

# Comuni di Carpi e Novi di Modena

Provincia di Modena

Regione Emilia Romagna

Costruzione di una condotta per la magliatura  
delle reti di distribuzione gas in media pressione  
dei Comuni di Carpi e Novi di Modena

**Codice progetto 21-5102**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**DB Cantieri 21-0009 Carpi - 21-0010 Novi di Modena**

PROGETTO:



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)  
web: [www.asretigas.it](http://www.asretigas.it) - e-mail: [info@asretigas.it](mailto:info@asretigas.it)

Il Presidente di AS Retigas

(Ing. Riccardo Castorri)

Il Progettista

Dott. Ing.

Antonio Gonelli

(Ing. Antonio Gonelli)

Amio Iscr. 2011

Settore Civile Ambientale

SEZIONE A

Data  
Giugno 2021

Scala  
1:1000

Disegnatore:  
M. Foglia

Collaboratori:  
Ing. Federico Croveti

Descrizione

**Relazione Geologica**

REVISIONE	DATA
Rev.00	Dicembre 2020
Rev.01	Giugno 2021

Elaborato

L



# RELAZIONE GEOLOGICA

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PROGETTO AS RETIGAS 21-5102**

**DB CANTIERE 21-0009 e 21-0010**

**Costruzione di una condotta per la magliatura  
delle reti di distribuzione gas metano in media  
pressione dei Comuni di Carpi e Novi di  
Modena.**

**Elaborato L**





STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE

**ARKIGEO**

**di Gasparini Dott. Geol. Giorgio**

Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Tel. /Fax : 059 – 815262

e-mail : «arkigeo@arkigeo.191.it»

C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

Indagini geologiche, geotecniche e geognostiche relative allo studio per la  
**"Connessione alla rete di distribuzione gas per l'immissione del biometano prodotto  
da AIMAG S.p.A. nell'impianto di Via Valle 21 a Fossoli nel Comune di Carpi (Mo)".**

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### 1 PREMESSA

Su incarico di AS RETIGAS s.r.l è stato eseguito il presente studio di supporto al progetto dell'opera di cui al titolo: PROGETTO ESECUTIVO DB CANTIERE 21-5102.

Trattasi di un segmento di una condotta di distribuzione gas metano, della lunghezza di  $\cong 3.860$  m, collocato fra l'Impianto di Compostaggio AIMAG di Via Valle a Fossoli di Carpi e l'area a sud di S.Antonio in Mercadello in Comune di Novi di Modena.

Interessando la località "Gruppo" di Carpi si percorrono la Via Remesina e la Via 25 Aprile (Fig. 1); gli estremi di tale spezzata sono fissati dalle seguenti coordinate geografiche:

- |           |              |            |             |                |
|-----------|--------------|------------|-------------|----------------|
| - a Ovest | ED50 UTM 32N | 651146.826 | 4968795.121 | quota 19 m slm |
| - a Est   | ED50 UTM 32N | 653094.038 | 4968953.717 | quota 20 m slm |



Fig. 1 - Inquadramento territoriale (non in scala); la spezzata in rosso indica il tracciato della condotta in progetto.

## 2 CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Il progettista dell'opera ne ha fornito il tracciato, riportato in Fig. n. 7, dalla quale si può vedere che si sviluppa per una lunghezza di circa 3.860 m e che prevede:

- 1) sotto attraversamento del Cavo Lama e Fossetta Rovereto, con tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) ( Fig. n. 8);
- 2) sotto attraversamento della Fossetta Cappello, con tecnica TOC (Fig. n.9);
- 3) sotto attraversamento della Via 25 Aprile e "Canale Ceccona 1", a cielo aperto (Fig. n.10);
- 4) attraversamento del "Canale di Gruppo", con tecnica a spingitubo con pozzetto di spinta delle dimensioni di 5m x 8m (Fig. n.11).
- 5) sotto attraversamento del "Canale Ceccona 2", con tecnica TOC (Fig. n.12);

In massima parte la condotta verrà completamente interrata mediante uno scavo in trincea lineare: per le sedi stradali della dimensione, in sezione, pari a circa 50 cm (di larghezza) per circa 1,50 m (di profondità) (Fig. 2); per le aree su terreno naturale a sezione trapezia con basi 150 e 50 cm e altezza di 155 cm (Fig. 3).

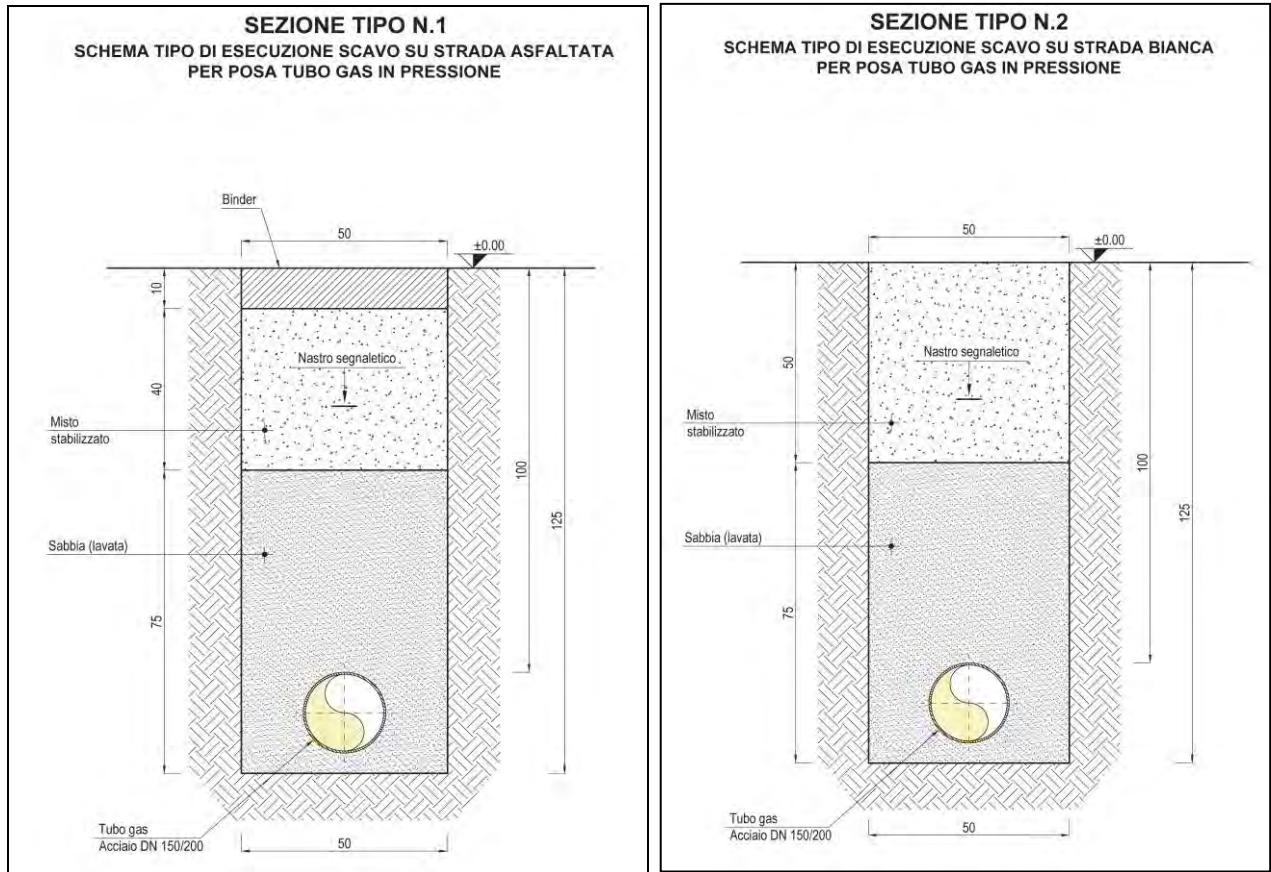


Fig. 2 – Sezioni tipo nn. 1 e 2; scavi in trincea.

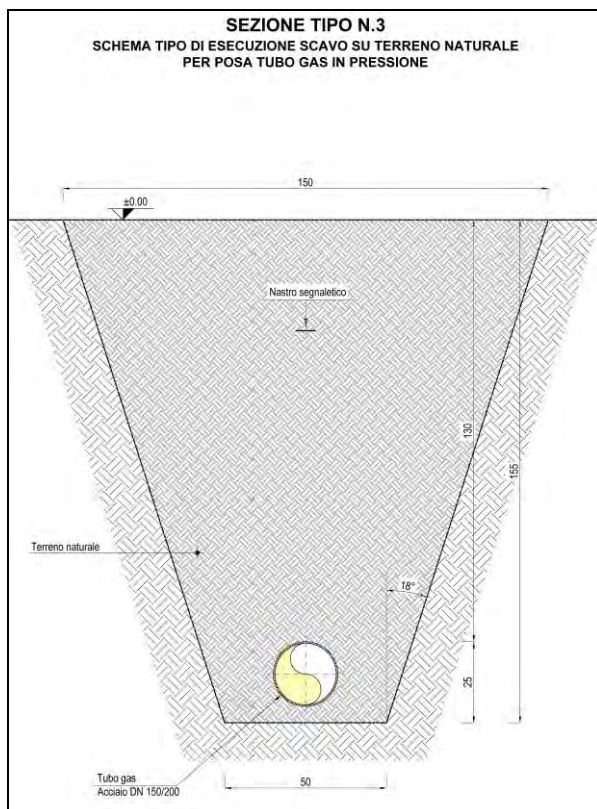


Fig. 3 – Sezione tipo n. 3; scavi in trincea.





Sestola-Vidiciatico e Melange di Firenzuola; 8) Unità umbro-romagnole; 9) Unità toscane; 10) Unità metamorfiche toscane; 11) Zona Sestri-Voltaggio; 12) Gruppo di Voltri; 13) Faglie dirette; 14) Faglie dirette (nel sottosuolo); 15) Faglie inverse e sovrascorrimenti; 16) Faglie inverse (nel sottosuolo); 17) Faglie trascorrenti, di strappo o di trasferimento; 18) Faglie ad alto angolo a cinematica ignota (nel sottosuolo); 19) Limiti litologici. **L'ovale a bordo rosso** individua il territorio interessato dall'intervento (Comuni di Soliera e Modena).

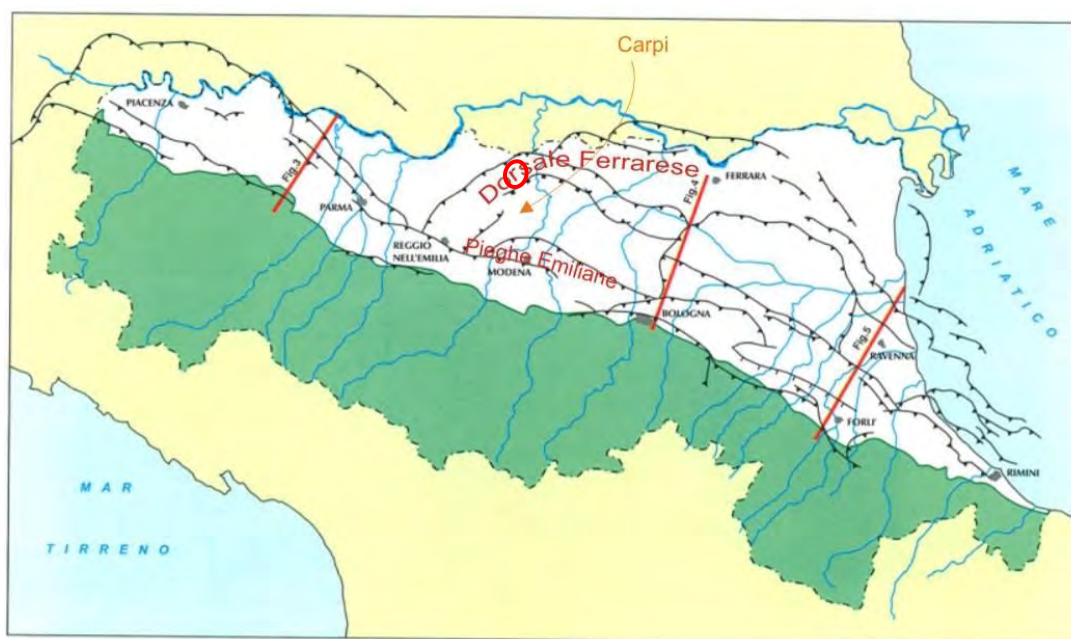


Fig. 5 – Principali strutture sepolte della Pianura Emiliano-Romagnola. (Estratto con modifiche da Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998). **L'ovale a bordo rosso** indica il territorio interessato dall'intervento (Comuni di Soliera e Modena).

Il condizionamento strutturale determinato da tali grandi elementi tettonici (e sismogenetici) ha avuto come conseguenza che l'entità degli spessori di sedimenti marini/continentali pliocenici e pleistocenici sono fortemente variabili, andando da valori minimi dell'ordine del centinaio di m (o localmente inferiori), in coincidenza delle culminazioni delle dorsali, a diverse migliaia di metri, in corrispondenza dei bassi strutturali (sinclinali).

### 3.2 Inquadramento geologico-stratigrafico

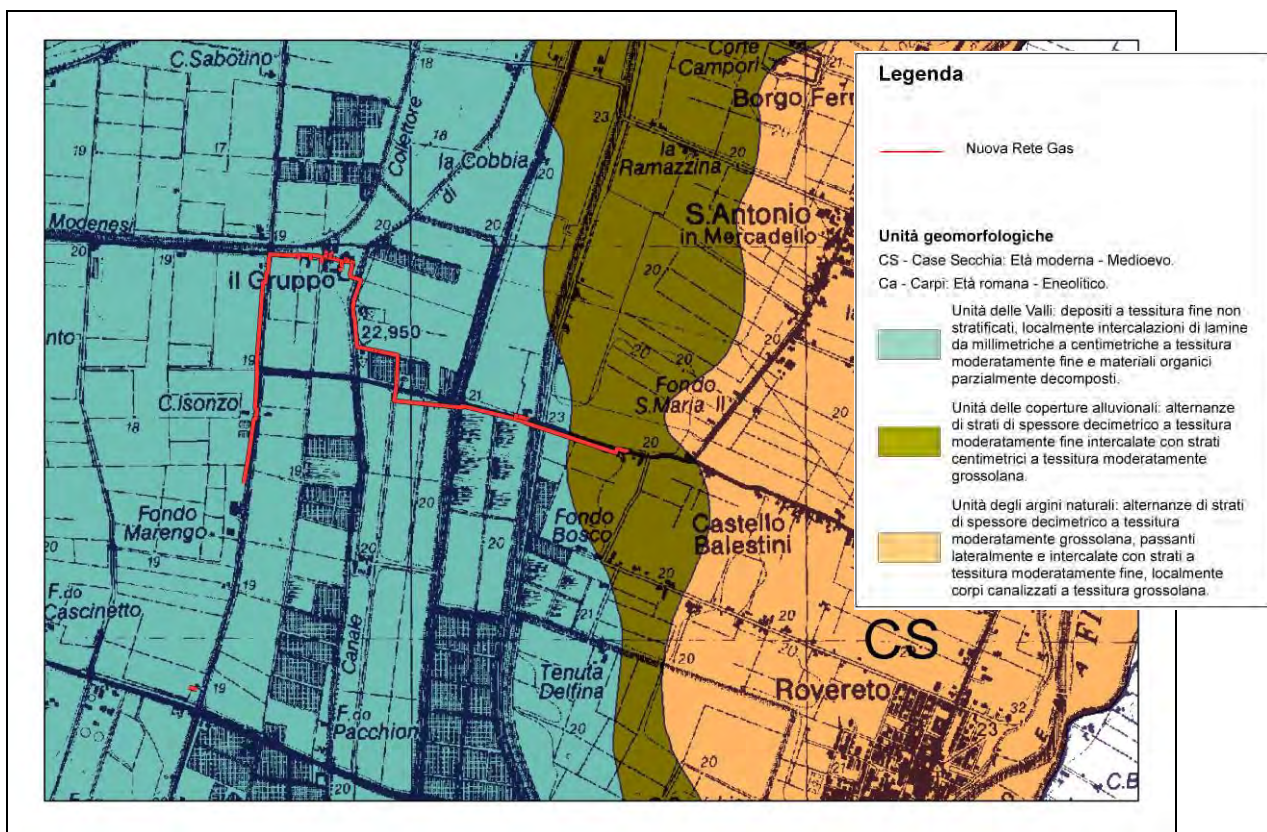
Dal punto di vista geologico-stratigrafico l'area in esame si inquadra nella media pianura alluvionale (Fig. 6) caratterizzata dall'affioramento di terreni appartenenti alla "Unità di Modena" (AES8a) di età Post Romana (Medioevale-Moderna).

I litotipi appartengono, per la parte prevalente delle "Unità delle Valli" sono rappresentati da "Argille limose, argille e limi argillosi laminati -Area interfluviale e depositi di palude", mentre per il tratto minore appartenente alla "Unità delle coperture" ritroviamo "Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose - Depositi di argine distale"; le sabbie risultano poco presenti, almeno per la profondità di nostro interesse (10÷12 m dal pdc).

Dal punto di vista geomorfologico è nettamente prevalente l'appartenenza all'Unità delle Valli (fig. 6), con un segmento di modesta lunghezza della condotta, che ricade nell'Unità delle Coperture Alluvionali (fig. 6)



Non sono segnalati paleoalvei interferenti con le condotte in progetto.



## Carte delle unità geomorfologiche e delle caratteristiche litologiche

(Regione Emilia-Romagna 1993, modificata)

"Non in scala"

### DATI GEOTECNICI PRELIMINARI

unità geomorfologica	$C_u$ Kg/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{nat}$ t/m <sup>3</sup>	$W_l$ %	$W_p$ %	$W_n$ %	IP %	CBR
unità delle Valli	0.73	1.89	55.4	24.7	30.0	29.4	1,8÷3,7
unità delle coperture alluvionali	0.7	1.96	36.5	21.7	-	14.8	7.87
unità degli argini naturali	-	1.88	29.8	18.9	-	10.9	13.08

Fig. 6 – Estratto da "I suoli della Pianura Modenese". RER e Provincia di Modena, 1993 – Non in scala.

Si riportano nella Fig. 6 alcuni parametri di caratterizzazione geotecnica preliminare riferibili alle diverse Unità Geomorfologiche.

Dal punto di vista idrogeologico si segnala che la soggiacenza della falda freatica presenta le seguenti misure rilevate nel corso dell'esecuzione delle indagini penetrometriche:

Prove Penetrometriche	Soggiacenza in m dal pdc	Data rilievo
CPTU1	-1,50	10/05/2021
CPTU2	-1,80	10/05/2021
CPTU3	-2,40	10/05/2021
CPTU4	-2,30	10/05/2021
CPTU5	-1,80	10/05/2021
CPTU6	-2,20	10/05/2021
CPTU7	-2,10	12/05/2021
CPTU8	-0,80	12/05/2021

#### 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO

Al fine di caratterizzare, in modo specifico, i terreni significativi per l'intervento in progetto, dai punti di vista geotecnico, sismico e idrogeologico, sono state effettuate e raccolte diverse indagini, posizionate in corrispondenza dei principali attraversamenti di canali (Fig. 7), ed in particolare:

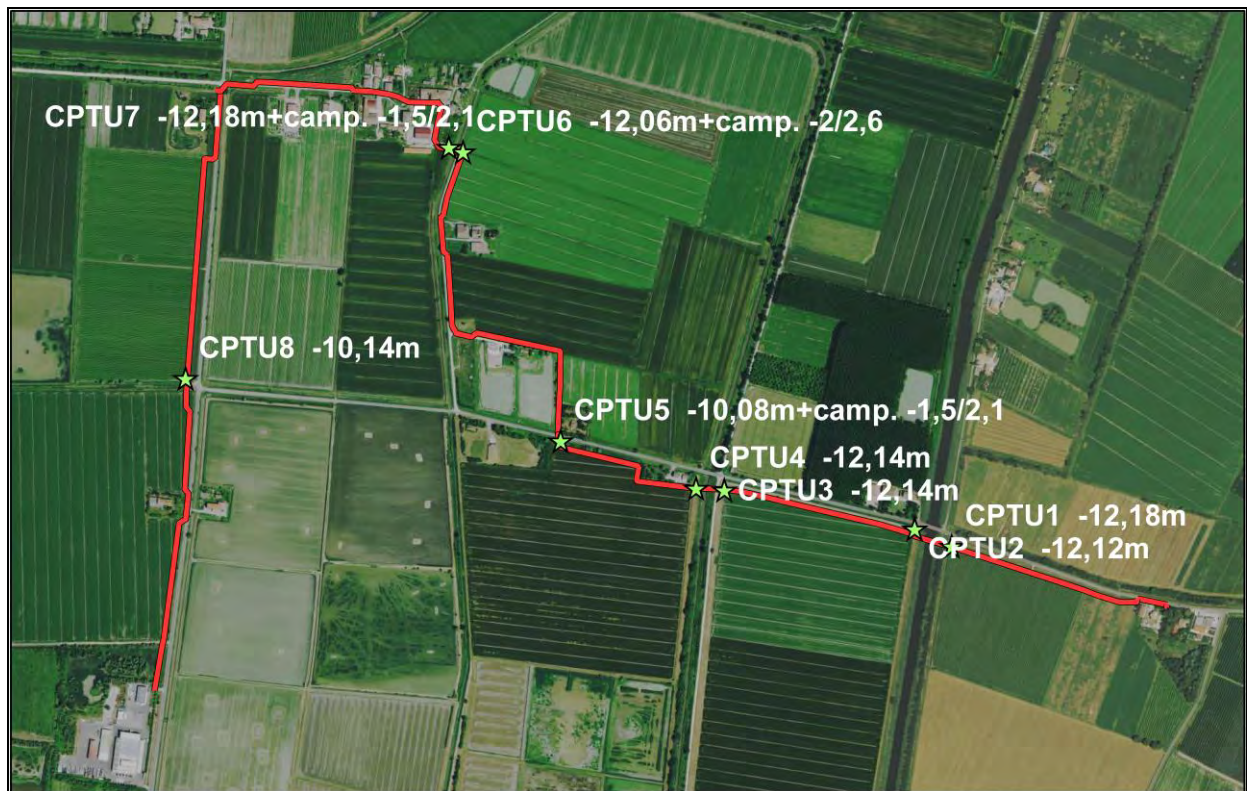


Fig. 7 – Ubicazione Indagini Geognostiche.



- a) n. 2 prove penetrometriche statiche a punta elettrica (CPTU1 e CPTU2) spinte alla profondità rispettivamente di -12,18m e -12,12 m dal pdc, per l'attraversamento del Cavo Lama (Fig. 8 - All. n. 1);
- b) n. 2 prove penetrometriche statiche a punta elettrica (CPTU3 e CPTU4) spinte a -12,14 m dal pdc per l'attraversamento della Fossetta Cappello (Fig. 9 - All. n. 1);
- c) n. 1 prova penetrometrica statica a punta elettrica (CPTU5), spinta a -10,08 m dal pdc, per l'attraversamento del Canale della Ceccona (Fig. 10 - All. n. 1);
- d) n. 2 prove penetrometriche statiche a punta elettrica (CPT6 e CPT7), spinte alla profondità rispettivamente di -12,14m e 10,14m dal pdc, per l'attraversamento del Canale di Gruppo (Fig. 11 - All. n. 1);
- e) n. 1 prova penetrometrica statica a punta elettrica (CPT8), spinta alla profondità di -10,14 m dal pdc per verificare il secondo attraversamento del Canale della Ceccona (Fig. 12 - All. n. 1);

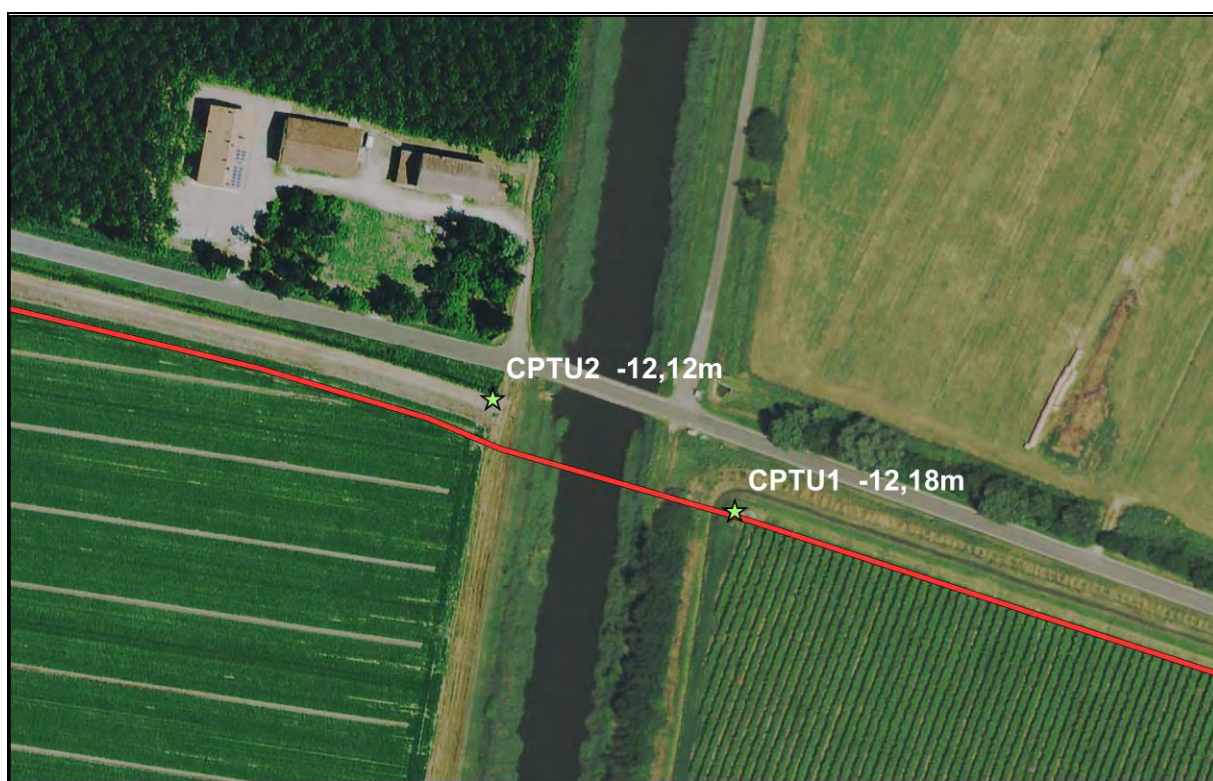


Fig. 8 – Ubicazione CPTU1 e CPTU2 per l'attraversamento del Cavo Lama.



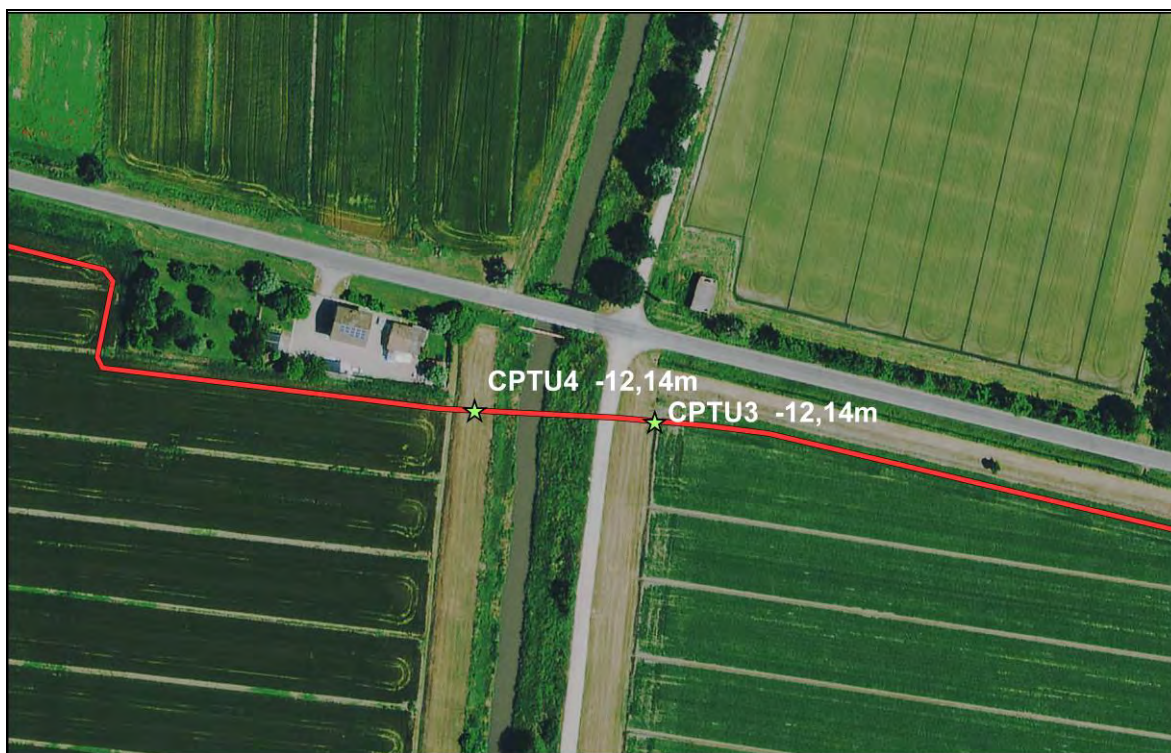


Fig. 9 – Ubicazione CPTU3 e CPTU4 per l'attraversamento della Fossetta Cappello.

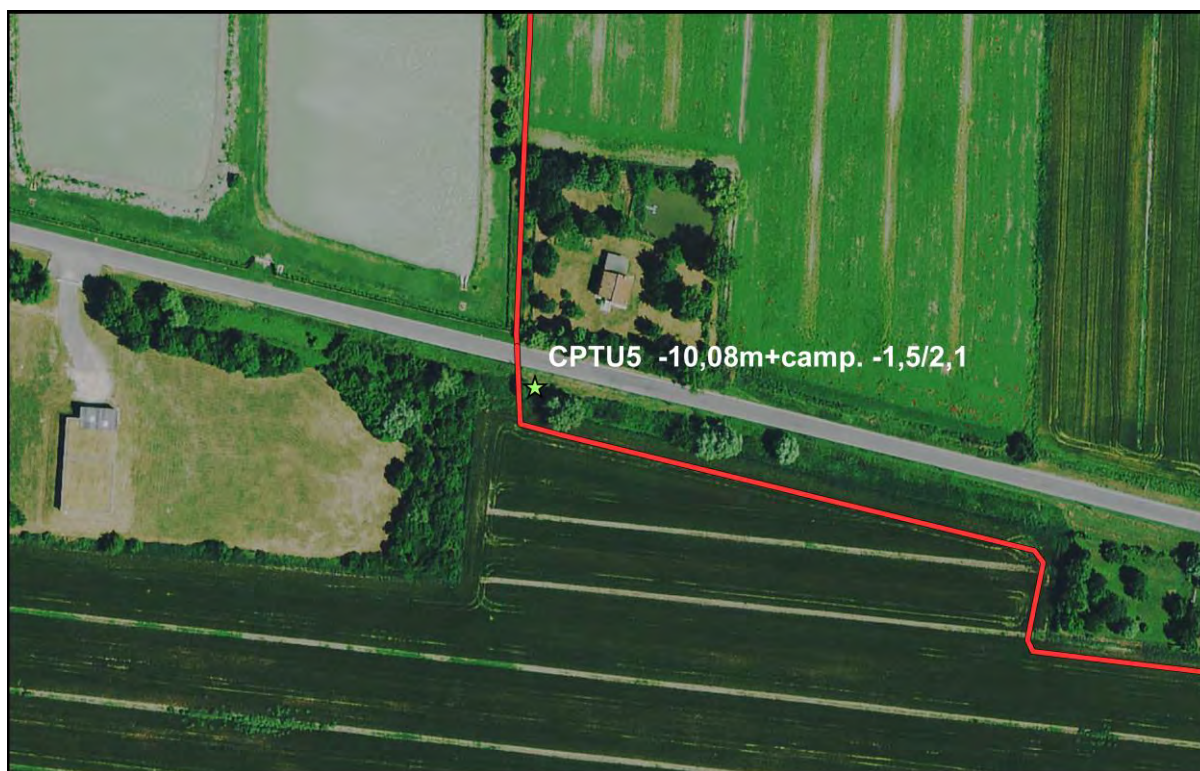


Fig. 10 – Ubicazione CPTU5 per l'attraversamento del Canale della Ceccona.



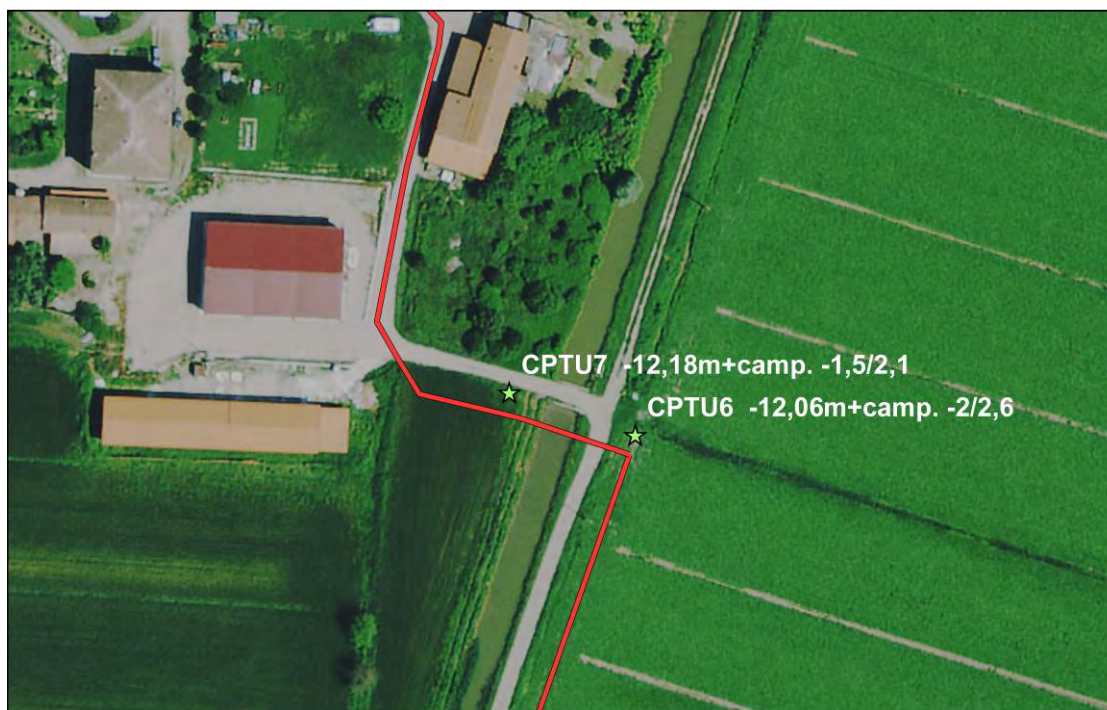


Fig. 11 – Ubicazione CPTU6 e CPTU7 per l'attraversamento del Canale di Gruppo.

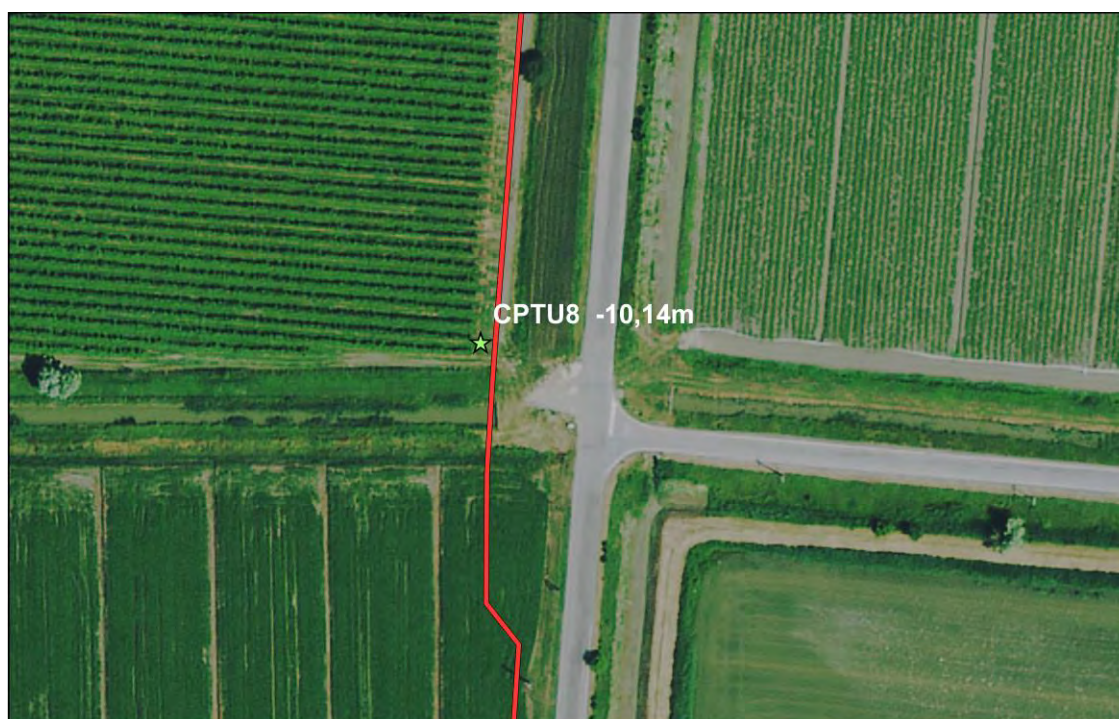


Fig. 12 – Ubicazione CPTU8 per il secondo attraversamento del Canale della Ceccona.

In corrispondenza degli attraversamenti, ed in particolare delle prove CPTU5, CPU6 e CPU7 (Figg. 10 e 11 - All. n. 1) sono stati prelevati, con apposite fustelle carotatrici, dei

campioni indisturbati avviati poi al laboratorio geotecnico per la determinazione dei parametri di resistenza a taglio, in condizioni consolidate e drenate.

Sono infine state raccolte alcune indagini geofisiche (n. 1 HVSR collocata nell'abitato di Gruppo e n. 2 MASW rispettivamente ubicate presso l'area della Società Tred-Carpi di Via Remesina ed in località Torre Sacchella - fig. 13, All. 2) dalle quali abbiamo caratterizzato i terreni definendo un VS30 che supera sempre i 180 m/s facendo rientrare i terreni di indagine in una categoria "C".



Fig. 13– Ubicazione Prove sismiche Bibliografiche

#### 4.1 Sondaggi penetrometrici statici a punta elettrica (CPTU)

Tali prove sono state elaborate individuando, per ognuna, le varie stratificazioni caratterizzate da omogeneità litologica e geotecnica (Figg. 14÷21) nonché i risultati ottenuti, elaborati mediante l'ausilio di un apposito Software della *GEOSTRU Srl*, esponendo per ogni strato i principali Parametri Geotecnici Nominali (All. n. 3).

Abbiniamo ad ogni litostratigrafia sottoriportata una tabella contenente i principali parametri geotecnici espressi in versione "caratteristica".

Si tenga inoltre in considerazione che, per quanto riguarda la scelta dei parametri caratteristici, data la tipologia e la dimensione dell'opera in progetto e valutata la disponibilità di un congruo numero di valori geognostici si è applicata una distribuzione normale dei vari parametri e su questa si è individuato il “frattile 5%”, considerando la resistenza dei terreni “compensata”.



## Elaborazione CPTU1

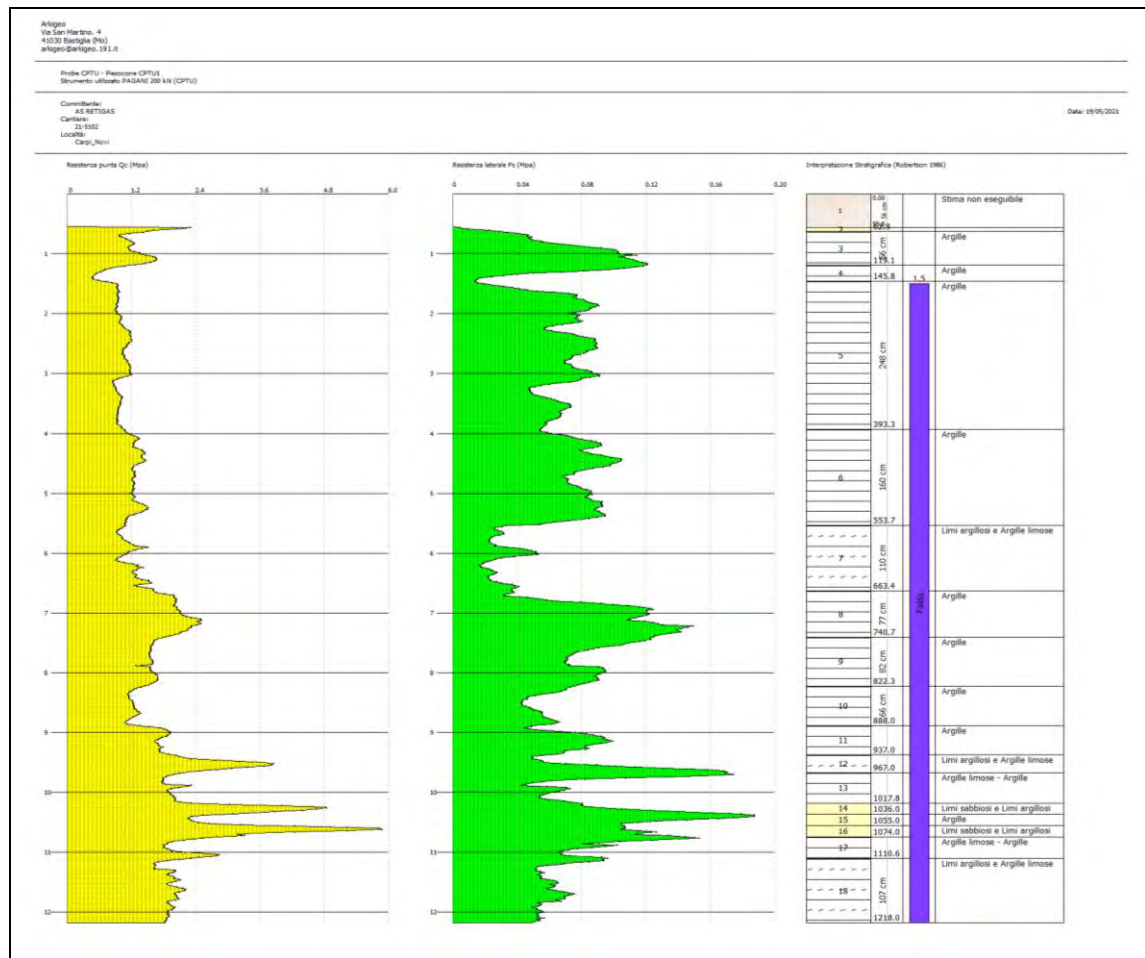


Fig. 14– Colonna Litostratigrafica CPTU1.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU1

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	25.74	114.74	11502.22	18.63	21.57
2	42.00	71.91	5046.21	18.58	19.91
3	--	61.22	4554.79	18.54	19.33
4	--	27.69	2931.82	17.19	17.98
5	--	49.90	4286.54	18.18	18.96
6	--	62.54	4643.44	18.53	19.32
7	29.18	58.06	4545.86	18.37	19.22
8	30.71	103.96	4392.01	19.25	20.21
9	--	78.28	4670.99	18.89	19.67
10	--	59.94	4603.82	18.41	19.19
11	--	86.50	4431.63	19.05	19.83
12	31.78	130.89	6558.46	18.36	20.43
13	30.46	95.55	4088.33	19.08	20.00
14	32.82	181.71	7167.42	17.80	20.61
15	--	115.79	4628.91	19.55	20.33
16	33.70	187.22	7126.33	17.97	20.62
17	30.96	101.84	4358.01	18.93	20.09
18	--	94.54	4218.55	19.18	19.96

## Elaborazione CPTU2

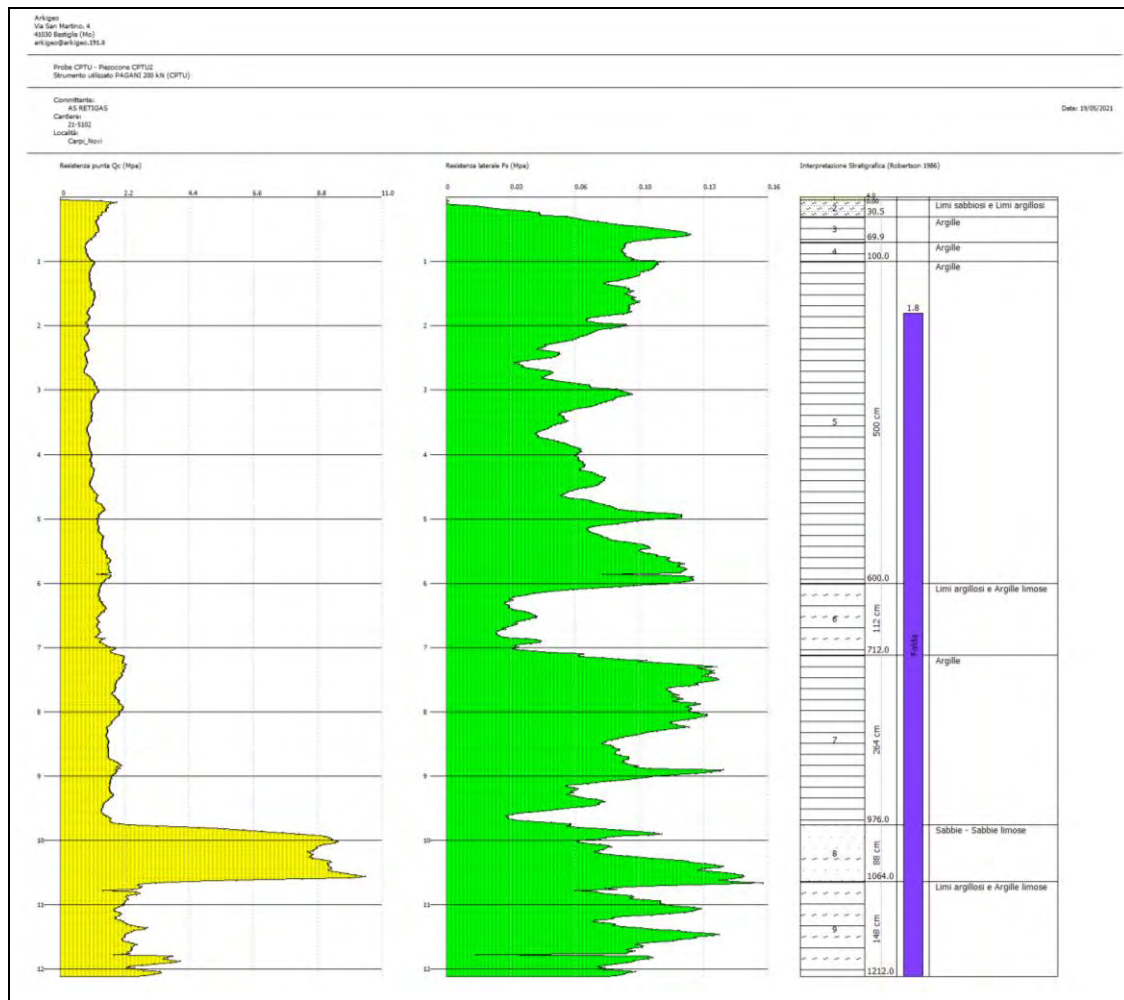


Fig. 15— Colonna Litostratigrafica CPTU2.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU2

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	28.00	--	--	--	--
2	42.00	73.59	5727.94	18.38	20.10
3	--	58.09	4533.38	18.46	19.25
4	--	44.89	4078.13	18.03	18.82
5	--	56.34	4420.55	18.31	19.10
6	28.70	69.60	4665.15	18.58	19.41
7	28.70	89.56	4440.59	18.99	19.83
8	34.07	238.89	12477.28	18.50	21.45
9	29.18	120.46	5232.66	19.08	20.26

## Elaborazione CPTU3

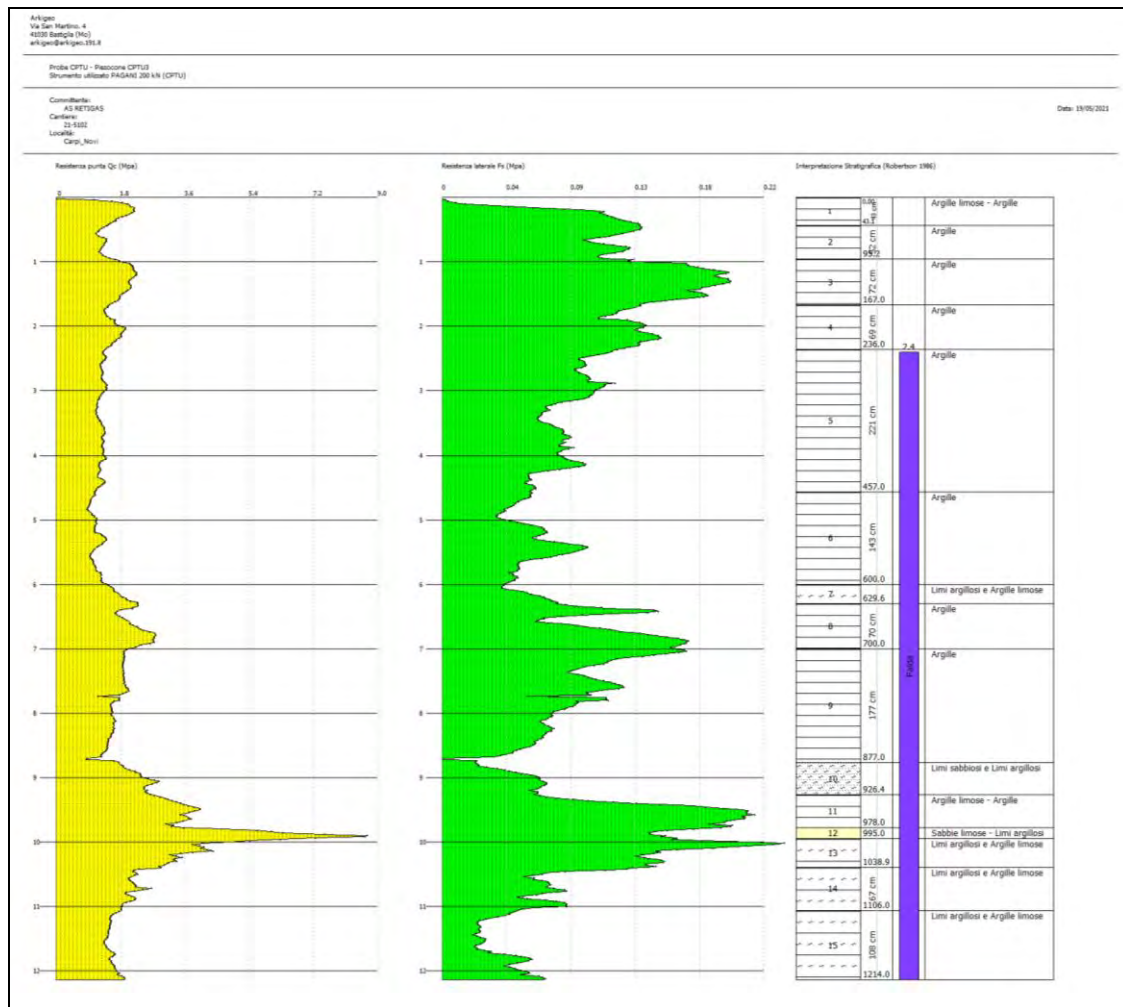


Fig. 16– Colonna Litostratigrafica CPTU3.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU3

	Angolo di resistenza al taglio [°]	di Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	42.00	85.67	4896.69	18.85	20.16
2	--	63.11	4654.47	18.60	19.39
3	--	95.50	4287.47	19.27	20.05
4	--	77.90	4546.23	18.92	19.70
5	--	62.87	4658.09	18.52	19.30
6	--	54.17	4420.95	18.19	18.98
7	--	85.38	4396.46	18.99	19.77
8	--	107.42	4588.40	19.37	20.16
9	28.70	81.38	4544.02	18.83	19.72
10	28.75	114.45	9331.83	17.90	20.54
11	29.22	168.90	7212.57	19.54	20.90
12	33.14	299.45	9498.46	17.65	20.66
13	31.24	177.89	7059.86	19.56	20.87
14	28.70	103.26	4273.15	19.16	20.04
15	28.70	76.39	5173.67	18.64	19.90

## Elaborazione CPTU4

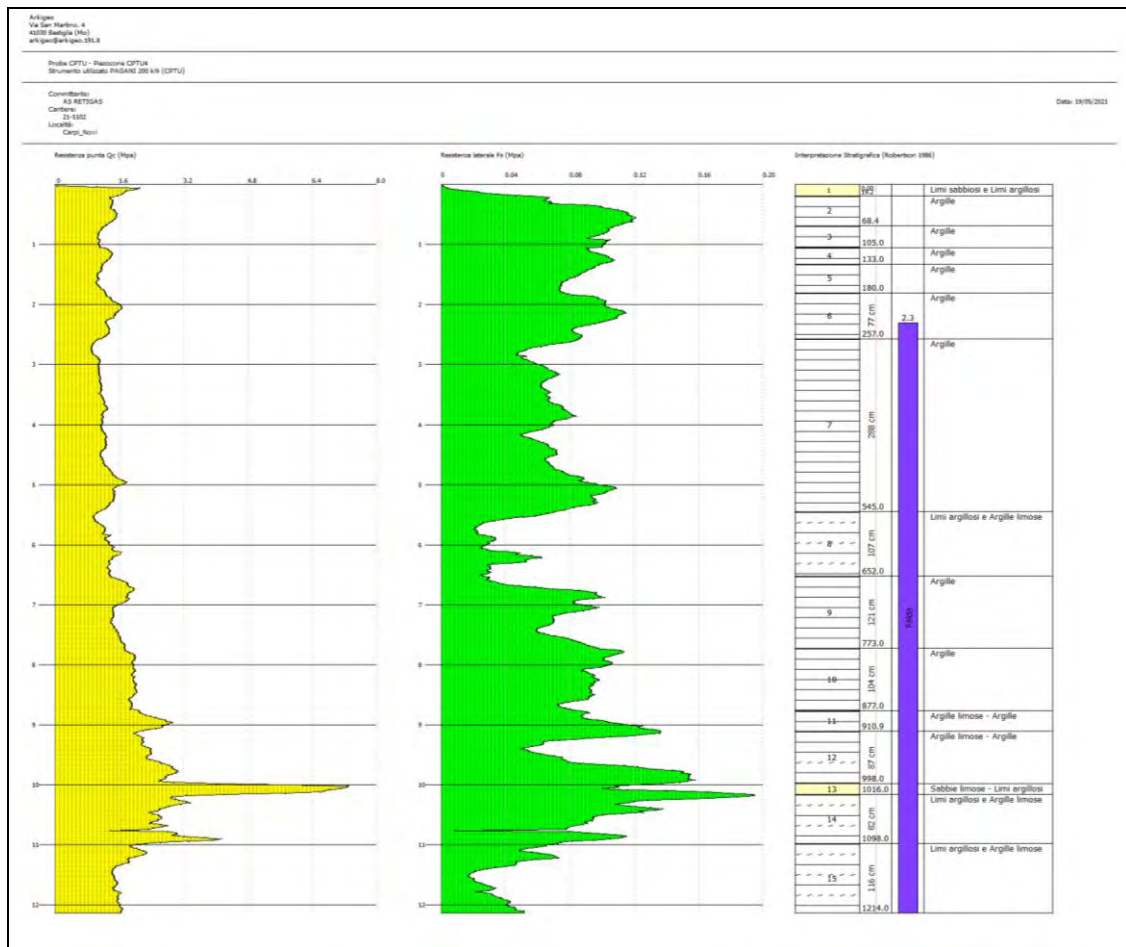


Fig. 17– Colonna Litostratigrafica CPTU4.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU4

	Angolo di resistenza al taglio [°]	di Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	di Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	42.00	60.48	4962.32	17.32	19.08
2	--	70.15	4731.75	18.79	19.57
3	--	54.79	4481.31	18.36	19.15
4	--	64.49	4683.22	18.62	19.41
5	--	54.50	4467.44	18.33	19.12
6	--	67.63	4681.61	18.68	19.46
7	--	60.02	4554.42	18.42	19.20
8	--	62.39	4595.16	18.43	19.21
9	28.70	79.53	4559.09	18.81	19.63
10	--	96.50	4143.73	19.18	19.96
11	--	120.98	4839.88	19.56	20.35
12	28.70	120.81	5157.56	19.29	20.36
13	32.99	291.38	9245.53	17.77	20.73
14	29.05	134.39	5570.60	19.44	20.52
15	28.70	80.77	5016.41	18.71	19.90



## Elaborazione CPTU5

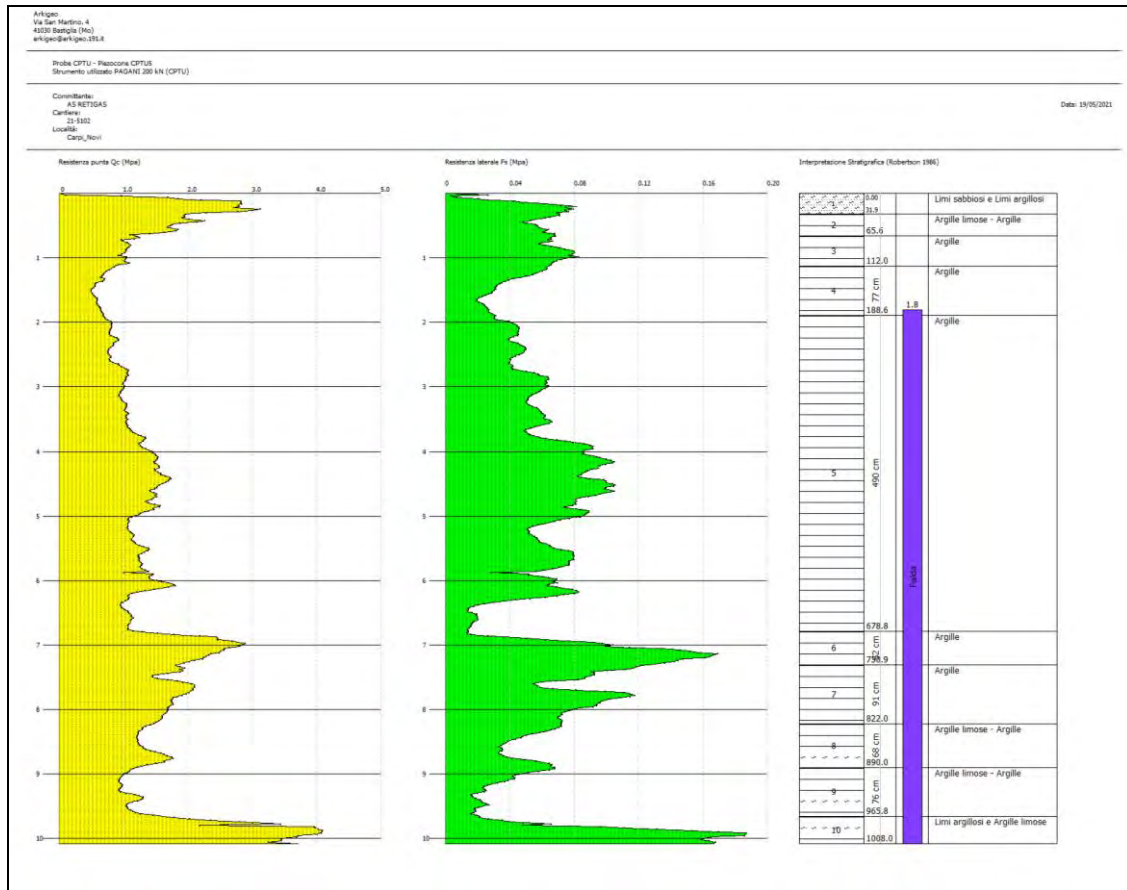


Fig. 18- Colonna Litostratigrafica CPTU5.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU5

	Angolo di resistenza al taglio [°]	di Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	42.00	97.66	6852.28	17.85	19.93
2	--	82.16	4343.52	19.01	19.79
3	--	50.53	4315.93	18.22	19.00
4	--	30.08	3134.26	17.31	18.09
5	--	57.08	4401.43	18.29	19.08
6	28.76	109.32	5237.61	19.15	20.44
7	--	86.38	4407.51	18.97	19.76
8	--	66.29	4648.65	18.47	19.26
9	28.70	52.41	4430.27	18.00	18.85
10	28.93	154.63	8237.10	19.01	21.00



## Elaborazione CPTU7

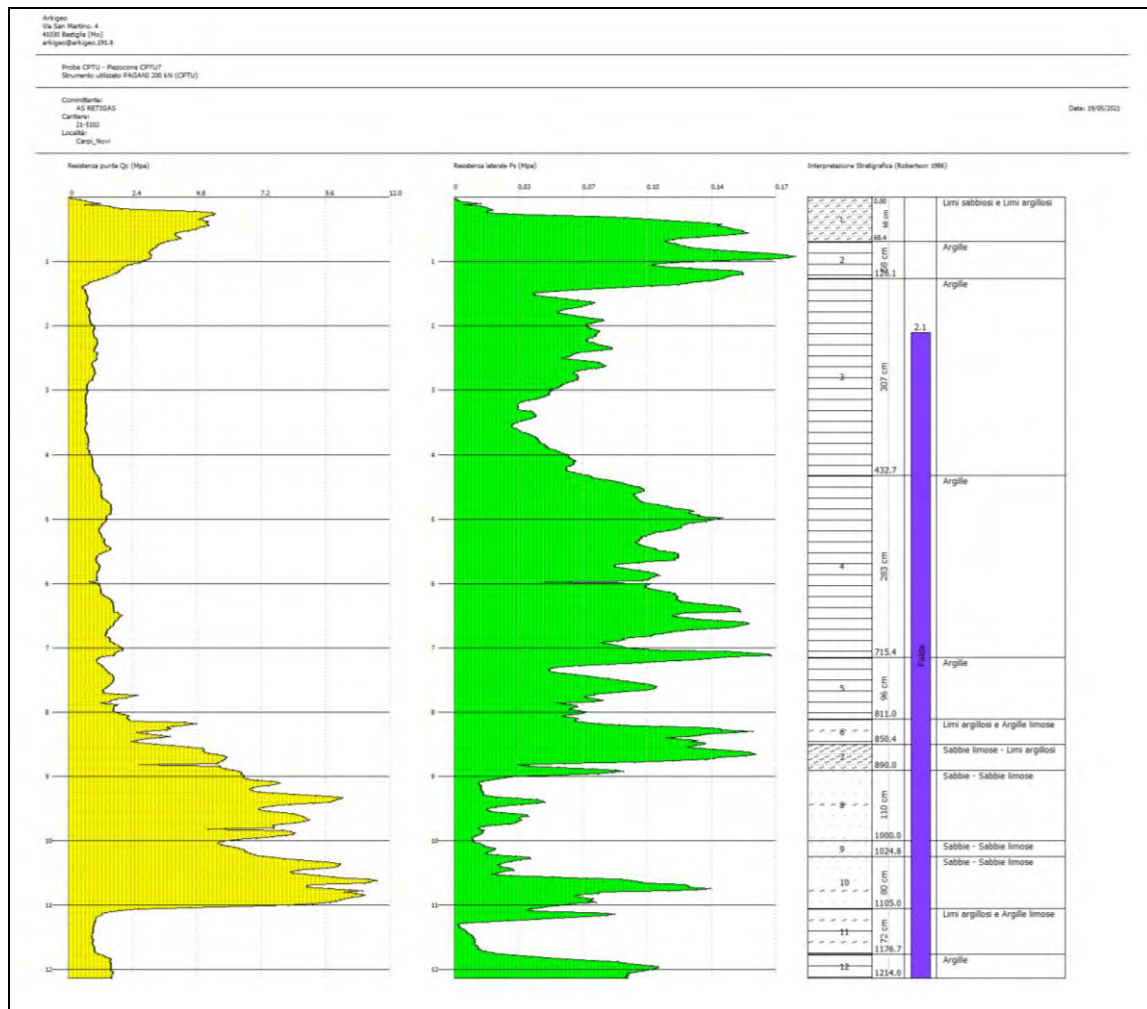


Fig. 20– Colonna Litostratigrafica CPTU7.

## PARAMETRI CARATTERISTICI CPTU7

	Angolo di resistenza al taglio [°]	di Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	41.49	148.05	7145.56	18.01	20.64
2	40.07	118.99	5190.22	19.45	20.35
3	--	39.73	3753.40	17.73	18.51
4	--	68.18	4567.38	18.63	19.41
5	30.33	76.81	4506.83	18.76	19.59
6	33.09	151.58	6289.55	19.14	20.67
7	33.98	243.12	8136.73	17.82	20.76
8	35.92	317.45	11328.05	18.63	21.57
9	34.62	--	9148.89	18.63	21.57
10	36.43	227.51	13763.24	18.63	21.57
11	28.63	49.22	4935.24	18.09	19.28
12	--	76.56	4679.59	18.78	19.56



#### 4.2 *Prelievo di campioni indisturbati e analisi di laboratorio geotecnico*

Per quanto riguarda la caratterizzazione geologico e geotecnica delle aree in cui sono previsti gli attraversamenti più impegnativi sono stati prelevati dei campioni indisturbati con fustella tipo Shelby; questa è stata spinta con il penetrometro statico, alle profondità riportate di seguito, nelle posizioni corrispondenti alle CPTU5, CPTU6, e CPTU7 (Figg. 10 e 11).

N. CPT DI RIFERIMENTO	PROFONDITA' di PRELIEVO CAMPIONI (m dal pdc)
CPT5	da -1,50 a -2,10
CPT6	da -2,00 a -2,60
CPT7	da -1,50 a -2,10

Tali campioni sono poi stati esaminati in laboratorio geotecnico determinando i seguenti parametri:

CPT5					
Profondità da 1,50÷2,10 m					
Resistenza a Taglio:	$\phi' = 23$	(°)			
	$C' = 0,1834$	Kg/cmq			
Umidità naturale e	$W_n = 27,4$	%			
Peso di volume:	$\gamma_n = 1,829$	t/mc			
CPT6			CPT7		
Profondità da 2,00÷2,60 m			Profondità da 1,50÷2,10 m		
Resistenza a Taglio:	$\phi' = 22$	(°)	Resistenza a Taglio:	$\phi' = 24$	(°)
	$C' = 0,2192$	Kg/cmq		$C' = 0,2873$	Kg/cmq
Umidità naturale e	$W_n = 27,0$	%	Umidità naturale e	$W_n = 21,7$	%
Peso di volume:	$\gamma_n = 1,874$	t/mc	Peso di volume:	$\gamma_n = 1,971$	t/mc

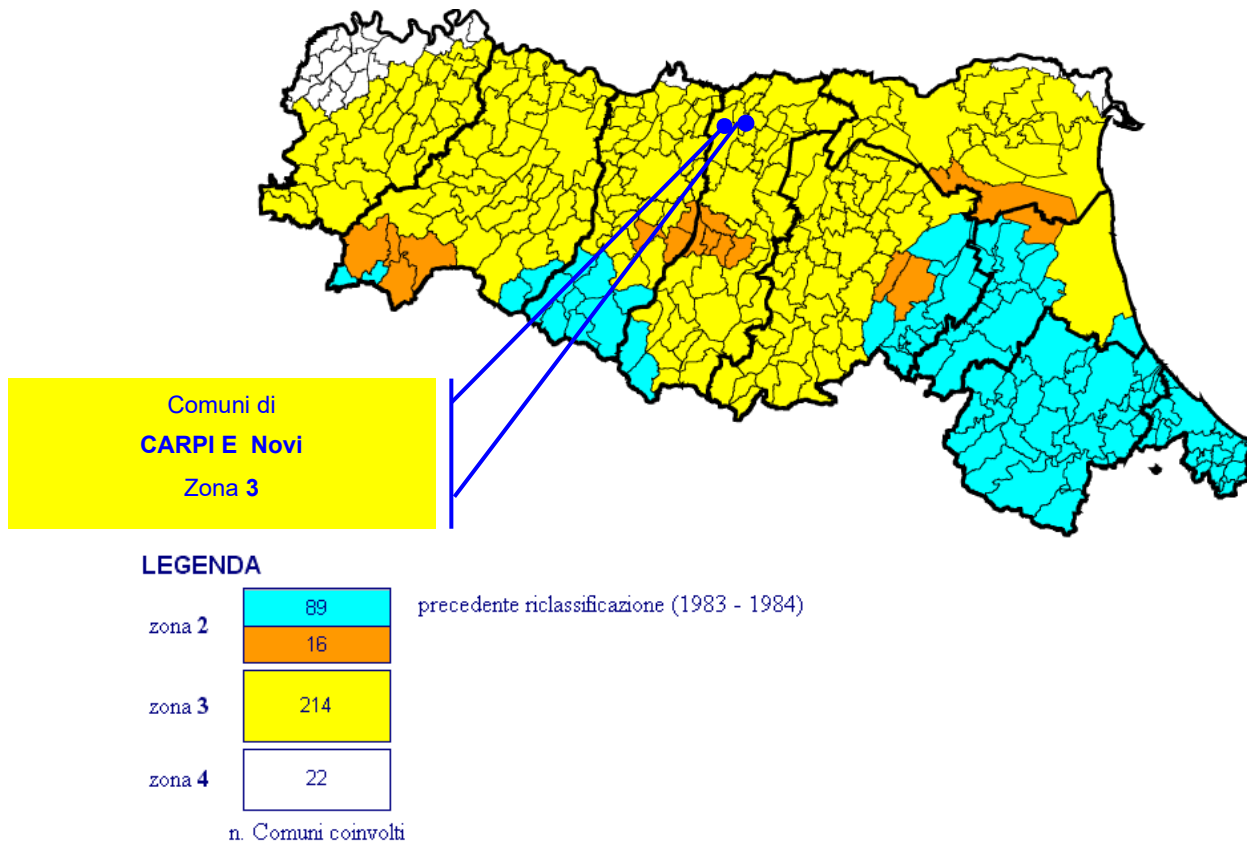
I certificati relativi a tali analisi, i cui esiti sono stati sinteticamente sopra esposti, sono riportati nell'Allegato n. 4.

## 5 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (D.M. 17/01/2018)

### 5.1 *Premessa*

In campo geotecnico la normativa italiana di riferimento è rappresentata, per gli aspetti legati alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, dalla OPCM n. 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni e, per gli aspetti progettuali, dal Testo Unico (ora aggiornato con il DM 17.01.2018 "NTC 2018"), entrato in vigore il 22.03.2018.

Tali testi rappresentano l'allineamento della normativa italiana agli Eurocodici.



**Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna, Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003  
(Allegato 1, punto 3 "prima applicazione")**

## 5.2 Stati limite

Una delle novità più importanti in campo geotecnico, introdotta con le NTC 2008 e confermata con le NTC 2018, è rappresentata dall'abbandono del concetto di carico ammissibile, per approdare all'approccio degli stati limite come di seguito specificato.



**6.2.4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stab,d}$$

dove  $E_{inst,d}$  è il valore di progetto dell'azione instabilizzante,  $E_{stab,d}$  è il valore di progetto dell'azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori  $\gamma$  riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I.

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad [6.2.1]$$

essendo  $E_d$  il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]

$$E_d = E \left[ \gamma_t F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2b]$$

e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_f R_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

**Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_f$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili $Q$	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.1. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G2}$ .

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Fronti di scavo**
**6.8.2. VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)**

Deve risultare rispettata la condizione [6.2.1], verificando che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

Le verifiche devono essere effettuate secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

**Tab. 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo**

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

## Paratie

### 6.5.3.1.2 Paratie

Per le paratie si devono considerare almeno i seguenti stati limite ultimi, accertando che la condizione [6.2.I] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)*
  - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
  - collasso per carico limite verticale;
  - sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
  - instabilità del fondo scavo per sollevamento;
  - sifonamento del fondo scavo;
  - instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
  - raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
  - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

Le verifiche nei riguardi degli stati limite idraulici (UPL e HYD) devono essere eseguite come descritto nel § 6.2.4.2.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

– Combinazione 1: (A1+M1+R1)

– Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R1 pari all'unità.

Per le paratie, i calcoli di progetto devono comprendere la verifica degli eventuali ancoraggi, puntoni o strutture di controventamento.

Fermo restando quanto specificato nel § 6.5.3.1.1 per il calcolo delle spinte, per valori dell'angolo d'attrito tra terreno e parete  $\delta > \varphi/2$ , ai fini della valutazione della resistenza passiva è necessario tener conto della non planarità delle superfici di scorrimento.

## Combinazione sismica

**La circolare esplicativa del 2 febbraio 2009, n. 617 al par. C.7.11.6.3 specifica:**

*'L'analisi sismica delle paratie si esegue con l'Approccio 1.*

*Per l'analisi di stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza del terreno, si utilizza la Combinazione 2. In particolare, le variazioni di spinta prodotte dalle azioni sismiche si calcolano con i coefficienti parziali M2, mentre i parametri A2 della Combinazione 2 devono essere posti pari ad uno.*

*Per l'analisi di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o nei vincoli, si adopera la Combinazione 1 dell'Approccio 1, nella quale però i coefficienti A1 devono essere posti pari ad uno.'*

### **Combinazione idraulica UPL/HYD**

In presenza di falda, per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tabella 6.2.III delle NTC2008. Tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M2). Per la stabilità al sifonamento, invece, si tiene conto dei coefficienti parziali della Tabella 6.2.IV delle NTC2008.

## 5.3 Parametri di calcolo dell'azione sismica di riferimento

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “**pericolosità sismica di base**” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.



La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  ( $V_N$  vita nominale  $\times C_U$  coefficiente d'uso).

**Tab. 3.2.I** – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**Tab. 2.4.I** – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

**Tab. 2.4.II** – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini delle NTC 2018 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In Allegato n. 9 si riportano i parametri sismici più cautelativi calcolati (Software "Geostru PS Parametri Sismici") per il sito in esame<sup>2</sup>, considerando una Vita Nominale  $\geq 50$  anni ed una classe d'uso III, nonché i coefficienti sismici che vengono calcolati per un sottosuolo di categoria C ed una categoria topografica T1.

<sup>2</sup> Il riferimento è stato preso nella porzione del progetto a maggiore accelerazione al BedRock ed estesa all'intero progetto.

#### 5.4 Risposta sismica locale con approccio semplificato (§ 3.2 NTC 2018)

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare la “**Risposta Sismica Locale**” e cioè quelle modifiche che un segnale sismico subisce rispetto a quello di base di un sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale.

$$a_{\max} = a_g \times S_t \times S_s$$

$S_s$  = Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica dipende dalla caratterizzazione geotecnica del materiale che costituisce i primi 30 m di profondità (calcolati dal piano di imposta della fondazione della struttura di sostegno) nella località di realizzazione dell'opera ( $F_0$  e  $a_g$  tabulati).

**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.

**Tab. 3.2.IV –** *Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$*

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

$S_t$  = Coefficiente di Amplificazione Topografica si applica per dislivelli topografici maggiori di 30 m, dipende dalla condizione topografica dell'opera e varia in funzione della pendenza del pendio e della localizzazione dell'opera su di esso da 1 alla base al valore  $S_t$  riportato in tabella alla sommità.

<b>T2 e T3</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ o rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	<b>1.2</b>
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	<b>1.4</b>

Tab. 3.2.IV e Tab. 3.2.VI - Norme Tecniche 2008

Occorre infine considerare i risultati degli studi di Microzonazione Sismica riportanti, per le aree di interesse, la stima dei valori della FA PGA pari a 1,7.

In questo caso, tenendo conto di quanto sopra esposto e dell'Allegato n. 9 otterremo i seguenti dati di RSL ad approccio semplificato:

- Coefficiente d'uso  $C_u = 1,5$
- Categoria sottosuolo = C
- Categoria topografica = T1
- Accelerazione orizzontale di base  $a_g = 0,176$
- Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica  $S_s = 1,7$
- Coefficiente di Amplificazione Topografica  $S_t = 1,00$
- Accelerazione orizzontale massima al suolo  $a_{max} = a_g \times S_t \times S_s = 0,2975$

## 6 MODELLI GEOLOGICO E GEOTECNICO

La parte nettamente prevalente della condotta considerata (3560 m su 3860 m totali) ricade su terreni prevalentemente argillosi appartenenti alla “Unità delle valli” (età da post-romana a moderna); la parte rimanente, posizionata sull'estremità est del progetto e della lunghezza di circa 300 m, ricade su terreni limosi ed appartenenti alla “Unità delle coperture alluvionali” (età da post-romana a moderna).

Tali litologie fini, argille e limi argillosi, presentano spessori significativi che, mediamente, si attestano sui 10 m con minimi pari a 6÷6.5 m (CPTU5 e 8); situazioni intermedie sono rappresentate dalle CPTU6 e 7 con spessori pari a 7,5÷8, 5 m.

Alla base dei terreni fini sopra descritti si riscontrano sedimenti sabbiosi e limo sabbiosi ed a seguire di nuovo argille e limi argillosi.

Gli spessori delle intercalazioni sabbiose dette sono mediamente pari o inferiori al metro con l'eccezione delle CPTU6 e 7 dove si raggiungono i 2,50 m circa.

La profondità del livello di saturazione idrica, per il periodo osservato (maggio 2021), è pari a circa 1.90 m dal piano di campagna, con massimi a -2.40 m e minimi a -0.80 m; la permeabilità di tali terreni è molto bassa o quasi nulla.

Come si può notare gli scavi previsti rimangono comunque all'interno dei terreni argillosi e limi argillosi con una presenza idrica, anche per gli scavi profondi pari a circa 4 m dal pdc, comunque modesta e controllabile mediante un semplice aggettamento di fondo.

Nel complesso, dal punto di vista stratigrafico, oltre ad un primo livello di terreni sovraconsolidati per essiccazione dello spessore pari a 0,5÷1 m, iniziano le argille normal-consolidate con valori di resistenza alla punta penetrometrica in graduale miglioramento con la profondità.

I terreni sabbiosi e limo-sabbiosi di base hanno resistenze marcatamente superiori.

Riportiamo di seguito, per ogni tratto notevole del tracciato (in corrispondenza degli attraversamenti), la stratigrafia litotecnica tipica e pessimistica, i cui valori sono espressi in termini caratteristici, basata sulle indagini geognostiche implementate con le prove di laboratorio (parametri in termini efficaci), quando presenti, o attribuiti per confronto con situazioni simili.

I valori di laboratorio sono riferiti a campioni di terreno rappresentativi delle peggiori caratteristiche geotecniche del volume di terreno significativo, e pertanto si tratteranno come caratteristici.

Tabella 1 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

*CPTU1 (Cavo Lama)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturo k	Edk	$\phi^*k$	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	(°)	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>
0.00	0.56	---	--	--	--	--	--	--
0.56	0.63	Limi	18.58	19.91	5046.21	42.00	71.91	--
0.63	1.19	Argille	18.54	19.33	4554.79	--	61.22	--
1.19	1.46	Argille	17.19	17.98	2931.82	--	27.69	--
1.46	3.93	Argille	18.18	18.96	4286.54	--	49.90	30.21
3.93	5.54	Argille	18.53	19.32	4643.44	--	62.54	--
5.54	6.63	Limi argillosi e Argille limose	18.37	19.22	4545.86	29.18	58.06	--
6.63	7.41	Argille	19.25	20.21	4392.01	30.71	103.96	--
7.41	8.22	Argille	18.89	19.67	4670.99	--	78.28	--
8.22	8.88	Argille	18.41	19.19	4603.82	--	59.94	--
8.88	9.37	Argille	19.05	19.83	4431.63	--	86.50	--
9.37	9.67	Limi argillosi e Argille limose	18.36	20.43	6558.46	31.78	130.89	
9.67	10.18	Argille limose argille	19.08	20.00	4088.33	30.46	95.55	
10.18	10.36	Limi sabbiosi e argillosi	17.80	20.61	7167.42	32.82	181.71	
10.36	10.55	Argille	19.55	20.33	4628.91	--	115.79	
10.55	10.74	Limi sabbiosi e argillosi	17.97	20.62	7126.33	33.70	187.22	
10.74	11.11	Argille limose argille	18.93	20.09	4358.01	30.96	101.84	
11.11	12.18	Limi argillosi e Argille limose	19.18	19.96	4218.55	--	94.54	

➤ Falda idrica sotterranea presente a -1,50 m dal pdc.

Tabella 2 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

CPTU2 (Cavo Lama)

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturo k	Edk	$\phi^k$	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>				
0,00	0,04	Limi sabbiosi e argillosi	18.38	20.10	5727.94	42.00	73.59	--
0,04	0.31	Argille	18.46	19.25	4533.38	--	58.09	--
0.31	0.70	Argille	18.03	18.82	4078.13	--	44.89	--
0.70	1.00	Argille	18.31	19.10	4420.55	--	56.34	--
1.00	6.00	Limi argillosi e argille limose	18.58	19.41	4665.15	28.70	69.60	--
6.00	7.12	Argille	18.99	19.83	4440.59	28.70	89.56	--
7.12	9.76	Sabbie e Sabbie limose	18.50	21.45	12477.28	34.07	238.89	--
9.76	12.12	Limi argillosi e argille limose	19.08	20.26	5232.66	29.18	120.46	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -1,80 m dal pdc.

Tabella 3 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

CPTU3 (Fossetta Cappello)

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturo k	Edk	$\phi^k$	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>				
0,00	0.43	Argille limose	18.85	20.16	4896.69	42.00	85.67	--
0.43	0.95	Argille	18.60	19.39	4654.47	--	63.11	--
0.95	1.67	Argille	19.27	20.05	4287.47	--	95.50	--
1.67	2.36	Argille	18.92	19.70	4546.23	--	77.90	--
2.36	4.57	Argille	18.52	19.30	4658.09	--	62.87	--
4.57	6.00	Argille	18.19	18.98	4420.95	--	54.17	--
6.00	6.30	Limi argillosi e argille limose	18.99	19.77	4396.46	--	85.38	--
6.30	7.00	Argille	19.37	20.16	4588.40	--	107.42	--
7.00	8.77	Argille	18.83	19.72	4544.02	28.70	81.38	--
8.77	9.26	Limi sabbiosi e argillosi	17.90	20.54	9331.83	28.75	114.45	--
9.26	9.78	Argille limose	19.54	20.90	7212.57	29.22	168.90	--
9.78	9.95	Sabbie limose e limi argillosi	17.65	20.66	9498.46	33.14	299.45	--
9.95	10.39	Limi argillosi e argille limose	19.56	20.87	7059.86	31.24	177.89	--
10.39	11.06	Limi argillosi e argille limose	19.16	20.04	4273.15	28.70	103.26	--
11.06	12.14	Limi argillosi e argille limose	18.64	19.90	5173.67	28.70	76.39	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -2,40 m dal pdc.

Tabella 4 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

*CPTU4 (Fossetta Cappello)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturato k	Edk	$\phi'$ k	Cuk	C'k
da m	a m							
0,00	0.19	Limi sabbiosi e argillosi	17.32	19.08	4962.32	42.00	60.48	--
0.19	0.68	Argille	18.79	19.57	4731.75	--	70.15	--
0.68	1.05	Argille	18.36	19.15	4481.31	--	54.79	--
1.05	1.33	Argille	18.62	19.41	4683.22	--	64.49	--
1.33	1.80	Argille	18.33	19.12	4467.44	--	54.50	--
1.80	2.57	Argille	18.68	19.46	4681.61	--	67.63	--
2.57	5.45	Argille	18.42	19.20	4554.42	--	60.02	--
5.45	6.52	Limi argillosi e argille limose	18.43	19.21	4595.16	--	62.39	--
6.52	7.73	Argille	18.81	19.63	4559.09	28.70	79.53	--
7.73	8.77	Argille	19.18	19.96	4143.73	--	96.50	--
8.77	9.11	Argille limose	19.56	20.35	4839.88	--	120.98	--
9.11	9.98	Argille limose	19.29	20.36	5157.56	28.70	120.81	--
9.98	10.16	Sabbie limose limi argillosi	17.77	20.73	9245.53	32.99	291.38	--
10.16	10.98	Limi argillosi e argille limose	19.44	20.52	5570.60	29.05	134.39	--
10.98	12.14	Limi argillosi e argille limose	18.71	19.90	5016.41	28.70	80.77	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -2,30 m dal pdc.

Tabella 5 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

*CPTU5 (Canale della Ceccona)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturato k	Edk	$\phi'$ k	Cuk	C'k
da m	a m							
0,00	0.32	Limi sabbiosi e argillosi	17.85	19.93	6852.28	42.00	97.66	--
0.32	0.66	Argille limose argille	19.01	19.79	4343.52	--	82.16	--
0.66	1.12	Argille	18.22	19.00	4315.93	--	50.53	--
1.12	1.89	Argille	17.31	18.09	3134.26	23	30.08	18.34--
1.89	6.79	Argille	18.29	19.08	4401.43	--	57.08	--
6.79	7.31	Argille	19.15	20.44	5237.61	28.76	109.32	--
7.31	8.22	Argille	18.97	19.76	4407.51	--	86.38	--
8.22	8.90	Argille limose argille	18.47	19.26	4648.65	--	66.29	--
8.90	9.66	Argille limose argille	18.00	18.85	4430.27	28.70	52.41	--
9.66	10.08	Limi argillosi e argille limose	19.01	21.00	8237.10	28.93	154.63	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -1,80 m dal pdc.

Tabella 6 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

*CPTU6 (Canale di Gruppo)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturo k	Edk	$\phi'$ k	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>		(°)	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>
0.00	1.00	Limi argillosi e argille limose	19.15	20.84	7431.02	39.86	162.78	--
1.00	6.20	Argille	18.33	19.11	4337.99	22	57.27	21.92
6.20	6.85	Argille	18.31	19.10	4389.77	--	57.65	--
6.85	7.37	Argille limose argille	19.18	19.96	4313.43	--	93.21	--
7.37	7.84	Sabbie sabbie limose	18.52	21.19	8249.08	34.85	167.89	--
7.84	10.15	Sabbie	18.63	21.57	14869.43	37.35	--	--
10.15	10.45	Sabbie limose limi argillosi	18.10	20.67	7025.84	33.74	190.55	--
10.45	12.06	Argille	17.95	18.73	4187.51	--	50.33	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -2,20 m dal pdc.

Tabella 7 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)

*CPTU7 (Canale di Gruppo)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturo k	Edk	$\phi'$ k	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>		(°)	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>
0.00	0.68	Limi sabbiosi e argillosi	18.01	20.64	7145.56	41.49	148.05	--
0.68	1.26	Argille	19.45	20.35	5190.22	40.07	118.99	--
1.26	4.33	Argille	17.73	18.51	3753.40	24	39.73	28.73
4.33	7.15	Argille	18.63	19.41	4567.38	--	68.18	--
7.15	8.11	Argille	18.76	19.59	4506.83	30.33	76.81	--
8.11	8.50	Limi argillosi e argille limose	19.14	20.67	6289.55	33.09	151.58	--
8.50	8.90	Sabbie limose limi argillosi	17.82	20.76	8136.73	33.98	243.12	--
8.90	10.00	Sabbie, sabbie limose	18.63	21.57	11328.05	35.92	317.45	--
10.00	10.25	Sabbie, sabbie limose	18.63	21.57	9148.89	34.62	--	--
10.25	11.05	Sabbie, sabbie limose	18.63	21.57	13763.24	36.43	227.51	--
11.05	11.77	Limi argillosi e argille limose	18.09	19.28	4935.24	28.63	49.22	--
11.77	12.14	Argille	18.78	19.56	4679.59	--	76.56	--

➤ Falda idrica sotterranea presente a -2,10 m dal pdc.



Tabella 8 - STRATIGRAFIA LITOTECNICA TIPICA (Valori Caratteristici)  
*CPTU8 (Canale della Ceccona)*

Profondità		Litologia	Peso Volume Naturale k	Peso Volume Saturato k	Edk	$\phi'$ k	Cuk	C'k
da m	a m		KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	(°)	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>
0,00	0.26	Argille limose argille	17.85	19.25	4467.38	42.00	61.42	--
0.26	1.53	Argille	17.74	18.53	3678.82	--	37.79	--
1.53	2.34	Argille	18.16	18.95	4260.58	--	49.37	--
2.34	3.15	Argille	18.01	18.79	4086.51	--	45.31	--
3.15	3.77	Argille	18.62	19.41	4668.83	--	65.61	--
3.77	4.13	Argille	17.85	18.63	3909.06	--	42.04	--
4.13	5.21	Argille	18.87	19.65	4605.77	--	76.32	--
5.21	5.82	Argille	18.32	19.11	4485.15	--	55.92	--
5.82	6.41	Argilla compatta	19.26	20.04	4170.01	--	96.26	--
6.41	6.75	Argille limose e argille	18.20	20.76	8959.53	34.48	213.94	--
6.75	6.93	Limi sabbiosi e argillosi	17.57	20.56	13619.66	38.50	416.74	--
6.93	7.14	Limi sabbiosi e argillosi	18.88	20.96	8701.58	35.86	244.37	--
7.14	7.30	Argille	20.08	20.87	6289.22	--	157.16	
7.30	7.69	Limi argillosi e argille limose	20.58	21.36	8491.36	--	212.34	
7.69	8.00	Argille limose argille	19.53	20.32	4662.84	--	115.69	
8.00	8.38	Limi argillosi e argille limose	18.55	19.33	4309.45	--	67.66	
8.38	8.76	Argille	17.00	17.79	3003.47	--	28.52	
8.76	9.35	Argille	18.11	18.89	4342.77	--	51.15	
9.35	10.14	Argille	19.14	19.92	4293.39	--	92.12	

➤ Falda idrica sotterranea presente a -0,80 m dal pdc.

Per quanto riguarda la presenza idrica nel sottosuolo (falda) si riportano di seguito i valori di soggiacenza misurati nelle diverse indagini eseguite, riferiti al 10÷12/05/2021.

Prove Penetrometriche	Soggiacenza in m dal pdc	Data rilievo
CPTU1	-1,50	10/05/2021
CPTU2	-1,80	10/05/2021
CPTU3	-2,40	10/05/2021
CPTU4	-2,30	10/05/2021
CPTU5	-1,80	10/05/2021
CPTU6	-2,20	10/05/2021
CPTU7	-2,10	12/05/2021
CPTU8	-0,80	12/05/2021



## 7 VERIFICHE GEOTECNICHE DI SICUREZZA

### 7.1 Liquefazione

Per le analisi saranno adottati metodi di analisi semplificata (Capitolo 7.11.3.4.3 del DM 17.01.2018).

Per la definizione dello sforzo di taglio indotto da terremoto (CSR) si farà riferimento ad una accelerazione massima attesa in superficie molto cautelativa:

$$\triangleright a_{\max} = 0,176 \times 1,70 = 0,2975(g)$$

risultante dall'elaborazione dei parametri sismici con il programma online "GeoStruPS" (All. n. 5) e tenuto conto delle più cautelative valutazioni della Microzonazione Sismica dei Comuni di Novi e Carpi.

Il dato di Vs30, necessario per la determinazione dell'accelerazione massima attesa in superficie, è stato desunto da alcune prove tipo MASW e HVSR, ottenendo una Vs30 che è risultata superiore a 180 m/s, in riferimento al pdc.

Per quanto riguarda invece il calcolo della resistenza al taglio nel terreno (CRR) si utilizzerà la metodologia di *Idriss & Boulanger, 2014*, applicando il fattore di scala della magnitudo MSF riferita alla magnitudo dei Comuni di Novi e Carpi ( $M_{w\max}=6,14$ ) in quanto appartenente alla zona sismogenetica (ZS) n. 912 "Dorsale Ferrarese" ([www.zonesismiche.mi.ingv.it](http://www.zonesismiche.mi.ingv.it)).

Lo sviluppo del calcolo è stato condotto con il codice **CLiq v.3.0.3.4** della **GeoLogismiki** il cui risultato si riporta nella Fig. 22.

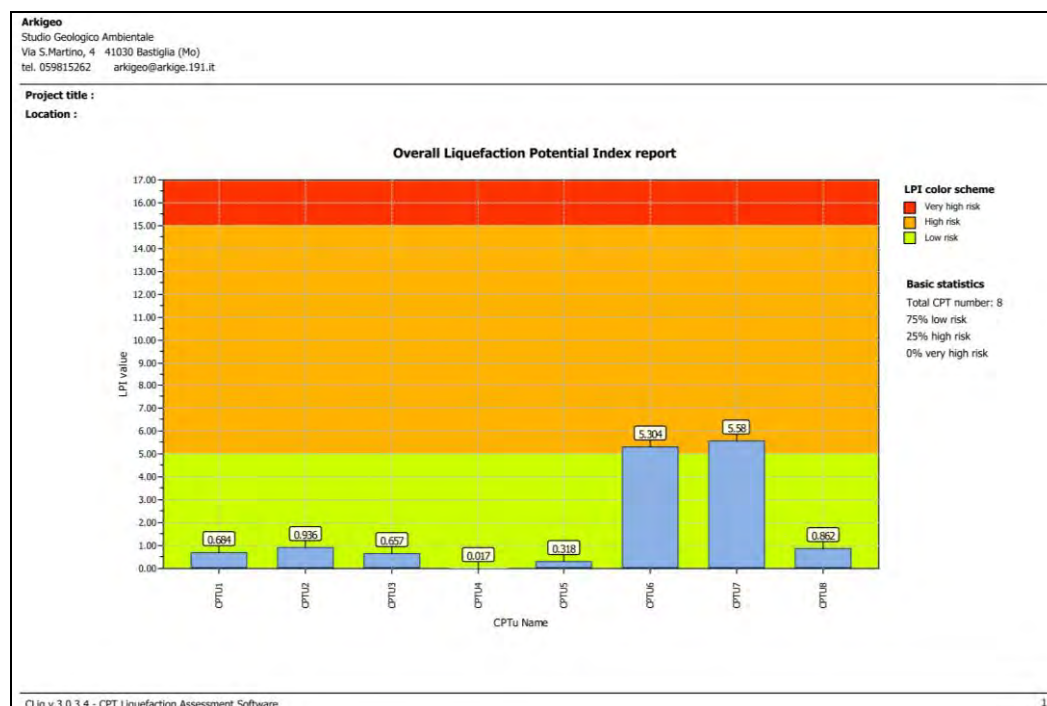


Fig. 22– Stima del rischio di liquefazione CPT1.

In riferimento alle n. 8 prove penetrometriche esaminate, l'Indice del Potenziale di Liquefazione (IPL): è inferiore a "2" per le CPTU1,2,3,4 e 8, registrando così un valore "Basso" e quindi accettabile; per quanto riguarda la prova CPTU5, l'IPL è pari a 2,229 e quindi "Moderato", e le prove CPTU6 e CPTU7 l'IPL è pari a 9,475; 10,193, e quindi "Alto".

Nel complesso possiamo notare che solo il 25% delle prove effettuate presenta un rischio alla liquefazione alto.

In considerazione del Capitolo 7.11.3.4.3 delle "NTC 2018" (*"L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutato e motivato dal progettista"*) ed alla stregua del principio del Capitolo 2.4.1. delle NTC 2018 in riferimento alle verifiche in condizioni sismiche (*"le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni"*) si reputano tali valori comunque accettabili.

Occorre notare che le profondità di scavo previste non raggiungono mai i livelli potenzialmente liquefacibili non potendo così generare effetti meccanici di sovrappressioni e conseguenti instabilità per liquefazione dei terreni medesimi.

Ulteriore effetto geotecnico della liquefacibilità dei terreni sabbiosi saturi è il cedimento post-sismico che può manifestarsi anche in assenza di rifluimento in superficie delle sabbie stesse.

La condotta attraversa, per tratti molto modesti, aree soggette a questo fenomeno dove potrebbe subire quindi, in caso sismico, gli effetti di cedimenti differenziali e conseguenti tensioni di trazione sulla condotta stessa.

## ***7.2 Caratterizzazione geotecnica ai fini delle verifiche di stabilità degli scavi di linea in trincea "a cielo aperto"***

Si premette che quando la massima profondità di scavo prevista non è superiore ai 2 m, peraltro nel nostro caso con solo parte delle pareti verticali, non occorre l'obbligo di prevedere armature di sostegno dello scavo, esperite positivamente le debite verifiche geotecniche di sicurezza (Capitolo 6.8.6.2 NTC 2018). I parametri caratteristici di resistenza a "breve termine" nonché i pesi di volume, naturale e saturo, rappresentativi per i volumi significativi di terreno per gli scavi in esame (2÷3 m di profondità) sono stati elaborati ed esposti ai precedenti Capitoli 4.1 e 4.2; si valuteranno i valori medi di tutte le prove, comprese le analisi di laboratorio (escludendo i terreni sovraconsolidati per essiccazione, quando presenti) ed i valori minimi. Questi ultimi saranno utilizzati per le verifiche a "breve termine".

Per quanto riguarda le verifiche a "lungo termine", non essendo i relativi parametri deducibili dalle prove penetrometriche si farà riferimento a valori definiti mediante le prove di laboratorio.

Per quanto riguarda la presenza di falda si considererà una sua escursione fra 0,80 m e 2,40 m dal pdc.

Si riportano nella tabella seguente i dati sopra descritti in termini caratteristici.

	$\gamma_{sat}$ k KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{nat}$ k KN/m <sup>3</sup>	C'k KN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ k (°)	C <sub>u</sub> k KN/m <sup>2</sup>	Soggiacenza dal pdc
MEDIO	19.24	18.355	23	23	53.75	-0,80 m ÷ -2,40 m
MINIMO	17,98	17,19	18,34	22	27.69	

### 7.3 *Analisi di stabilità scavi di linea in trincea per profondità fino a 1,50 m dal pdc*

Le verifiche di stabilità dei fronti di scavo sono state condotte conformemente a quanto previsto dal DM 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" al paragrafo 6.8.

Le verifiche di stabilità vengono condotte adottando i valori caratteristici dei parametri di resistenza, considerando le sole condizioni statiche: infatti, come riportato al paragrafo 2.4.1 del DM 17/01/2018, "le verifiche sismiche di opera provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni".

Le verifiche di stabilità sono state condotte nelle condizioni di breve termine (condizioni non drenate) e di lungo termine (condizioni drenate).

Le sezioni esaminate sono quelle tipiche di cui al precedente Capitolo 2 e le verifiche sono condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) con R2 pari a 1,1.

Tali verifiche sono state condotte con apposito codice di calcolo (*Slope 2017.25.6.1260* della *GeoStru Software*) i cui risultati vengono riportati di seguito, come detto, distinguendo le verifiche in condizioni a breve termine (Fig. 23) e relativo Rapporto di Analisi Stabilità dei Pendii), da quelle a lungo termine (Fig. 24) e relativo rapporto di Analisi di Stabilità dei Pendii).

Si precisa infine che allo scopo di tener conto del possibile transito di mezzi di cantiere nelle immediate vicinanze delle scarpate di progetto, si è assunta una distribuzione equivalente uniforme di intensità pari a 1000 kg/mq a partire da 1,5 m di distanza dal ciglio della scarpata di progetto.

Tali verifiche hanno riscontrato per la stabilità degli scavi ipotizzati fattori di sicurezza accettabili sia nelle condizioni a breve termine, alias non drenate (FS=3,32 m \_profondità -1,50 m da pdc) che a lungo termine, alias drenate (FS=3,1 \_profondità -1,50 m da pdc).

PROFONDITÀ -1,50 m da pdcCONDIZIONI NON DRENATE**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2008 & Circ.
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.76 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3.41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4.22 m
Ordinata vertice destro superiore ys	6.11 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	1.0	1.5
2	2.0	1.5
3	2.0	2.45
4	2.25	2.7
5	2.5	2.7
6	2.8	3.0
7	5.3	3.0

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	1.06	1.5
2	2.0	1.5
3	2.03	2.1
4	5.33	2.1

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4



Riduzione parametri geotecnici terreno

Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.18	0.28	22	1719	1798		

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	4.3	3	5.3	3	0.1

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	3.32
Ascissa centro superficie	1.98 m
Ordinata centro superficie	5.98 m
Raggio superficie	4.44 m

**xc = 1.975 yc = 5.977 Rc = 4.438 Fs=3.317**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.25	1.9	0.25	447.07	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	442.2	149.6
2	0.55	7.1	0.55	1138.51	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1105.6	334.2
3	0.18	11.9	0.19	444.98	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	431.2	111.7
4	0.33	15.3	0.34	765.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	737.4	204.1
5	0.33	19.7	0.35	704.75	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	673.7	209.1
6	0.33	24.3	0.36	627.48	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	591.0	215.9
7	0.33	29.0	0.37	531.56	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	483.0	225.0
8	0.33	33.9	0.39	727.86	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	717.7	237.2
9	0.33	39.2	0.42	599.09	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	565.9	254.0
10	0.33	44.9	0.46	326.76	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	184.5	277.8

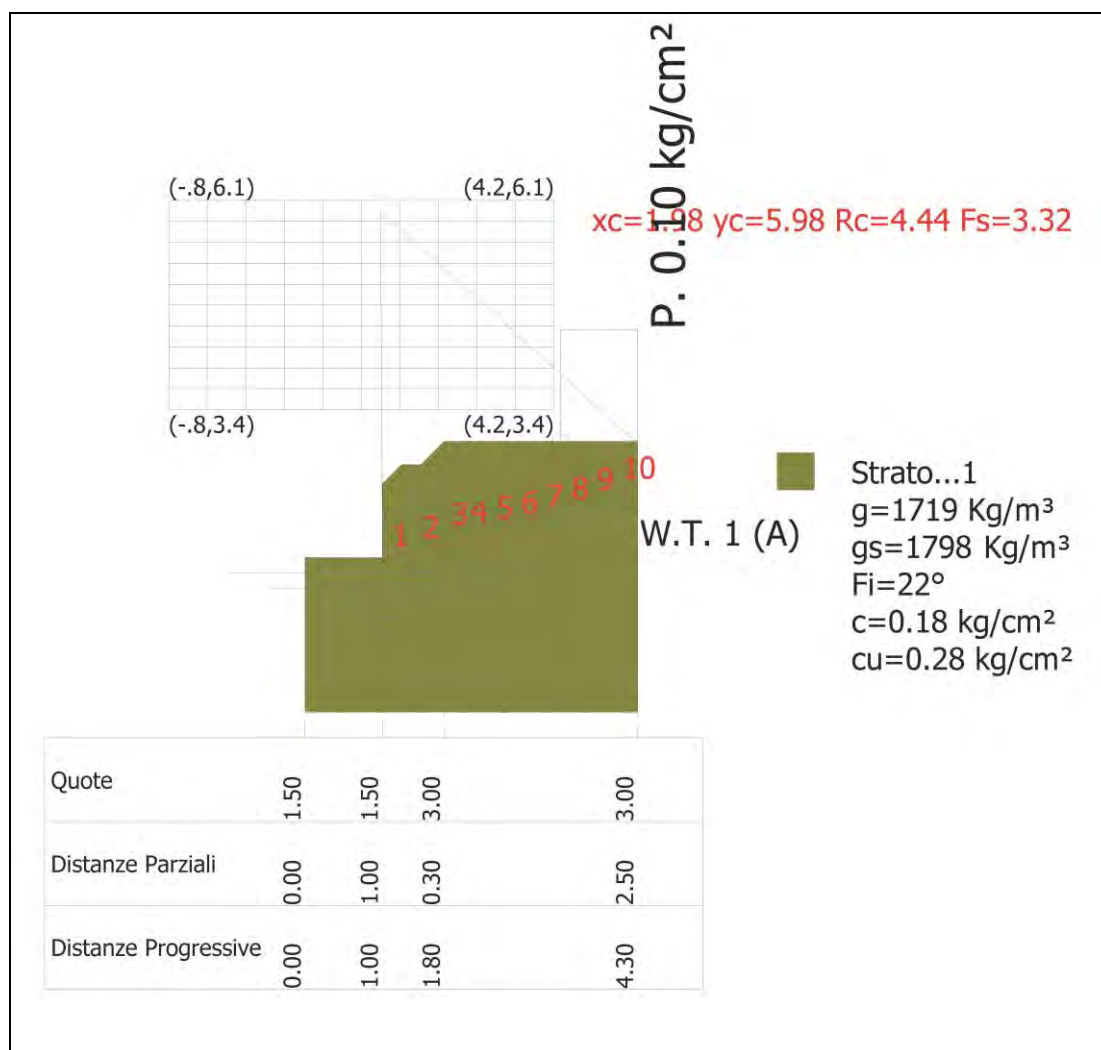


Fig. 24 – Verifica condizioni stabilità a breve termine (non drenate).

PROFONDITÀ -1.50 m da pdc

#### CONDIZIONI DRENATE

##### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2008 & Circ.
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

##### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.76 m
---------------------------------------	---------

Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3.41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	4.22 m
Ordinata vertice destro superiore ys	6.11 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	1.0	1.5
2	2.0	1.5
3	2.0	2.45
4	2.25	2.7
5	2.5	2.7
6	2.8	3.0
7	5.3	3.0

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	1.06	1.5
2	2.0	1.5
3	2.03	2.1
4	5.33	2.1

**Coefficienti parziali azioni**

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.18	0.28	22	1719	1798		

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	4.3	3	5.3	3	0.1

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	3.1
Ascissa centro superficie	1.73 m

Ordinata centro superficie	3.41 m
Raggio superficie	1.89 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

$$x_c = 1.726 \quad y_c = 3.409 \quad R_c = 1.895 \quad F_s = 3.097$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.16	10.8	0.16	261.59	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	247.2	100.3
2	0.09	14.6	0.09	170.38	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	160.3	60.3
3	0.22	19.6	0.24	423.27	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	395.2	151.9
4	0.16	25.9	0.18	288.98	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	268.1	109.4
5	0.17	31.5	0.2	329.08	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	309.9	124.2
6	0.15	37.3	0.18	279.44	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	264.9	113.4
7	0.16	43.4	0.22	263.67	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	243.6	126.1
8	0.16	50.4	0.25	217.45	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	179.6	133.6
9	0.16	58.7	0.3	158.08	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	61.8	147.4
10	0.16	70.4	0.47	71.4	0.0	0.0	0.14	17.9	0.0	-310.3	186.1

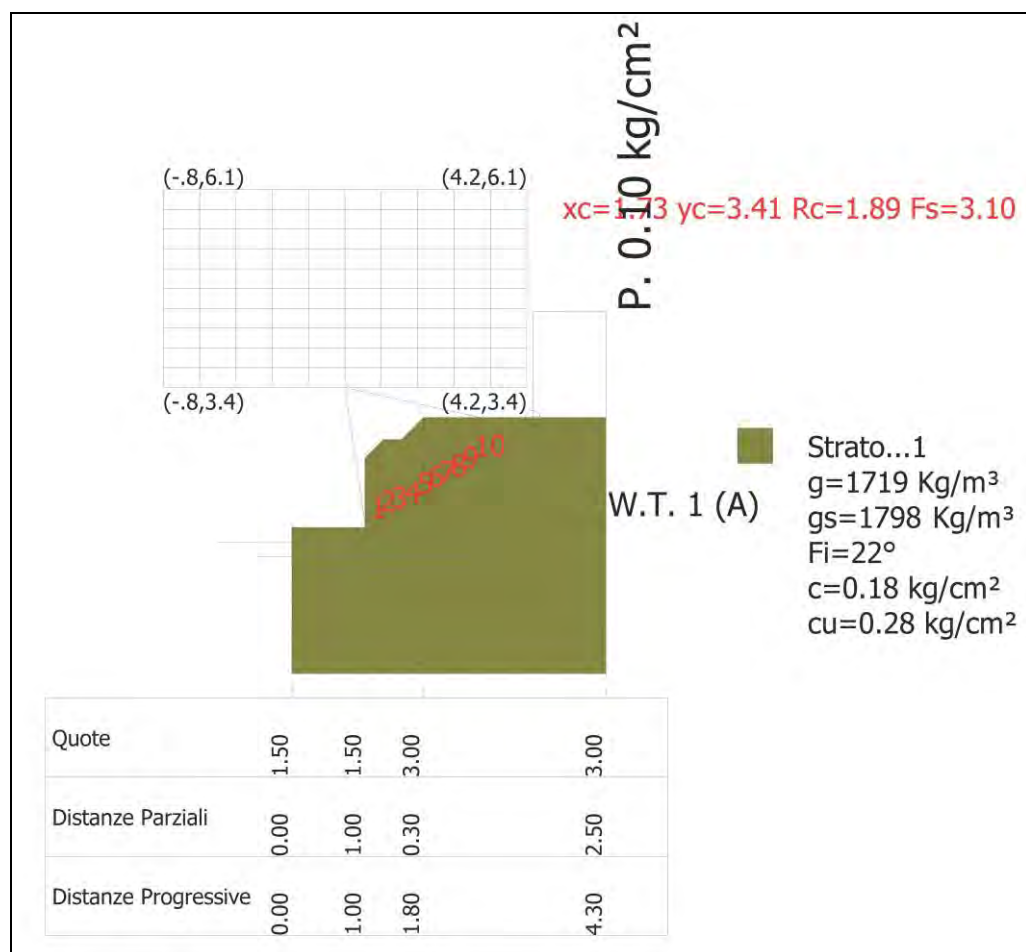


Fig. 25 – Verifica condizioni stabilità a lungo termine (drenate)



Per gli scavi di maggiore profondità ed in particolare per quelli relativi ai pozzetti di spinta e raccordo fra le TOC, dovranno essere condotte verifiche di stabilità in fase esecutiva tenendo conto che, in base alle effettive necessità, si potranno usare palancole a sbalzo.

## **8 CONCLUSIONI**

La presente relazione è stata redatta allo scopo di definire le modalità per la realizzazione in sicurezza degli scavi necessari all'avvio dell'attività del tratto di rete gas in oggetto.

Sulla base delle indagini in sito disponibili (originali e bibliografiche) sono state individuate le unità litotecniche di riferimento ad i relativi parametri geotecnici.

A partire da tale caratterizzazione geotecnica, poiché l'esecuzione delle verifiche di stabilità a lungo termine necessita della definizione dei parametri drenati per i terreni interessati dagli scavi, si è fatto ricorso principalmente a dati originali di laboratorio ma anche bibliografici per situazioni note paragonabili a quella in studio.

Le verifiche di stabilità dei fronti di scavo sono state condotte conformemente a quanto previsto dalla normativa attualmente vigente e cioè dal DM 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" al paragrafo 6.8.

Le analisi di stabilità dei fronti di scavo di linea per trincee fino a -1,50 m dal pdc, effettuate al Paragrafo 7.3, in riferimento sia alle condizioni di breve termine che di lungo termine, risultano soddisfatte anche per scavi verticali.

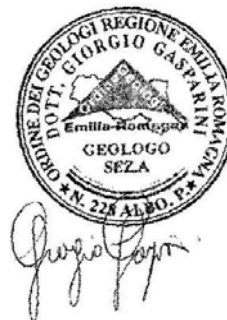
Per gli scavi di maggiore profondità ed in particolare per quelli relativi ai pozzetti di spinta e raccordo fra le TOC, dovranno essere condotte verifiche di stabilità in fase esecutiva tenendo conto che, in base alle effettive necessità, si potranno usare palancole metalliche a sbalzo.

Nell'ambito della descrizione dei modelli geologico e geotecnico sono state riportate le soggiacenze della falda freatica misurate durante l'esecuzione delle prove penetrometriche originali.

Sulla base delle verifiche di stabilità effettuate, ed in relazione ai possibili stati di fessurazione dello strato argilloso superficiale (fessura di trazione e di attività secco/umido), nonché a possibili disomogeneità locali, si suggerisce la puntuale verifica delle ipotesi fatte e dati riportati nel corso dell'esecuzione delle opere.

Bastiglia, 14/06/2021

Dott. Geol. Giorgio Gasparini



\*\*\*\*\*

ELENCO ALLEGATI:

- ALLEGATO N. 1 – Diagrammi Prove penetrometriche CPTU
- ALLEGATO N. 2 – Indagini sismiche bibliografiche
- ALLEGATO N. 3 – Parametri geotecnici nominali
- ALLEGATO N. 4 – Certificati Analisi Laboratorio Geotecnico
- ALLEGATO N. 5 – Parametri sismici

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CARATTERISTICHE PROGETTUALI .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
3.1	<i>Inquadramento tettonico e strutturale.....</i>	<i>4</i>
3.2	<i>Inquadramento geologico-stratigrafico .....</i>	<i>5</i>
<b>4</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO .....</b>	<b>7</b>
4.1	<i>Sondaggi penetrometrici statici a punta elettrica (CPTU) .....</i>	<i>11</i>
4.2	<i>Prelievo di campioni indisturbati e analisi di laboratorio geotecnico .....</i>	<i>21</i>
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONE DELL’AZIONE SISMICA (D.M. 17/01/2018) .....</b>	<b>21</b>
5.1	<i>Premessa .....</i>	<i>21</i>
5.2	<i>Stati limite .....</i>	<i>22</i>
5.3	<i>Parametri di calcolo dell’azione sismica di riferimento.....</i>	<i>24</i>
5.4	<i>Risposta sismica locale con approccio semplificato (§ 3.2 NTC 2018).....</i>	<i>26</i>
<b>6</b>	<b>MODELLI GEOLOGICO E GEOTECNICO.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE DI SICUREZZA .....</b>	<b>33</b>
7.1	<i>Liquefazione .....</i>	<i>33</i>
7.2	<i>Caratterizzazione geotecnica ai fini delle verifiche di stabilità degli scavi di linea in trincea "a cielo aperto" .....</i>	<i>34</i>
7.3	<i>Analisi di stabilità scavi di linea in trincea per profondità fino a 1,50 m dal pdc 35</i>	
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>41</b>





ALLEGATI



**CPTU**





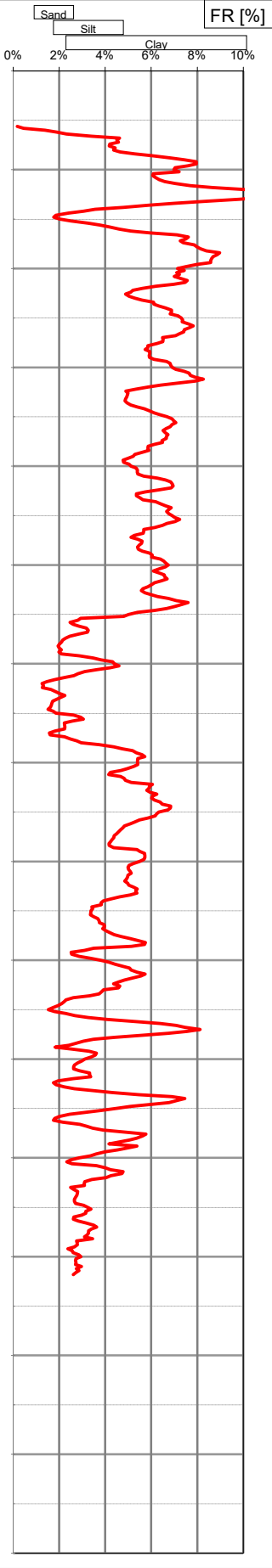
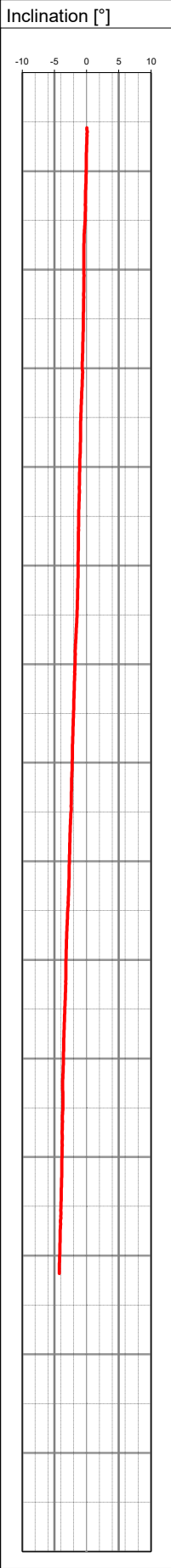
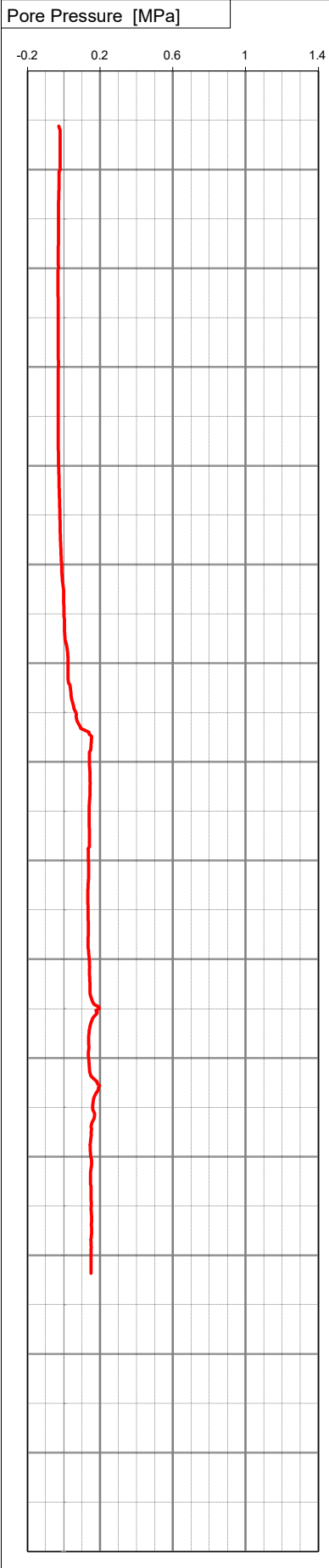
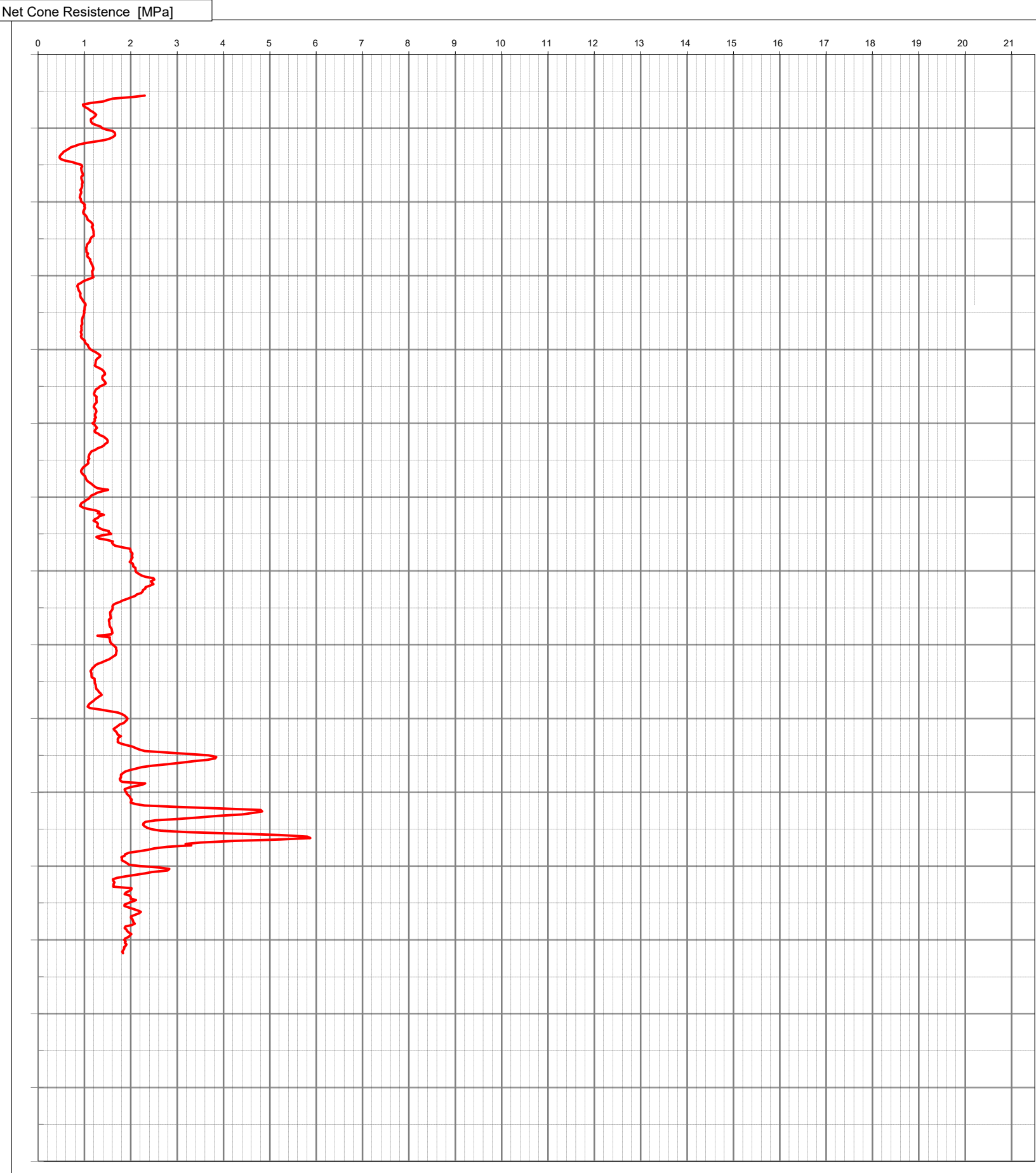
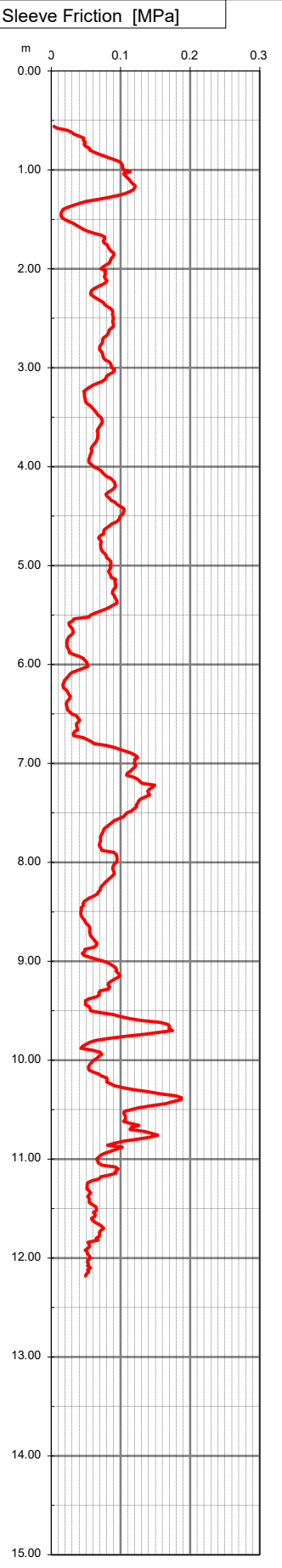
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 1  
Data 10.05.2021  
Falda -1.50 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



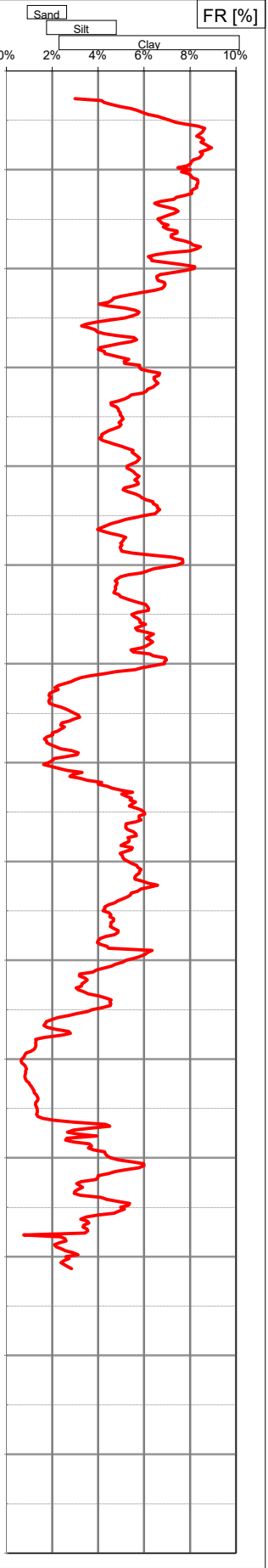
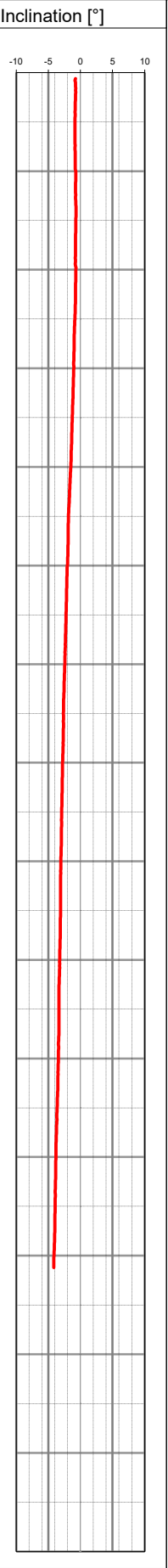
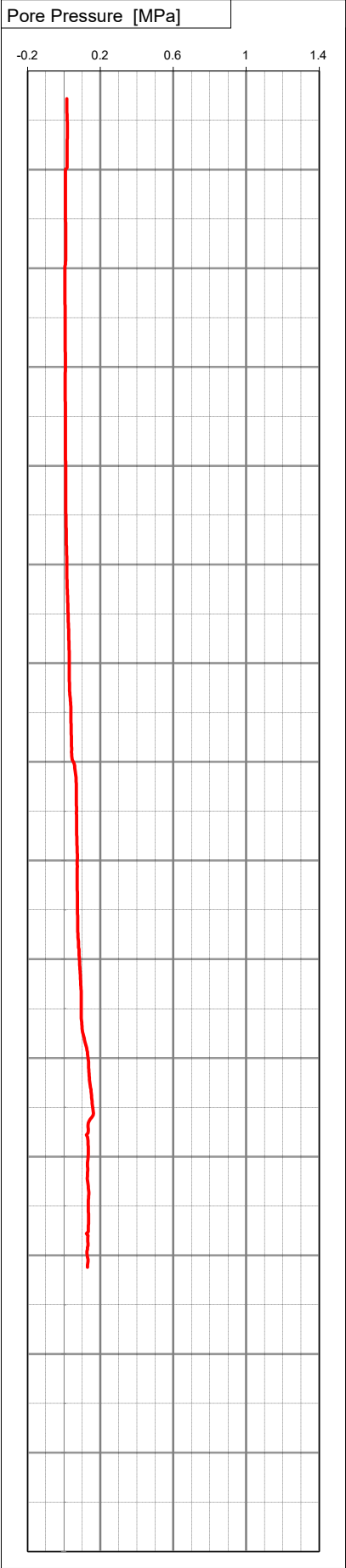
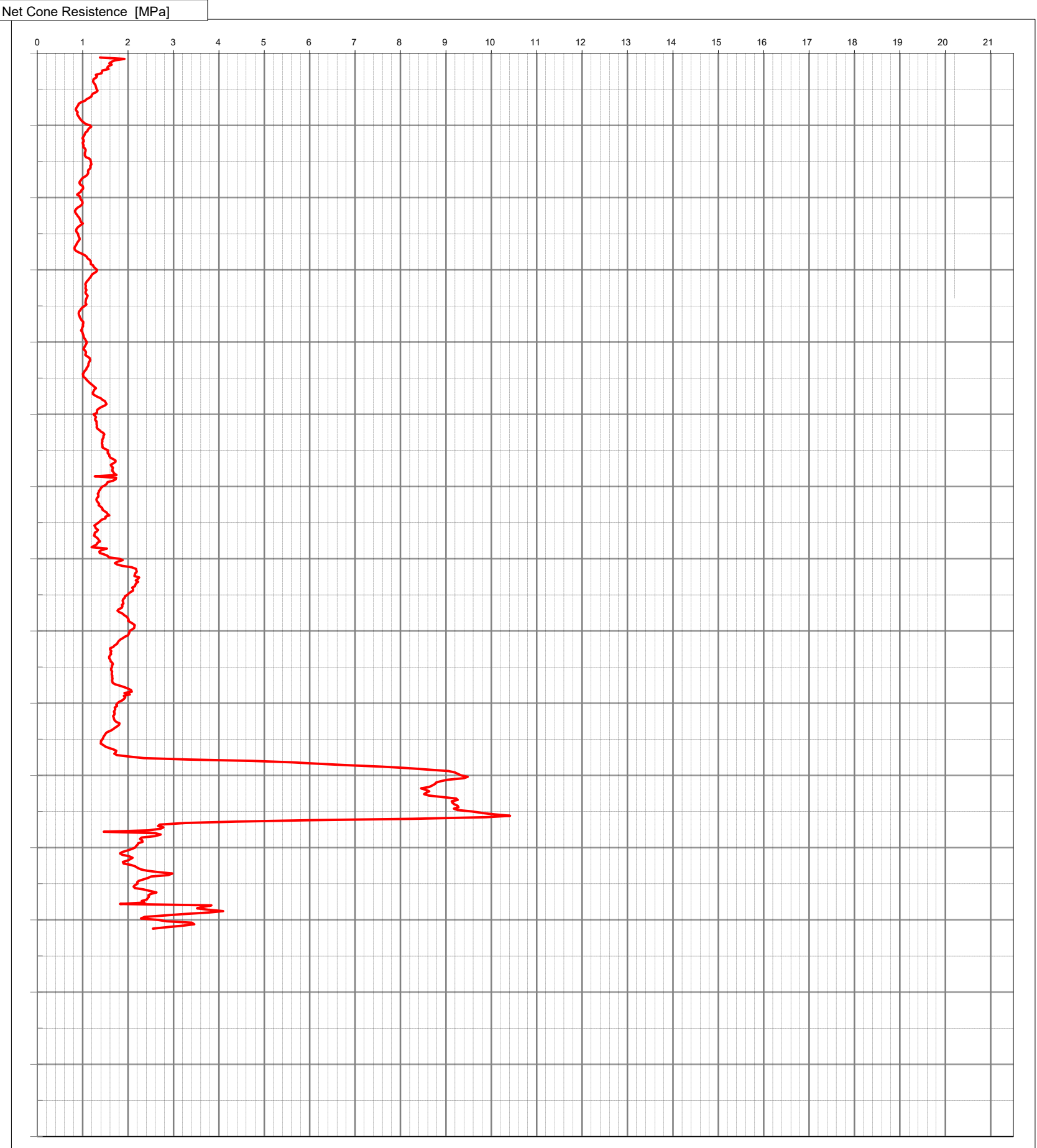
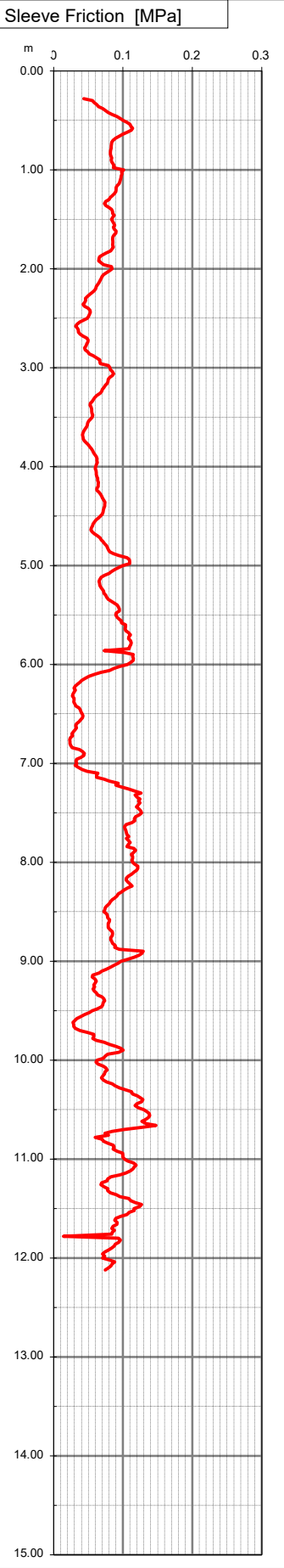
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 2  
Data 10.05.2021  
Falda -1.80 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



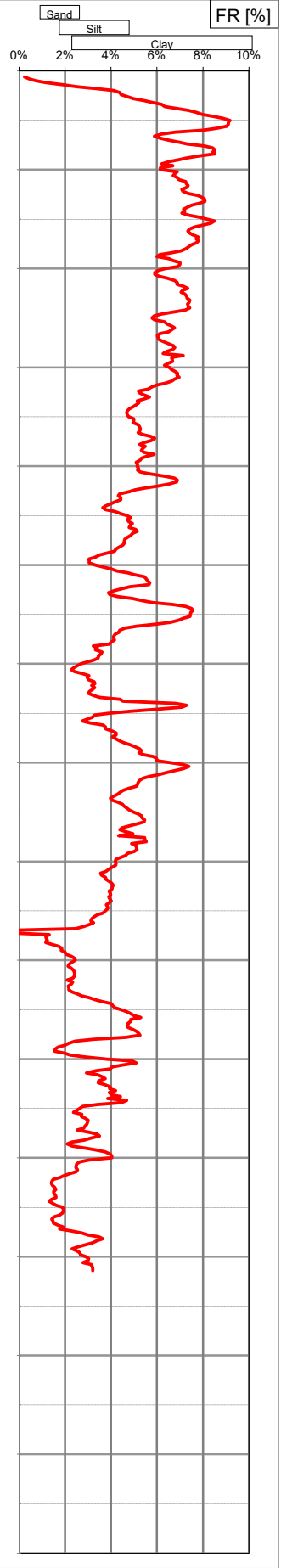
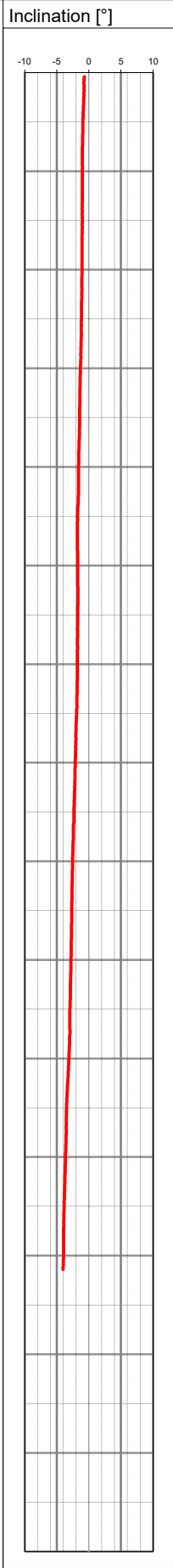
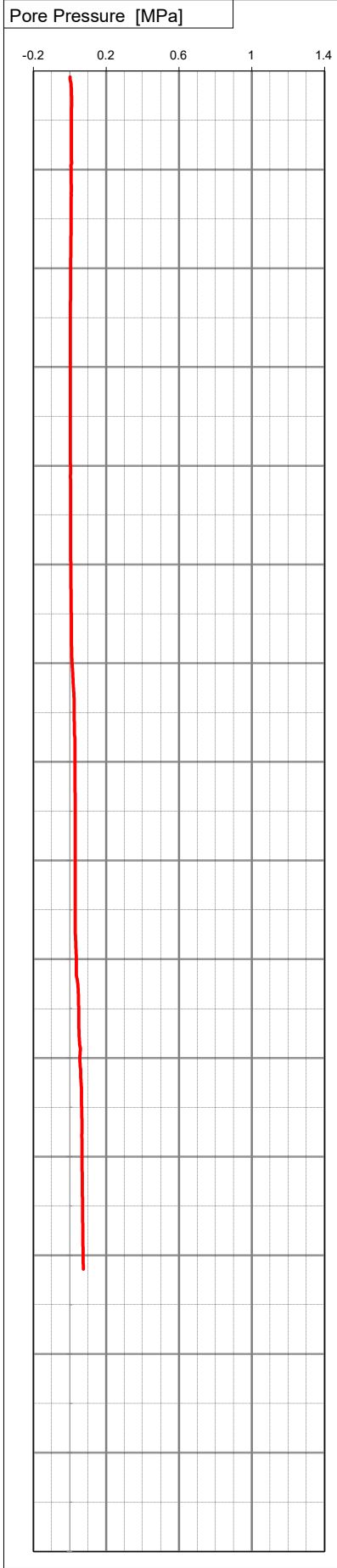
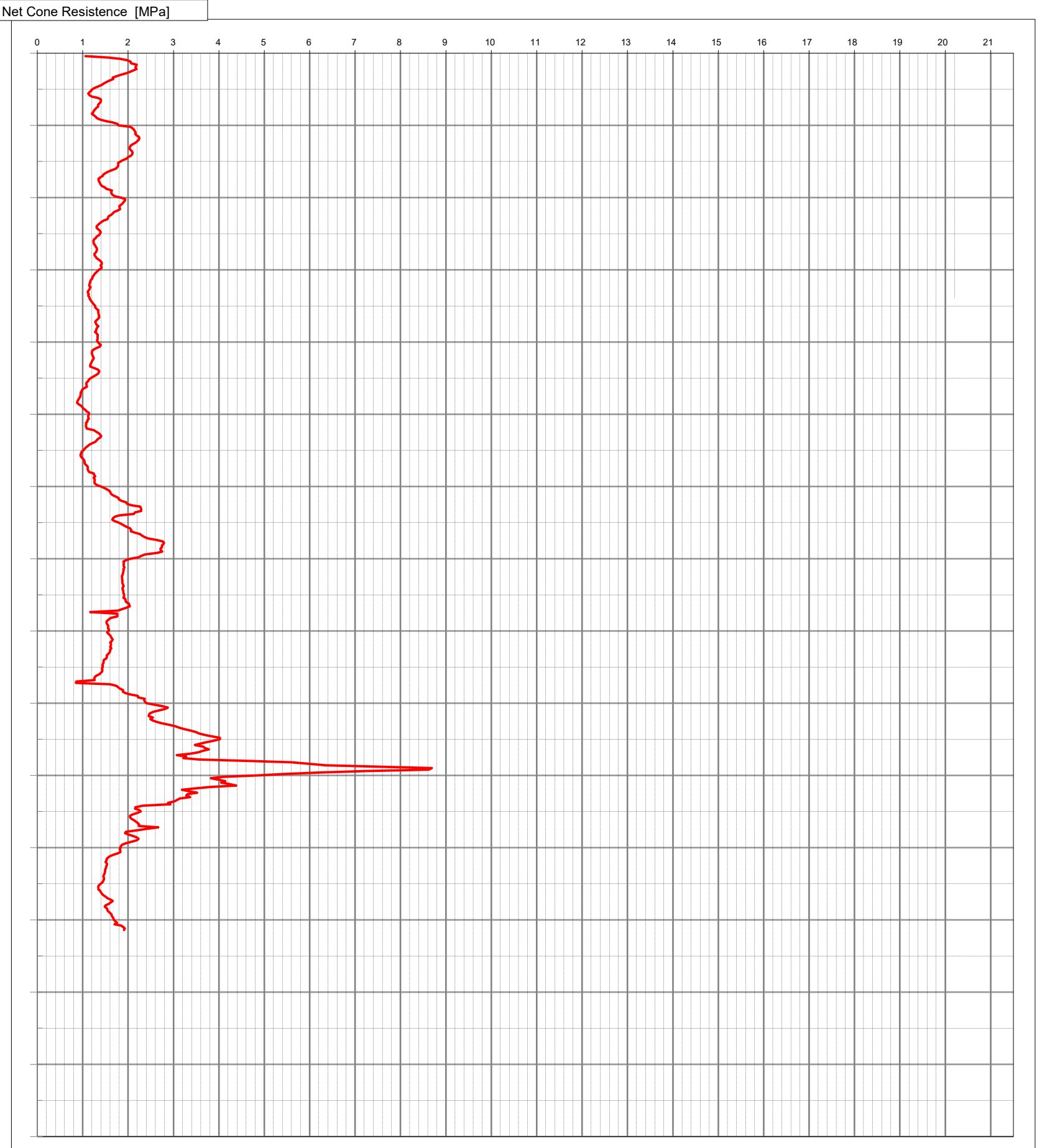
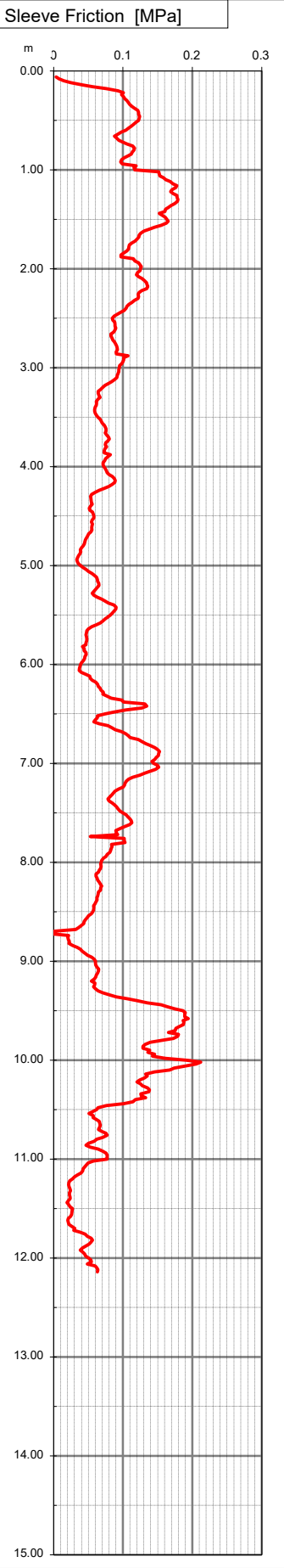
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 3  
Data 10.05.2021  
Falda 2.40 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



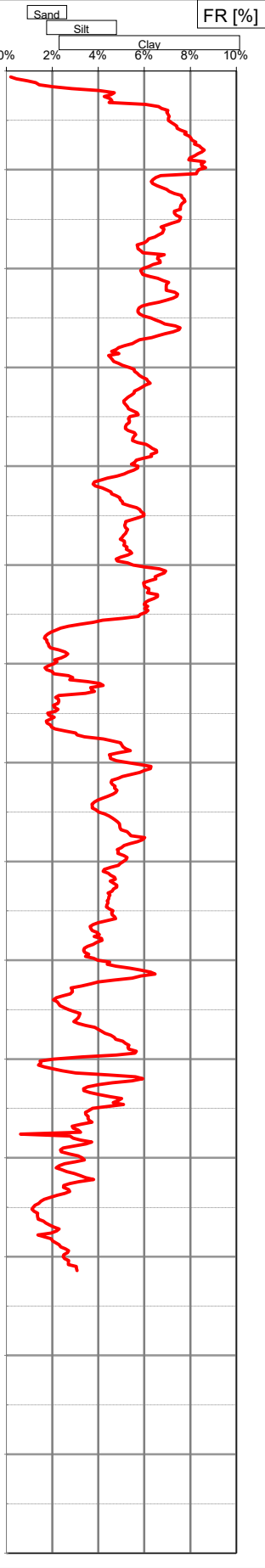
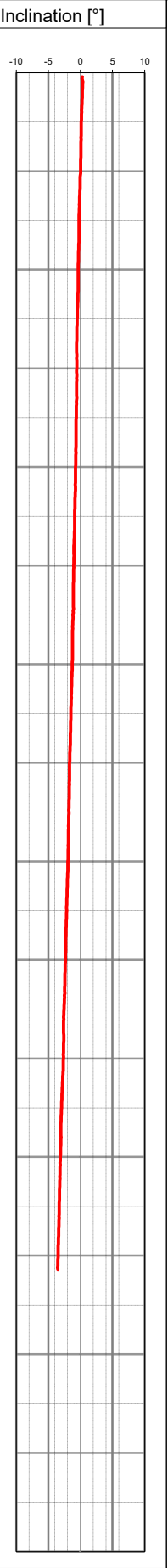
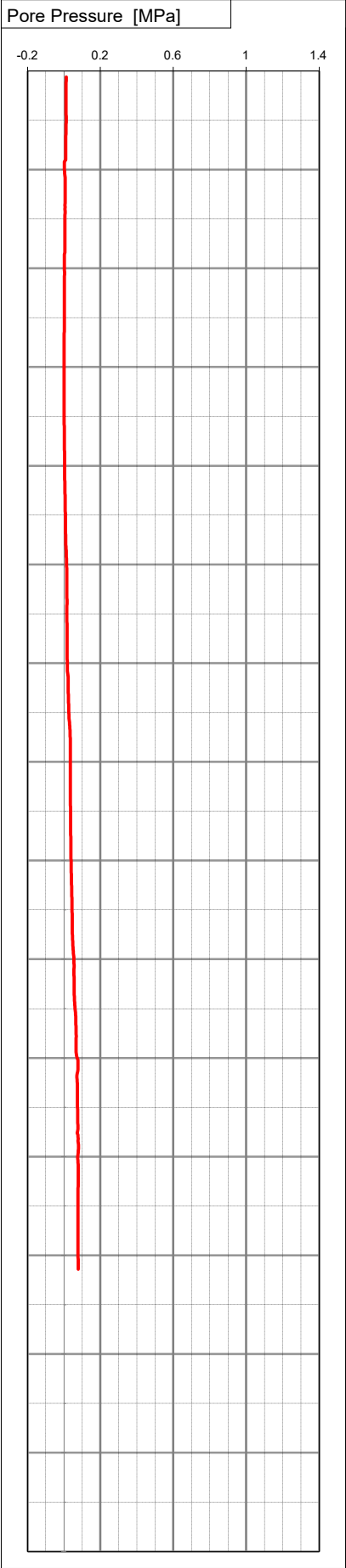
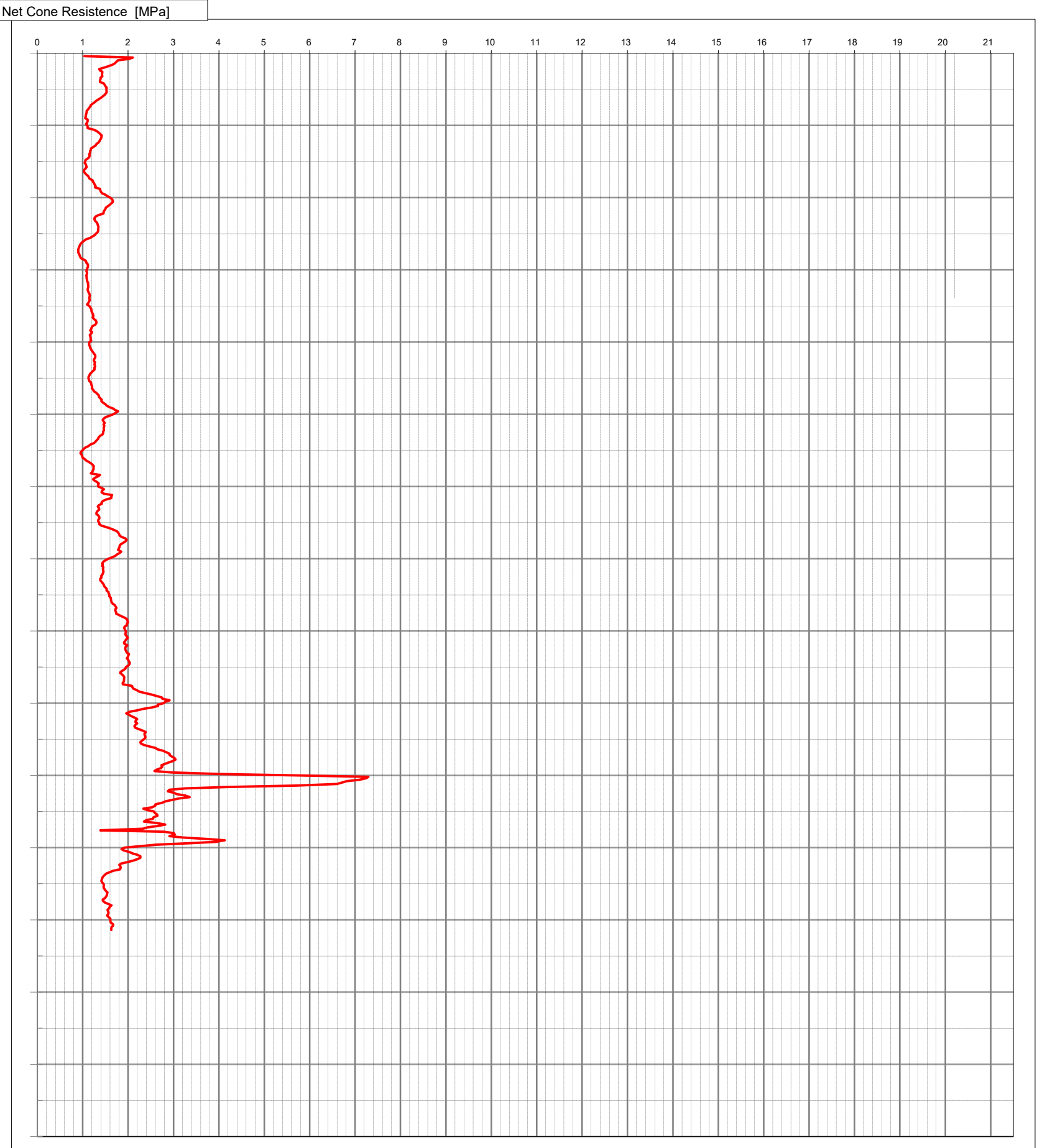
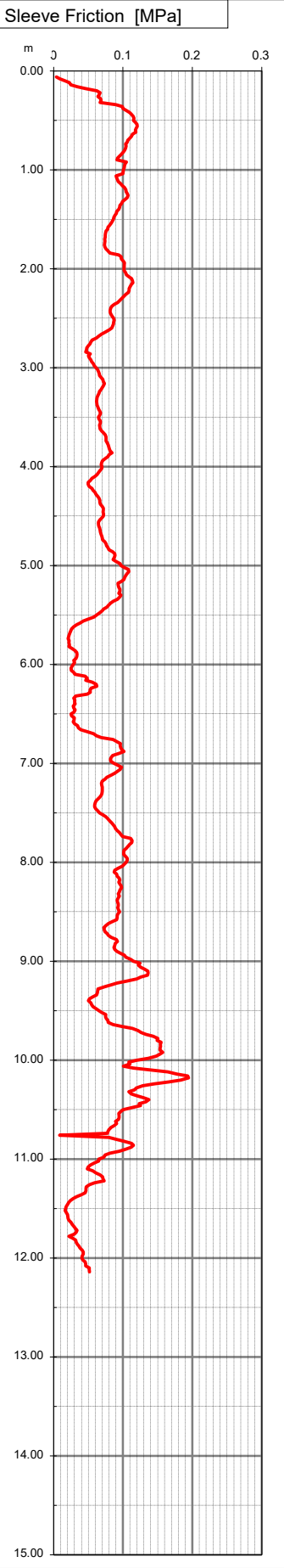
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 4  
Data 10.05.2021  
Falda -2.30 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672





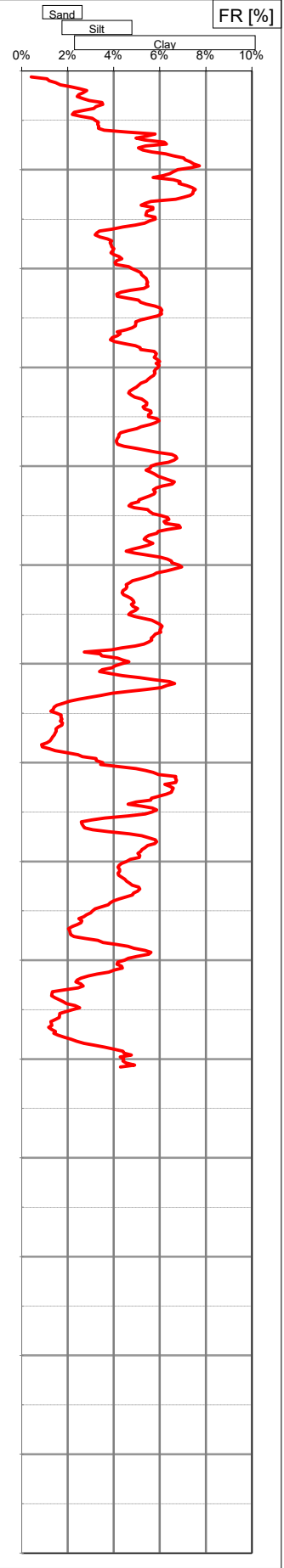
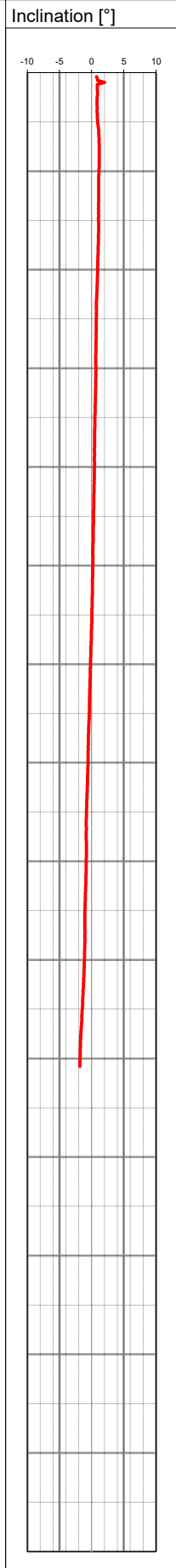
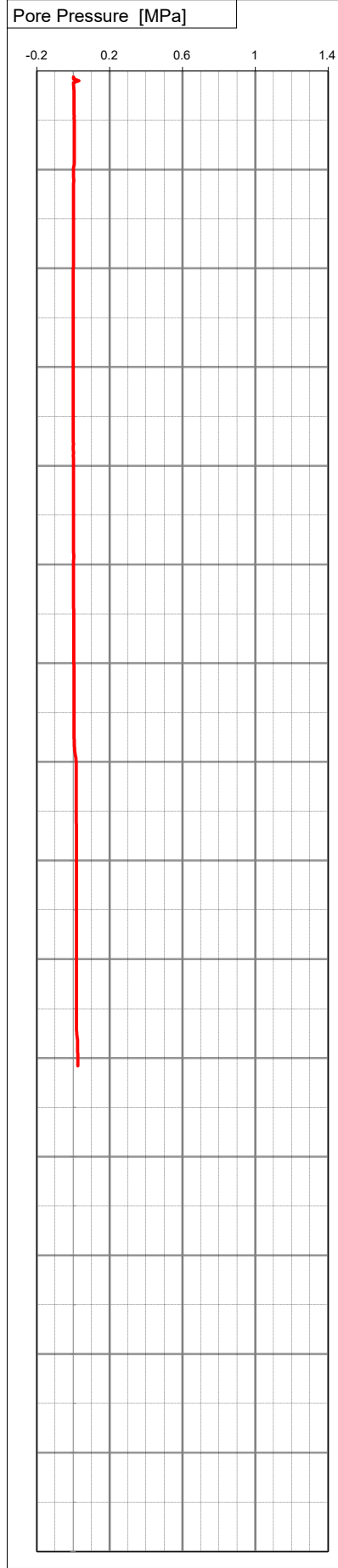
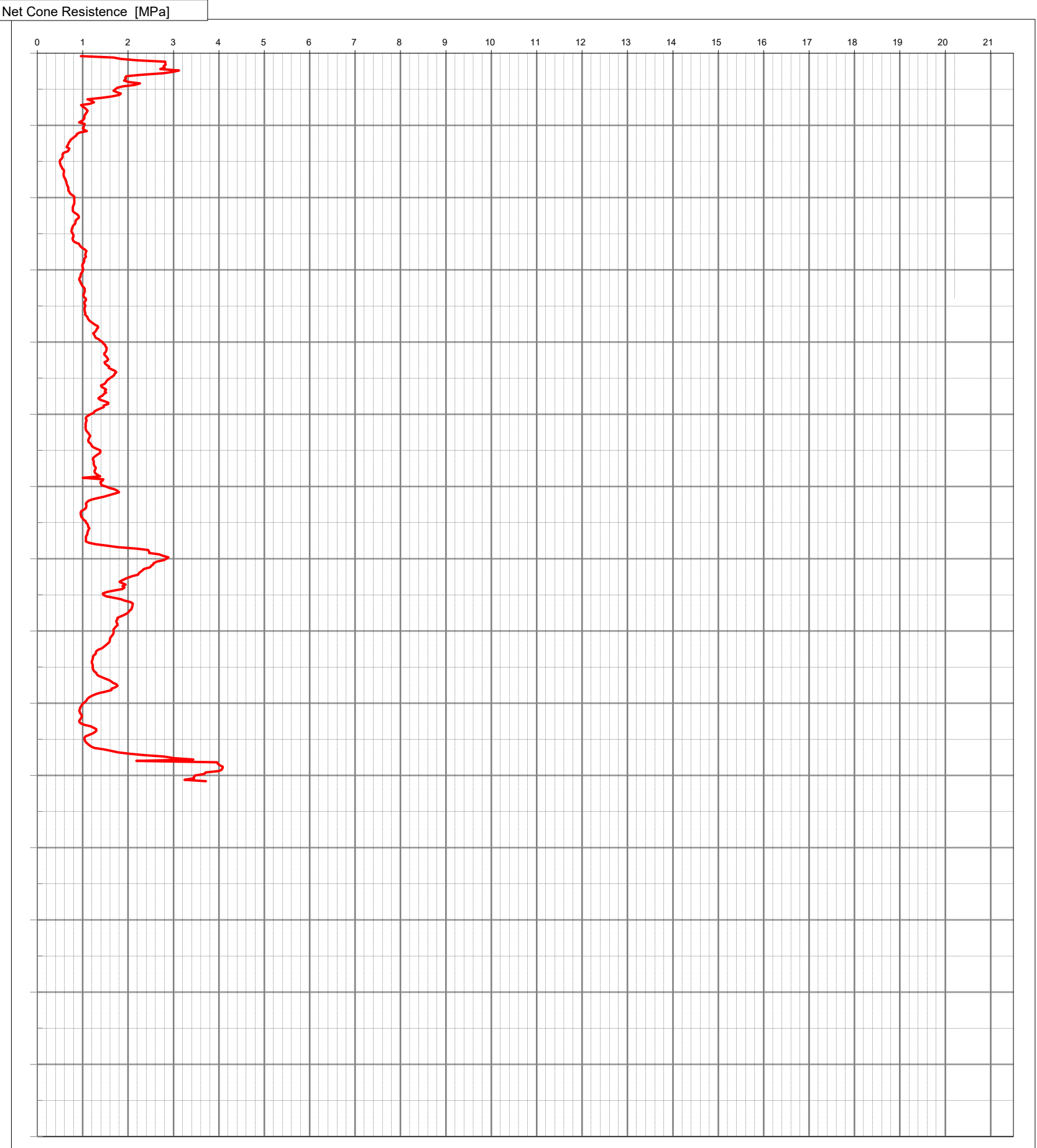
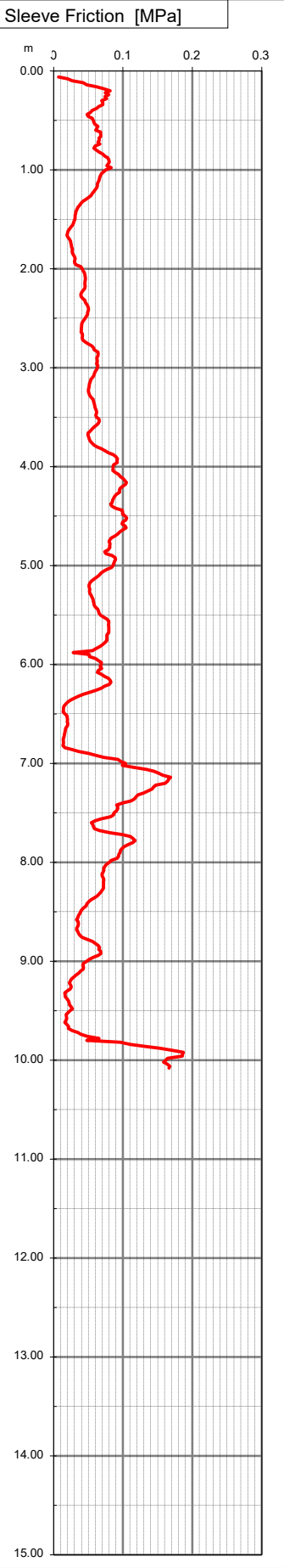
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 5  
Data 10.05.2021  
Falda 1.80 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



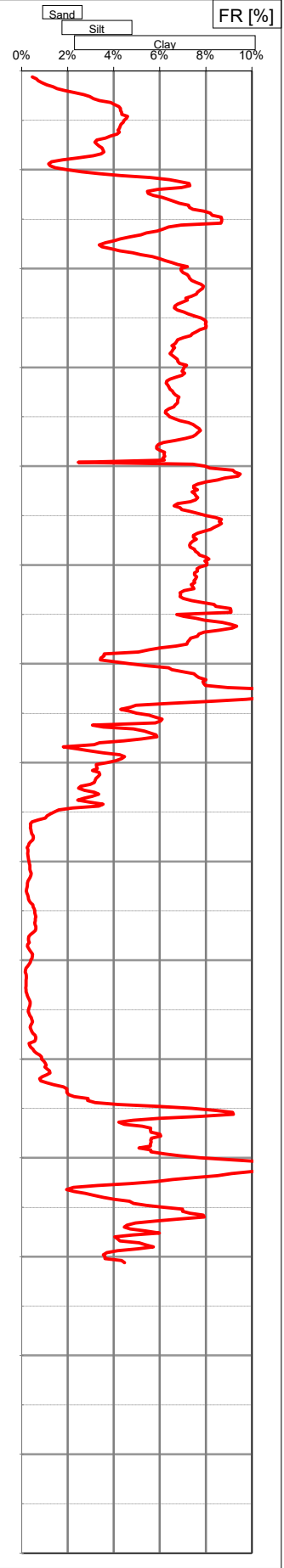
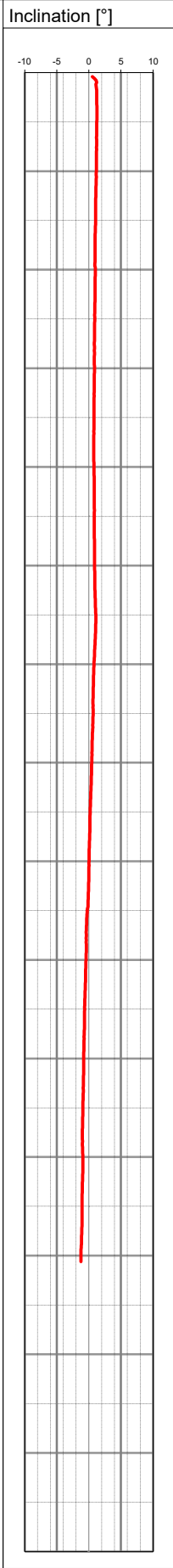
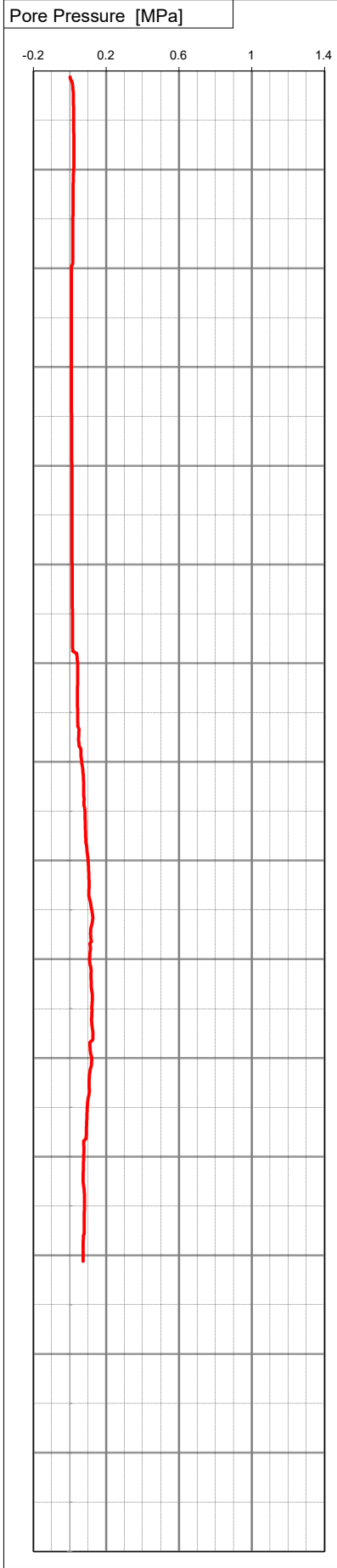
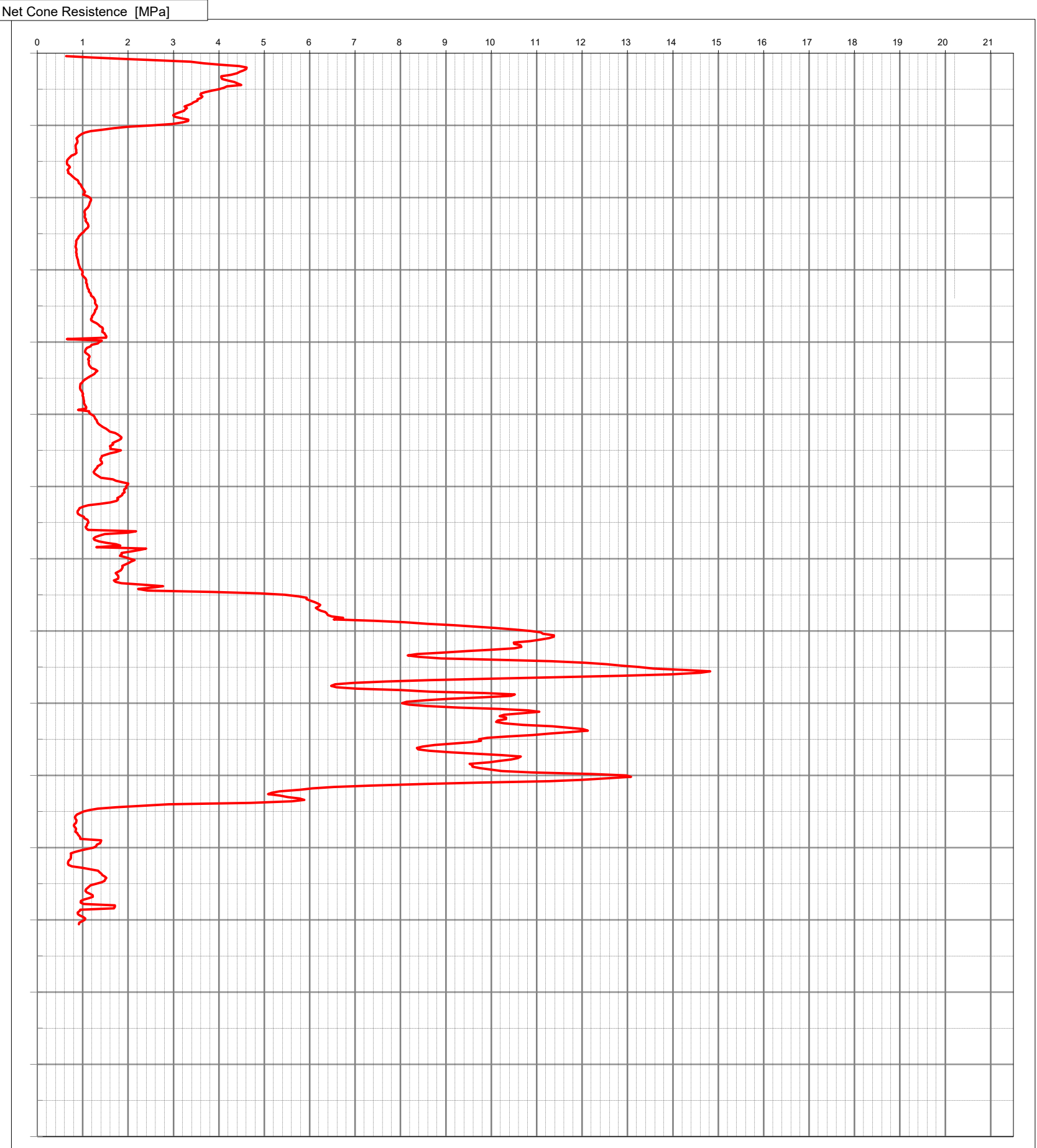
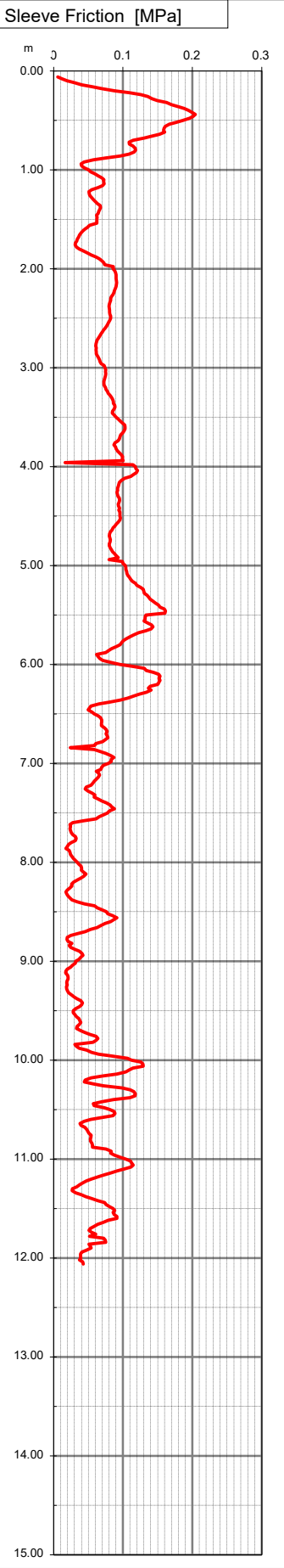
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 6  
Data 10.05.2021  
Falda 2.20 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



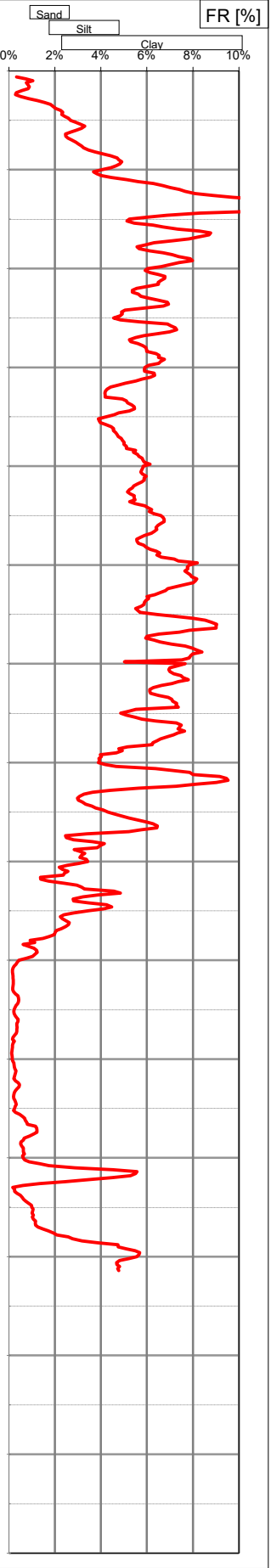
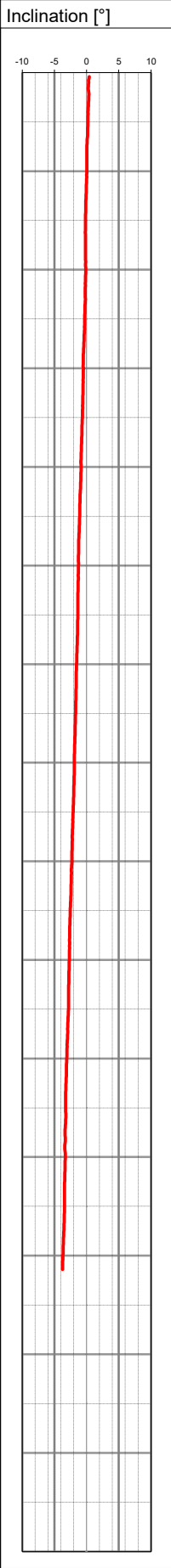
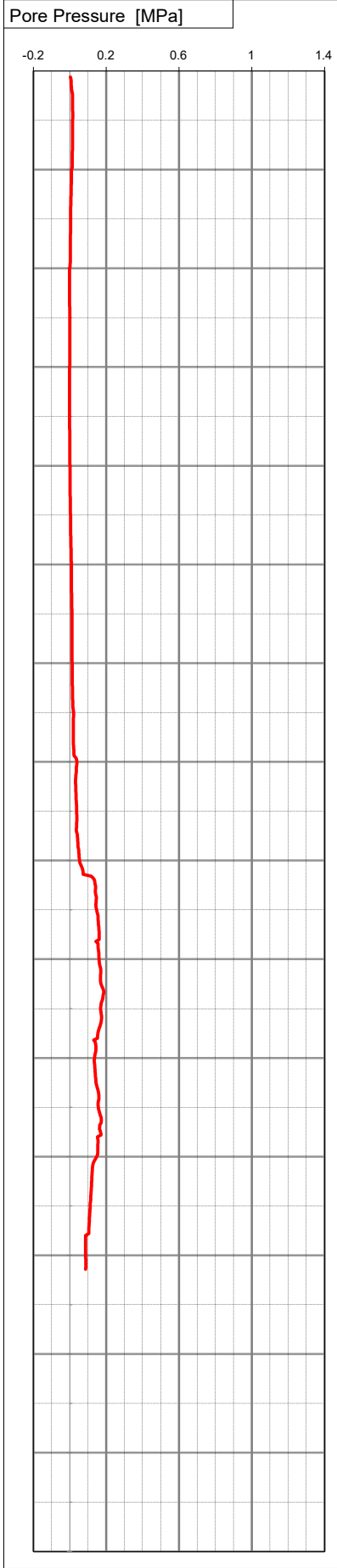
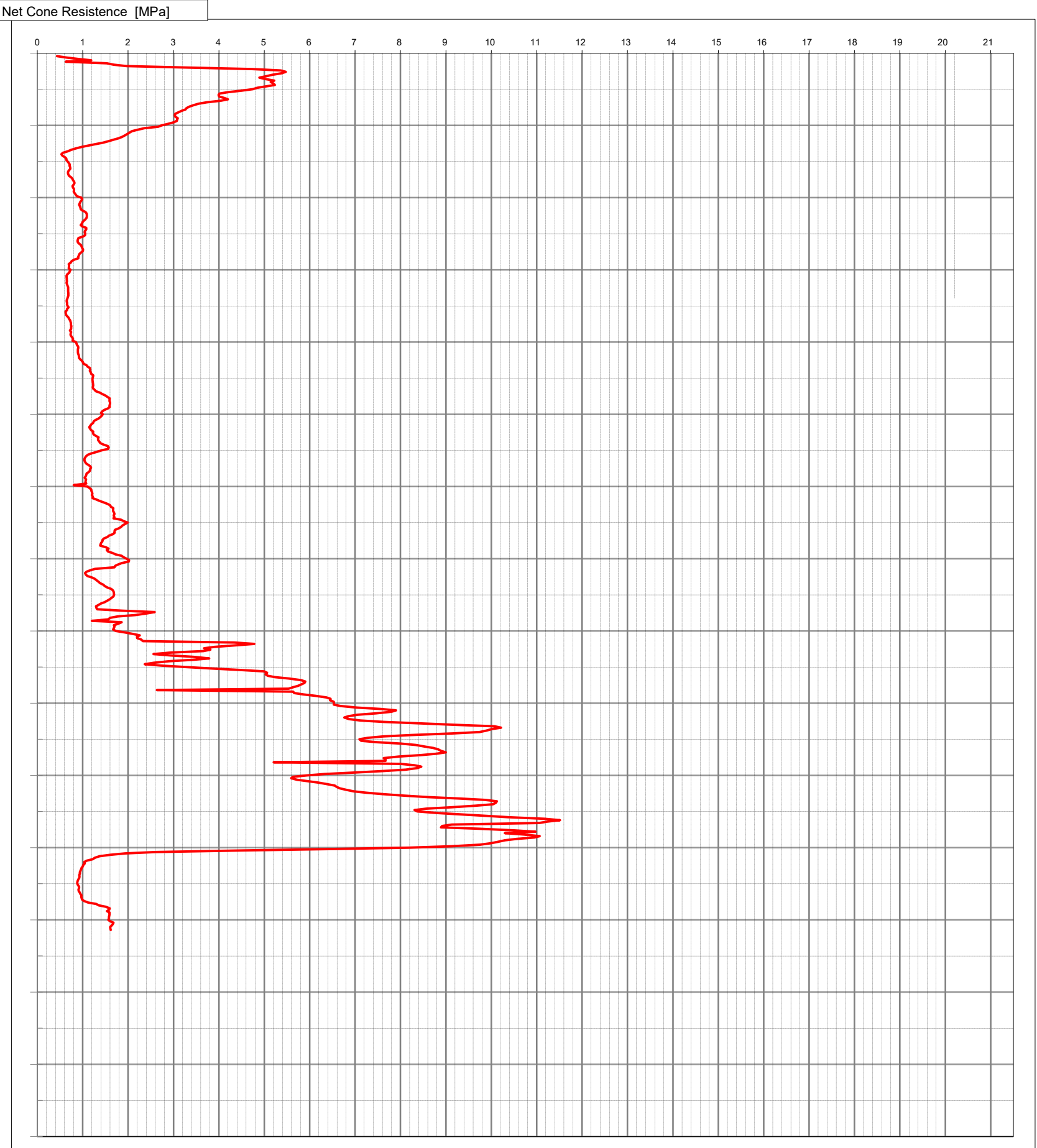
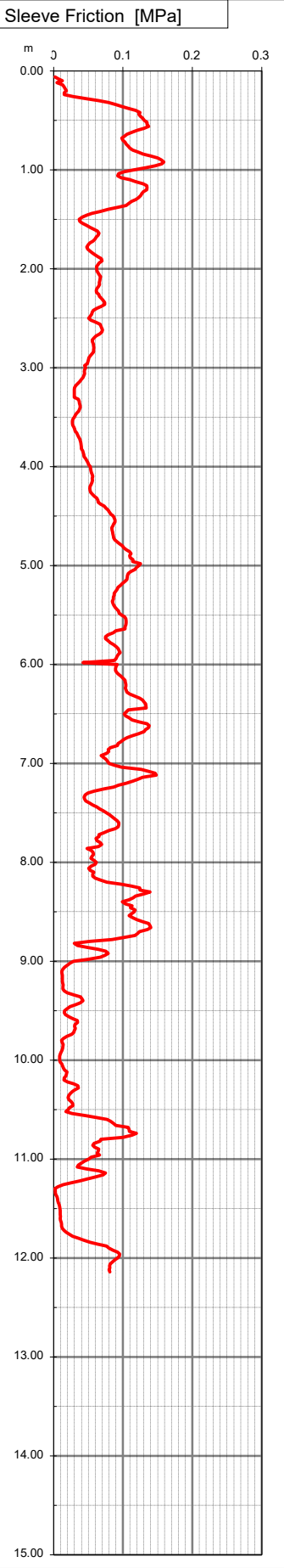
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 7  
Data 12.05.2021  
Falda 2.10 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



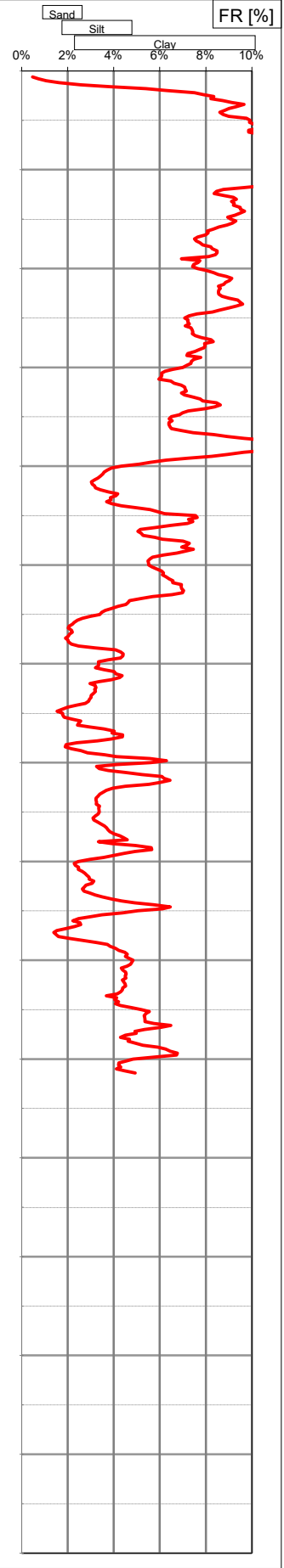
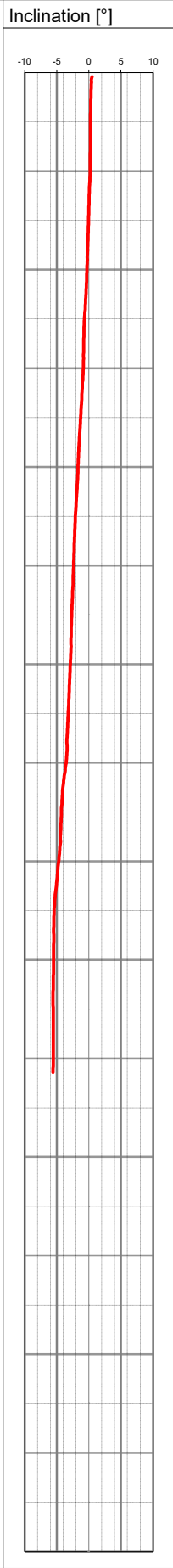
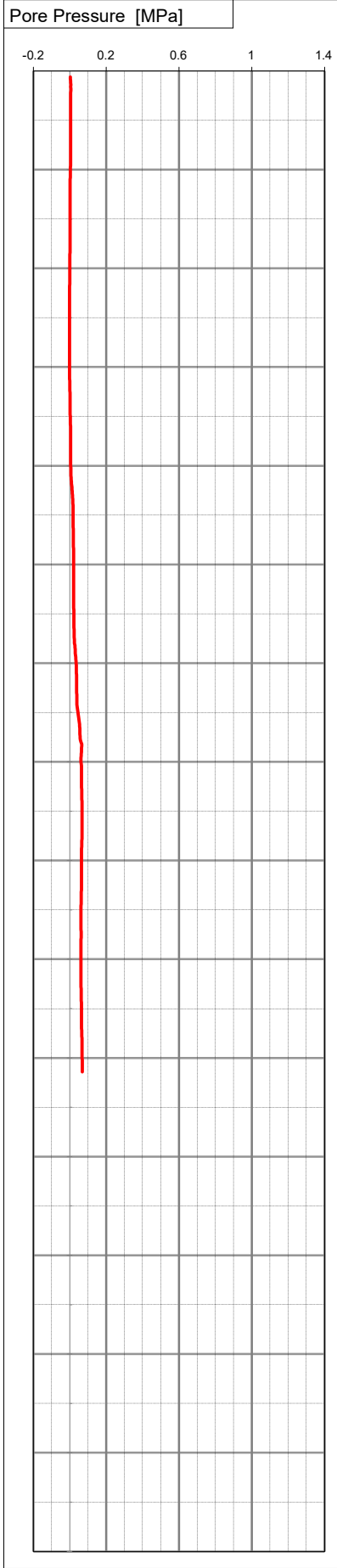
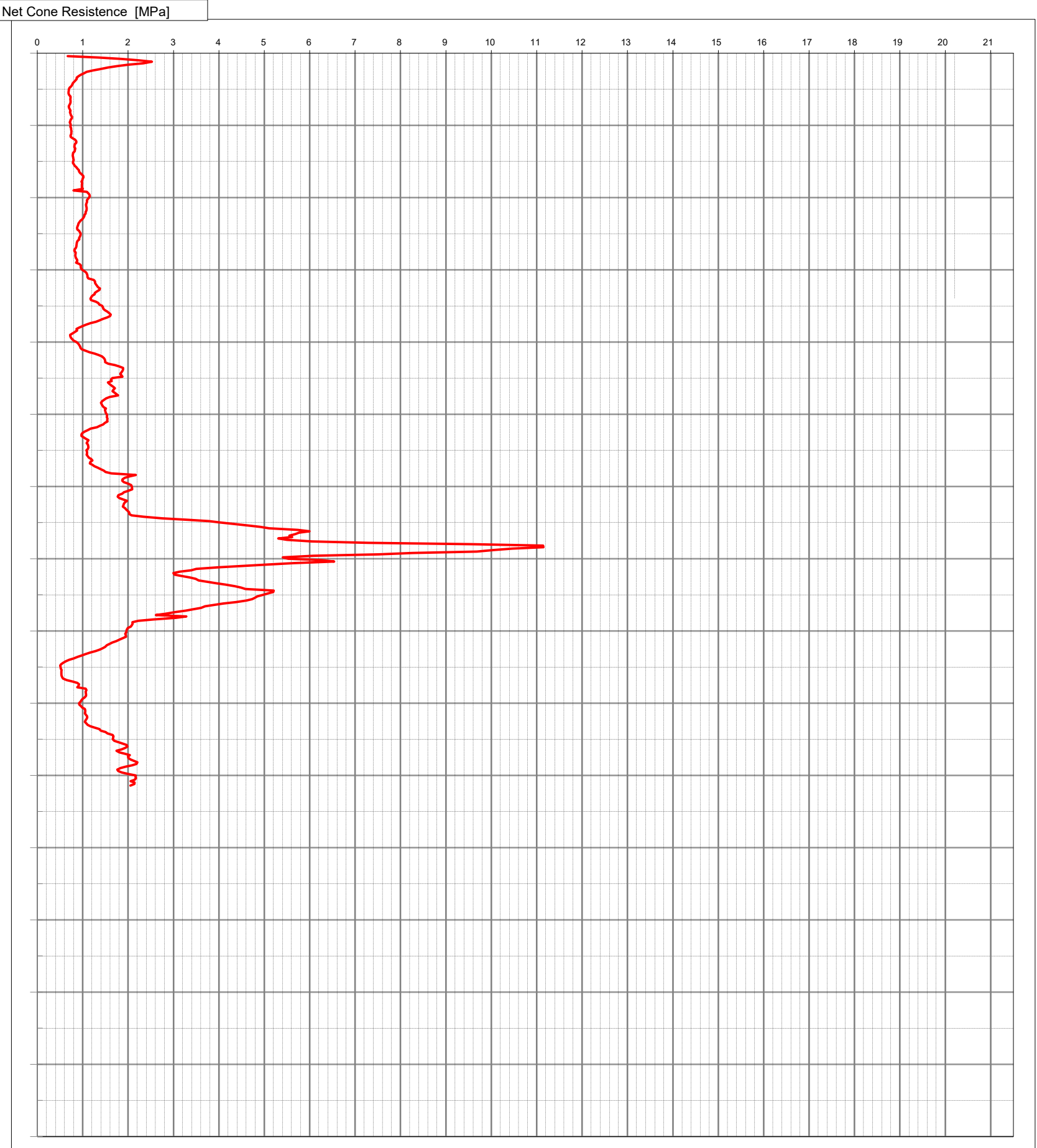
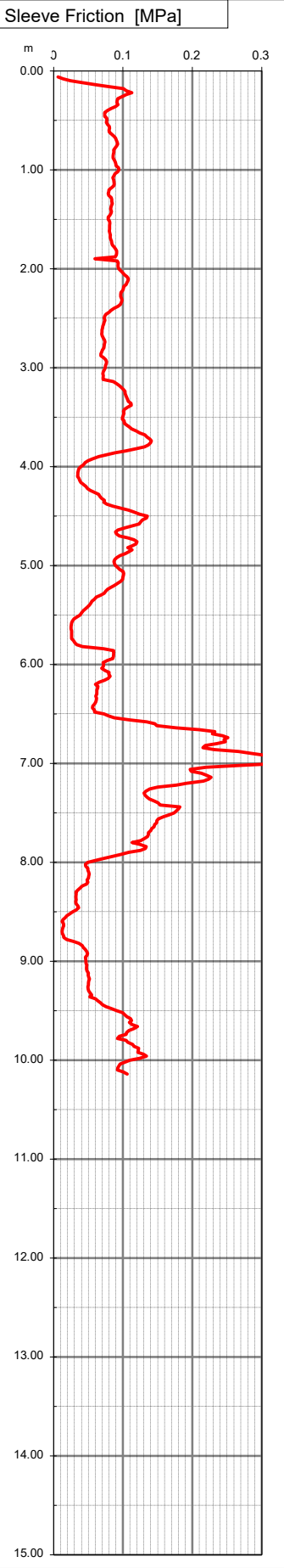
Committente Arkigeo  
Località Via Remesina  
Cantiere Carpi  
Operatore Capocchi  
Prova nr. 8  
Data 12.05.2021  
Falda 0.80 ml  
Preforo



GEO-V srl  
Strada Cavedole 12/C  
41126 Portile Modena  
e-mail: geovsrl@gmail.com



GEO-V SRL  
Strada Cavedole 12/C 41126 Portile - MO  
e-mail: geovsrl@gmail.com  
cell: 3474935672



**Indagini Sismiche Bibliografiche**





## MZS\_CARPI, CARPI 5

Strumento: TRZ-0187/01-12

Inizio registrazione: 03/05/13 10:26:37 Fine registrazione: 03/05/13 10:46:37

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS UTM 32 T 651519 4969848

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 63% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

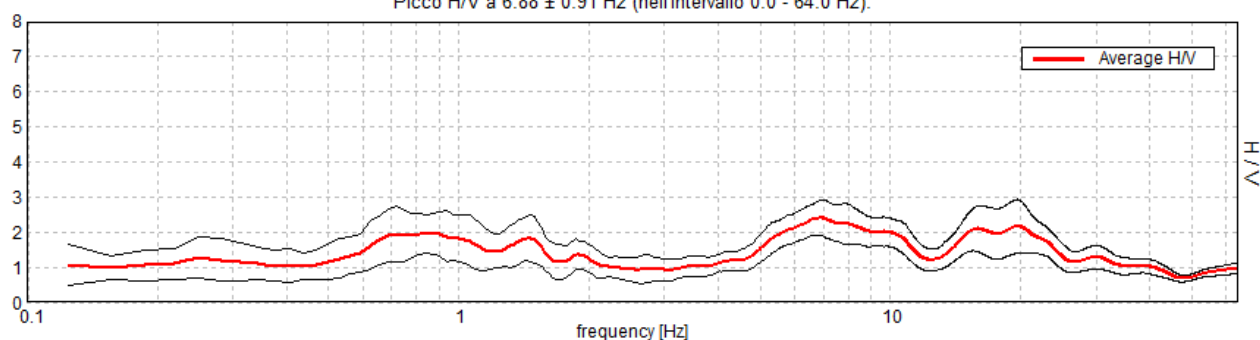
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

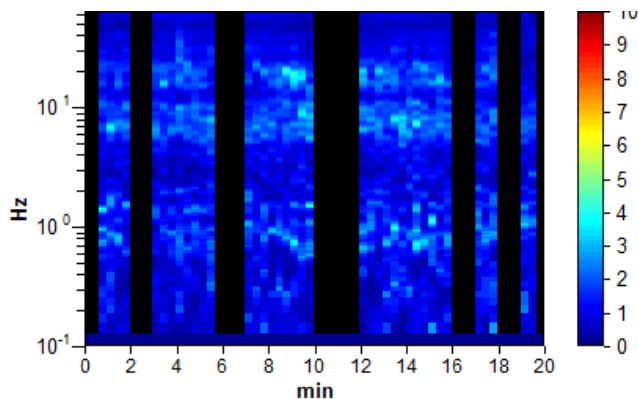
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

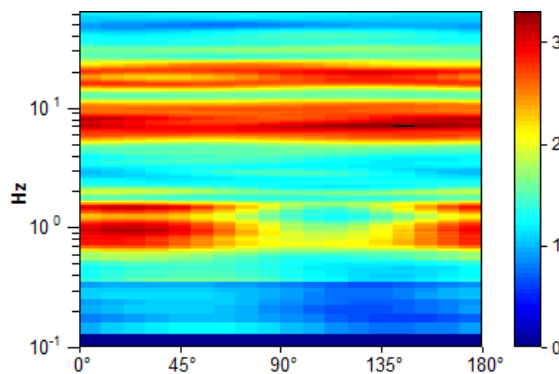
Picco H/V a  $6.88 \pm 0.91$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



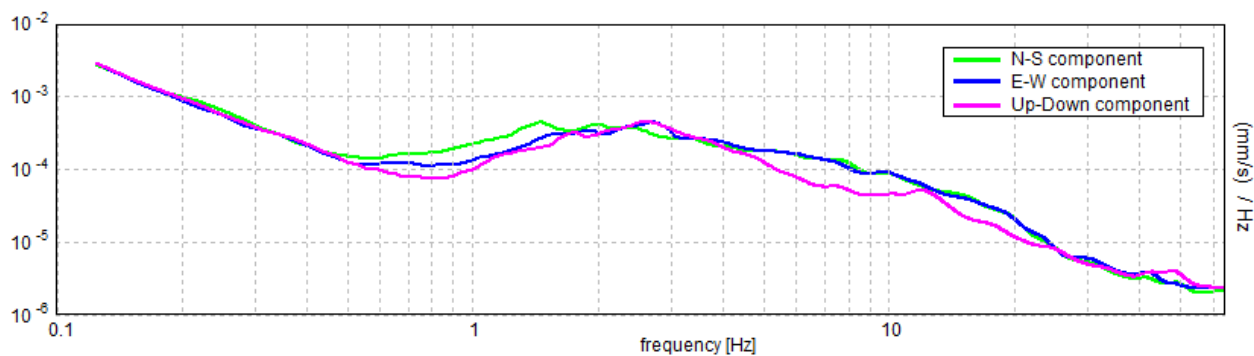
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



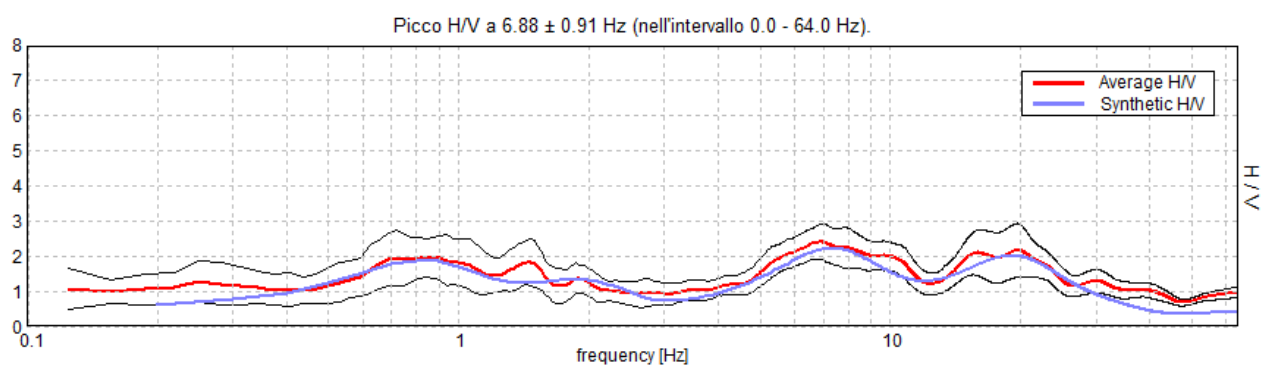
### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





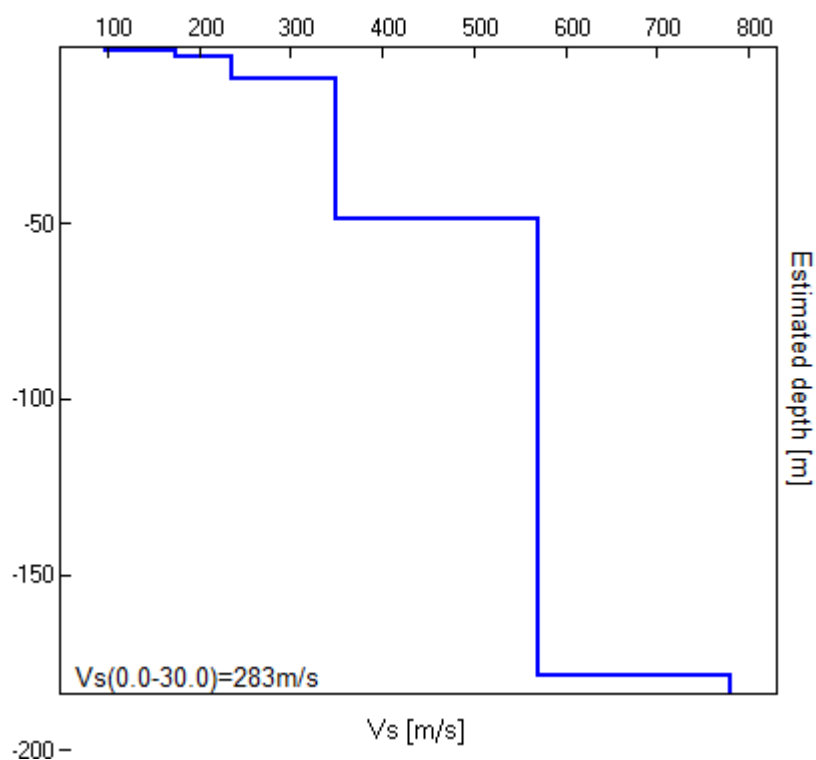


# H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.90	0.90	98	0.44
2.70	1.80	175	0.44
8.70	6.00	235	0.44
48.70	40.00	350	0.44
178.70	130.00	570	0.44
inf.	inf.	780	0.44

$V_s(0.0-30.0)=283\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

**Picco H/V a  $6.88 \pm 0.91$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

### Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5225.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 331	OK	

### Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.531 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.41 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13277  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.91281 < 0.34375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5052 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

### Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Indagine Sismica MASW (DIC2012)	Torre Sacchella Novi di Modena (MO)	Dott. Geol. Marco Capitani
------------------------------------	--	----------------------------

**Indagine Sismica MASW a Novi di Modena**  
**(Via 25 aprile,-presso la torre piezometrica AIMAG detta Torre Sacchella)**  
**(Comune di Novi di Modena, Provincia di Modena)**

***Premessa***

Su incarico del Dott. Geol. Giorgio Gasparini è stata eseguita (in data 7 dicembre 2012) un'acquisizione di sismica attiva con metodologia MASW (*Multichannell Analysis of Surface Waves*), nel Comune di Novi di Modena (MO), in via 25 Aprile, presso la torre piezometrica dell'acquedotto gestito da AIMAG spa in località Tenuta Sacchella (torre detta *Torre Sacchella*) (Figura 1).

***Strumentazione, geometria e parametri di acquisizione***

È stato utilizzato un sismografo digitale Dolang (modello DBS280) a 24 canali, dotato di cavi di 60 metri e di geofoni da 4,5 Hz, per una lunghezza complessiva di 46 m di stendimento (distanza intergeofonica di 2 m). Come sistema di energizzazione è stata utilizzata una mazza da 10 Kg battente su piastra con chiusura del circuito (*trigger*) a contatto. Sono state eseguite più acquisizioni con *offset* minimo (distanza tra il punto di energizzazione e primo geofono) pari a 1x, 3x e 5x (essendo x=2 m la distanza intergeofonica), acquisendo ogni volta 4096 campioni con un passo di campionamento pari a 0,6 ms. Come verifica dei risultati è stata anche eseguita l'acquisizione con battuta dal lato opposto della stesa (*offset* minimo pari a 1x e 2x). Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il software MASW (di "Roma e associati").

***Interpretazione***

Per l'interpretazione dei dati (eseguita per modellazione diretta) ci si è avvalsi delle informazioni geologico-stratigrafiche desumibili dalla prova penetrometrica, eseguita a cura della committenza, e dei dati stratigrafici (prove penetrometriche e pozzi) contenuti nella banca dati geognostici di pianura, consultabili sul sito web cartografico della Regione Emilia-Romagna.

Nella Figura 2 sono presentate le tracce dei sismogrammi e il relativo spettro f-k. Nella scheda sintetica di cui alla pagina 4 sono invece riportati: la curva di dispersione sperimentale (con la selezione dei punti per la modellazione diretta); il modello ottenuto attraverso la modellazione diretta (basata anche sulle conoscenze stratigrafiche disponibili); il confronto tra curve di dispersione sintetica, effettiva e apparente, riferite al modello, con i punti selezionati dalla curva di dispersione sperimentale. La tabella di cui alla Figura 3 riassume infine i parametri relativi al modello del profilo verticale di velocità.



Figura 1. A sinistra: Estratto da CTR con ubicazione dello stendimento MASW. A destra: stendimento sismico MASW (base della torre piezometrica in alto a destra nella foto).

L'interpretazione dei grafici relativi alla prova penetrometrica suggerisce che il primo sottosuolo è formato da un orizzonte superficiale prevalentemente argilloso che dal p.c. raggiunge la profondità di circa 8,5 m; segue un banco di sabbia fino a circa 11 m, che a sua volta sovrasta terreni argillosi e limosi con base a circa 21 dal p.c. Seguono depositi sabbiosi che, secondo alcune stratigrafie di pozzi (la prova penetrometrica si è arrestata a circa 24 m di profondità) raggiungerebbero la profondità di circa 35-40 m dal p.c. Acque libere sono poi segnalate alla profondità di circa 2 m.



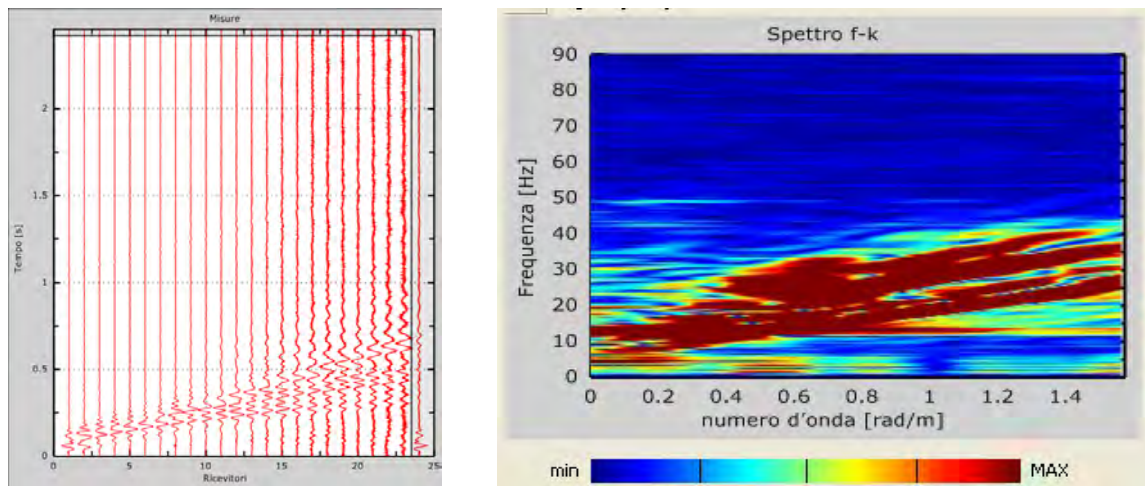


Figura 2. A destra: spettro f-k relativo ai sismogrammi riportati sulla sinistra.

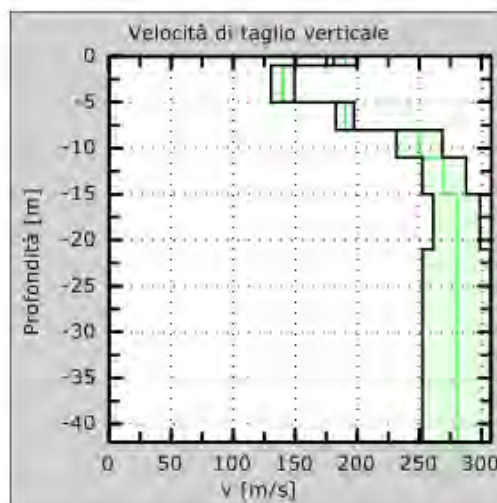
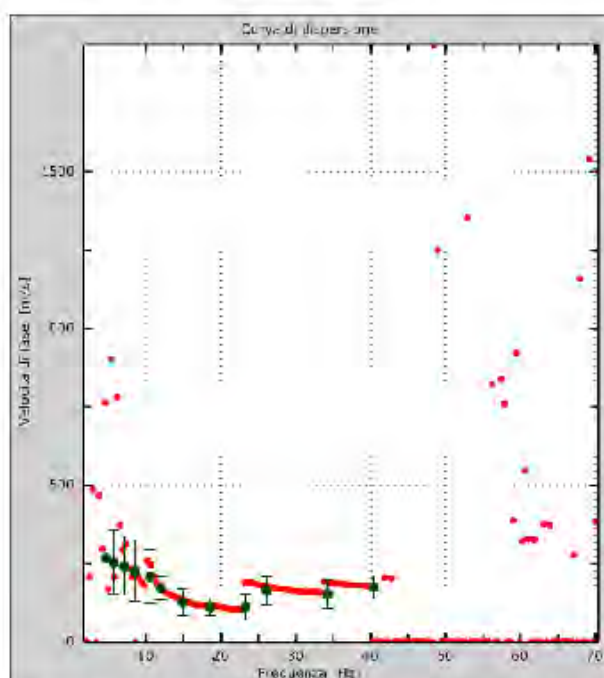
\* \* \*

Il **modello** di profilo verticale di velocità ricavato per modellazione diretta dell'acquisizione MASW (condizionata dai dati penetrometrici), è suddivisibile in due parti:

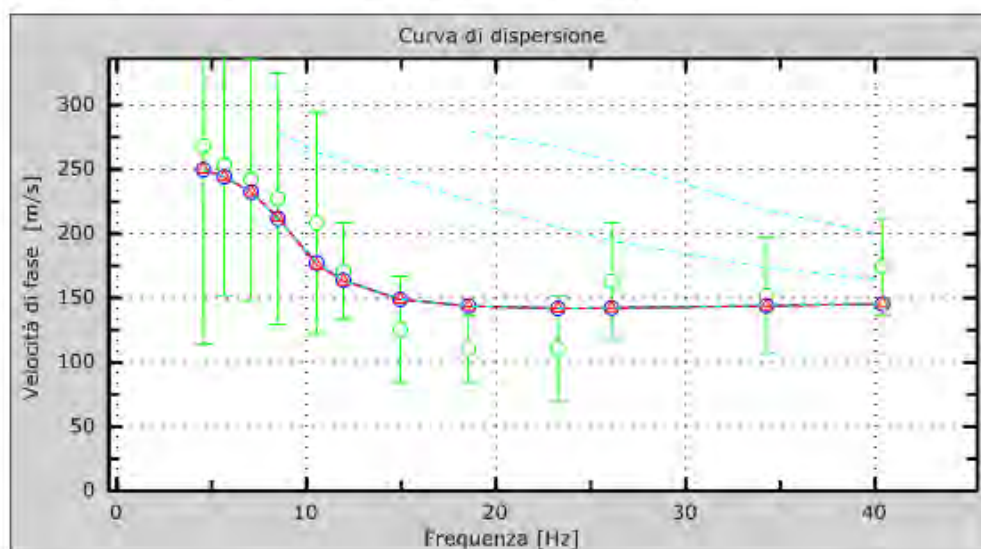
- un orizzonte superficiale, di circa 8 m di spessore, relativamente lento ( $V_s$  tra 140 m/s e 190 m/s), dato prevalentemente da depositi argilloso-limosi;
- una successione data principalmente da sabbie, relativamente più veloce ( $V_s$  tra 250 m/s e 280 m/s) compresa tra 8 e almeno i 35 m dal p.c. (con argille e limi prevalenti tra 11 e 21 m).

## Indagine sismica MASW

Località: Torre Sacchella (Novi di Modena) DIC2012

Modello di profilo di velocità (incertezza  $0,1\sigma$ )

Curva di dispersione sperimentale (rosso) e picking (verde)



Disallineamento tra curva di dispersione sperimentale e modello: 11% (curva effettiva) e 11% (curva apparente). In verde-Punti picking (curva sperimentale); in rosso-curve effettiva (modello); in blu-curve apparente (modello); in celeste (modi di Rayleigh per il modello)

VS30 a partire da p.c.: 230 m/s  
 VS30 a partire da -1 m da p.c.: 233 m/s  
 VS30 a partire da -2 m da p.c.: 240 m/s

Indagine Sismica MASW  
(DIC2012)

Torre Sacchella  
Novi di Modena (MO)

Dott. Geol. Marco Capitani

Descrizione	Spessore (m)	Profondità base (m)	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Coefficiente di Poisson	Vs (m/s)	Vp (m/s)
Argille prevalenti	1	-1	1800	0,35	190	396
Argille prevalenti	4	-5	1800	0,48	140	714
Argille prevalenti	3	-8	1800	0,48	190	969
Sabbie prevalenti	3	-11	1800	0,48	250	1275
Argille prevalenti	4	-15	1800	0,48	270	1377
Argille prevalenti	6	-21	1800	0,48	280	1428
Sabbie prevalenti	11	-32	1800	0,48	280	1428

Figura 3. Dati riassuntivi del modello di profilo verticale di velocità. (stendimento di 46 m di lunghezza).

Per quanto riguarda il parametro Vs30 (classificazione di cui al punto 3.2.2 del DM 14 gennaio 2008), dal **modello** di profilo verticale di velocità si ricava quanto segue:

Vs30 a partire da p.c.: 230 m/s

Vs30 a partire da -1m da p.c.: 233 m/s

Vs30 a partire da -2 m da p.c.: 240 m/s

Vignola, 15-12-2012

Il tecnico  
Dott. Geol. Marco Capitani





Indagine Sismica MASW (DIC2020)	Località Fossoli Comune di Carpi (MO)	Dott. Geol. Marco Capitani
------------------------------------	--	----------------------------

## Indagine Sismica MASW a Carpi Località “Fossoli” – Via Remesina Esterna 27/A (Comune di Carpi, Provincia di Modena)

### **Premessa**

D'intesa con il Dott. Geol. Giorgio Gasparini, dello Studio Geologico Ambientale Arkigeo di Bastiglia (MO), è stata eseguita (in data 14 dicembre 2020) un'acquisizione di sismica attiva con metodologia MASW (*Multichannell Analysis of Surface Waves*), acquisendo la componente verticale delle onde di Rayleigh, a Fossoli (Comune di Carpi, Provincia di Modena), in via Remesina Esterna, 27/A (Figura 1).

### **Strumentazione, geometria e parametri di acquisizione**

È stato utilizzato un sismografo digitale Dolang modello DBS280 a 24 canali, munito di cavi di 60 metri (lunghezza massima) e di geofoni con frequenza di taglio a 4.5 Hz, allestendo uno stendimento di lunghezza pari a 34.5 m, con distanza intergeofonica di 1.5 m. Come sistema di energizzazione è stata impiegata una mazza da 10 Kg battente su piastra, con chiusura del circuito (*trigger*) a contatto.

Sono state eseguite, in andata, più acquisizioni con *offset* minimo (distanza tra il punto di energizzazione e primo geofono) pari a 3x (essendo x la distanza intergeofonica: 1.5 m), acquisendo 4096 campioni per ciascuna registrazione, con un passo di campionamento di 0,6 ms. Come controllo sono state eseguite anche alcune acquisizioni con battuta in ritorno e *offset* minimo pari a 3x.

Per definire meglio l'andamento della curva di dispersione delle onde di Rayleigh (componente verticale) e per poterla meglio interpretare a frequenze relativamente basse, si è anche proceduto all'acquisizione di alcune registrazioni, per un totale di poco più 4.5 minuti, di rumore ambientale, mediante antenna sismica bidimensionale (circa 35mX15m) con disposizione in pianta a “L”, elaborati per mezzo della metodologia ESAC (*Extended Spatial Autocorrelation*), combinando le due curve di dispersione (attiva e passiva) in un'unica (Figure 3 e 4).

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sono state effettuate per mezzo del *software* MASW (di “Roma e associati”).





Figura 1. A sinistra: Estratto da CTR con ubicazione dello stendimento MASW (con indicazione della posizione dei geofoni 1 e 24) e inquadramento territoriale; a destra: stendimento sismico MASW eseguito a Carpi (MO), in località "Fossoli", Via Remesina Esterna, 27/A, fotografato dall'estremità indicata con 1 nella carta.

## Interpretazione

La figura 2 mostra le tracce dei sismogrammi dell'acquisizione sismica attiva (MASW, componente verticale delle onde di Rayleigh) e lo spettro f-k da essi ricavato.

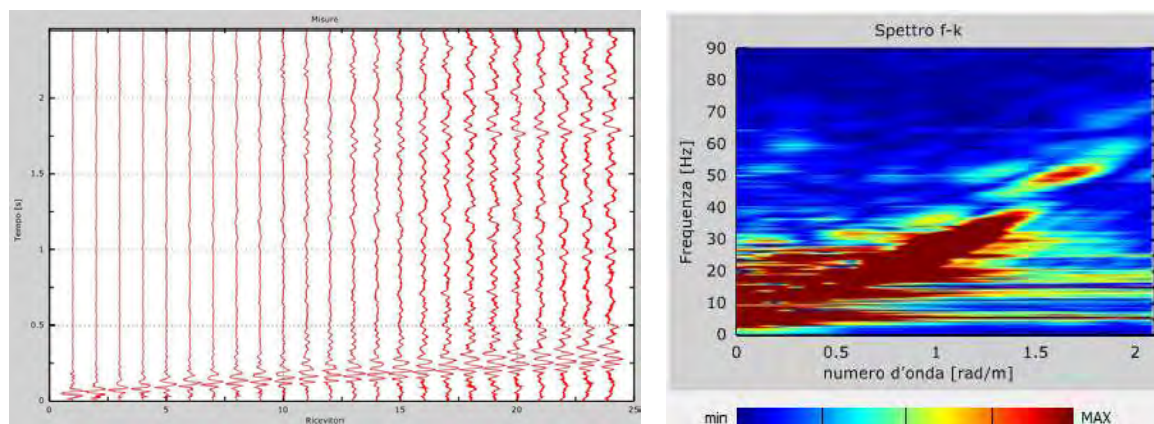


Figura 2. A destra: spettro f-k relativo ai sismogrammi riportati sulla sinistra. Si nota il rumore, dovuto principalmente all'attività dello stabilimento, soprattutto nelle tracce dalla 13 alla 24).

Come si evince dalla Figura 3 (a destra), l'andamento della curva di dispersione effettiva (combinata MASW-ESAC) è ben definito fino a partire dalle basse frequenze (indicativamente 3 Hz).



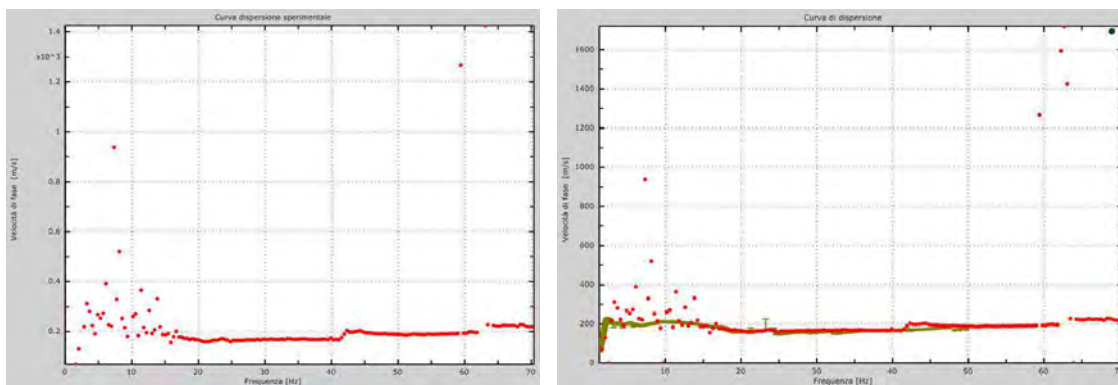


Figura 3. A sinistra: curva di dispersione effettiva sperimentale relativa all'acquisizione di sismica attiva in onde di superficie di cui alle figure 1 e 2. A destra: la medesima curva con sovrapposta (punti in verde) la curva di dispersione effettiva ricavata per mezzo del rilievo sismico passivo con antenna sismica 2D. A frequenze inferiori a 15 Hz la curva da rilievo attivo perde di coerenza, mentre quella da rilievo passivo può essere interpretata fino a circa 2-3 Hz.

I dati geognostici da archivio, e la prova penetrometrica eseguita in loco a cura della committenza, mostrano che il primo sottosuolo è formato da una successione sedimentaria caratterizzata da argille, limi e sabbie. Più in particolare si distinguono, al di sotto di uno strato di circa 0.5 m di materiali misti di riporto (ciottoli, sabbia, frammenti di mattoni, ecc.):

- terreni argilloso limosi con  $R_p$  inferiore a 1 MPa, da p.c. fino a circa 4 m;
- terreni misti (strati pelitici alternati e/o mescolati con terreni più grossolani) tra 4 e circa 14.5 m da p.c., con valori di  $R_p$  mediamente compresi tra 1 e 2 MPa, ma con strati sabbiosi che raggiungono i 5 MPa;
- argille e argille limose, tra 14.5 e 20 m da p.c., con valori di  $R_p$  dell'ordine di 1-1.5 MPa.

I dati da archivio indicano, nei settori limitrofi, la possibile presenza di banchi sabbiosi a partire da profondità variabili tra circa 22 (a nord) e oltre 30 m (verso sud e ovest). Durante l'esecuzione della prova penetrometrica è stata inoltre rilevata la presenza di acque libere a partire da circa 1 m di profondità.

\* \* \*

La figura 4 mostra la curva di dispersione effettiva (ottenuta combinando le curve MASW ed ESAC come da figura 3) con la selezione dei punti (*picking*, in verde scuro) utilizzati per la procedura di modellazione diretta, il cui risultato è riportato in Figura 5, nella quale si confrontano le curve teoriche relative al modello di velocità con il *picking* della curva effettiva sperimentale.

L'andamento della curva effettiva sperimentale (Figura 4) suggerisce la presenza di terreni caratterizzati da valori della velocità di fase mediamente tra 160 e 180 m/s nell'intervallo 15-42 Hz, compresi tra 200 e 215 m/s, all'incirca tra 3 e 15 Hz e che salgono a circa 230-235 m/s (col calare della frequenza) tra 2 e 3 Hz.

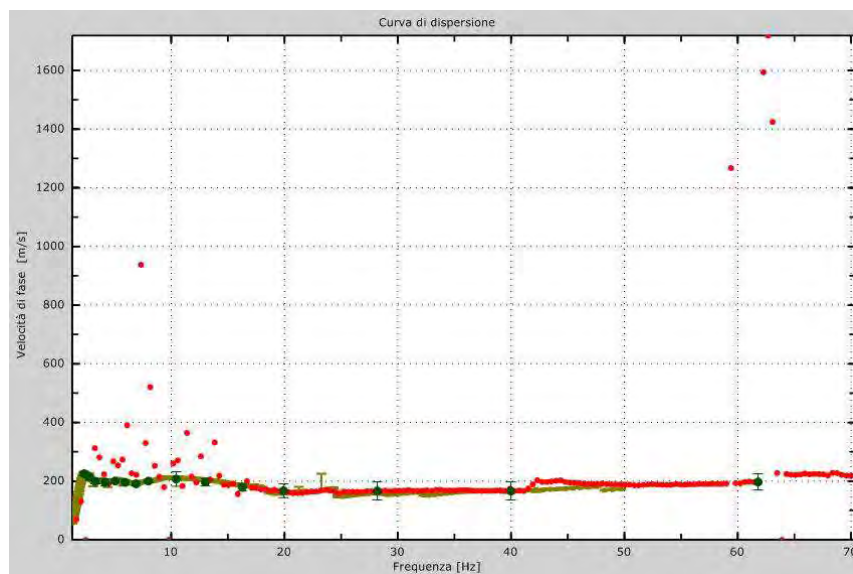


Figura 4 – Curva di dispersione effettiva (rosso-MASW, verde chiaro- ESAC) e selezione dei punti interpretativi per la modellazione diretta (punti verde scuro con intervallo di incertezza).

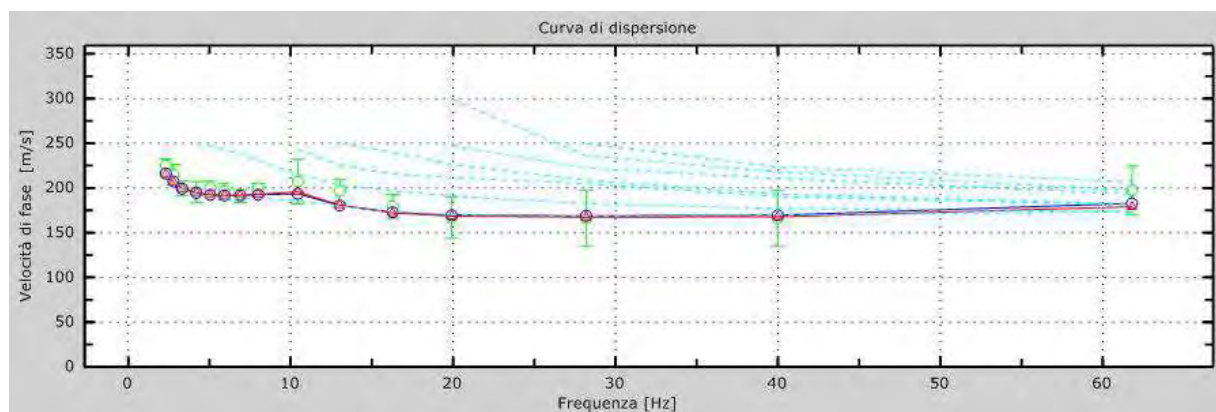


Figura 5- Confronto tra il picking della curva effettiva sperimentale e le curve effettiva e apparente sintetiche (curve rossa e blu) (discrepanza pari rispettivamente al 4% e 4%) e modi vibrazionali (curve in celeste) riferibili al modello di profilo verticale di velocità (Figura 6 e Tabella 1).

La Figura 6 mostra graficamente l'andamento del modello di profilo verticale di velocità, ricavato per modellizzazione diretta del *picking* della curva di dispersione effettiva, mentre nella tabella 1 sono riportati i relativi parametri.

Il grafico di Figura 6 mostra come i valori della Vs del modello di profilo di velocità identifichino (a prescindere di un primo strato superficiale di materiale di riporto, il cui

spessore di circa 0.5 m è stato verificato in scavo):

- 1) terreni pelitici relativamente lenti ( $V_s$  pari a circa 170 m/s) fino a circa 6 m di profondità;
- 2) un banco (compreso tra 6.5 e 14.5 m da p.c.) costituito da terreni prettamente argilloso sabbiosi, con strati francamente sabbiosi e strati francamente argillosi, con  $V_s$  dell'ordine di 210-225 m/s;
- 3) terreni prevalentemente argilloso-limosi, probabilmente fino oltre 30 m da p.c. caratterizzati da valori  $V_s$  crescenti con la profondità da 170 a 220 m/s.

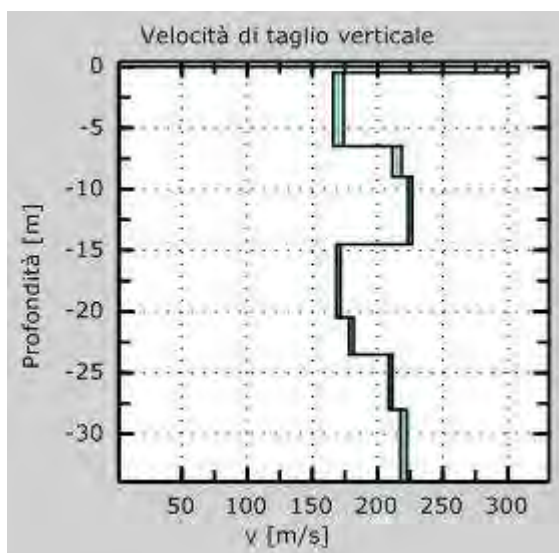


Figura 6 – Modello di profilo verticale di velocità ottenuto per modellazione diretta della curva di dispersione effettiva (Figure 3, 4 e 5), incertezza  $0,1\sigma$ .

Descrizione	Spessore (m)	Profondità base (m)	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Coefficiente di Poisson	$V_s$ (m/s)	$V_p$ (m/s)
Materiale di riporto	0,5	-0,5	2000	0,3	300	561
Argille e limi prevalenti	6	-6,5	1800	0,48	170	867
Argille, argille sabbiose, sabbie argillose e strati sabbiosi	2,5	-9	1900	0,48	215	1096
	5,5	-14,5	1900	0,48	225	1147
Argille e limi prevalenti	6	-20,5	1900	0,48	170	867
	3	-23,5	1900	0,48	180	918
	4,5	-28	1900	0,48	210	1071
	4	-32	1900	0,48	220	1122

Tabella 1. Dati riassuntivi relativi al modello di profilo verticale di velocità.

Indagine Sismica MASW (DIC2020)	Località Fossoli Comune di Carpi (MO)	Dott. Geol. Marco Capitani
------------------------------------	--	----------------------------

## Conclusioni

D'intesa con il Dott. Geol. Giorgio Gasparini, dello Studio Geologico Ambientale Arkigeo di Bastiglia (MO), è stata eseguita (in data 14 dicembre 2020) un'acquisizione di sismica attiva con metodologia MASW (componente verticale delle onde di Rayleigh) coadiuvata da un'acquisizione di sismica passiva mediante antenna sismica 2D (metodologia ESAC) a Carpi (MO), in località "Fossoli", via Ramesina Esterna, 27/A (Figura 1).

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati hanno portato alla definizione di un modello di profilo verticale di velocità indicativo di terreni caratterizzati da valori di Vs generalmente compresi tra 170 e 220 m/s, comprendenti tra circa 6.5 e 14.5 m da p.c., una successione di terreni misti argilloso-sabbiosi con strati sabbiosi, caratterizzata da Vs dell'ordine di 215-225 m/s.

Dal modello di profilo verticale di velocità si ricava il valore di Vs30 (par. 3.2.2. DM 17 gennaio 2018) pari a circa:

- Vs30=192 m/s se calcolato a partire dal p.c.;
- Vs30=192 m/s se calcolato a partire dalla quota di -1 m dal p.c.;
- Vs30=194 m/s se calcolato a partire dalla quota di -2 m dal p.c.

Vignola, 28 dicembre 2020

Il tecnico  
Dott. Geol. Marco Capitani



**Parametri geotecnici Nominali**





# CPTU1

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Terzaghi	93.2
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Terzaghi	64.7
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Terzaghi	32.4
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Terzaghi	50.0
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Terzaghi	63.7
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Terzaghi	59.8
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Terzaghi	105.9
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Terzaghi	79.4
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Terzaghi	60.8
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Terzaghi	88.3
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Terzaghi	145.1
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Terzaghi	97.1
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Terzaghi	192.2
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Terzaghi	124.5
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Terzaghi	216.7
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Terzaghi	108.9
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Terzaghi	96.1

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Metodo generale del modulo Edometrico	3.3
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5

Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Metodo generale del modulo Edometrico	5.8
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.1
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Metodo generale del modulo Edometrico	7.7
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Metodo generale del modulo Edometrico	5.0
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Metodo generale del modulo Edometrico	8.7
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2

## Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Ladd ed Altri 1977 n=50	4.7
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Ladd ed Altri 1977 n=50	3.2
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Ladd ed Altri 1977 n=50	1.6
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Ladd ed Altri 1977 n=50	2.5
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Ladd ed Altri 1977 n=50	3.2
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Ladd ed Altri 1977 n=50	3.0
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Ladd ed Altri 1977 n=50	5.3
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Ladd ed Altri 1977 n=50	4.0
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Ladd ed Altri 1977 n=50	3.0
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Ladd ed Altri 1977 n=50	4.4
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Ladd ed Altri 1977 n=50	7.3
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Ladd ed Altri 1977 n=50	4.9
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Ladd ed Altri 1977 n=50	9.6
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Ladd ed Altri 1977 n=50	6.2
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Ladd ed Altri 1977 n=50	10.8
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Ladd ed Altri 1977 n=50	5.4
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Ladd ed Altri 1977 n=50	4.8

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Imai & Tomauchi	16.6
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Imai &	13.3

						Tomauchi	
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Imai & Tomauchi	8.6
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Imai & Tomauchi	11.4
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Imai & Tomauchi	13.1
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Imai & Tomauchi	12.7
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Imai & Tomauchi	17.9
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Imai & Tomauchi	15.0
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Imai & Tomauchi	12.8
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Imai & Tomauchi	16.0
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Imai & Tomauchi	21.7
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Imai & Tomauchi	17.0
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Imai & Tomauchi	25.8
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Imai & Tomauchi	19.8
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Imai & Tomauchi	27.8
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Imai & Tomauchi	18.2
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Imai & Tomauchi	16.9

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Stress-History	6.06
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Stress-History	2.27
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Stress-History	0.7
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Stress-History	0.65
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Stress-History	0.53
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Stress-History	<0.5
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Stress-History	0.64
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Stress-History	<0.5
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Stress-History	<0.5
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Stress-History	<0.5
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Stress-History	0.66
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Stress-History	<0.5
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Stress-History	0.82
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Stress-History	0.52
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Stress-History	0.89
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Stress-History	<0.5
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Meyerhof	19.3
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Meyerhof	18.7
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Meyerhof	17.4
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Meyerhof	18.2

Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Meyerhof	18.6
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Meyerhof	18.4
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Meyerhof	19.4
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Meyerhof	18.9
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Meyerhof	18.4
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Meyerhof	19.1
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Meyerhof	19.9
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Meyerhof	19.2
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Meyerhof	20.4
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Meyerhof	19.7
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Meyerhof	20.6
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Meyerhof	19.4
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Meyerhof	19.2

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	0.13706	0.01782
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	0.16755	0.02178
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	0.27053	0.03517
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	0.19614	0.0255
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	0.16958	0.02205
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	0.17589	0.02287
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	0.12858	0.01672
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	0.14923	0.0194
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	0.17385	0.0226
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	0.141	0.01833
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	0.11198	0.01456
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	0.13398	0.01742
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	0.11243	0.01462
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	0.11954	0.01554
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	0.10891	0.01416
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	0.12705	0.01652
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	0.13484	0.01753

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Meyerhof	20.0
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Meyerhof	19.4
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Meyerhof	18.2
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Meyerhof	19.0
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Meyerhof	19.3
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Meyerhof	19.2
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Meyerhof	20.2
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Meyerhof	19.7
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Meyerhof	19.2
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Meyerhof	19.9
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Meyerhof	20.7
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Meyerhof	20.0
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Meyerhof	21.2
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Meyerhof	20.4
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Meyerhof	21.4
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Meyerhof	20.2



Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Meyerhof	20.0
-----------	-------	----------	---------	-------	-------	----------	------

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Harman	77.9
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Harman	37.3
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Harman	40.6

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Schmertmann	39.3
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Schmertmann	32.7
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Schmertmann	33.2

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Robertson & Campanella 1983	3.7
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Robertson & Campanella 1983	7.7
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Robertson & Campanella 1983	8.7

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Buisman - Sanglerat	9.3
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Buisman - Sanglerat	11.5
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Buisman - Sanglerat	13.0

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Imai & Tomauchi	16.6
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Imai & Tomauchi	25.8
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Imai & Tomauchi	27.8

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Stress-History	6.1
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Stress-History	0.8
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Stress-History	0.9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Kulhawy & Mayne (1990)	1.13
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.31
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.32

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	0.13706	0.01782
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	0.11243	0.01462
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	0.10891	0.01416

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Meyerhof	18.6
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Meyerhof	17.7
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Meyerhof	17.7

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Meyerhof	21.6
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Meyerhof	20.6
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Meyerhof	20.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.56	0.0	0.0	3.2	3.2	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Piacentini-Righi 1988	7.45E-05
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Piacentini-Righi 1988	9.90E-10
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Piacentini-Righi 1988	6.25E-11
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Piacentini-Righi 1988	1.44E-08
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Piacentini-Righi 1988	1.68E-08
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Piacentini-Righi 1988	3.45E-06
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Piacentini-Righi 1988	9.34E-08
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Piacentini-Righi 1988	8.64E-06

Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Piacentini-Righi 1988	2.01E-05
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Piacentini-Righi 1988	2.93E-08
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Piacentini-Righi 1988	4.36E-06

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione e (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.56	0.0	0.0	3.2	3.2	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.63	1.861535	0.01612	7.1	7.1	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	1.19	1.297214	0.083345	13.3	13.3	Piacentini-Righi 1988	3.96837E-07
Strato 4	1.46	0.640833	0.059501	21.4	21.4	Piacentini-Righi 1988	1.960403E-07
Strato 5	3.93	1.009999	0.069436	48.1	36.3	Piacentini-Righi 1988	3.089737E-07
Strato 6	5.54	1.27144	0.082735	87.9	56.2	Piacentini-Righi 1988	3.889524E-07
Strato 7	6.63	1.197852	0.029631	113.8	68.9	Piacentini-Righi 1988	2.728403
Strato 8	7.41	2.117949	0.103958	131.6	77.4	Piacentini-Righi 1988	6.416031E-05
Strato 9	8.22	1.586161	0.088062	147.1	85.2	Piacentini-Righi 1988	3.032665E-06
Strato 10	8.88	1.220685	0.055129	161.5	92.3	Piacentini-Righi 1988	5.377079E-04
Strato 11	9.37	1.762509	0.077548	172.6	97.8	Piacentini-Righi 1988	9.082109E-04
Strato 12	9.67	2.899845	0.09137	180.3	101.7	Piacentini-Righi 1988	0.3064433
Strato 13	10.18	1.947377	0.078116	188.2	105.6	Piacentini-Righi 1988	5.566666E-03
Strato 14	10.36	3.848106	0.111941	195.0	109.0	Piacentini-Righi 1988	1.017222
Strato 15	10.55	2.482499	0.145489	198.8	110.9	Piacentini-Righi 1988	7.594333E-07
Strato 16	10.74	4.336805	0.117364	202.6	112.9	Piacentini-Righi 1988	2.671703
Strato 17	11.11	2.172161	0.0919	208.1	115.7	Piacentini-Righi 1988	1.948106E-03
Strato 18	12.18	1.922682	0.06045	222.1	122.6	Piacentini-Righi 1988	0.2564269

# CPTU2

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Terzaghi	77.5
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Terzaghi	60.8
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Terzaghi	47.1
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Terzaghi	57.9
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Terzaghi	71.6
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Terzaghi	91.2
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Terzaghi	125.5

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Metodo generale del modulo Edometrico	5.0

## Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.5
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.7
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.1
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.6
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.2
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.1
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.6

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Imai & Tomauchi	14.8
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Imai & Tomauchi	12.8
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Imai & Tomauchi	10.9
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Imai & Tomauchi	12.4

Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Imai & Tomauchi	14.1
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Imai & Tomauchi	16.4
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Imai & Tomauchi	19.9

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Stress-History	>9
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Stress-History	3.03
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Stress-History	1.34
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Stress-History	<0.5
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Stress-History	<0.5
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Stress-History	<0.5
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Meyerhof	19.0
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Meyerhof	18.6
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Meyerhof	18.1
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Meyerhof	18.4
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Meyerhof	18.7
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Meyerhof	19.1
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Meyerhof	19.6

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	0.15128	0.01967
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	0.17372	0.02258
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	0.2066	0.02686
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	0.18033	0.02344
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	0.15805	0.02055
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	0.13856	0.01801
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	0.11891	0.01546

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Meyerhof	19.7
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Meyerhof	19.3
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Meyerhof	18.9
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Meyerhof	19.2
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Meyerhof	19.5
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Meyerhof	19.9
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Meyerhof	20.4



**TERRENI INCOERENT I**

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Harman	92.8
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Harman	49.8

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Schmertmann	41.6
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Schmertmann	34.5

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Robertson & Campanella 1983	3.1
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Robertson & Campanella 1983	16.9

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Buisman - Sanglerat	7.7
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Buisman - Sanglerat	12.7

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Imai & Tomauchi	14.8
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Imai & Tomauchi	41.8

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Stress-History	>9
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Stress-History	1.0

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Kulhawy & Mayne (1990)	0.35

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	0.15128	0.01967
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	0.09586	0.01246

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Meyerhof	18.6
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Meyerhof	18.6

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Meyerhof	21.6
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Meyerhof	21.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.04	0.0	0.0	0.2	0.2	Piacentini-Righi 1988	*
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Piacentini-Righi 1988	2.72E-03
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Piacentini-Righi 1988	2.72E-05
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Piacentini-Righi 1988	1.40E-09
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Piacentini-Righi 1988	4.54E-07

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm²/s)
Strato 1	0.04	0.0	0.0	0.2	0.2	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.31	1.547473	0.023946	3.0	3.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	0.70	1.222161	0.090715	9.4	9.4	Piacentini-Righi 1988	3.738772E-07
Strato 4	1.00	0.934289	0.084854	16.2	16.2	Piacentini-Righi 1988	2.858129E-07
Strato 5	6.00	1.150883	0.072193	68.1	68.1	Piacentini-Righi 1988	3.520722E-07
Strato 6	7.12	1.432503	0.038963	127.7	127.7	Piacentini-Righi 1988	1.191955
Strato 7	9.76	1.822567	0.089261	164.1	164.1	Piacentini-Righi 1988	7.803506E-05
Strato 8	10.64	8.438168	0.096629	199.3	199.3	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 9	12.12	2.512408	0.090946	223.5	223.5	Piacentini-Righi 1988	3.491171E-02

## CPTU3

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

#### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Terzaghi	88.3
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Terzaghi	64.7
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Terzaghi	99.0
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Terzaghi	80.4
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Terzaghi	63.7
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Terzaghi	55.9
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Terzaghi	89.2
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Terzaghi	112.8
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Terzaghi	83.4
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Terzaghi	118.7
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Terzaghi	174.6
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Terzaghi	341.3
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Terzaghi	192.2
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Terzaghi	106.9
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Terzaghi	77.5

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Metodo generale del modulo Edometrico	4.1
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Metodo generale	7.0

						del modulo Edometrico	
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Metodo generale del modulo Edometrico	13.7
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Metodo generale del modulo Edometrico	7.7
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7

## Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.0
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.9
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.5
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.6
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.9
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.5
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.0
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.1
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.8
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.3
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	7.9
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	15.4
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	8.6
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.8
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.5

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione e a taglio (Mpa)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Imai & Tomauchi	16.0
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Imai & Tomauchi	13.3
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Imai & Tomauchi	17.2
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Imai & Tomauchi	15.2
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Imai & Tomauchi	13.1
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Imai & Tomauchi	12.1
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Imai & Tomauchi	16.1
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Imai & Tomauchi	18.6
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Imai & Tomauchi	15.5
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Imai & Tomauchi	19.2
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Imai & Tomauchi	24.3
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Imai & Tomauchi	36.7
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Imai & Tomauchi	25.9
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Imai & Tomauchi	18.0
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Imai & Tomauchi	14.9

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Stress-History	>9
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Stress-History	2.3
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Stress-History	1.82
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Stress-History	0.96
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Stress-History	<0.5
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Stress-History	<0.5
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Stress-History	<0.5
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Stress-History	<0.5
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Stress-History	<0.5
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Stress-History	<0.5
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Stress-History	<0.5
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Stress-History	0.83
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Stress-History	<0.5
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Stress-History	<0.5
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Meyerhof	19.2
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Meyerhof	18.6
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Meyerhof	19.3
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Meyerhof	19.0
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Meyerhof	18.5
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Meyerhof	18.2
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Meyerhof	19.1
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Meyerhof	19.5
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Meyerhof	18.9
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Meyerhof	19.5
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Meyerhof	20.2
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Meyerhof	21.4
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Meyerhof	20.4
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Meyerhof	19.3
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Meyerhof	18.7

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	0.14126	0.01836
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	0.16802	0.02184
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	0.13304	0.01729
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	0.14817	0.01926
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	0.16952	0.02204
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	0.18455	0.02399
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	0.14024	0.01823
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	0.12491	0.01624
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	0.14517	0.01887
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	0.12215	0.01588
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	0.11565	0.01503

Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	0.09883	0.01285
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	0.11242	0.01461
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	0.12818	0.01666
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	0.15069	0.01959

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Meyerhof	19.9
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Meyerhof	19.4
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Meyerhof	20.1
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Meyerhof	19.8
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Meyerhof	19.3
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Meyerhof	19.0
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Meyerhof	19.9
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Meyerhof	20.3
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Meyerhof	19.7
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Meyerhof	20.3
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Meyerhof	21.0
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Meyerhof	22.1
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Meyerhof	21.2
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Meyerhof	20.1
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Meyerhof	19.5

## TERRENI INCOERENT I

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Harman	9.1
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Harman	43.4

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Schmertmann	28.7
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Schmertmann	33.5

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modul o di Young (Mpa)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Robertson & Campanella 1983	4.7
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Robertson & Campanella 1983	13.7

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometr ico (Mpa)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Buisman - Sanglerat	11.8



Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Buisman - Sanglerat	10.2
-----------	------	----------	----------	-------	-------	---------------------	------

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Imai & Tomauchi	19.2
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Imai & Tomauchi	36.7

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Stress-History	<0.5
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Stress-History	0.8

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.31

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	0.12215	0.01588
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	0.09883	0.01285

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Meyerhof	17.7
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Meyerhof	17.7

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Meyerhof	20.6
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Meyerhof	20.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Piacentini-Righi 1988	6.43E-08
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11

Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Piacentini-Righi 1988	2.82E-09
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Piacentini-Righi 1988	7.41E-06
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Piacentini-Righi 1988	1.29E-09
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Piacentini-Righi 1988	4.49E-09
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Piacentini-Righi 1988	2.62E-04
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Piacentini-Righi 1988	6.08E-09
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Piacentini-Righi 1988	3.42E-04
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Piacentini-Righi 1988	7.77E-08
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Piacentini-Righi 1988	3.52E-06
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Piacentini-Righi 1988	1.43E-04

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tension e litostati ca totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazion e (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.43	1.756294	0.072246	4.0	4.0	Piacentini-Righi 1988	3.453895E-03
Strato 2	0.95	1.291151	0.107365	13.1	13.1	Piacentini-Righi 1988	3.949823E-07
Strato 3	1.67	1.975092	0.157172	25.2	25.2	Piacentini-Righi 1988	6.0421E-07
Strato 4	2.36	1.606912	0.119166	39.0	39.0	Piacentini-Righi 1988	4.915783E-07
Strato 5	4.57	1.272237	0.076851	67.4	67.4	Piacentini-Righi 1988	3.891962E-07
Strato 6	6.00	1.109523	0.054325	103.0	103.0	Piacentini-Righi 1988	9.588585E-05
Strato 7	6.30	1.780881	0.05386	119.7	119.7	Piacentini-Righi 1988	0.4039105
Strato 8	7.00	2.252251	0.108893	129.4	129.4	Piacentini-Righi 1988	8.861946E-05
Strato 9	8.77	1.668568	0.078261	153.5	153.5	Piacentini-Righi 1988	2.293987E-04
Strato 10	9.26	2.364838	0.050549	175.5	175.5	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 11	9.78	3.48319	0.152415	185.5	185.5	Piacentini-Righi 1988	6.480921E-04
Strato 12	9.95	6.829493	0.138063	192.4	192.4	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 13	10.39	3.849681	0.149111	198.7	198.7	Piacentini-Righi 1988	9.155856E-03
Strato 14	11.06	2.131742	0.067866	209.7	209.7	Piacentini-Righi 1988	0.2297039
Strato 15	12.14	1.558475	0.035875	226.4	226.4	Piacentini-Righi 1988	6.808632

# CPTU4

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Terzaghi	75.5
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Terzaghi	71.6
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Terzaghi	55.9
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Terzaghi	66.7
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Terzaghi	55.9
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Terzaghi	69.6
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Terzaghi	60.8
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Terzaghi	64.7
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Terzaghi	81.4
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Terzaghi	97.1
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Terzaghi	124.5
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Terzaghi	125.5
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Terzaghi	318.7
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Terzaghi	140.2
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Terzaghi	83.4

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatic a totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa )
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Metodo generale del modulo Edometrico	5.0
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Metodo generale del modulo Edometrico	5.0
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Metodo generale del modulo Edometrico	12.8
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Metodo generale del modulo Edometrico	5.6
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6

### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.4
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.2
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.5
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.0
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.5

Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.1
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.7
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.9
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.7
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.4
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.6
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	14.3
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	6.3
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.8

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Imai & Tomauchi	14.6
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Imai & Tomauchi	14.1
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Imai & Tomauchi	12.1
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Imai & Tomauchi	13.5
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Imai & Tomauchi	12.1
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Imai & Tomauchi	13.9
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Imai & Tomauchi	12.8
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Imai & Tomauchi	13.2
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Imai & Tomauchi	15.2
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Imai & Tomauchi	17.0
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Imai & Tomauchi	19.9
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Imai & Tomauchi	19.9
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Imai & Tomauchi	35.2
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Imai & Tomauchi	21.3
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Imai & Tomauchi	15.5

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Stress-History	>9
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Stress-History	3.88
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Stress-History	1.52
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Stress-History	1.33
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Stress-History	0.85
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Stress-History	0.76
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Stress-History	<0.5
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Stress-History	<0.5
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Stress-History	<0.5
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Stress-History	<0.5
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Stress-History	<0.5
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Stress-History	<0.5
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Stress-History	0.75
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Stress-History	<0.5
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Meyerhof	18.9
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Meyerhof	18.8
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Meyerhof	18.4
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Meyerhof	18.7
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Meyerhof	18.4
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Meyerhof	18.7
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Meyerhof	18.5
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Meyerhof	18.5
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Meyerhof	18.9
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Meyerhof	19.2
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Meyerhof	19.6
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Meyerhof	19.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Meyerhof	21.2
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Meyerhof	19.8
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Meyerhof	18.8

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	0.1529	0.01988
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	0.15811	0.02055
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	0.18455	0.02399
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	0.165	0.02145
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	0.18391	0.02391
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	0.1601	0.02081
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	0.17359	0.02257
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	0.16838	0.02189
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	0.14743	0.01917
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	0.13432	0.01746
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	0.11918	0.01549
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	0.11884	0.01545
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	0.10002	0.013
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	0.11336	0.01474
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	0.14527	0.01888

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Meyerhof	19.7
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Meyerhof	19.6
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Meyerhof	19.2
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Meyerhof	19.5
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Meyerhof	19.2
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Meyerhof	19.5
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Meyerhof	19.2
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Meyerhof	19.3
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Meyerhof	19.7
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Meyerhof	20.0
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Meyerhof	20.4

Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Meyerhof	20.4
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Meyerhof	22.0
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Meyerhof	20.6
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Meyerhof	19.6

**TERRENI INCOERENT I**

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Harman	100.0
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Harman	40.5

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Schmertmann	42.0
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Schmertmann	33.1

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica a efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Robertson & Campanella 1983	3.0
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Robertson & Campanella 1983	12.8

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Buisman - Sanglerat	7.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Buisman - Sanglerat	9.6

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Imai & Tomauchi	14.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Imai & Tomauchi	35.2

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Stress-History	>9
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Stress-History	0.8



## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Kulhawy & Mayne (1990)	0.29

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	0.1529	0.01988
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	0.10002	0.013

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Meyerhof	18.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Meyerhof	17.7

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Meyerhof	21.6
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Meyerhof	20.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Piacentini-Righi 1988	2.07E-11
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Piacentini-Righi 1988	2.08E-05
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Piacentini-Righi 1988	1.07E-08
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Piacentini-Righi 1988	1.54E-09
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Piacentini-Righi 1988	2.55E-08
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Piacentini-Righi 1988	5.21E-08
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Piacentini-Righi 1988	2.06E-04
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Piacentini-Righi 1988	1.91E-07
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Piacentini-Righi 1988	9.32E-05

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatic a totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazio ne (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.19	1.518413	0.017726	1.9	1.9	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.68	1.431504	0.098938	8.6	8.6	Piacentini-Righi 1988	4.379183E-07
Strato 3	1.05	1.109547	0.100929	17.0	17.0	Piacentini-Righi 1988	3.394269E-07
Strato 4	1.33	1.330894	0.099583	23.3	23.3	Piacentini-Righi 1988	4.071402E-07
Strato 5	1.80	1.115671	0.082199	30.7	30.7	Piacentini-Righi 1988	3.413003E-07
Strato 6	2.57	1.400921	0.096975	42.8	42.8	Piacentini-Righi 1988	4.285625E-07
Strato 7	5.45	1.223642	0.071944	78.6	78.6	Piacentini-Righi 1988	7.730329E-07
Strato 8	6.52	1.286535	0.035913	116.9	116.9	Piacentini-Righi 1988	0.8181721
Strato 9	7.73	1.621718	0.073251	138.9	138.9	Piacentini-Righi 1988	5.302937E-04
Strato 10	8.77	1.937495	0.094112	160.8	160.8	Piacentini-Righi 1988	9.112916E-05
Strato 11	9.11	2.499557	0.10549	174.4	174.4	Piacentini-Righi 1988	1.950389E-03
Strato 12	9.98	2.515868	0.102506	186.3	186.3	Piacentini-Righi 1988	4.010118E-03
Strato 13	10.16	6.378311	0.136713	196.8	196.8	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 14	10.98	2.813099	0.106349	206.8	206.8	Piacentini-Righi 1988	1.639831E-02
Strato 15	12.14	1.666464	0.040115	226.0	226.0	Piacentini-Righi 1988	4.749931

# CPTU5

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Terzaghi	115.7
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Terzaghi	90.2
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Terzaghi	52.0
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Terzaghi	31.4
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Terzaghi	58.8
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Terzaghi	115.7
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Terzaghi	88.3
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Terzaghi	68.6
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Terzaghi	53.9
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Terzaghi	163.8

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatic a totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Metodo generale del modulo Edometrico	3.2
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Metodo generale del modulo Edometrico	6.6

### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.2
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.1
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.3
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	1.4
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.6
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.2
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.0
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.1
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.4
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	7.4

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Imai & Tomauchi	18.9
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Imai & Tomauchi	16.3
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Imai & Tomauchi	11.6
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Imai & Tomauchi	8.5
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Imai & Tomauchi	12.5
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Imai & Tomauchi	18.9
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Imai & Tomauchi	16.1
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Imai & Tomauchi	13.8
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Imai & Tomauchi	11.9
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Imai & Tomauchi	23.4

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Stress-History	>9
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Stress-History	4.42
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Stress-History	1.4
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Stress-History	<0.5
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Stress-History	<0.5
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Stress-History	<0.5
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Stress-History	<0.5
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Stress-History	<0.5
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Stress-History	<0.5
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Meyerhof	19.6
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Meyerhof	19.2
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Meyerhof	18.3
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Meyerhof	17.4
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Meyerhof	18.4
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Meyerhof	19.5
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Meyerhof	19.0
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Meyerhof	18.6
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Meyerhof	18.1
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Meyerhof	20.1

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	0.12338	0.01604
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	0.13914	0.01809
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	0.19215	0.02498
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	0.2753	0.03579

Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	0.17862	0.02322
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	0.12336	0.01604
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	0.14064	0.01828
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	0.16157	0.021
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	0.1882	0.02447
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	0.11776	0.01531

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Meyerhof	20.4
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Meyerhof	20.0
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Meyerhof	19.1
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Meyerhof	18.2
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Meyerhof	19.2
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Meyerhof	20.3
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Meyerhof	19.8
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Meyerhof	19.3
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Meyerhof	18.8
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Meyerhof	20.9

## TERRENI INCOERENT I

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Harman	100.0

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Schmertmann	42.0

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Robertson & Campanella 1983	4.6

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Buisman - Sanglerat	11.6

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
--	------------------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------	---------

Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Imai & Tomauchi	18.9
----------	------	----------	----------	-----	-----	-----------------	------

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Stress-History	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	0.12338	0.01604

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Meyerhof	17.7

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Meyerhof	20.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Piacentini-Righi 1988	2.07E-04
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Piacentini-Righi 1988	1.93E-06
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Piacentini-Righi 1988	2.27E-10
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Piacentini-Righi 1988	5.25E-10
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Piacentini-Righi 1988	5.16E-09
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Piacentini-Righi 1988	1.50E-09
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Piacentini-Righi 1988	7.68E-07
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Piacentini-Righi 1988	2.36E-05
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Piacentini-Righi 1988	6.97E-07



## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.32	2.313522	0.050813	3.1	3.1	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.66	1.80792	0.060415	9.5	9.5	Piacentini-Righi 1988	0.1066068
Strato 3	1.12	1.042166	0.069799	17.3	17.3	Piacentini-Righi 1988	3.18814E-07
Strato 4	1.89	0.626167	0.035001	29.4	29.4	Piacentini-Righi 1988	4.339109E-06
Strato 5	6.79	1.168471	0.061263	84.7	84.7	Piacentini-Righi 1988	1.875501E-05
Strato 6	7.31	2.314316	0.105524	137.6	137.6	Piacentini-Righi 1988	3.650373E-04
Strato 7	8.22	1.771173	0.086666	151.6	151.6	Piacentini-Righi 1988	8.152476E-05
Strato 8	8.90	1.379135	0.049467	167.0	167.0	Piacentini-Righi 1988	0.0323831
Strato 9	9.66	1.076141	0.029778	180.7	180.7	Piacentini-Righi 1988	0.7759927
Strato 10	10.08	3.276598	0.113943	192.0	192.0	Piacentini-Righi 1988	6.981637E-02

# CPTU6

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Terzaghi	173.6
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Terzaghi	58.8
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Terzaghi	63.7
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Terzaghi	96.1
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Terzaghi	246.1
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Terzaghi	53.0

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica a efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Metodo generale del modulo Edometrico	6.9
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Metodo generale del modulo Edometrico	9.8
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4

### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Ladd ed Altri 1977 n=45	7.8
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.6
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.9
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.3
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Ladd ed Altri 1977 n=45	11.1
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.4

### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazi one a taglio (Mpa)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Imai & Tomauchi	24.3
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Imai & Tomauchi	12.5
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Imai & Tomauchi	13.1
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Imai & Tomauchi	16.9
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Imai & Tomauchi	30.0
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Imai & Tomauchi	11.7

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Stress-History	7.92
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Stress-History	<0.5
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Stress-History	<0.5
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Stress-History	<0.5
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Stress-History	0.88
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Meyerhof	20.3
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Meyerhof	18.4
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Meyerhof	18.5
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Meyerhof	19.2
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Meyerhof	20.8
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Meyerhof	18.1

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	0.11574	0.01505
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	0.17801	0.02314
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	0.17006	0.02211
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	0.13483	0.01753
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	0.10561	0.01373
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	0.19066	0.02479

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Meyerhof	21.1
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Meyerhof	19.2
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Meyerhof	19.3
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Meyerhof	20.0
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Meyerhof	21.6
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Meyerhof	18.9

## TERRENI INCOERENT I

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Harman	51.9
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Harman	69.7
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Harman	41.6

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Schmertmann	34.9
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Schmertmann	37.5
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Schmertmann	33.3

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Robertson & Campanella 1983	10.8
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Robertson & Campanella 1983	20.3
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Robertson & Campanella 1983	9.8

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Buisman - Sanglerat	8.1
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Buisman - Sanglerat	15.3
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Buisman - Sanglerat	7.4

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Imai & Tomauchi	31.8
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Imai & Tomauchi	46.8
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Imai & Tomauchi	30.0

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Stress-History	1.3
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Stress-History	2.1
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Stress-History	0.9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.42
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.56
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Kulhawy & Mayne (1990)	0.32

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica	Tensione litostatica	C	Crm
--	------------------	----------	----------	----------------------	----------------------	---	-----

				totale (KPa)	efficace (KPa)		
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	0.10335	0.01344
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	0.09426	0.01225
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	0.10561	0.01373

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Meyerhof	18.6
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Meyerhof	18.6
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Meyerhof	18.6

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Meyerhof	21.6
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Meyerhof	21.6
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Meyerhof	21.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Piacentini-Righi 1988	2.03E-06
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Piacentini-Righi 1988	1.57E-06
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Piacentini-Righi 1988	1.63E-03
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Piacentini-Righi 1988	1.02E-11

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione e litostati ca totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazio ne (cm²/s)
Strato 1	1.00	3.47456	0.112576	10.2	10.2	Piacentini-Righi 1988	0.2154886
Strato 2	6.20	1.174959	0.08814	71.3	57.6	Piacentini-Righi 1988	3.594374E-07
Strato 3	6.85	1.265499	0.082212	128.6	86.2	Piacentini-Righi 1988	3.871349E-07
Strato 4	7.37	1.922981	0.065031	139.9	91.8	Piacentini-Righi 1988	9.257518E-02
Strato 5	7.84	5.414787	0.047353	149.9	96.9	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	10.15	10.17489	0.043718	180.3	113.6	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 7	10.45	4.918834	0.081691	208.7	129.3	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 8	12.06	1.05476	0.064159	227.5	138.8	Piacentini-Righi 1988	3.28758E-07

# CPTU7

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Terzaghi	184.4
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Terzaghi	129.4
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Terzaghi	41.2
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Terzaghi	69.6
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Terzaghi	80.4
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Terzaghi	164.8
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Terzaghi	263.8
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Terzaghi	53.9
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Terzaghi	78.5

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatic a totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa )
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Metodo generale del modulo Edometrico	7.4
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Metodo generale del modulo Edometrico	5.2
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Metodo generale del modulo Edometrico	3.9
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Metodo generale del modulo Edometrico	6.6
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Metodo generale del modulo Edometrico	10.6
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.5
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7

### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	8.3
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.8
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	1.9
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.1
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.6
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	7.4
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Ladd ed Altri 1977 n=45	11.9
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.4
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.5



## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Imai & Tomauchi	25.2
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Imai & Tomauchi	20.3
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Imai & Tomauchi	10.0
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Imai & Tomauchi	13.9
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Imai & Tomauchi	15.2
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Imai & Tomauchi	23.5
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Imai & Tomauchi	31.3
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Imai & Tomauchi	11.9
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Imai & Tomauchi	14.9

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Stress-History	>9
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Stress-History	3.04
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Stress-History	<0.5
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Stress-History	<0.5
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Stress-History	<0.5
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Stress-History	0.75
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Stress-History	1.15
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Stress-History	<0.5
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Meyerhof	20.4
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Meyerhof	19.8
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Meyerhof	17.8
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Meyerhof	18.7
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Meyerhof	18.9
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Meyerhof	20.2
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Meyerhof	20.9
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Meyerhof	18.1
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Meyerhof	18.8

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	0.11373	0.01478
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	0.11741	0.01526
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	0.2272	0.02954
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	0.16004	0.02081
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	0.14795	0.01923
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	0.1175	0.01528
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	0.10394	0.01351

Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	0.18807	0.02445
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	0.15024	0.01953

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Meyerhof	21.2
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Meyerhof	20.6
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Meyerhof	18.6
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Meyerhof	19.5
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Meyerhof	19.7
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Meyerhof	20.9
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Meyerhof	21.7
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Meyerhof	18.9
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Meyerhof	19.6

## TERRENI INCOERENT I

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Harman	100.0
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Harman	48.6
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Harman	60.2
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Harman	51.6
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Harman	64.3

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Schmertmann	42.0
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Schmertmann	34.4
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Schmertmann	36.1
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Schmertmann	34.8
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Schmertmann	36.7

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica a totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Robertson & Campanella 1983	7.4
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Robertson & Campanella 1983	10.6
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Robertson & Campanella 1983	15.6
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Robertson & Campanella 1983	12.7
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Robertson & Campanella 1983	19.1

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
--	------------------	----------	----------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------	-------------------------

Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Buisman - Sanglerat	11.1
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Buisman - Sanglerat	7.9
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Buisman - Sanglerat	11.7
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Buisman - Sanglerat	9.5
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Buisman - Sanglerat	14.3

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Imai & Tomauchi	25.2
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Imai & Tomauchi	31.3
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Imai & Tomauchi	39.8
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Imai & Tomauchi	35.1
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Imai & Tomauchi	45.0

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Stress-History	>9
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Stress-History	1.2
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Stress-History	1.6
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Stress-History	1.2
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Stress-History	1.7

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Kulhawy & Mayne (1990)	0.38
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.47
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Kulhawy & Mayne (1990)	0.39
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Kulhawy & Mayne (1990)	0.50

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	0.11373	0.01478
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	0.10394	0.01351
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	0.09683	0.01259
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	0.10008	0.01301
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	0.0947	0.01231

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Meyerhof	17.7
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Meyerhof	17.7
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Meyerhof	18.6

Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Meyerhof	18.6
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Meyerhof	18.6

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Meyerhof	20.6
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Meyerhof	20.6
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Meyerhof	21.6
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Meyerhof	21.6
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Meyerhof	21.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Piacentini-Righi 1988	4.99E-04
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Piacentini-Righi 1988	1.44E-09
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Piacentini-Righi 1988	3.32E-08
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Piacentini-Righi 1988	4.04E-06
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Piacentini-Righi 1988	6.48E-04
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Piacentini-Righi 1988	1.00E-03
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Piacentini-Righi 1988	7.07E-04
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Piacentini-Righi 1988	3.63E-09

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm²/s)
Strato 1	0.68	3.692976	0.072468	7.0	7.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	1.26	2.587507	0.123119	19.8	19.8	Piacentini-Righi 1988	1.136022E-04
Strato 3	4.33	0.814171	0.053496	55.6	48.8	Piacentini-Righi 1988	2.49067E-07
Strato 4	7.15	1.401861	0.098477	113.3	77.6	Piacentini-Righi 1988	4.288501E-07
Strato 5	8.11	1.611213	0.06888	150.3	96.0	Piacentini-Righi 1988	1.637857E-03
Strato 6	8.50	3.300896	0.102259	163.5	102.7	Piacentini-Righi 1988	0.408177
Strato 7	8.90	5.275534	0.09941	171.6	106.9	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 8	10.00	7.799553	0.023513	187.6	115.6	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 9	10.25	6.357321	0.016559	202.2	123.5	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 10	11.05	9.533625	0.056035	213.6	129.7	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 11	11.77	1.07729	0.020461	229.0	137.7	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 12	12.14	1.566888	0.074468	239.2	142.5	Piacentini-Righi 1988	1.740078E-04

# CPTU8

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Terzaghi	77.5
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Terzaghi	38.2
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Terzaghi	50.0
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Terzaghi	46.1
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Terzaghi	67.7
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Terzaghi	43.1
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Terzaghi	78.5
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Terzaghi	57.9
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Terzaghi	97.1
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Terzaghi	236.3
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Terzaghi	464.8
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Terzaghi	273.6
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Terzaghi	160.8
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Terzaghi	219.7
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Terzaghi	126.5
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Terzaghi	76.5
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Terzaghi	31.4
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Terzaghi	52.0
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Terzaghi	95.1

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Metodo generale del modulo Edometrico	3.7
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.0
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.6
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Metodo generale del modulo Edometrico	4.2
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Metodo generale del modulo Edometrico	9.5
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Metodo generale del modulo Edometrico	18.6
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Metodo generale del modulo Edometrico	10.9
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Metodo generale del modulo Edometrico	6.5
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Metodo generale del modulo Edometrico	8.8
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Metodo generale del modulo Edometrico	5.1
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.7
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Metodo generale del modulo Edometrico	3.2
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Metodo generale del modulo Edometrico	4.4
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Metodo generale del modulo Edometrico	4.3

## Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Eu (Mpa)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.5
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	1.7
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.3
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.1
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.0
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	1.9
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.5
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.6
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.4
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	10.6
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	20.9
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Ladd ed Altri 1977 n=45	12.3
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Ladd ed Altri 1977 n=45	7.2
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	9.9
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Ladd ed Altri 1977 n=45	5.7
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	3.4
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Ladd ed Altri 1977 n=45	1.4
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Ladd ed Altri 1977 n=45	2.3
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Ladd ed Altri 1977 n=45	4.3

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Mpa)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Imai & Tomauchi	14.8
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Imai & Tomauchi	9.7
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Imai & Tomauchi	11.4
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Imai & Tomauchi	10.9
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Imai & Tomauchi	13.6
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Imai & Tomauchi	10.4
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Imai & Tomauchi	14.9
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Imai & Tomauchi	12.3
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Imai & Tomauchi	17.0
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Imai & Tomauchi	29.3
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Imai & Tomauchi	44.3
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Imai & Tomauchi	32.0
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Imai & Tomauchi	23.2
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Imai & Tomauchi	28.0
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Imai & Tomauchi	20.0
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Imai & Tomauchi	14.8
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Imai & Tomauchi	8.5
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Imai & Tomauchi	11.6
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Imai & Tomauchi	16.8

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Stress-History	>9
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Stress-History	1.08



Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Stress-History	0.88
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Stress-History	0.62
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Stress-History	0.75
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Stress-History	<0.5
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Stress-History	0.68
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Stress-History	<0.5
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Stress-History	0.67
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Stress-History	1.53
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Stress-History	2.9
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Stress-History	1.65
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Stress-History	0.95
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Stress-History	1.25
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Stress-History	0.69
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Stress-History	<0.5
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Stress-History	<0.5
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Stress-History	<0.5
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Stress-History	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Meyerhof	19.0
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Meyerhof	17.8
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Meyerhof	18.2
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Meyerhof	18.1
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Meyerhof	18.7
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Meyerhof	17.9
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Meyerhof	18.9
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Meyerhof	18.4
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Meyerhof	19.3
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Meyerhof	20.8
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Meyerhof	21.9
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Meyerhof	21.0
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Meyerhof	20.1
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Meyerhof	20.6
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Meyerhof	19.7
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Meyerhof	18.9
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Meyerhof	17.2
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Meyerhof	18.1
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Meyerhof	19.2

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	0.15151	0.0197
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	0.23626	0.03071
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	0.19619	0.0255
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	0.20711	0.02692
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	0.16359	0.02127
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	0.21716	0.02823
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	0.15019	0.01952
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	0.18054	0.02347
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	0.13405	0.01743
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	0.1066	0.01386

Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	0.0949	0.01234
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	0.10315	0.01341
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	0.11831	0.01538
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	0.10854	0.01411
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	0.11845	0.0154
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	0.15179	0.01973
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	0.27783	0.03612
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	0.19222	0.02499
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	0.13565	0.01763

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Meyerhof	19.7
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Meyerhof	18.6
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Meyerhof	19.0
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Meyerhof	18.8
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Meyerhof	19.5
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Meyerhof	18.7
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Meyerhof	19.7
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Meyerhof	19.2
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Meyerhof	20.1
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Meyerhof	21.6
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Meyerhof	22.7
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Meyerhof	21.8
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Meyerhof	20.9
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Meyerhof	21.4
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Meyerhof	20.5
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Meyerhof	19.6
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Meyerhof	18.0
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Meyerhof	18.9
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Meyerhof	20.0

## TERRENI INCOERENTI I

## Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Harman	54.5
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Harman	76.7

## Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Schmertmann	35.3
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Schmertmann	38.7

## Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Robertson & Campanella 1983	9.5
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Robertson & Campanella 1983	18.6

## Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Modulo Edometrico (Mpa)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Buisman - Sanglerat	7.1
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Buisman - Sanglerat	14.0

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	G (Mpa)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Imai & Tomauchi	29.3
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Imai & Tomauchi	44.3

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ocr
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Stress-History	1.5
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Stress-History	2.9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Ko
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Kulhawy & Mayne (1990)	0.46
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	C	Crm
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	0.1066	0.01386
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	0.0949	0.01234

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Meyerhof	17.7
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Meyerhof	17.7

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Peso unità di
--	--------------	----	----	----------	----------	--------------	---------------

	(m)	(Mpa)	(Mpa)	litostatica totale (KPa)	litostatica efficace (KPa)		volume saturato (KN/m <sup>3</sup> )
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Meyerhof	20.6
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Meyerhof	20.6

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Piacentini-Righi 1988	3.41E-07
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Piacentini-Righi 1988	1.00E-11
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Piacentini-Righi 1988	4.57E-07
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Piacentini-Righi 1988	5.31E-07
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Piacentini-Righi 1988	6.94E-06
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Piacentini-Righi 1988	1.17E-05
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Piacentini-Righi 1988	5.51E-11
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Piacentini-Righi 1988	1.07E-11
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Piacentini-Righi 1988	5.41E-07
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Piacentini-Righi 1988	1.25E-08
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Piacentini-Righi 1988	1.77E-05
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Piacentini-Righi 1988	1.70E-06
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Piacentini-Righi 1988	3.45E-08
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Piacentini-Righi 1988	1.34E-10

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Mpa)	fs (Mpa)	Tensione litostatica totale (KPa)	Tensione litostatica efficace (KPa)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.26	1.543332	0.058057	2.6	2.6	Piacentini-Righi 1988	1.611074E-02
Strato 2	1.53	0.770584	0.08452	17.6	16.6	Piacentini-Righi 1988	2.357331E-07
Strato 3	2.34	1.009601	0.09167	37.9	26.8	Piacentini-Righi 1988	3.08852E-07
Strato 4	3.15	0.930899	0.07441	53.8	34.7	Piacentini-Righi 1988	2.847758E-07
Strato 5	3.77	1.350291	0.109839	67.7	41.6	Piacentini-Righi 1988	4.130741E-07
Strato 6	4.13	0.868598	0.064864	77.3	46.4	Piacentini-Righi 1988	2.65717E-07
Strato 7	5.21	1.567854	0.092935	91.4	53.4	Piacentini-Righi 1988	4.796298E-07
Strato 8	5.82	1.148769	0.042833	107.7	61.5	Piacentini-Righi 1988	1.607088E-02
Strato 9	6.41	1.945292	0.070579	119.2	67.1	Piacentini-Righi 1988	3.157374E-02
Strato 10	6.75	4.728934	0.138365	128.4	71.7	Piacentini-Righi 1988	1.004627
Strato 11	6.93	9.300634	0.250541	133.9	74.7	Piacentini-Righi 1988	3.330317
Strato 12	7.14	5.46494	0.265324	138.0	76.9	Piacentini-Righi 1988	9.206709E-06
Strato 13	7.30	3.226267	0.175712	141.7	78.8	Piacentini-Righi 1988	1.055366E-06
Strato 14	7.69	4.396243	0.152212	147.4	81.7	Piacentini-Righi 1988	0.0727628
Strato 15	8.00	2.535189	0.110466	154.5	85.4	Piacentini-Righi 1988	9.677504E-04
Strato 16	8.38	1.538298	0.043417	161.2	88.7	Piacentini-Righi 1988	0.833437
Strato 17	8.76	0.618633	0.02134	168.3	92.2	Piacentini-Righi 1988	3.223613E-02
Strato 18	9.35	1.041604	0.045268	177.7	96.7	Piacentini-Righi 1988	1.100547E-03
Strato 19	10.14	1.899993	0.101238	191.2	103.5	Piacentini-Righi 1988	7.764523E-06



**Certificati Analisi Laboratorio Geotecnico**





**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**  
**Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977**

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi** Campione: **PZ5**  
Data apertura: **18/05/2021** Profondità: **1.5-2.1** **mt**

**Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021**

Tipo di contenitore: ☐ fustella ☐ sacchetto ☐ cassetta  
Qualità del campione: Scadente ☐ Discreta ☒ Buona ☐ Eccellente

ALTO  BASSO  
0 30 cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE									
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	W	G	LA	Ed	PT	C	TrCD
A	argilla debolmente limosa color grigio scuro, presenti locali resti vegetali (radici)	170	80	*	*				*		

**LEGENDA PROVE**

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Granulometria G

Limiti di Atterberg LA

Prova edometrica Ed

Prova di taglio PT

Compressione E.L.L C

Triassiale T.R

Permeabilità k

Peso specifico G.S

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 273
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021

Committente : Studio Geologico Ambientale ARKIGEO

Cantiere : Frazione Gruppo - Carpi

Campione : PZ5 mt. 1.5-2.1

Data prova : 18/05/2021

Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021

**CONTENUTO D'ACQUA**

Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara ( g )	149.11
Massa terreno secco + Tara ( g )	118.33
Massa tara ( g )	5.80
Contenuto d'acqua - W ( % )	27.4

**PESO UNITA' DI VOLUME**

Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm <sup>3</sup> )	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	232.54
Massa tara (g)	73.71
Peso unità di volume ( γ )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.829
	(kN/m <sup>3</sup> ) 17.939
Peso secco unità di volume ( γ <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.436
	(kN/m <sup>3</sup> ) 14.086

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 274
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021

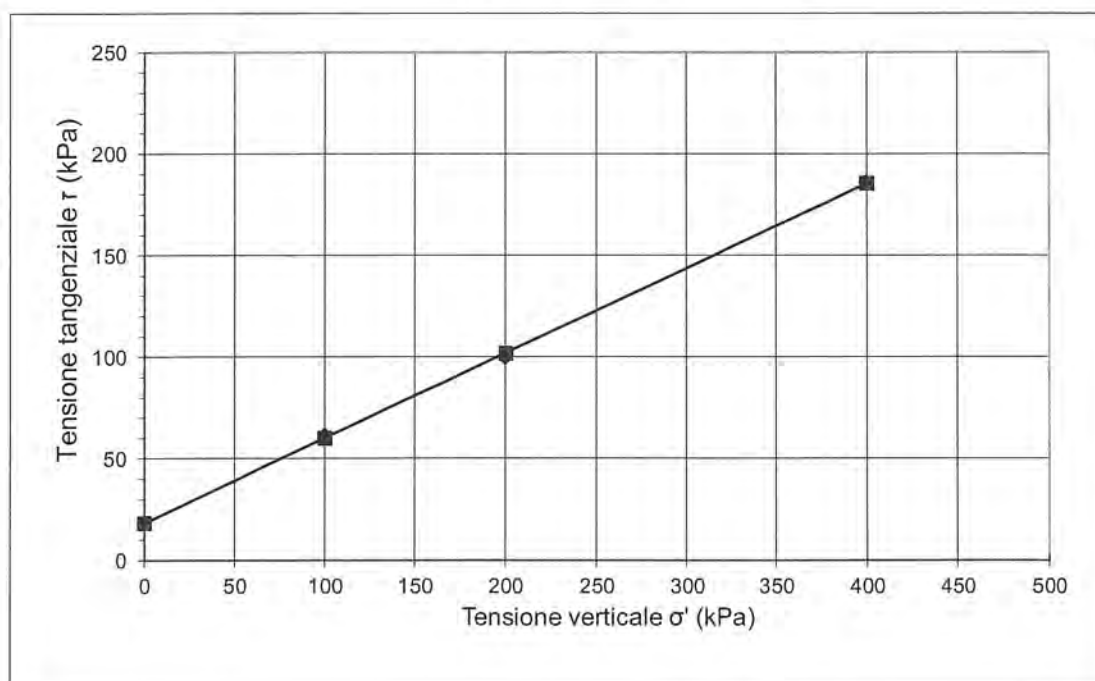


## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere : **Frazione Gruppo - Carpi**  
Campione: **PZ5**  
Prof. ( mt ) : **1.5-2.1**  
Data inizio prova : **18/05/2021**

MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Provino ( n° )	Tensione verticale $\sigma'$ (kPa)	Tensione tangenziale $\tau$ (kPa)
1	100	61.588
2	200	99.835
3	400	186.333

COESIONE DRENATA ( kPa ):	18.34
ANGOLO D'ATTRITO (° sess):	23



L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio. La scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alla finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato





# **LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

## **PROVA DI TAGLIO DIRETTO** **Raccomandazioni AGI 1994**

Committente:

**Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**

Cantiere :

**Frazione Gruppo - Carpi**

Verbale accettazione n°: **17**

Campione:

**PZ5**

Data verb. accettazione: **18/05/2021**

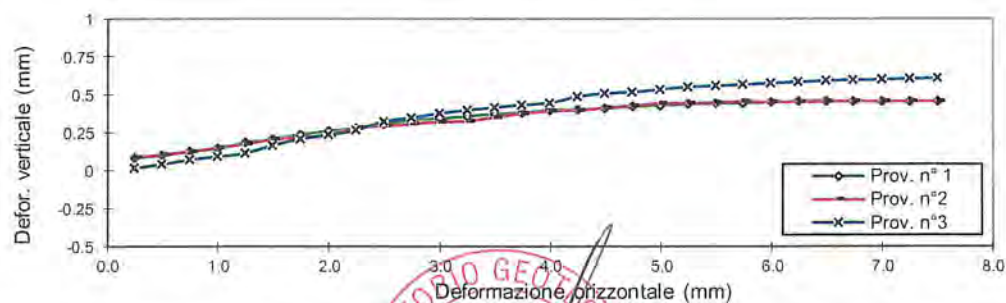
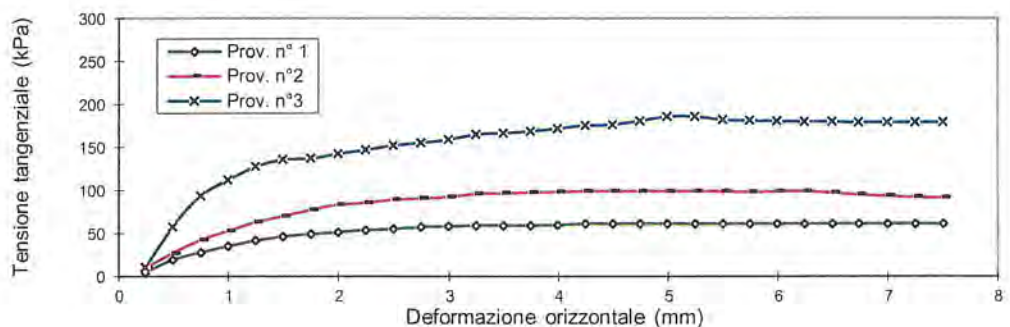
Prof. ( mt ) :

**1.5-2.1**

Data inizio prova :

**18/05/2021**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Raccomandazioni AGI 1994						
Def. Oriz. (mm)	Tensione Tangenziale (kPa)			Deformazione verticale (mm)		
	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3
0.25	4.61	10.69	10.69	0.086	0.092	0.02
0.50	19.91	27.56	57.76	0.104	0.108	0.044
0.75	27.95	42.86	93.75	0.128	0.13	0.072
1.00	35.60	53.55	112.39	0.15	0.154	0.096
1.25	42.07	63.45	127.69	0.186	0.178	0.116
1.50	46.68	70.41	136.02	0.21	0.208	0.166
1.75	49.72	77.67	137.49	0.238	0.22	0.208
2.00	51.98	84.14	142.79	0.262	0.232	0.238
2.25	54.33	86.01	147.40	0.28	0.284	0.266
2.50	55.51	89.83	152.50	0.306	0.296	0.324
2.75	57.76	91.01	155.34	0.334	0.308	0.348
3.00	58.55	92.97	159.27	0.342	0.324	0.376
3.24	59.63	96.80	165.15	0.358	0.328	0.398
3.49	59.63	97.48	167.01	0.372	0.354	0.416
3.74	59.63	97.87	168.97	0.382	0.376	0.434
3.99	60.02	98.66	172.21	0.398	0.394	0.444
4.24	61.59	99.44	175.45	0.404	0.398	0.486
4.49	61.59	99.84	176.72	0.412	0.414	0.508
4.74	61.20	99.44	180.94	0.424	0.428	0.516
4.99	61.59	99.44	186.33	0.428	0.446	0.536
5.24	61.59	99.44	185.94	0.44	0.444	0.55
5.49	61.59	99.44	182.02	0.444	0.45	0.558
5.74	61.59	99.05	181.43	0.446	0.458	0.568
5.99	61.59	99.44	180.64	0.452	0.454	0.576
6.24	61.59	99.44	180.45	0.456	0.454	0.584
6.49	61.59	97.87	180.06	0.456	0.458	0.592
6.74	61.59	95.62	179.47	0.456	0.458	0.598
7.00	61.59	94.05	179.47	0.456	0.458	0.6
7.25	61.59	92.58	179.47	0.456	0.458	0.606
7.50	61.59	91.79	179.47	0.456	0.458	0.61



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	275
1 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad  
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

*Azienda con sistema di  
gestione per la qualità  
certificato da KIWA  
=UNI EN ISO 9001=*

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO Raccomandazioni AGI 1994

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere : **Frazione Gruppo - Carpi** Verbale accettazione n° : **17**  
Campione: **PZ5** Data verbale accett.: **18/05/2021**  
Prof. ( mt ) : **1.5-2.1** Data inizio prova : **18/05/2021**

Descrizione litologica del provino : **argilla debolmente limosa color nocciola**

### Caratteristiche dei provini

Provino :	1	2	3
Provino indisturbato :	*	*	*
Provino ricostruito su passante ai 2 mm :			
Altezza del provino (cm)	2.3	2.3	2.3
Sezione del provino (cm <sup>2</sup> )	36	36	36
Peso dell'unità di volume stato naturale(kN/m <sup>3</sup> )	18.146	18.027	17.601
Peso dell'unità di volume stato secco (kN/m <sup>3</sup> )	14.249	14.121	13.829
Contenuto d'acqua : (W%)	27.35	27.66	27.28

### Modalità di consolidazione e rottura

Tensione verticale (kPa)	100	200	400
Velocità di deformazione (mm/min)	0.0052	0.0052	0.0052

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	275
2 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021



## SCHEMA APERTURA CAMPIONE

### Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi** Campione: **PZ6**  
Data apertura: **18/05/2021** Profondità: **2.0-2.6** **mt**

**Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021**

Tipo di contenitore: fustella      sacchetto      cassetta

Qualità del campione:      Scadente      Discreta      Buona      Eccellente

ALTO  BASSO  
0 A 50 cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE									
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	W	G	LA	Ed	PT	C	TrCD
A	argilla debolmente limosa color nocciola scuro, parte bassa del campione argilla organica	160	70	*	*				*		

#### LEGENDA PROVE

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Granulometria G

Limiti di Atterberg LA

Prova edometrica Ed

Prova di taglio PT

Compressione E.L.L.C

Triassiale T.R

Permeabilità k

Peso specifico G.S

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 276
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad  
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di  
gestione per la qualità  
certificato da KIWA  
=UNI EN ISO 9001=

Committente : Studio Geologico Ambientale ARKIGEO

Cantiere : Frazione Gruppo - Carpi

Campione : PZ6 mt. 2.0-2.6

Data prova : 18/05/2021

Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021

**CONTENUTO D'ACQUA**  
Norma di riferimento ASTM D 2216

Massa terreno umido + tara ( g )	198.60
Massa terreno secco + Tara ( g )	157.54
Massa tara ( g )	5.70
Contenuto d'acqua - W ( % )	27.0

**PESO UNITA' DI VOLUME**  
Norma di riferimento ASTM D 2937

Volume (cm <sup>3</sup> )	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	236.11
Massa tara (g)	73.40
Peso unità di volume ( γ )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.874
	(kN/m <sup>3</sup> ) 18.377
Peso secco unità di volume ( γ <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.475
	(kN/m <sup>3</sup> ) 14.465

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 277
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021

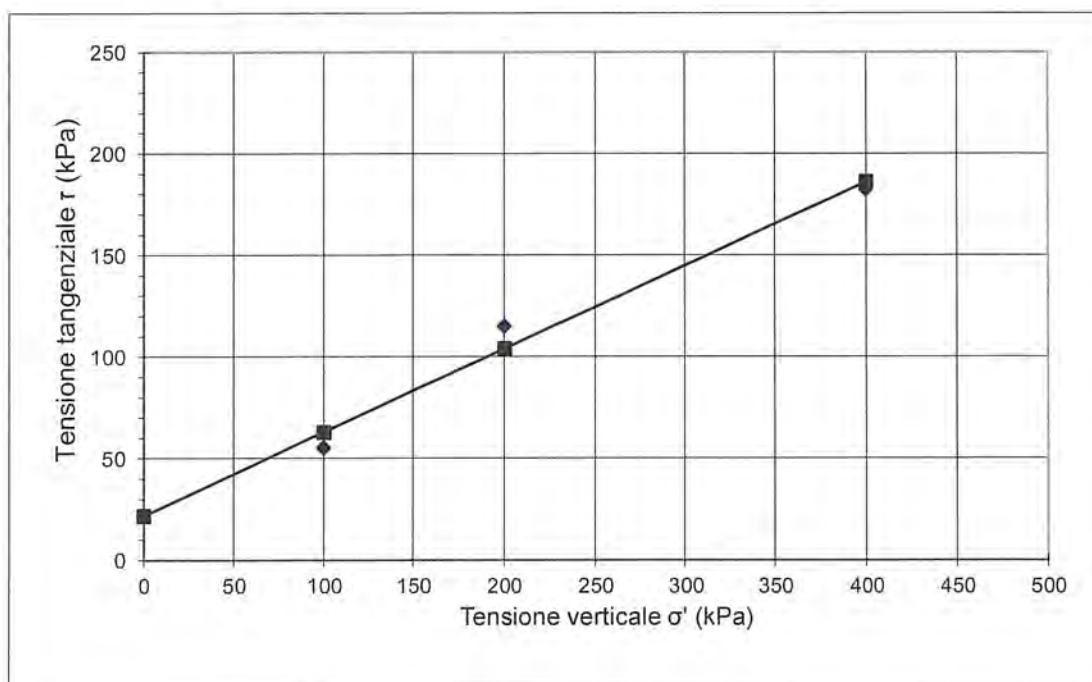
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi**  
Campione: **PZ6**  
Prof. ( mt ) : **2.0-2.6**  
Data inizio prova : **18/05/2021**

### MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Provino ( n° )	Tensione verticale $\sigma'$ (kPa)	Tensione tangenziale $\tau$ (kPa)
1	100	55.508
2	200	115.232
3	400	182.410

<b>COESIONE DRENATA ( kPa ):</b>	21.92
<b>ANGOLO D'ATTRITO (° sess):</b>	22



L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio. La scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alla finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato





# **LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

## **PROVA DI TAGLIO DIRETTO** **Raccomandazioni AGI 1994**

Committente:

**Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**

Cantiere :

**Frazione Gruppo - Carpi**

Verbale accettazione n°: **17**

Campione:

**PZ6**

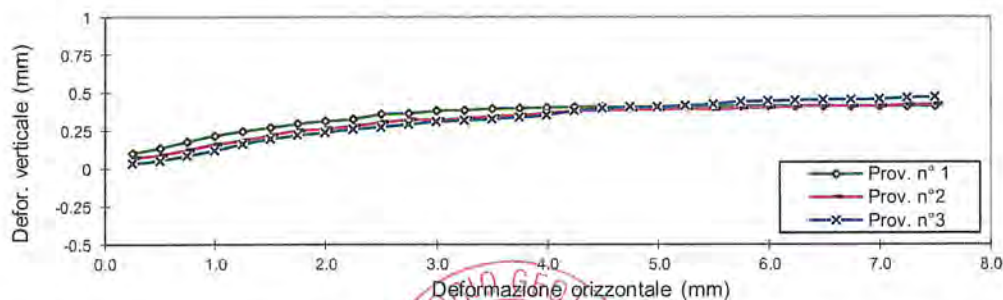
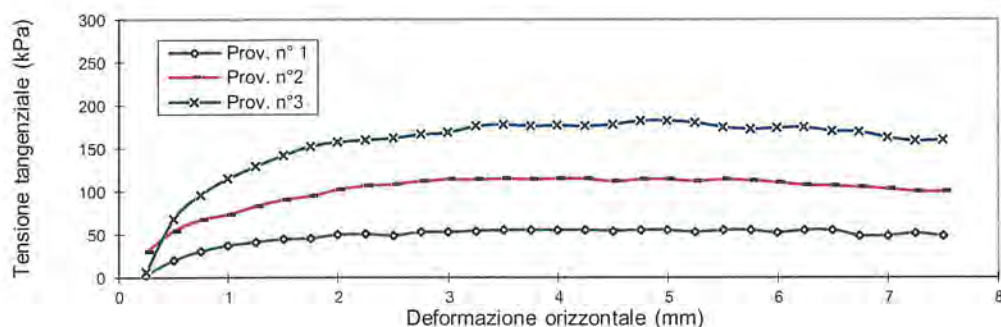
Data verb. accettazione: **18/05/2021**

Prof. ( mt ) :

**2.0-2.6**

Data inizio prova : **18/05/2021**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Raccomandazioni AGI 1994						
Def. Oriz. (mm)	Tensione Tangenziale (kPa)			Deformazione verticale (mm)		
	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3
0.25	3.24	29.91	6.37	0.104	0.072	0.034
0.50	20.30	54.43	68.26	0.136	0.092	0.054
0.75	30.99	67.18	96.01	0.178	0.124	0.086
1.00	37.36	73.65	115.23	0.218	0.16	0.12
1.25	41.58	83.26	129.06	0.248	0.186	0.16
1.50	44.82	90.71	141.91	0.27	0.22	0.196
1.75	45.90	94.93	152.60	0.296	0.252	0.22
2.00	50.11	102.39	157.89	0.314	0.262	0.24
2.25	51.19	106.70	160.05	0.328	0.282	0.26
2.50	49.04	108.86	162.21	0.36	0.304	0.274
2.75	53.35	112.00	166.42	0.364	0.322	0.292
3.00	53.35	114.15	168.58	0.382	0.324	0.31
3.24	54.43	114.15	176.04	0.388	0.33	0.318
3.49	55.51	115.23	178.19	0.396	0.344	0.328
3.74	55.51	114.15	176.04	0.4	0.354	0.34
3.99	55.51	115.23	177.11	0.404	0.364	0.352
4.24	55.51	115.23	176.04	0.408	0.378	0.38
4.49	54.43	112.00	178.19	0.406	0.386	0.398
4.74	55.51	114.15	182.41	0.404	0.388	0.406
4.99	55.51	114.15	182.41	0.406	0.39	0.406
5.24	53.35	112.00	180.35	0.41	0.396	0.416
5.49	55.51	114.15	174.96	0.41	0.392	0.426
5.74	55.51	113.07	172.90	0.412	0.398	0.442
5.99	52.27	111.02	173.88	0.416	0.402	0.444
6.24	55.51	107.78	174.96	0.412	0.408	0.45
6.49	55.51	106.70	170.74	0.41	0.412	0.454
6.74	49.04	105.62	169.66	0.41	0.412	0.452
7.00	49.04	103.46	163.29	0.41	0.412	0.456
7.25	51.49	100.33	158.97	0.41	0.42	0.468
7.50	49.04	100.33	160.05	0.41	0.424	0.472



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	278
1 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad  
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di  
gestione per la qualità  
certificato da KIWA  
=UNI EN ISO 9001=

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO Raccomandazioni AGI 1994

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere : **Frazione Gruppo - Carpi** Verbale accettazione n° : **17**  
Campione: **PZ6** Data verbale accett.: **18/05/2021**  
Prof. ( mt ) : **2.0-2.6** Data inizio prova : **18/05/2021**

Descrizione litologica del provino : **argilla debolmente limosa color nocciola**

### Caratteristiche dei provini

Provino :	1	2	3
Provino indisturbato :	*	*	*
Provino ricostruito su passante ai 2 mm :			
Altezza del provino (cm)	2.3	2.3	2.3
Sezione del provino (cm <sup>2</sup> )	36	36	36
Peso dell'unità di volume stato naturale(kN/m <sup>3</sup> )	18.619	18.134	18.304
Peso dell'unità di volume stato secco (kN/m <sup>3</sup> )	14.656	14.271	14.391
Contenuto d'acqua : (W%)	27.04	27.06	27.19

### Modalità di consolidazione e rottura

Tensione verticale (kPa)	100	200	400
Velocità di deformazione (mm/min)	0.0052	0.0052	0.0052

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	278
2 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021





**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**  
**Norma di riferimento ASTM D2488 - AGI 1977**

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi** Campione: **PZ7**  
Data apertura: **18/05/2021** Profondità: **1.5-2.1** **mt**

**Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021**

Tipo di contenitore:     
Qualità del campione:

ALTO  BASSO  
0 50 cm



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE									
Livello	Descr. litologica	P.P	V.T	Y	W	G	LA	Ed	PT	C	TrCD
A	argilla compatta color grigio nocciola, presenti locali frustoli carboniosi	220	110	*	*				*		

**LEGENDA PROVE**

Pocket penetrometrico P.P. (kPa)

Vane test V.T (kPa)

Peso di volume Y

Contenuto d'acqua W

Granulometria G

Limiti di Atterberg LA

Prova edometrica Ed

Prova di taglio PT

Compressione E.L.L.C

Triassiale T.R

Permeabilità k

Peso specifico G.S

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 279
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021





# **LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

Committente : Studio Geologico Ambientale ARKIGEO

Cantiere : Frazione Gruppo - Carpi

Campione : PZ7 mt. 1.5-2.1

Data prova : 18/05/2021

Verbale di accettazione n.17 del 18/05/2021

## **CONTENUTO D'ACQUA** **Norma di riferimento ASTM D 2216**

Massa terreno umido + tara ( g )	289.06
Massa terreno secco + Tara ( g )	238.65
Massa tara ( g )	5.99
Contenuto d'acqua - W ( % )	21.7

## **PESO UNITA' DI VOLUME** **Norma di riferimento ASTM D 2937**

Volume (cm <sup>3</sup> )	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	245.05
Massa tara (g)	73.94
Peso unità di volume ( γ )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.971
	(kN/m <sup>3</sup> ) 19.326
Peso secco unità di volume ( γ <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> ) 1.620
	(kN/m <sup>3</sup> ) 15.884

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n. 280
1 di 1	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione: 21/05/2021



**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=

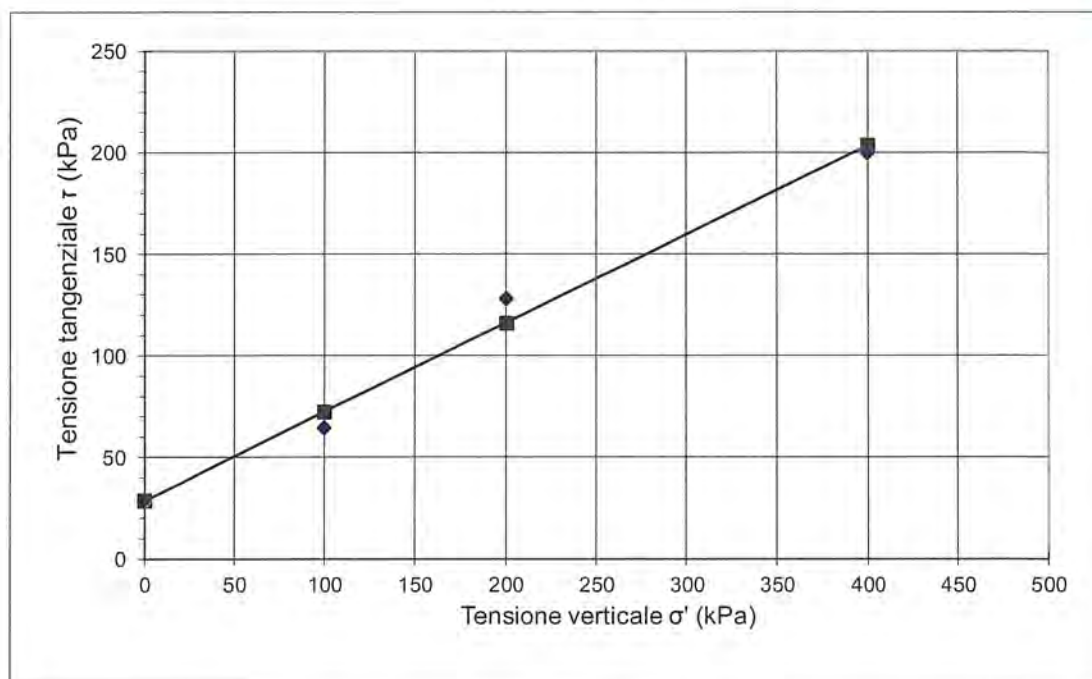
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere : **Frazione Gruppo - Carpi**  
Campione: **PZ7**  
Prof. ( mt ) : **1.5-2.1**  
Data inizio prova : **18/05/2021**

**MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Provino ( n° )	Tensione verticale $\sigma'$ (kPa)	Tensione tangenziale $\tau$ (kPa)
1	100	64.628
2	200	127.981
3	400	199.769

<b>COESIONE DRENATA ( kPa ):</b>	<b>28.73</b>
<b>ANGOLO D'ATTRITO (° sess):</b>	<b>24</b>



L'interpretazione sopra riportata è frutto di una regressione lineare operata sulle tensioni massime determinate in laboratorio. La scelta dei parametri della resistenza al taglio più opportuni rispetto alla finalità prefissate spetta al Progettista o Professionista incaricato

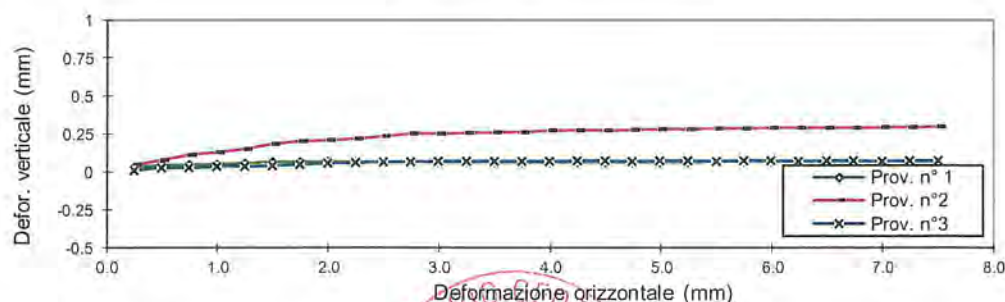
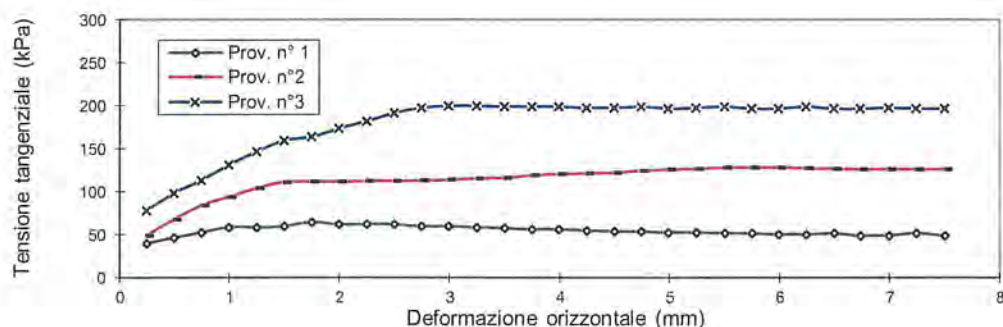


## PROVA DI TAGLIO DIRETTO Raccomandazioni AGI 1994

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi**  
Campione: **PZ7**  
Prof. ( mt ): **1.5-2.1**

Verbale accettazione n°: **17**  
Data verb. accettazione: **18/05/2021**  
Data inizio prova: **18/05/2021**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Raccomandazioni AGI 1994						
Def. Oriz. (mm)	Tensione Tangenziale (kPa)			Deformazione verticale (mm)		
	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3	Prov. n° 1	Prov. n°2	Prov. n°3
0.25	39.52	49.04	77.77	0.03	0.048	0.01
0.50	46.68	67.77	98.07	0.042	0.076	0.026
0.75	52.66	83.95	112.68	0.046	0.112	0.026
1.00	58.65	93.75	130.92	0.048	0.13	0.034
1.25	58.65	103.86	146.42	0.058	0.148	0.036
1.50	59.82	111.02	159.36	0.064	0.182	0.04
1.75	64.63	111.31	163.87	0.064	0.198	0.048
2.00	62.18	111.70	173.49	0.068	0.208	0.056
2.25	62.18	112.00	181.82	0.066	0.218	0.062
2.50	62.18	112.39	191.43	0.066	0.234	0.064
2.75	59.82	112.78	197.41	0.068	0.25	0.066
3.00	59.82	113.37	199.77	0.066	0.25	0.068
3.24	58.65	115.23	199.77	0.066	0.256	0.068
3.49	57.47	115.62	198.59	0.066	0.26	0.07
3.74	56.19	118.96	198.59	0.066	0.26	0.07
3.99	56.19	120.23	198.59	0.066	0.27	0.07
4.24	55.02	121.02	197.41	0.066	0.274	0.072
4.49	53.84	122.10	197.41	0.066	0.272	0.072
4.74	53.84	124.06	198.59	0.066	0.278	0.07
4.99	52.66	125.43	196.24	0.066	0.28	0.072
5.24	52.66	126.41	197.41	0.066	0.28	0.072
5.49	51.49	127.59	198.59	0.068	0.286	0.07
5.74	51.49	127.98	196.24	0.068	0.286	0.072
5.99	50.21	127.98	196.24	0.07	0.288	0.074
6.24	50.21	127.00	198.59	0.07	0.288	0.068
6.49	51.49	126.51	196.24	0.068	0.29	0.074
6.74	49.04	126.02	196.24	0.07	0.29	0.074
7.00	49.04	125.82	197.41	0.07	0.292	0.07
7.25	51.49	125.82	196.24	0.068	0.292	0.074
7.50	49.04	125.82	196.24	0.07	0.298	0.074



Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	281
1 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol. Antonio Mucchi**

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera 44019 (FE) - Tel 0532/815681 -  
www.mucchilab.it - email mucchilab@tin.it

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad  
eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

Azienda con sistema di  
gestione per la qualità  
certificato da KIWA  
=UNI EN ISO 9001=

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO Raccomandazioni AGI 1994

Committente: **Studio Geologico Ambientale ARKIGEO**  
Cantiere: **Frazione Gruppo - Carpi** Verbale accettazione n°: **17**  
Campione: **PZ7** Data verbale accett.: **18/05/2021**  
Prof. ( mt ): **1.5-2.1** Data inizio prova: **18/05/2021**

Descrizione litologica del provino: **argilla compatta color nocciola**

### Caratteristiche dei provini

Provino:	1	2	3
Provino indisturbato:	*	*	*
Provino ricostruito su passante ai 2 mm:			
Altezza del provino (cm)	2.3	2.3	2.3
Sezione del provino (cm <sup>2</sup> )	36	36	36
Peso dell'unità di volume stato naturale(kN/m <sup>3</sup> )	19.050	19.112	19.114
Peso dell'unità di volume stato secco (kN/m <sup>3</sup> )	15.657	15.691	15.679
Contenuto d'acqua: (W%)	21.67	21.80	21.91

### Modalità di consolidazione e rottura

Tensione verticale (kPa)	100	200	400
Velocità di deformazione (mm/min)	0.0052	0.0052	0.0052

Pagina	Sperimentatore	Il Direttore	Certificato di prova n.	281
2 di 2	Dr. Malaguti D.	Dr. Geol. Mucchi Antonio	Data emissione:	21/05/2021







**Parametri Sismici**



## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione:

### Sito in esame. DATI SIGNIFICATIVI per la PARTE NORD, prevalente, del sito di interesse

latitudine: 44,861222 [°]

longitudine: 10,913877 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15170	44,856400	10,882180	2555,3
Sito 2	15171	44,857910	10,952610	3075,0
Sito 3	14949	44,907880	10,950530	5937,6
Sito 4	14948	44,906370	10,880010	5685,3

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1,5

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,046	2,538	0,262
Danno (SLD)	63	75	0,058	2,497	0,275
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,169	2,553	0,272
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,226	2,493	0,281

### Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,630	1,000	0,050	--	0,673	0,734
SLD	1,500	1,610	1,000	0,064	--	0,859	0,734
SLV	1,440	1,610	1,000	0,179	--	2,389	0,734
SLC	1,360	1,600	1,000	0,226	--	3,020	0,734

Geostru

## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione:

### Sito in esame. DATI SIGNIFICATIVI per la PARTE SUD, minima, del sito di interesse

latitudine: 44,856840 [°]

longitudine: 10,937264 [°]

Classe d'uso: III. Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	15170	44,856400	10,882180	4342,2
Sito 2	15171	44,857910	10,952610	1215,4
Sito 3	15393	44,807930	10,954720	5610,0
Sito 4	15392	44,806420	10,884320	6990,2

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente  $c_u$ : 1,5

	Prob. superamento [%]	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	81	45	0,048	2,527	0,262
Danno (SLD)	63	75	0,061	2,483	0,274
Salvaguardia della vita (SLV)	10	712	0,176	2,554	0,273
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	1462	0,234	2,490	0,281

### Coefficienti Sismici



	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,630	1,000	0,052	--	0,699	0,734
SLD	1,500	1,610	1,000	0,067	--	0,900	0,734
SLV	1,430	1,610	1,000	0,185	--	2,464	0,734
SLC	1,350	1,600	1,000	0,232	--	3,104	0,734

Geostru