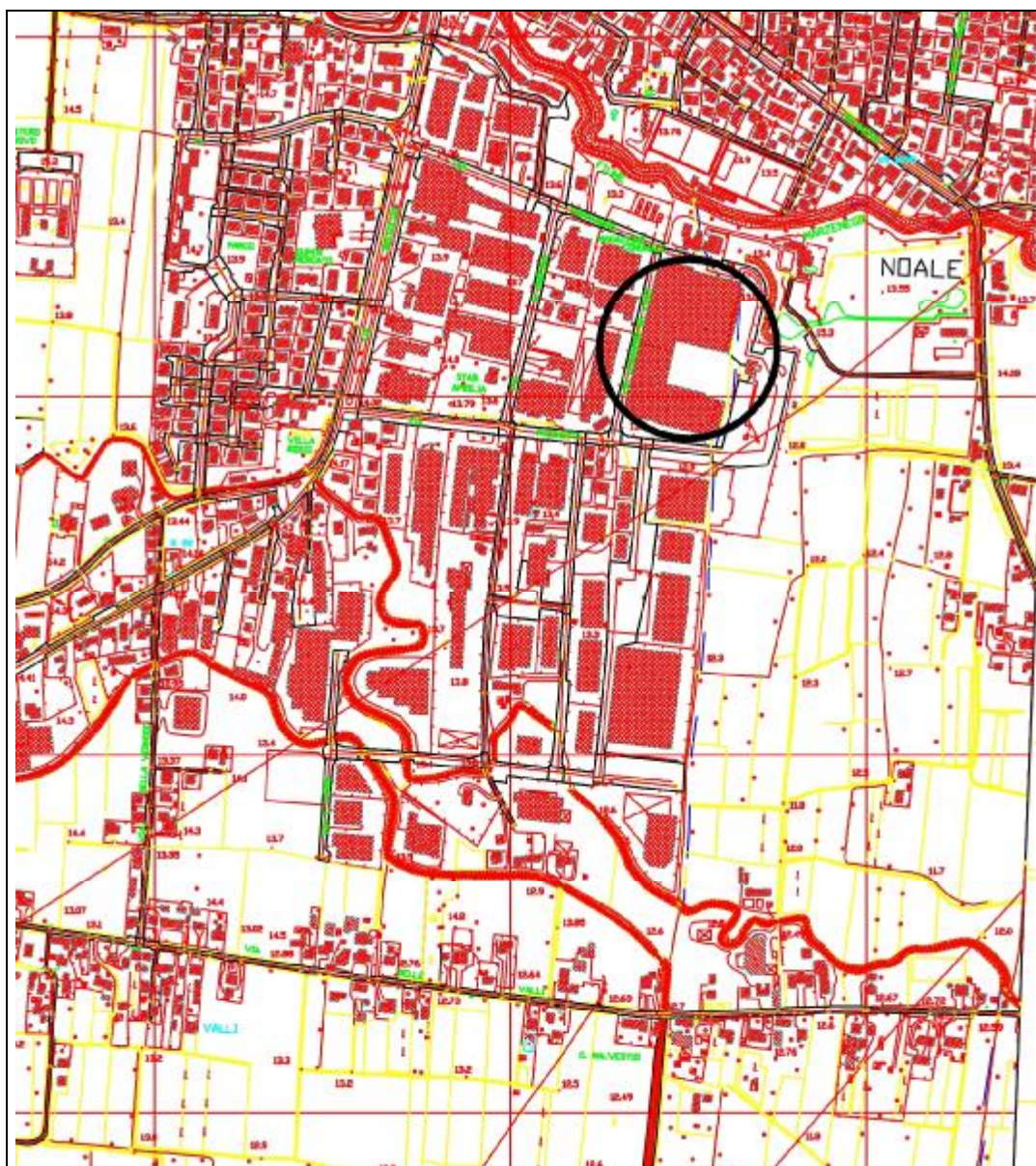
L'analisi, di cui si riporta il dettaglio in allegato, ha permesso di stabilire che i terreni di fondazione risultano stabili nei confronti della liquefazione per quanto riguarda gli stati limite di salvaguardia vita (SLV).

Per i dettagli si veda il grafico allegato.



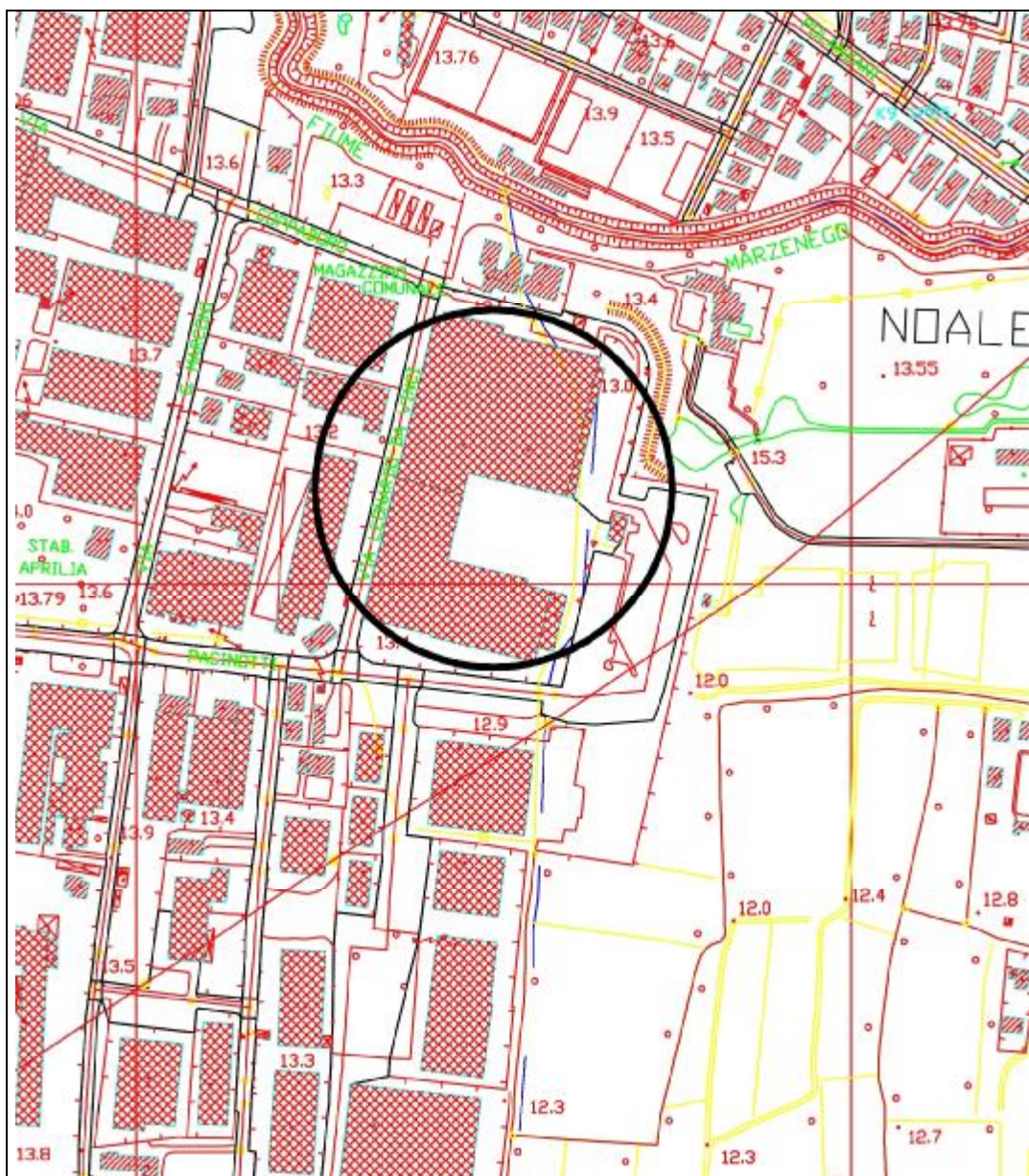
## **ELENCO DEGLI ALLEGATI**

- 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

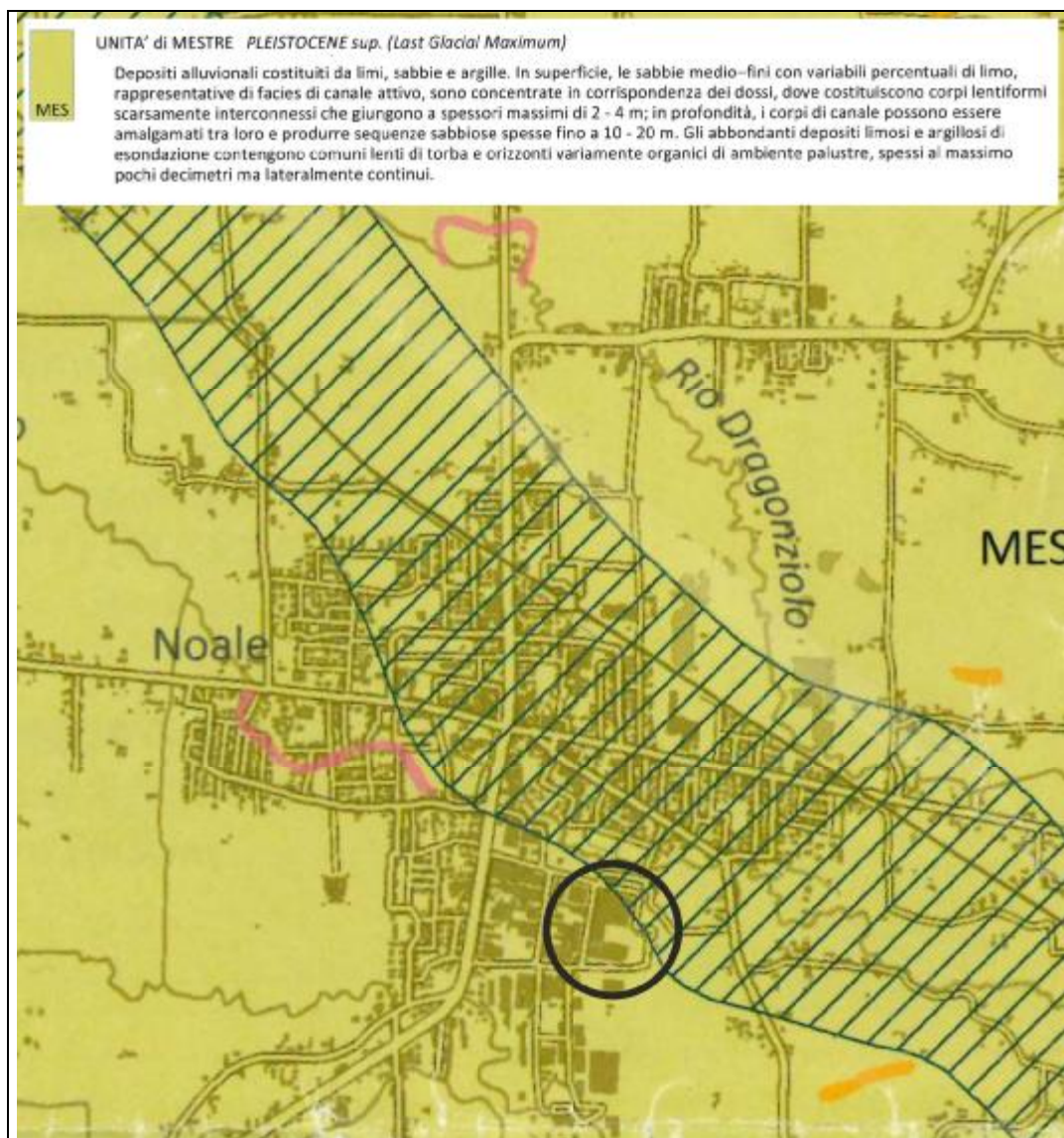


**FIGURA 1 - SCALA 1 : 10.000**  
**INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'AREA DI INDAGINE**





**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**



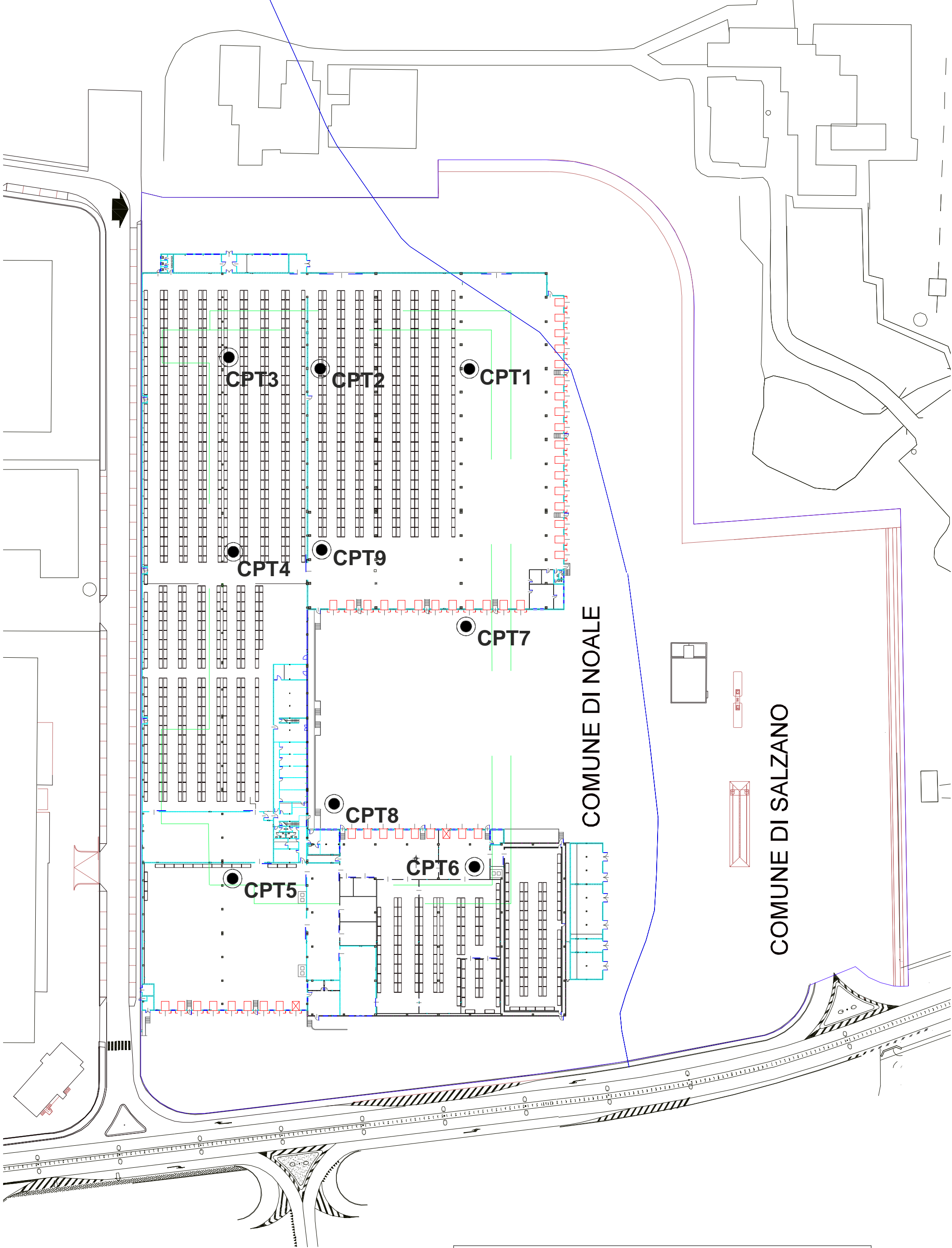


FIGURA 4 - SCALA 1 : 1.000

UBICAZIONE PLANIMETRICA DELLE PROVE CPT

COMMITTENTE: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 1

DATA: 04/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

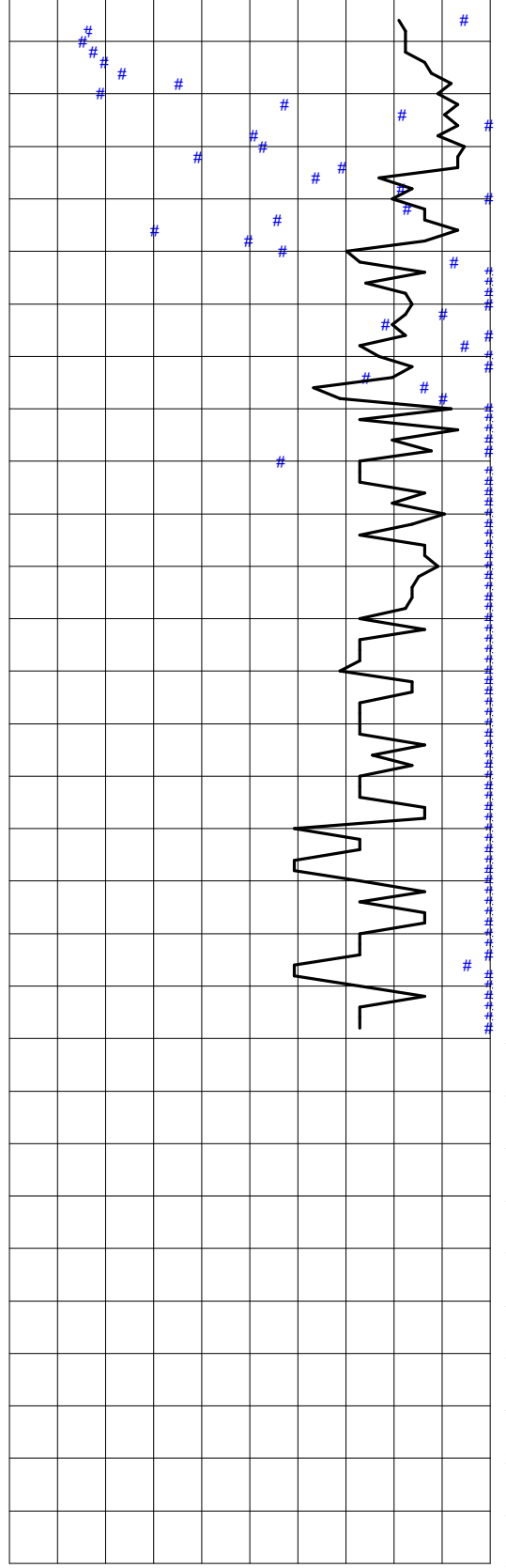
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

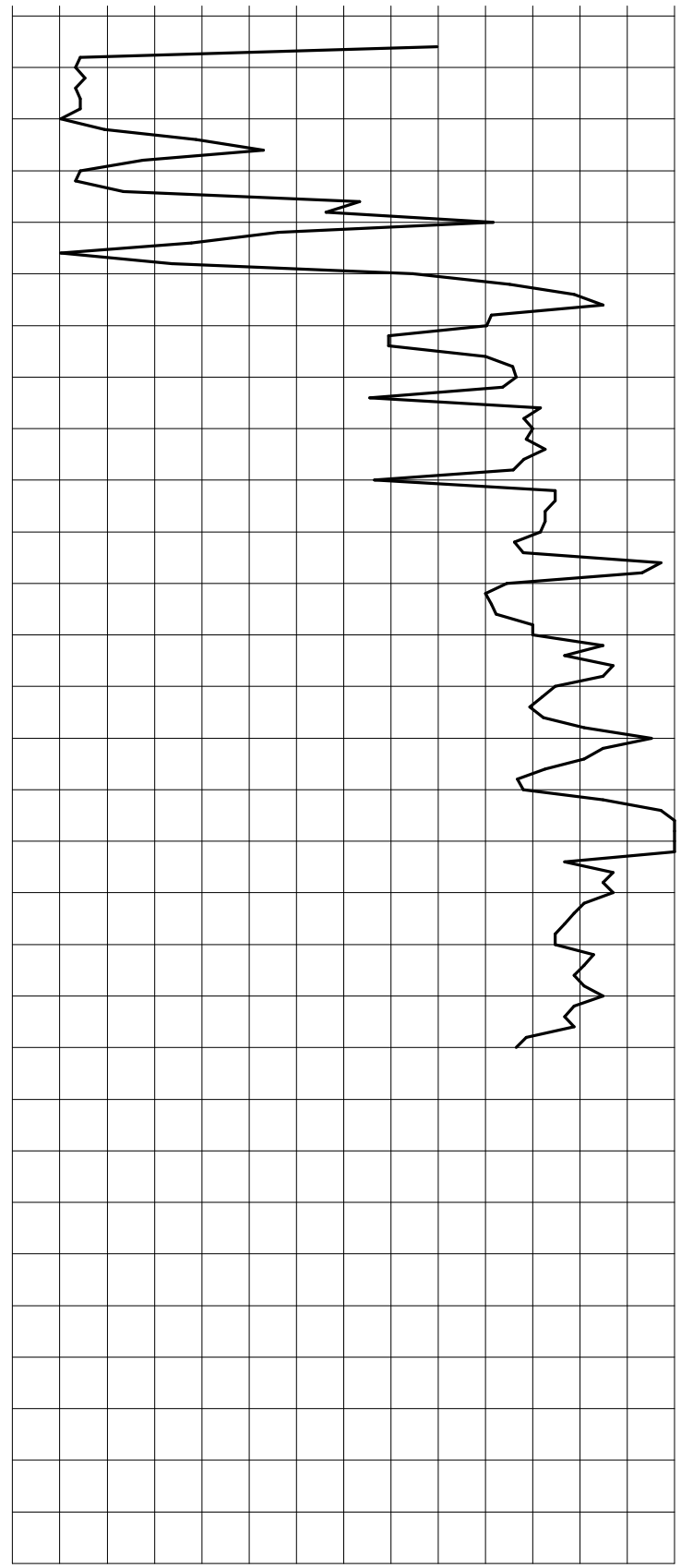
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



PENETROMETRO

Gouda 20 t

OPERATORE

SIG. L. BERTO

ELABORAZIONE

DOTT. L. DAL COLLE 05/08/2015

REVISIONE

## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 1

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 04/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -0,70	70	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-0,70 -2,10	140	ARGILLA LIMOSA	1,36	69,94	4,93	0	67,8
-2,10 -4,90	280	LIMO E SABBIA	4,11	57,31	8,53	34	0,0
-4,90 -20,00	1510	SABBIA	17,75	113,61	26,55	42	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 2

DATA: 05/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

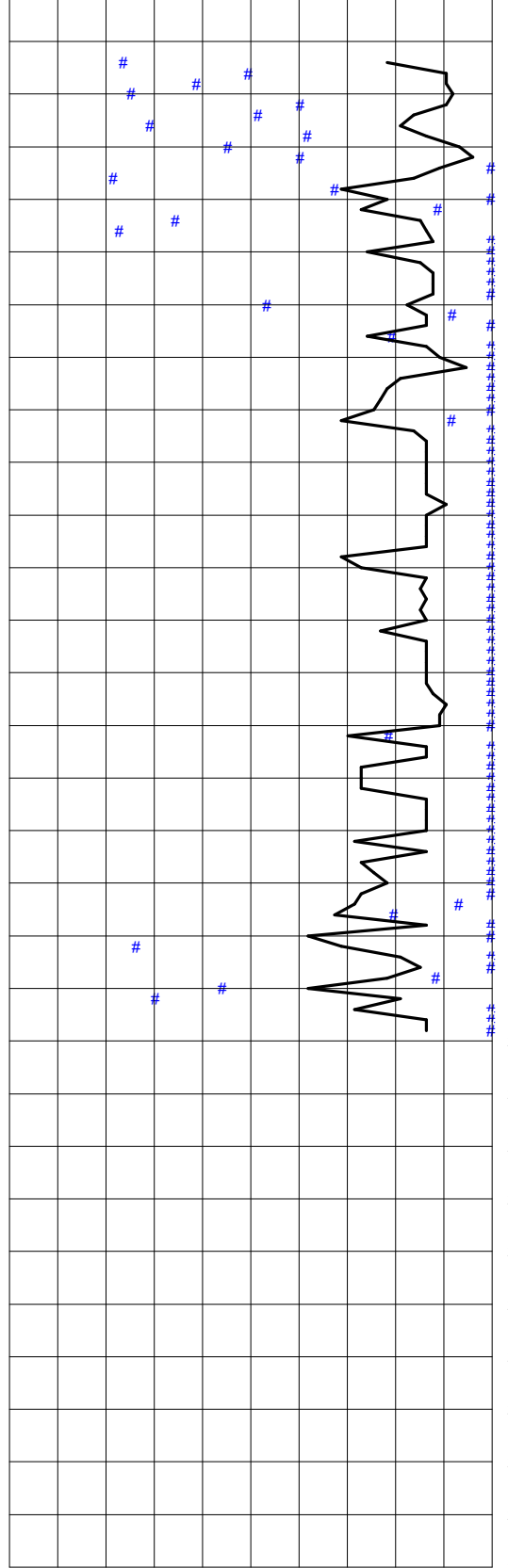
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

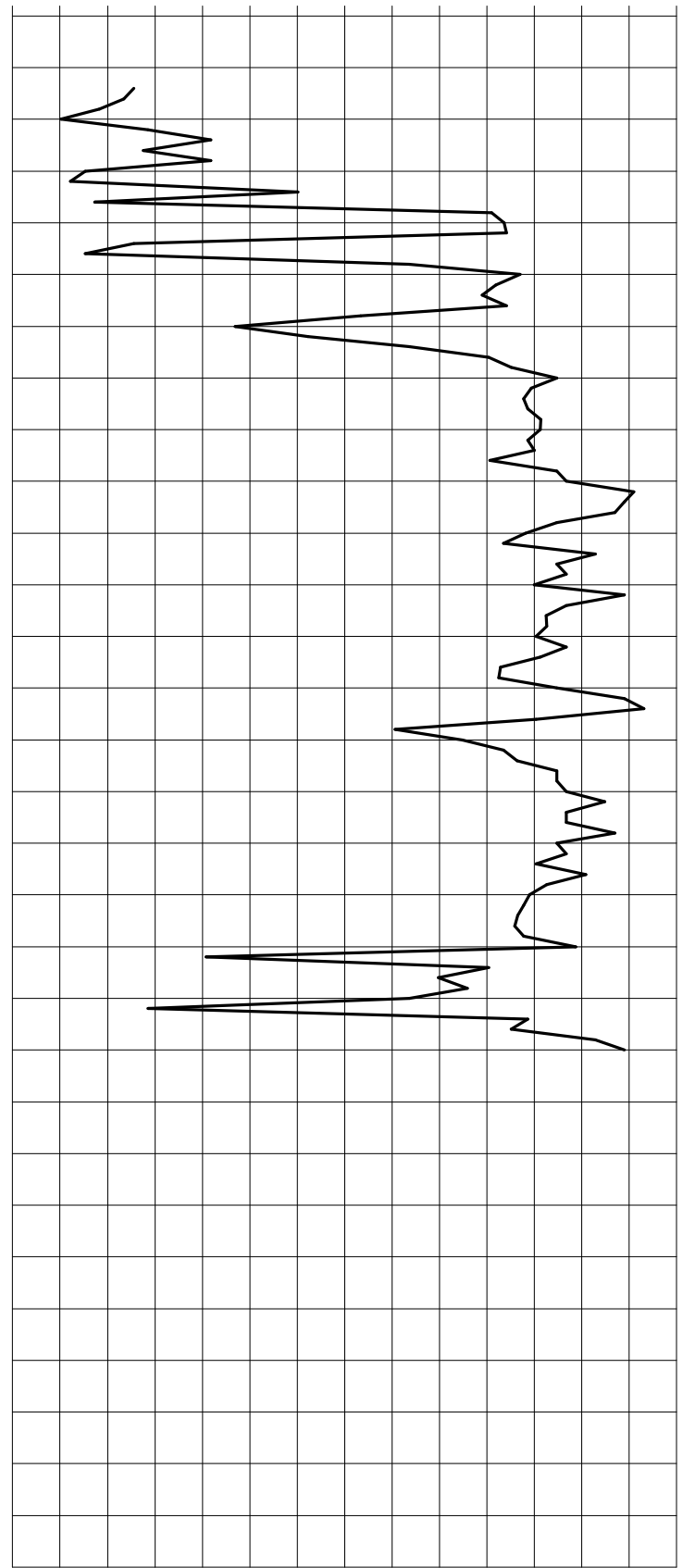
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 2

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,40	140	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-1,40 -3,30	190	ALTERNANZE DI LIMO SABBIOSO E LIMO ARGILLOSO	2,45	59,16	6,50	31	0,0
-3,30 -4,70	140	SABBIA E LIMO	6,60	97,14	11,26	36	0,0
-4,70 -20,00	1530	SABBIA	14,95	91,08	22,78	41	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 3

DATA: 04/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

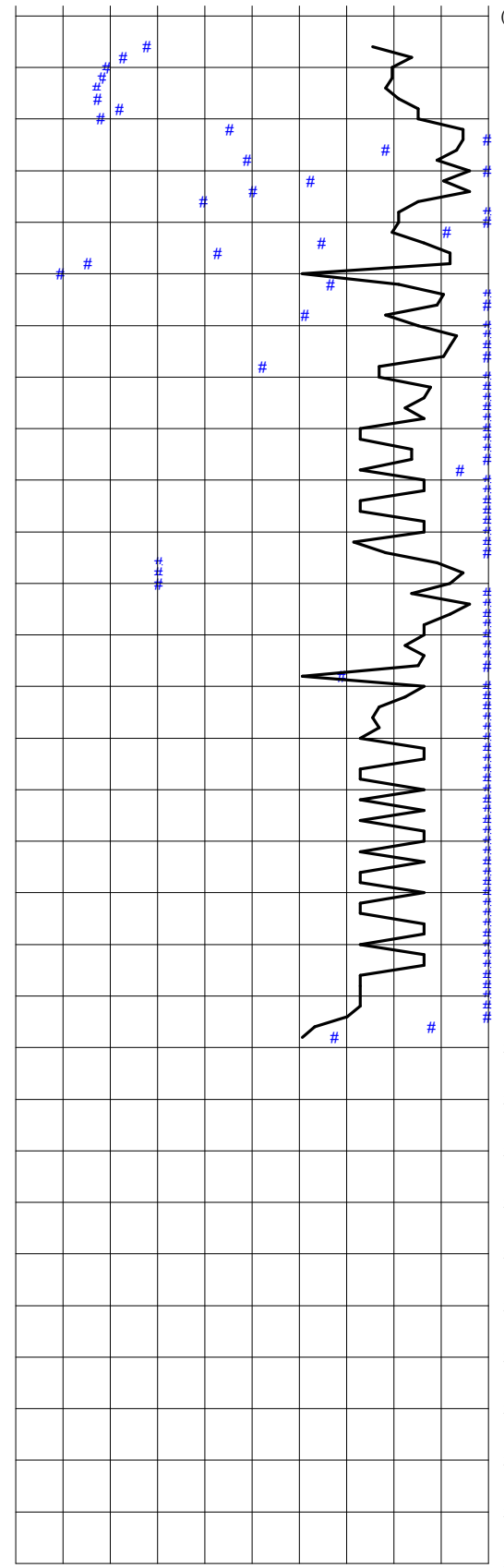
## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

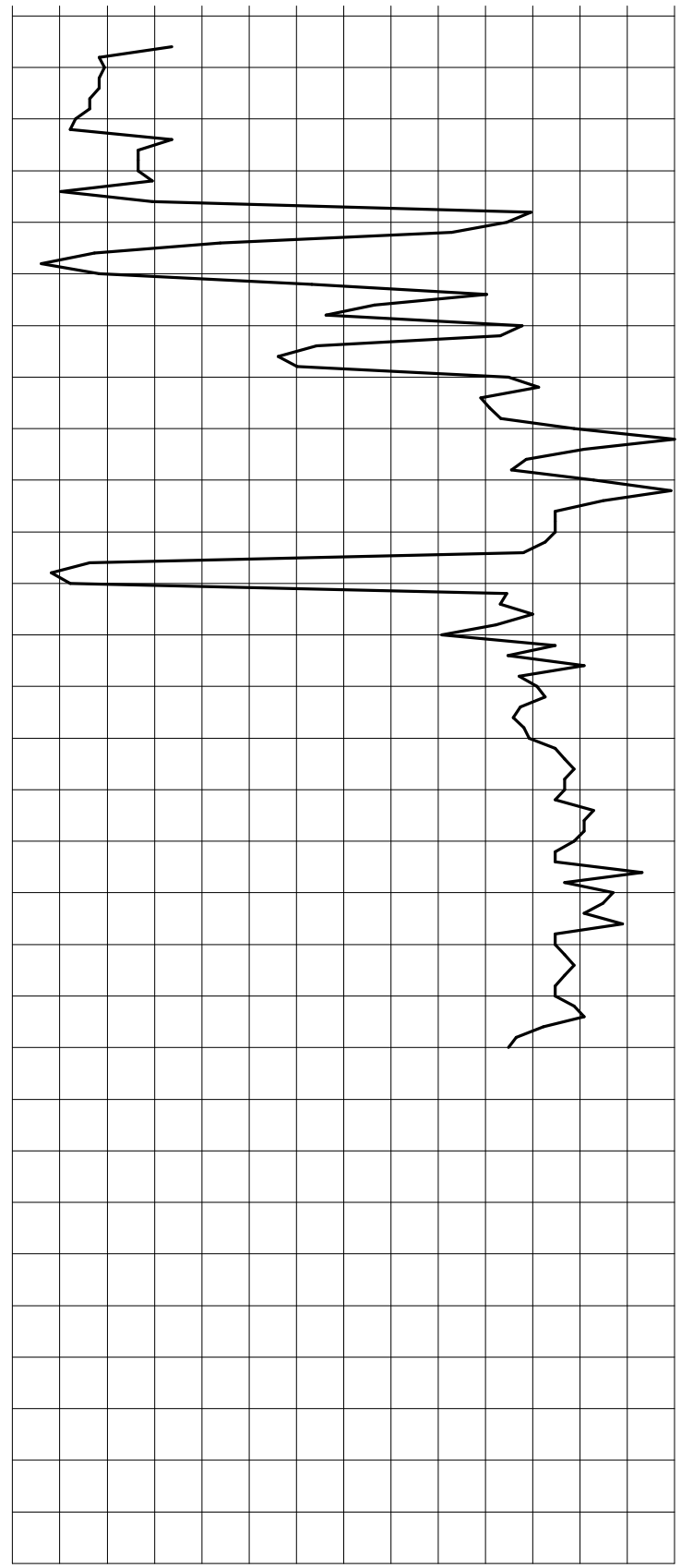
600 500 400 300 200 100 0



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 3

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 04/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -0,90	90	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	0,0
-0,90 -2,30	140	ARGILLA LIMOSA	1,66	83,30	5,95	0	82,9
-2,30 -4,70	240	LIMO E SABBIA	5,06	56,67	9,22	35	0,0
-4,70 -5,10	40	ARGILLA LIMOSA	1,22	119,00	4,44	0	61,2
-5,10 -10,50	540	SABBIA	14,46	88,40	22,32	41	0,0
-10,50 -10,90	40	ARGILLA LIMOSA	1,22	40,80	4,56	0	61,2
-10,90 -20,00	910	SABBIA	17,03	103,21	25,21	42	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 4

DATA: 05/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

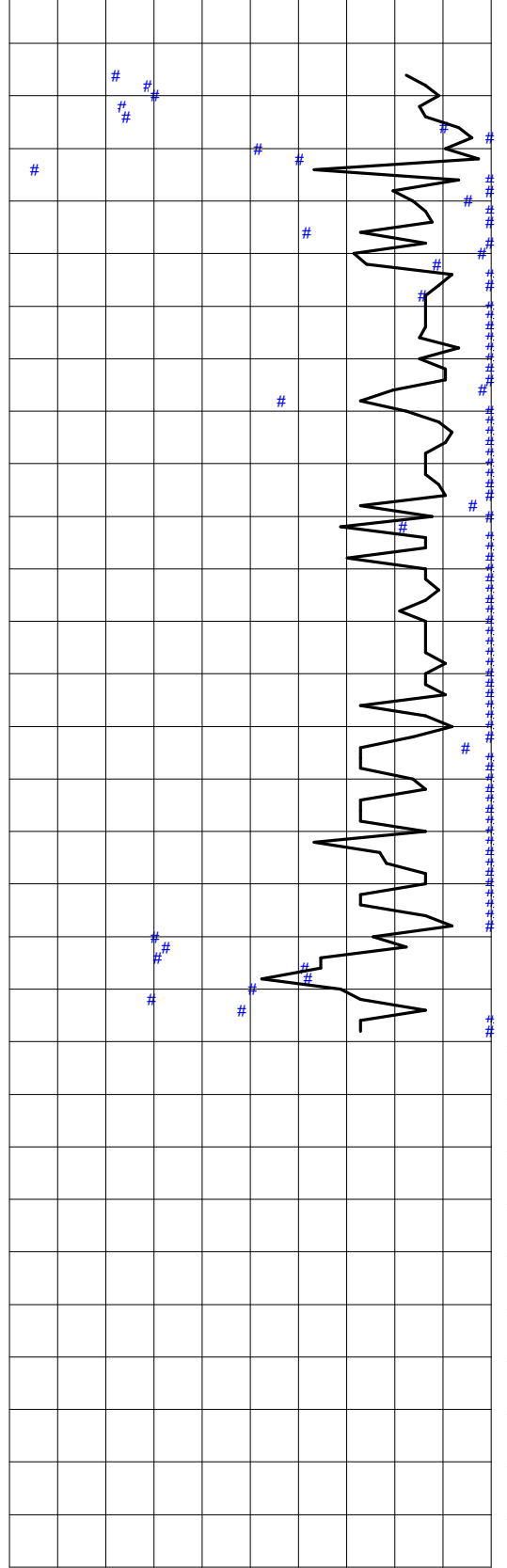
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

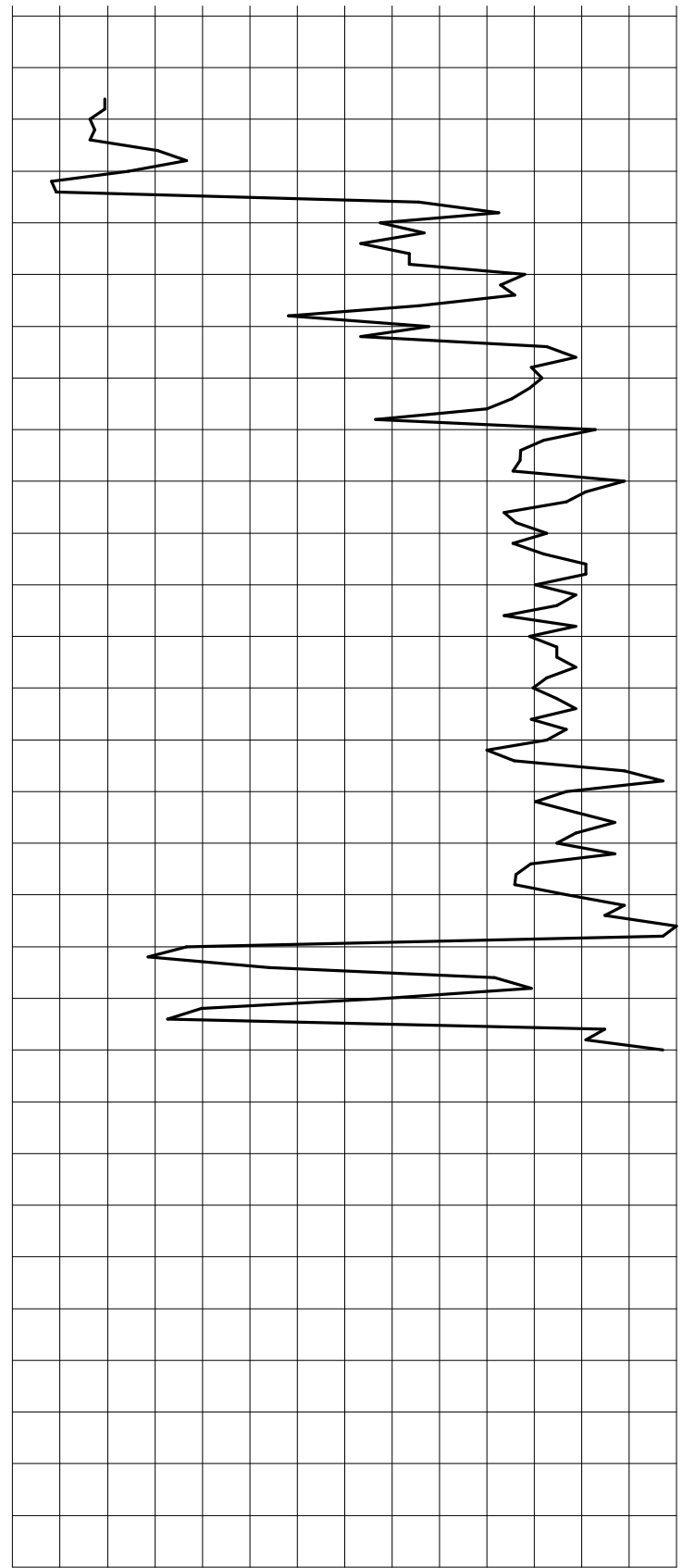
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 4

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,60	160	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-1,60 -2,50	90	ARGILLA LIMOSA	1,77	70,72	6,67	0	88,7
-2,50 -3,10	60	SABBIA LIMOSA	3,06	34,00	6,00	32	0,0
-3,10 -3,50	40	ARGILLA E LIMO	0,87	98,60	3,00	0	43,4
-3,50 -17,90	1440	SABBIA	15,80	83,68	23,96	41	0,0
-17,90 -19,50	160	SABBIA E LIMO	6,57	145,35	11,80	36	0,0
-19,50 -20,00	50	SABBIA	21,42	136,00	31,49	45	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 5

DATA: 04/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

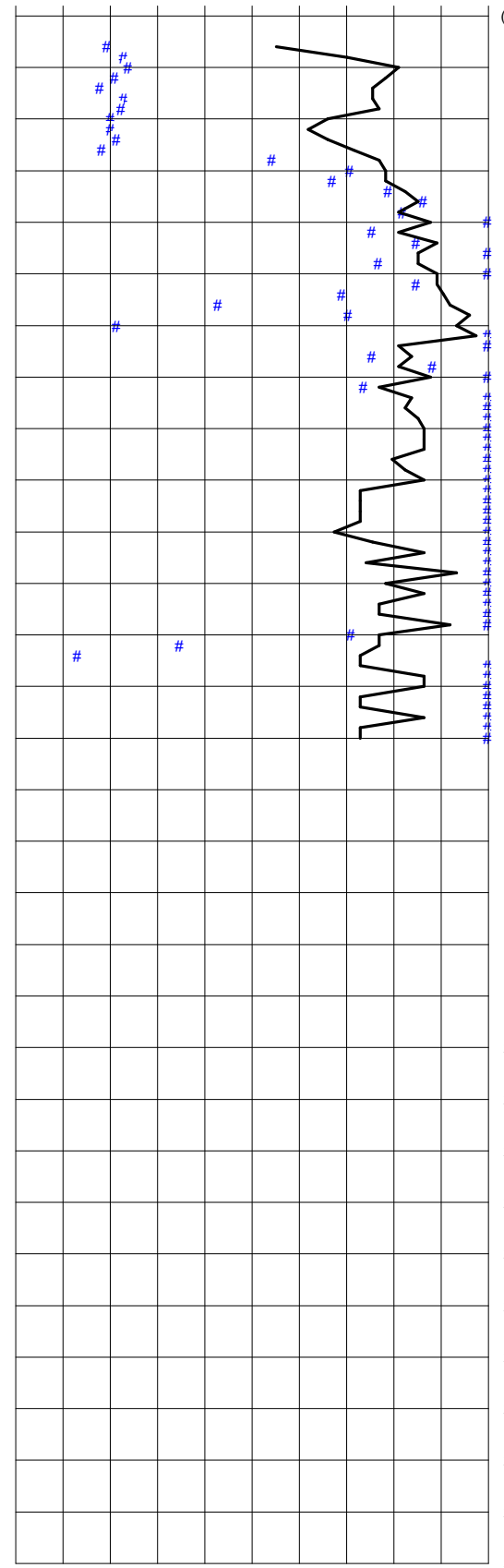
## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

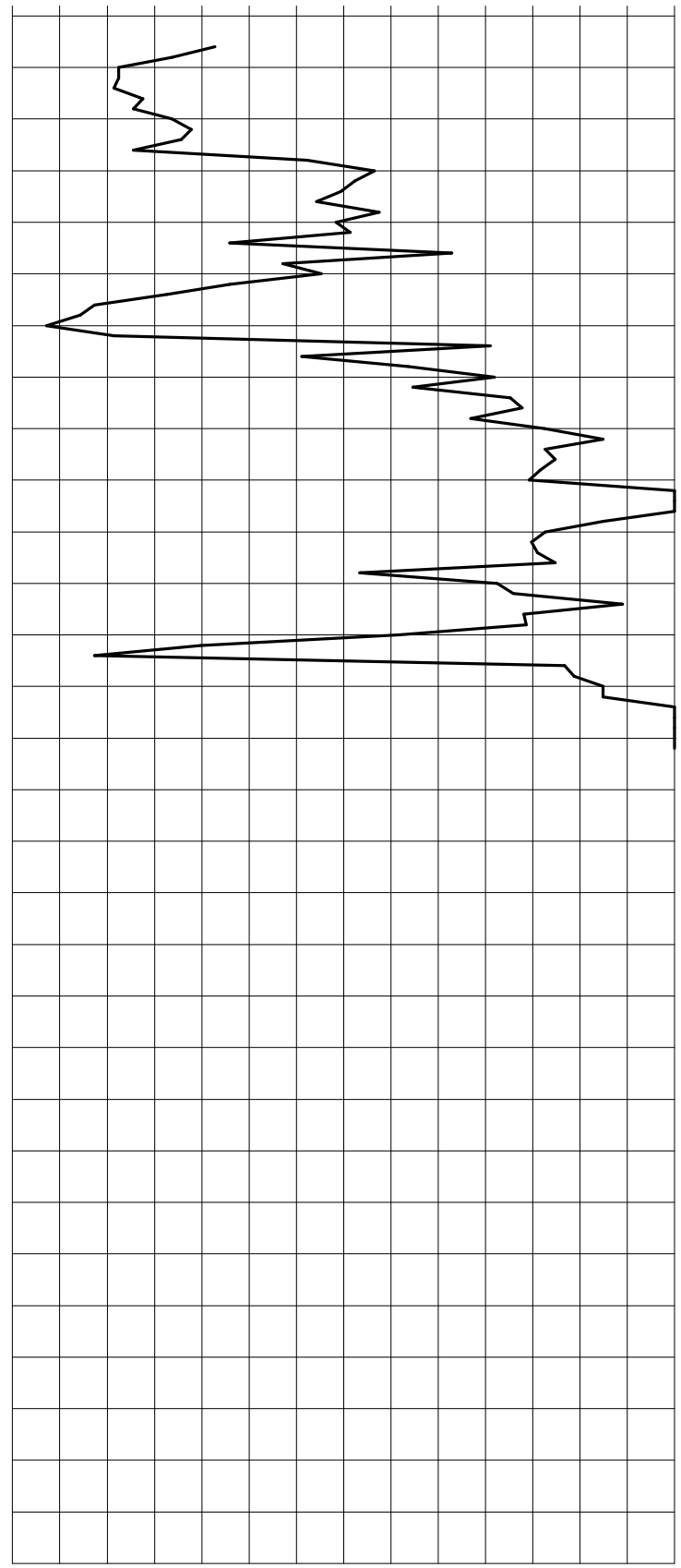
600 500 400 300 200 100 0



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 5

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 04/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,00	100	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-1,00 -2,70	170	ARGILLA E LIMO	2,80	137,51	6,39	0	140,0
-2,70 -5,50	280	SABBIA	6,44	79,17	12,62	36	0,0
-5,50 -6,30	80	LIMO	1,50	27,20	4,99	28	0,0
-6,30 -13,30	700	SABBIA	15,61	98,31	23,79	41	0,0
-13,30 -14,20	90	SABBIA	37,49	119,00	38,61	45	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 6

DATA: 05/08/2015 QUOTA: P.C.

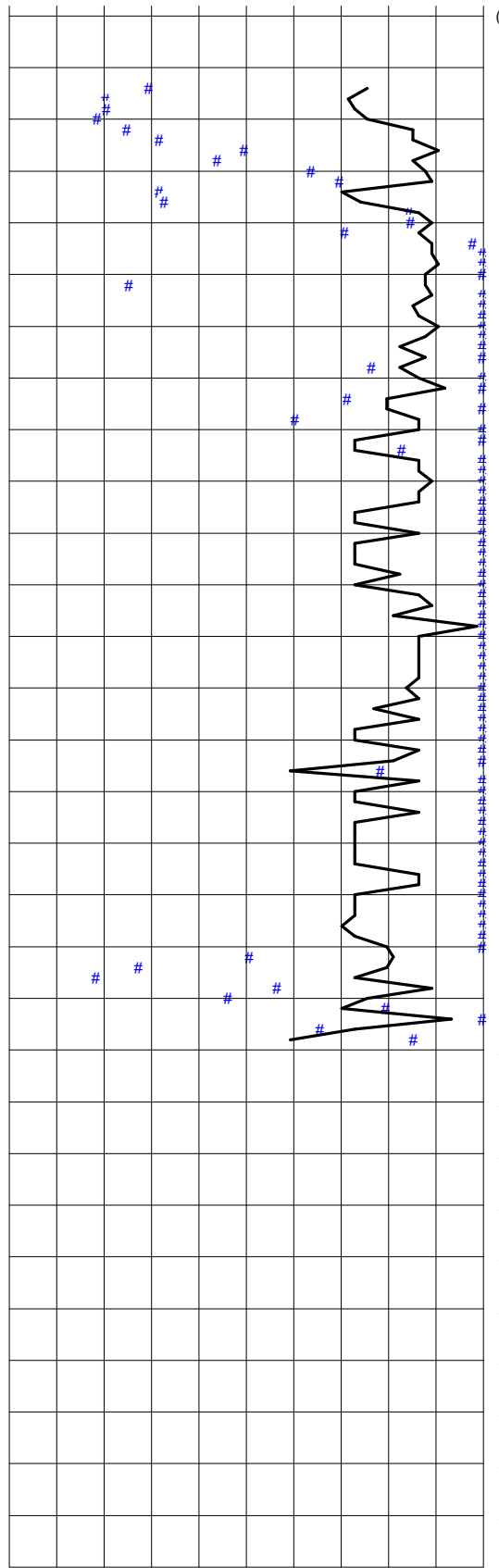
## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

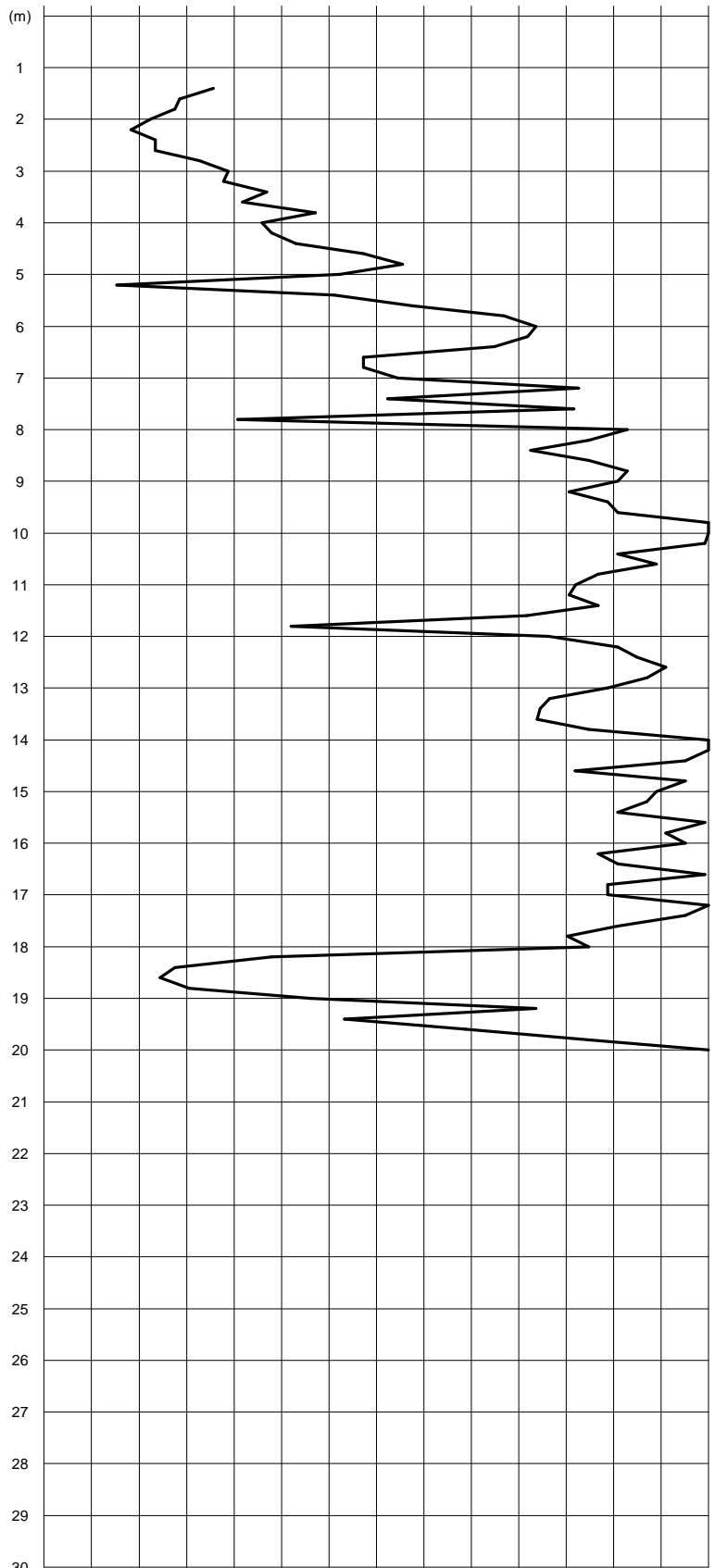
600 500 400 300 200 100 0



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 6

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : P.C.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,40	140	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-1,40 -2,30	90	LIMO E ARGILLA	2,65	119,68	6,31	0	132,6
-2,30 -2,90	60	LIMO E SABBIA	2,65	65,73	5,20	31	0,0
-2,90 -4,30	140	SABBIA LIMOSA	4,52	83,54	8,85	34	0,0
-4,30 -18,30	1400	SABBIA	17,71	92,77	26,80	42	0,0
-18,30 -19,10	80	LIMO E SABBIA	3,47	103,70	7,35	33	0,0
-19,10 -20,00	90	SABBIA	11,09	130,90	18,17	39	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 7

DATA: 05/08/2015 QUOTA: - 1.3 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

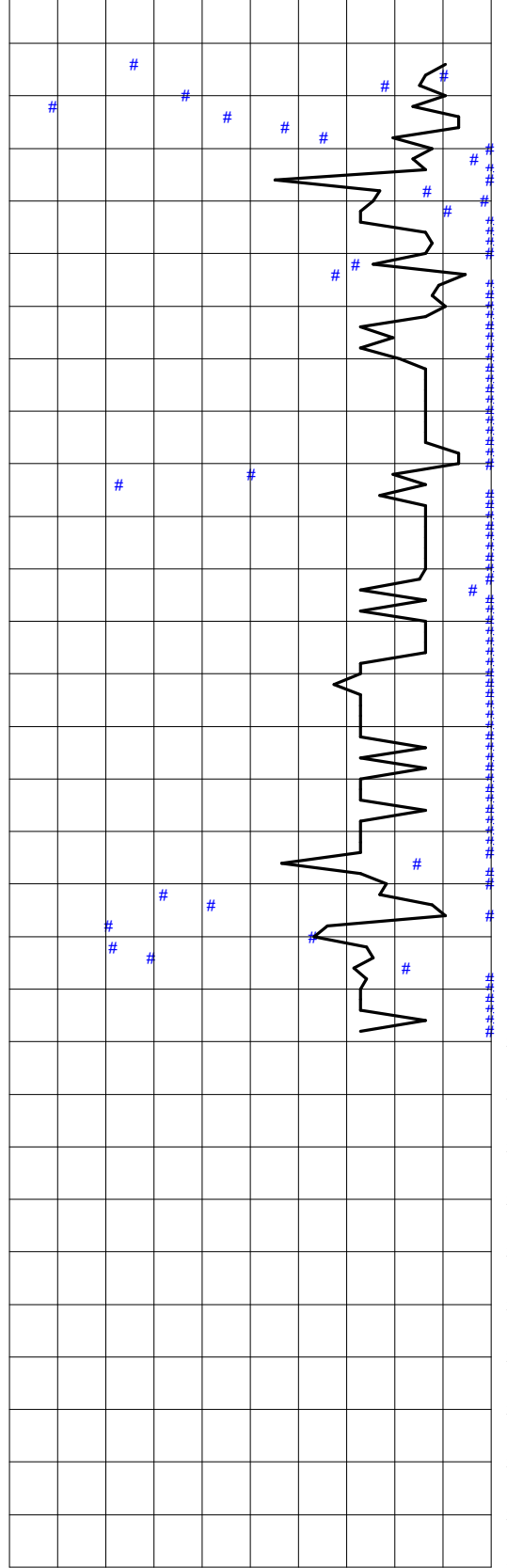
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

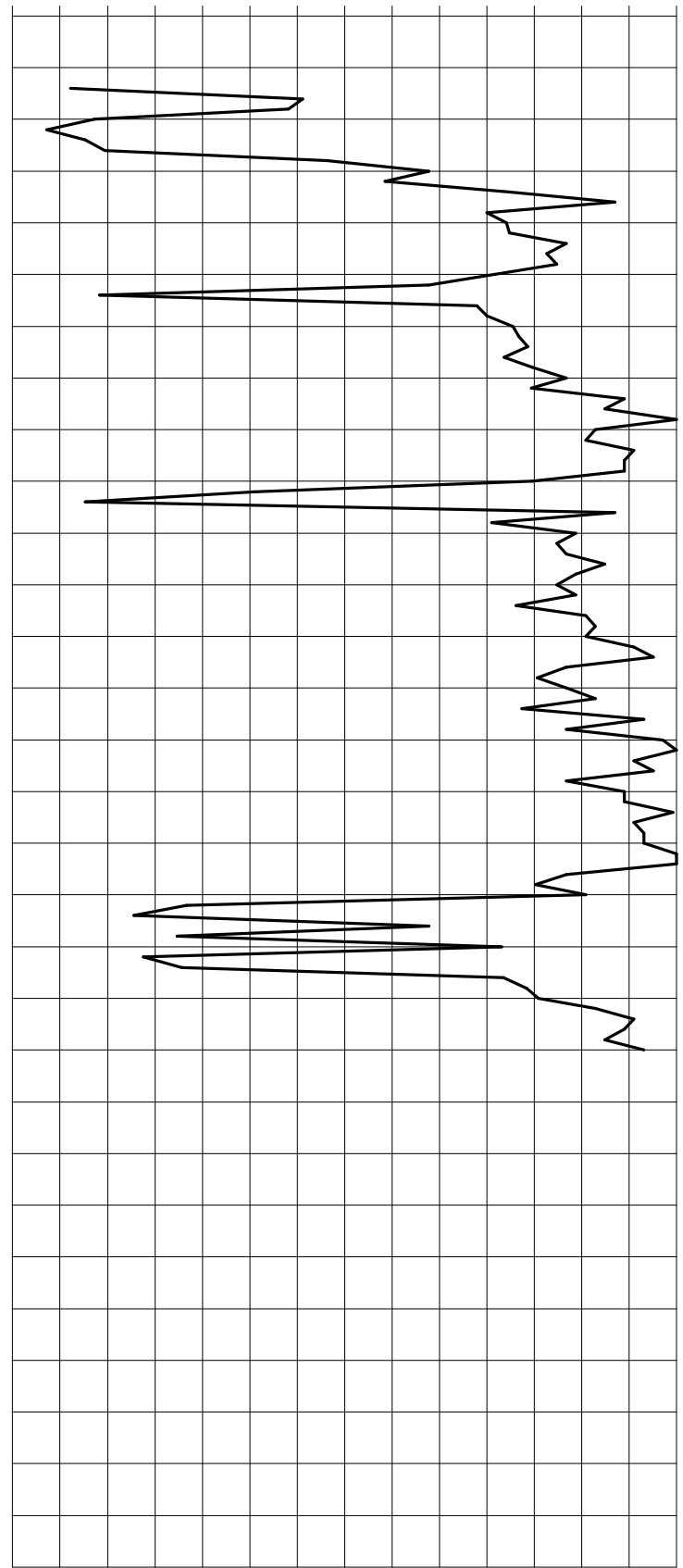
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 7

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : - 1.3 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,40	140	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-1,40 -1,90	50	SABBIA LIMOSA	4,39	63,47	9,40	34	0,0
-1,90 -2,70	80	LIMO	1,48	49,30	6,18	28	0,0
-2,70 -17,10	1440	SABBIA	18,55	97,56	27,84	43	0,0
-17,10 -18,50	140	ALTERNANZE LIMO SABBIOSO E LIMO ARGILLOSO	5,19	118,51	10,15	0	259,4
-18,50 -20,00	150	SABBIA	19,31	126,29	28,38	43	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 8

DATA: 05/08/2015 QUOTA: - 1.3 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

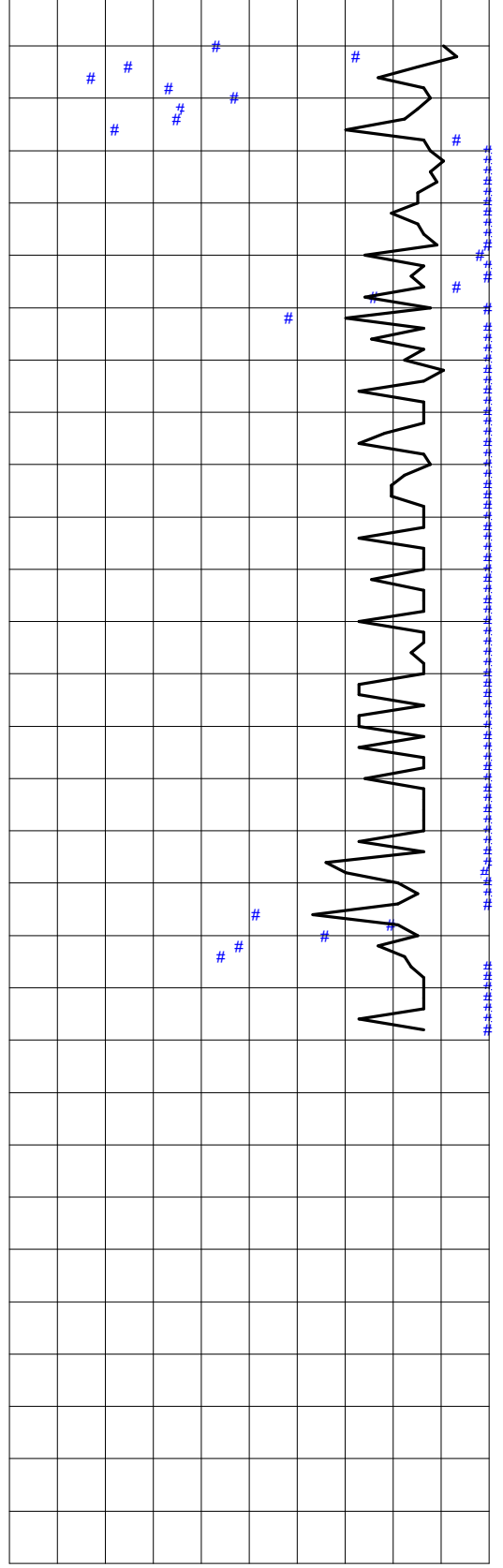
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

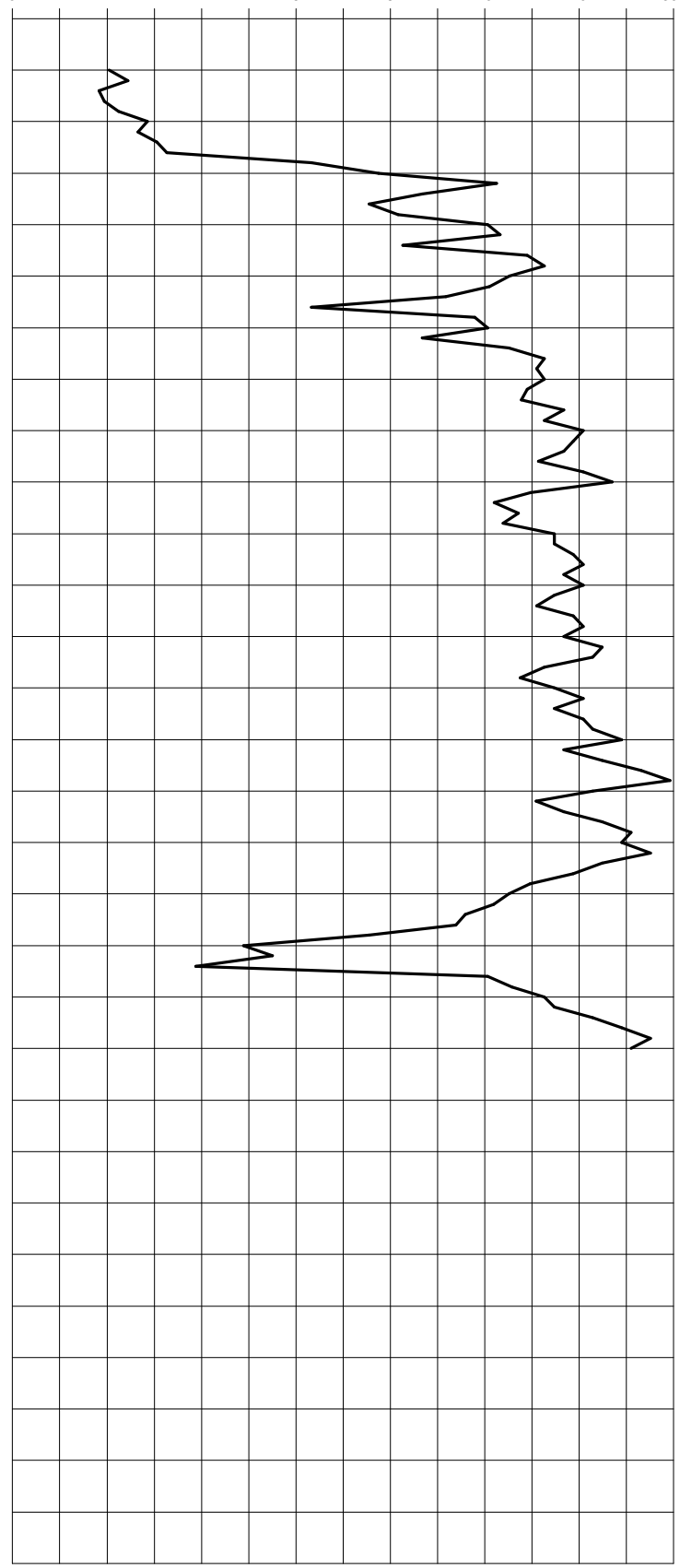
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 8

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : - 1.3 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -1,00	100	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-1,00 -2,70	170	LIMO SABBIOSO	2,48	79,33	6,47	31	0,0
-2,70 -17,90	1520	SABBIA	16,17	88,76	24,46	42	0,0
-17,90 -18,50	60	SABBIA LIMOSA	4,76	92,93	9,33	35	0,0
-18,50 -20,00	150	SABBIA	18,61	79,66	27,35	43	0,0

### 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: F.LLI LANDO SPA

CANTIERE: NOALE, VIA PACINOTTI

PENETROMETRIA: NOALE 9

DATA: 05/08/2015 QUOTA: 0.0 m da p.p.

## RAPPORTO Rp/RI ( BEGEMANN ) #

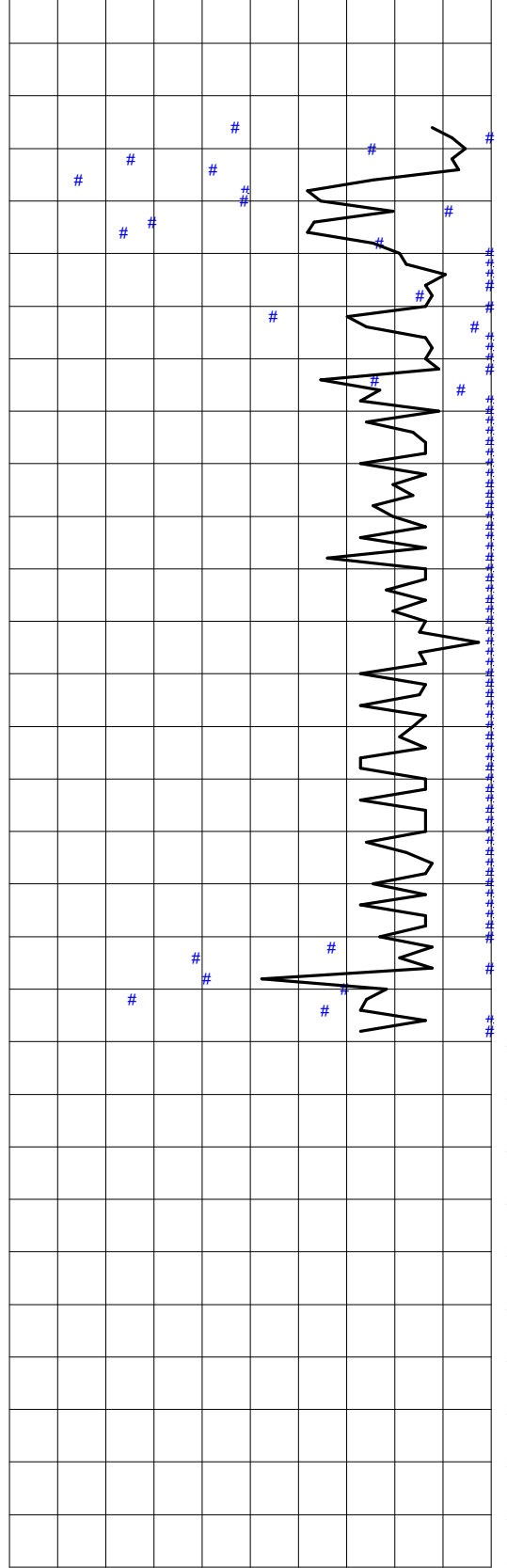
0 16 32 60 100

T A AL LS SL S GS

RI : ATTRITO LATERALE LOCALE (kPa)

600 500 400 300 200 100 0

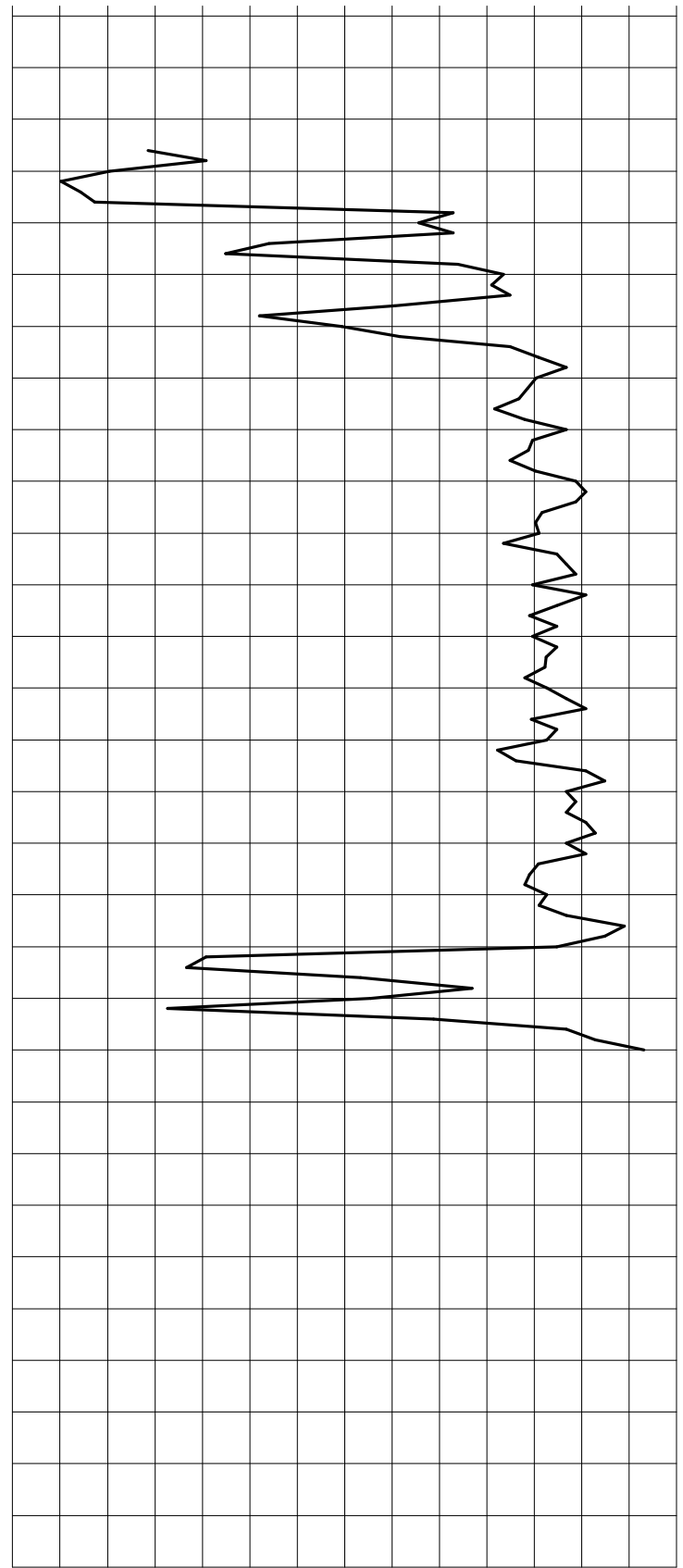
(m)



## PENETROMETRO STATICO OLANDESE

\_\_\_\_\_ Rp : RESISTENZA ALLA PUNTA (MPa)

0 2 4 6 8 10 20 30



## MODELLO GEOTECNICO DEL TERRENO

Penetrometria di riferimento : NOALE 9

Committente : F.LLI LANDO SPA  
Cantiere : NOALE, VIA PACINOTTI

Data : 05/08/2015  
Quota zero : 0.0 m da p.p.

QUOTE DELLO STRATO (m)	SPESSORE (cm)	INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA	Rp media MPa	RI media kPa	E' Mpa	$\phi$ (gradi)	Cu kPa
0,00 -2,60	260	PREFORO: PAVIMENTAZIONE + RIPORTO GHIAIOSO	-	-	-	-	-
-2,60 -3,10	50	LIMO SABBIOSO	2,99	43,07	7,40	32	0,0
-3,10 -3,70	60	ARGILLA LIMOSA	1,39	65,73	5,21	0	69,7
-3,70 -18,10	1440	SABBIA	15,26	96,14	22,95	41	0,0
-18,10 -19,30	120	SABBIA LIMOSA	5,93	115,60	12,16	36	0,0
-19,30 -20,00	70	SABBIA	16,22	113,33	25,29	42	0,0

### Simbologia

Rp : Resistenza alla punta (MPa)

RI : Resistenza laterale  
(kPa)

E' : Modulo Edometrico (MPa)

Phi : Angolo d'attrito interno

Cu : Coesione non drenata (kPa)



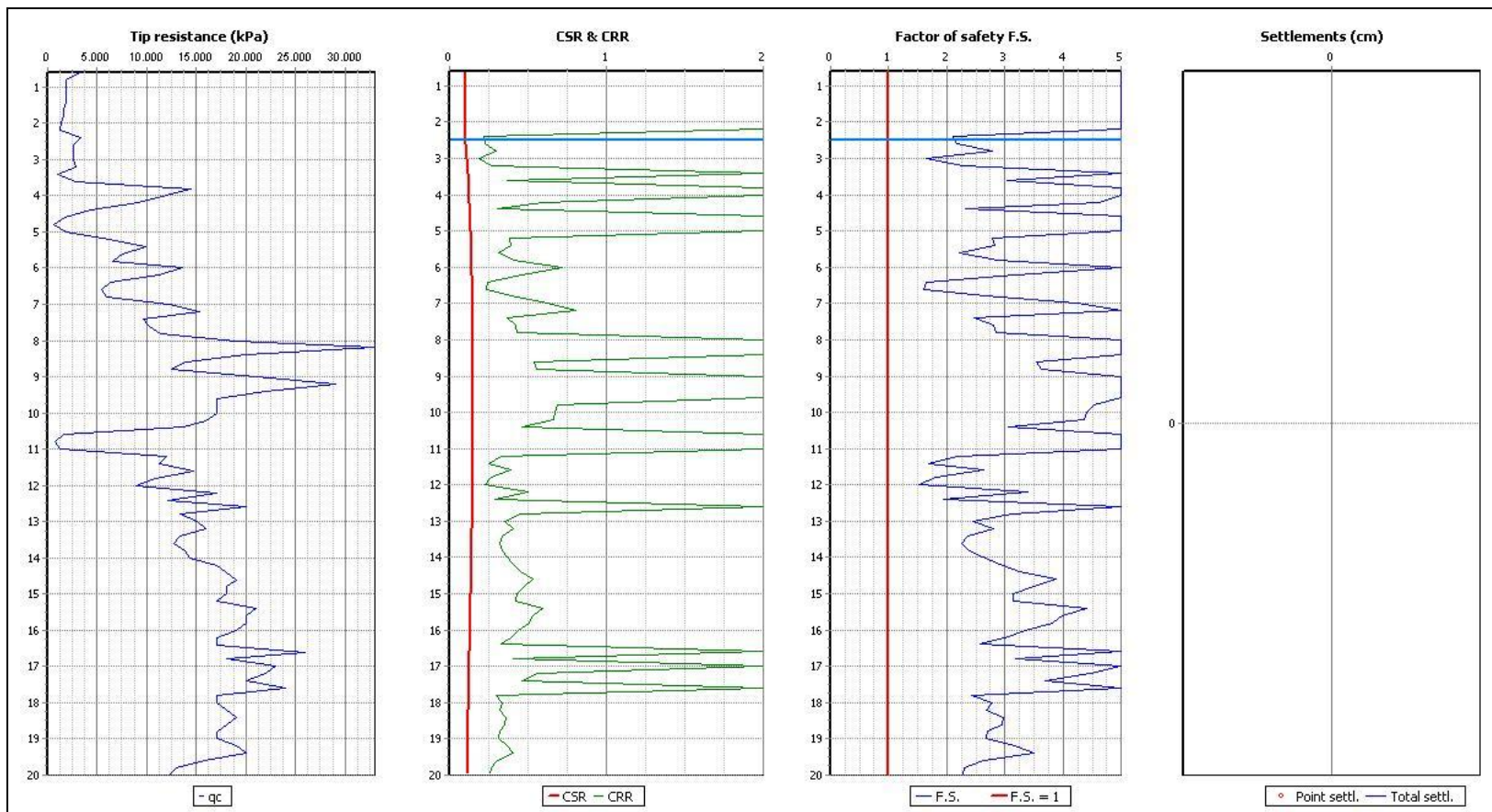


Diagramma FS - Verifica alla stabilità nei confronti della liquefazione (CPT3)