



Studio Geotecnico Chili Giuliano

Via Bruno Bottau n° 4 – 40055 Castenaso (BO)

p.i. 01625471204 - c.f. CHL GLN 59R28 A944U

Città Metropolitana di Bologna

Comune di Ozzano dell'Emilia

RELAZIONE GEOLOGICA



Progetto: per un impianto di recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi sito
il Via Cà Fornacetta – Comune Ozzano Emilia
Foglio 10 Mappale 231

Committente: Servizi Per l'Ambiente srls

Data: 12/12/2019



Relazione n. 45/19

1.0 Premessa

1.1 Premessa

Nell'ambito della progettazione per un impianto di recupero e stoccaggio di rifiuti non pericolosi sito in Via Cà Fornacetta – Comune di Ozzano dell'Emilia – Foglio 10 Mappale 231, il Committente Servizi Per l'Ambiente srls mi ha affidato la redazione della presente Relazione Geologica nella quale verranno definiti:

- L'inquadramento geologico generale dell'area;
- I livelli litologici presenti nel sito e la loro variazione spaziale;
- Le caratteristiche geomorfologiche dell'area evidenziando eventuali vincoli presenti nell'area in esame;
- Le caratteristiche idrogeologiche dell'area;
- La valutazione del rischio sismico, la risposta dei terreni della successione al sisma atteso per l'area in esame ed il comportamento dei terreni nei riguardi del fenomeno della liquefazione.
- Esame preliminare della matrice suolo e della matrice acqua.

Gli scopi prefissati sono stati raggiunti mediante l'esecuzione di:

- n°4 prove penetrometriche statiche con punta meccanica della lunghezza compresa tra i 10,0 m ed i 20,0 m; la scelta di eseguire prove penetrometriche meccaniche deriva dalla presenza nelle zone superficiali di terreni di alta resistenza, di tipo ghiaioso nei quali la punta con piezocono raggiungeva il rifiuto molto velocemente e inoltre non è indicata.
- n° 1 stendimento ReMI – MASW per definire la velocità delle onde sismiche nei primi 30 m (velocità equivalente per fabbricati di questo tipo).
- n°1 rilievo sismico con stazione singola (tromino) elaborata con la teoria di Nakamura eseguita per verificare la frequenza tipica del terreno e verificare il calcolo della Vs.
- n°3 piezometri di tipo Norton (a tubo aperto) eseguiti a distruzione di nucleo e spinti fino a 10,0 m di profondità al fine di verificare in loco la direzione della falda.
- n°1 campione indisturbato sottoposto a prove di laboratorio per definire la curva granulometrica, i limiti di Atterberg e l'angolo di attrito efficace. I risultati dei campioni prelevati sono riportati nell'elaborato Relazione Geotecnica

Il presente elaborato verrà redatto secondo quanto prescritto dalla normativa vigente, di cui si riportano gli estremi:

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e successive modificazioni.**
- **Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. n°30 del 14/01/ 2008.**
- **Decreto Ministeriale n°8 del 22/01/2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni – Supplemento alla G.U. n°42 del 20/02/2018**
- **Decreto Giunta Regionale Emilia Romagna n. 567 del 7/04/2003.**
- **Atto d'Indirizzo Tecnico dell'Assemblea Legislativa RER, Progr. N. 112, oggetto n. 2131 del 2/05/2007.**
- **Decreto Legislativo della Giunta Regione Emilia Romagna n.2193 del 21/12/2015**
- **Decreto Legislativo della Giunta Regione Emilia Romagna n.630 del 29/04/2019**
- **L.R. n. 19 del 30/10/2008.**
- **L.R. n. 20 / 2000**
- **L.R. n 24 del 27/12/2017**
- **PTCP Comune di Bologna adottato con delibera c.d. n. 3 del 11/02/2003.**
- **PSC Comune di Ozzano dell'Emilia (Quadro conoscitivo PSC in forma associata Valle Idice)**
- **Norme AGI 1977 – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini**

geotecniche.

- **Norme AGI 2005 – Aspetti Geotecnici della progettazione in zona sismica.**

Il lavoro è stato completato dall'esame di dati pubblicati (sia su supporto cartaceo che informatico) quali:

Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 221 Bologna Est

Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Boccaletti, Martelli et alii 2004

Carta Strutturale dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Feroni et alii 2002

Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Preti et. alii 1999

Risorse Idriche sotterranee della RER – Di Dio 1998

Carta Geomorfologica della Pianura Padana scala 1:250.000 – Castiglioni et alii 1997

Idrografia e Bonifica del Reno G. Leoni 1994 ed. Consorzio Bonifica Renana.

Tavole allegate al Quadro conoscitivo PSC in forma associata Valle Idice

Prove e rilievi effettuati dallo Scrivente in zone limitrofe a quella oggetto di studio hanno completato lo studio del sito.

2.0 Modalità di prova

2.1. Prova penetrometrica statica (CPT) Norma ATSM (D..3441 – 79) aggiornata (D3441 – 86)

La prova Penetrometrica Statica (CPT) è conosciuta ed usata in tutto il mondo essendo da tempo codificata in maniera univoca.

Essa consiste nell'infiggere una punta conica di dimensioni standard (area del cono 10 cm^2 ed angolo al vertice di 60°) nel terreno per mezzo di un martinetto idraulico misurando lo sforzo necessario; di seguito si infolge un manicotto avente dimensioni pure standardizzate (area laterale 150 cm^2), anche in questo caso si misura lo sforzo necessario all'avanzamento.

I valori ottenuti opportunamente elaborati tramite programmi automatici di calcolo vengono poi diagrammati fornendo il grafico della resistenza alla punta (R_p) ed il grafico del rapporto tra la resistenza alla punta (R_p) e la resistenza laterale (R_l); tale rapporto conosciuto in letteratura come rapporto di Begemann dà indicazioni sulla natura dei terreni offrendo la possibilità di riconoscere i coesivi dagli incoerenti e, tra i primi quelli a maggiore o minore contenuto in argilla.

Per l'acquisizione dei dati è stata utilizzata una macchina di marca Deep Drill con cella tipo Gouda da 200 kN a lettura digitale e costante di cella $K = 20$.

Di seguito si riporta la legenda relativa all'elaborazione di R_p ed R_l partendo dai dati di campagna

PENETROMETRO STATICO tipo:			
Caratteristiche:			
- punta conica meccanica	$\varnothing 35.7 \text{ mm}$, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)		
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann'	($\varnothing 35.7 \text{ mm}$ - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)		
- velocità di avanzamento costante	$V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)		
- spinta max nominale dello strumento	S_{max} variabile a seconda del tipo		
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta)	$C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$		
fase 1 - resistenza alla punta	$q_c \text{ (Kg / cm}^2 \text{)}$	$=$	$L_1 \times C_t / 10$
fase 2 - resistenza laterale locale	$f_s \text{ (Kg / cm}^2 \text{)}$	$=$	$(L_2 - L_1) \times C_t / 150$
fase 3 - resistenza totale	$R_t \text{ (Kg)}$	$=$	$(L_t) \times C_t$
	q_c / f_s	$=$	rapporto Begemann
- L1. punta	$=$ lettura di campagna durante l' infissione della sola punta		(fase 1)
- L2. totale	$=$ lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto		(fase 2)
- Lt. aste	$=$ lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne		(fase 3)
N.B. :	la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .		
N.B. :	causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .		

Tabella 2.1 – Caratteristiche dell'attrezzatura di prova e metodo di elaborazione dei dati di campagna per determinazione di R_p ed R_l

2.2 Prove geofisiche:

2.2.1 Sismica – Tromografo digitale

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) rappresenta uno dei metodi utilizzati per estrarre informazioni relative al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ($10\text{-}15 \text{ [m/s}^2\text{]}^2$ in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

La tecnica prevede il rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale ed è ormai consolidata come strumento di stima affidabile delle principali frequenze di risonanza del sottosuolo, informazione di notevole importanza per l'ingegneria sismica. Riconosciuta questa capacità, ove sia nota una stima della stratigrafia locale, dalle frequenze di risonanza è possibile ricavare un modello di sottosuolo monodimensionale discreto caratterizzato da strati a diversa impedenza sismica (V_s , ρ), mediante un approccio numerico di modellazione della curva HVSR (fitting della curva H/V sintetica).

Se consideriamo un sistema stratificato semplice a due strati 1D in cui gli strati si distinguono per diverse densità e velocità delle onde sismiche, si ha condizione di risonanza quando la lunghezza dell'onda incidente che viaggia nel mezzo con V_{s1} e ρ_1 , è pari a 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h dello strato (o insieme di strati omogenei).

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) relativa alle onde "S" è descritta dall'equazione:

$$f_r = V_S / (4 h)$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Nonostante il microtremore sia costituito in gran parte da onde superficiali (in particolare da onde di Rayleigh), ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime.

2.2.2 Sismica – ReMI

Per misurare le velocità delle onde di taglio nei primi 30 m (V_{s30}) necessaria per la caratterizzazione geotecnica del terreno, secondo quanto richiesto dall'O.P.C.M. del 03/2003, si possono eseguire rilievi in foro di sondaggio meccanico con tecnica downhole se si dispone di un foro singolo o cross-hole fra due fori oppure prospezioni sismiche mediante stendimenti superficiali utilizzando geofoni orizzontali con opportune energizzazioni del terreno o tramite geofoni verticali acquisendo i segnali dei microtremori rifratti ambientali (sismica passiva).

Quest'ultima tecnica, nota con la sigla ReMI, permette di ricostruire il profilo verticale delle V_s con procedimenti di modellazione diretta delle velocità di fase delle onde relative ai rumori sismici locali, rifratte alla superficie.

Nell'approccio teorico si utilizzano le onde superficiali di Rayleigh per la determinazione dei parametri di comportamento meccanico dei terreni a bassi livelli di deformazione, modulo di taglio e coefficiente di smorzamento, e si basa sulle proprietà dispersive che queste onde subiscono durante l'attraversamento di tali terreni.

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde superficiali che si trasmettono sulle superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione "P" e di taglio "S".

In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo dispersivo e vengono definite di pseudo-Rayleigh o di superficie.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde Rayleigh, Velocità/frequenza può essere convertito mediante opportuno software in profilo Velocità/profondità.

La metodologia permette di raggiungere livelli di profondità generalmente compresi fra 1/4 e 1/3 della lunghezza dello stendimento dei geofoni.

(Esempio: Profondità = Lunghezza stendimento = metri 120 = metri 30 → 40)

Lo studio analitico del metodo ReMI consente di operare favorevolmente in ambienti fortemente inquinati da rumori urbani e/o industriali.

Una volta determinate le velocità delle onde di taglio fino alla massima profondità raggiunta, si calcola una media pesata dei valori delle Vs di ogni strato per una profondità di 30 metri dal piano campagna e con tale parametro è possibile catalogare il sito nella classe di riferimento dell'ordinanza citata in precedenza.

Operativamente l'indagine sismica si esegue utilizzando 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 10 Hz fissati al terreno ad intervalli regolari di 5 metri per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 115 metri.

I dati sono stati registrati mediante un sismografo StrataView Geometrics con filtri disinseriti, velocità di campionamento (sample rate) di 2 millisecondi e lunghezza delle acquisizioni di circa 32 secondi.

Complessivamente sono stati registrati 10 files ad intervalli irregolari nell'arco di circa 1 ora di tempo.

L'elaborazione restituisce un grafico che riporta la curva della dispersione con un'immagine a colori che mostra i valori di lettura delle Velocità/frequenza ed il profilo delle velocità delle onde di taglio con l'indicazione della Vs30 calcolata, espressa in metri/secondo.

2.2.3 Sismica -MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il principio base del metodo è il seguente: varie componenti (frequenze) del segnale sismico che si propaga viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo. Le lunghezze d'onda più ampie (frequenze basse) sono influenzate dalla parte più profonda del mezzo stratificato, mentre le lunghezze d'onda piccole (frequenze alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

Poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, ciò si rifletterà nel fatto che le frequenze più basse (delle onde di superficie) viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto alle frequenze più alte.

La profondità Z è calcolata attraverso la lunghezza d'onda massima

$$Z = \lambda_{\max}/2$$

Dove $\lambda_{\max} = V/f$, V è la velocità di fase (m/s) ed f è la frequenza (hz)

Nell'approccio teorico si utilizzano le onde superficiali di Rayleigh (acquisite tramite comuni geofoni a componente verticale e considerando una sorgente ad impatto verticale) per la determinazione del comportamento meccanico dei terreni a bassi livelli di deformazione, modulo di taglio e coefficiente di smorzamento, e si basa sulle proprietà dispersive che queste onde subiscono durante l'attraversamento di tali terreni.

Siccome la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo, ovvero dalle sue variazioni verticali, dalla determinazione delle curve di dispersione è possibile ricavare le caratteristiche del mezzo per le quali i parametri fondamentali sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore degli strati.

Una volta determinate le velocità delle onde di taglio fino alla massima profondità raggiunta, si calcola la media pesata dei valori delle Vs di ogni strato per una profondità di 30 m dal piano campagna (o dal

piano di posa delle fondazioni) e con tale parametro è possibile catalogare il terreno nella classe di riferimento riportata nel Decreto sulle Norme Tecniche per le Costruzioni (vedi paragrafo 1.0).

L'attrezzatura utilizzata per l'acquisizione dei dati è costituita da:

24 geofoni con frequenza di vibrazione a 4.5 hz spazati di 5 m

Sismografo Marca Geometrics tipo Geode a 24 Canali

Velocità di campionamento 0.125 millisecondi per un tempo di acquisizione di 2 sec.

3.0 Ubicazione

3.1 Corografia

L'area d'intervento è individuabile nei seguenti elaborati cartografici:

Foglio 221 Bologna Est - scala 1:50.000

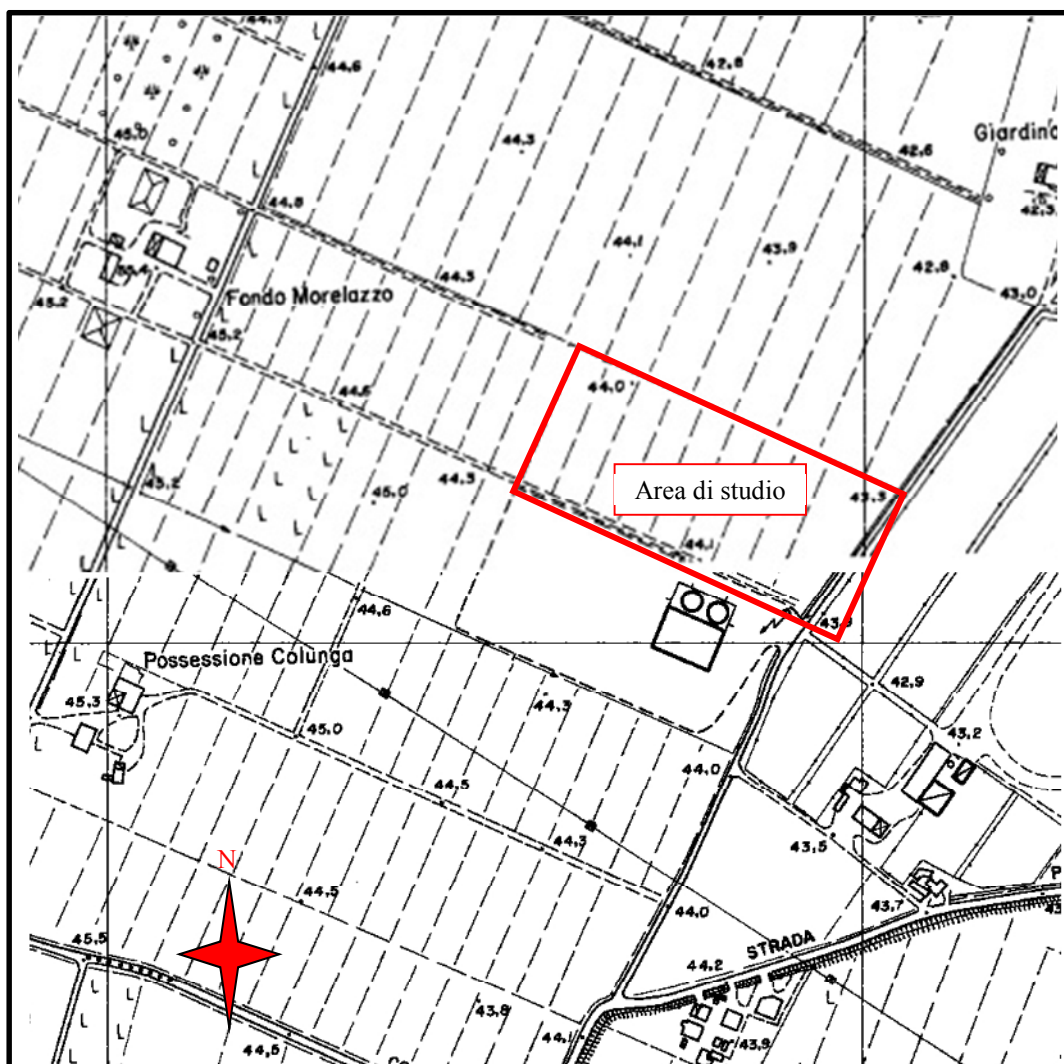
Tavoletta 221 SO Bologna Sud-Est - scala 1:25.000

Sezione 221100 Idice - scala 1:10.000

Elemento 221101 Madonna di Castenaso scala 1:5.000

Elemento 221102 Mirandola scala 1:5.000

L'unione delle due ultime CTR riporta, in Fig. 3.1, l'area di studio.



Coordinate geografiche del punto

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,4740486 [°] Longitudine (WGS84): 11,4885197 [°]

Latitudine (ED50): 44,4749870 [°] Longitudine (ED50): 11,4895096 [°]

*Fig. n. 3.1 -Ubicazione dell'area: estratto dall'Elemento C.T.R. n. 221101 – Madonna di Castenaso
n. 221102–Mirandola in scala 1 : 5.000*

3.2 Ubicazione Prove

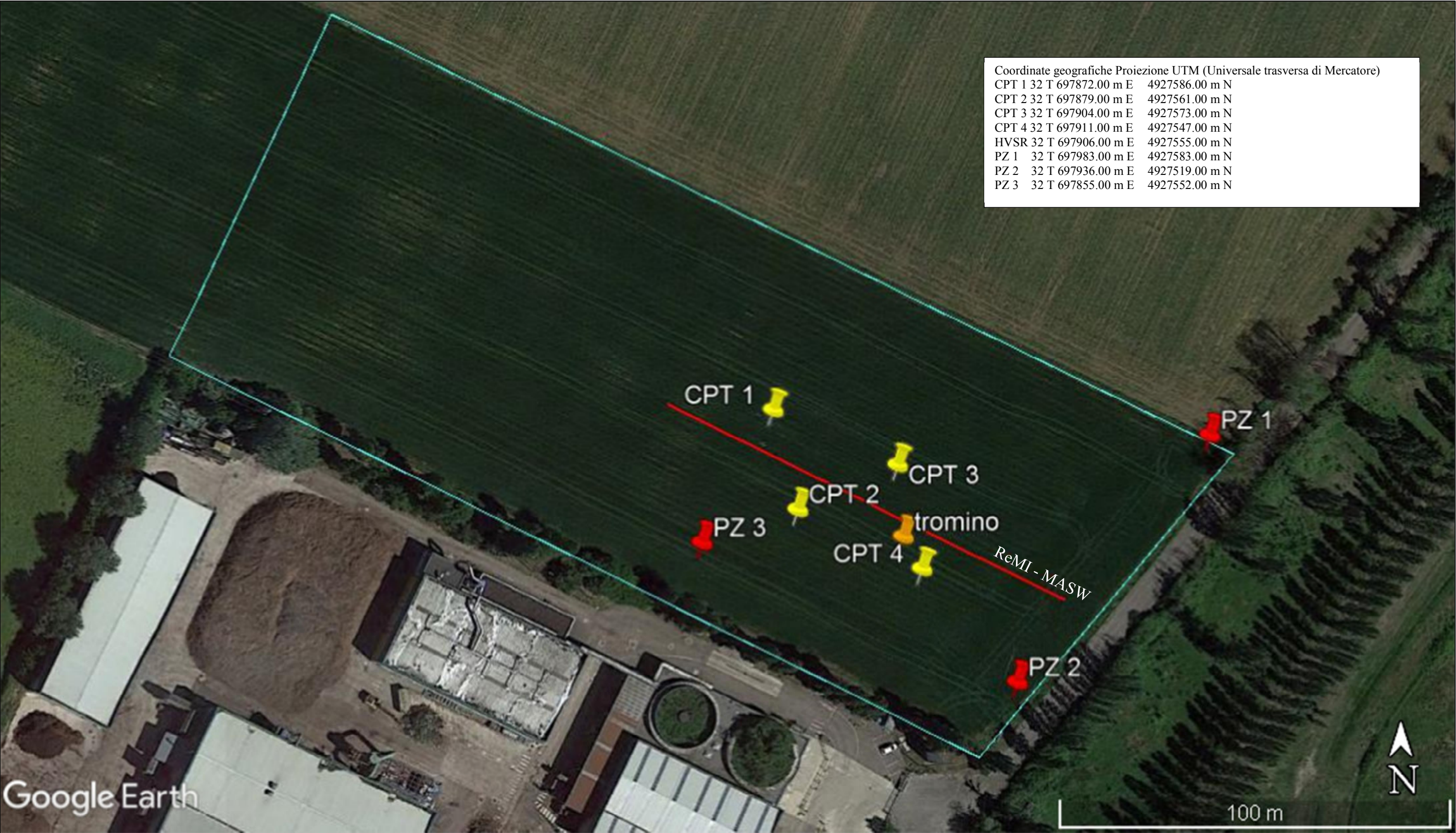
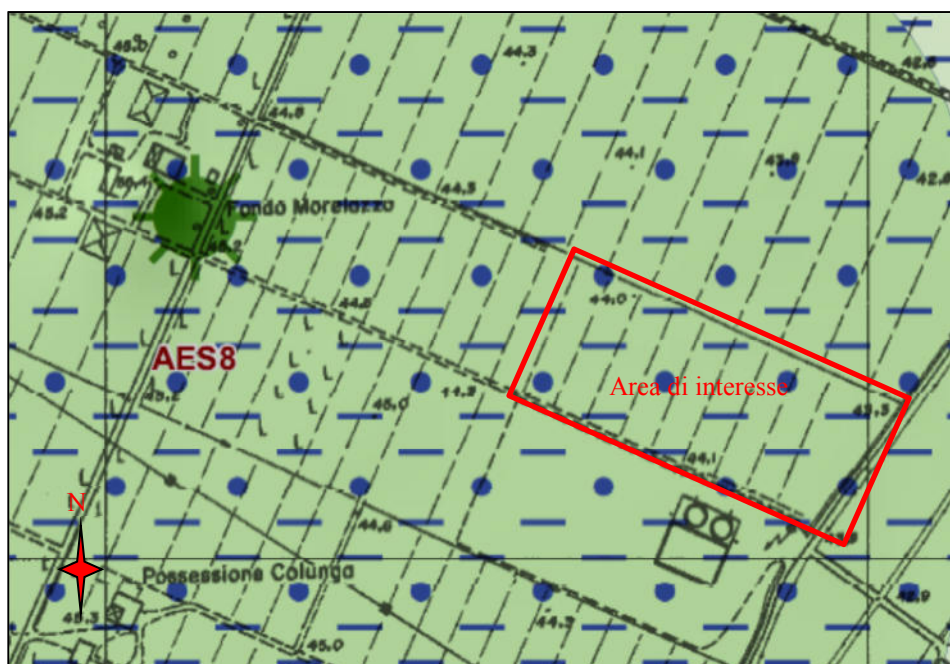


Fig. n. 3.2- Ubicazione delle prove geognostiche su estratto da aerofoto scala 1:1000
fonte sito Google Eatrh

4.0 Inquadramento stratigrafico e litologico

I terreni presenti nell'area oggetto di studio sono di origine sedimentaria “recente” di genesi legata con ogni probabilità alla dinamica deposizionale del torrente Quaderna.

Analizzando la Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 (di cui un estratto ingrandito alla scala 1:10.000 si riporta in Fig. 4.1) si deduce che i terreni più superficiali appartengono al Supersistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES 0,45 Ma – attuale); esso comprende tutti i sedimenti Quaternari (Olocenici) depositatisi in ambiente continentale; essi rappresentano il termine finale della successione che costituisce il riempimento dell'avanfossa formatasi in seguito all'ultima fase orogenica (Pliocene Superiore) della Catena Appenninica.



Legenda

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

Limo Argilloso - Piana alluvionale

Limo Sabbioso - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

AES8 - Subsystema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

Figura n. 4.1 – Estratto dalla “Carta Geologica d'Italia” – Foglio 221 Bologna Est a cura della Regione Emilia Romagna- in scala 1:5.000 (Fonte sito RER)

In particolare i terreni affioranti nell'area oggetto d'intervento, appartengono al Subsystema di Ravenna (AES8), che rappresenta la porzione più superficiale di AES. Oltre lo sbocco delle valli appenniniche AES8 affiora estesamente occupando tutta la superficie della pianura. Il Subsystema è qui costituito da ghiaie, sabbie, limi e argille di canale, argine, rotta fluviale, e piana inondabile. I corpi ghiaiosi sono rari ed affiorano limitatamente agli sbocchi vallivi dei corsi d'acqua principali (che per la parte di pianura che ci interessa sono il Fiume Reno e il Torrente Idice) molto più estesamente, a distanze più lontane dal margine emerso della catena, affiorano invece le tessiture relative ai depositi di canale, argine, rotta e piana inondabile.

Nel sottosuolo della pianura AES8 uno spessore massimo di 28,00 m, del settore bolognese; la base di questo Membro del AES è localizzata all'interno di depositi alluvionali per questo si ritiene convenzionalmente che il letto del Subsystema sia posto subito al di sopra del primo strato ghiaioso profondo; di più facile riconoscimento è il passaggio da AES8 ad AES7 (Unità di Vignola) nelle zone costiere

Si ritiene che gli strati ghiaioso sabbiosi e sabbiosi intercalati da strati argillosi e argilloso limosi tra – 8.0 e – 20,0 m i profondità siano riferibili al Subsystema di Villa Verucchio (Unità di Vignola AESc7b) come riportato anche nella Fig. 4.2 estratto dalla Sezione 28 presente nel sito internet del Dipartimento difesa dei suoli della RER.

Le prove eseguite sono state elaborate con programmi di calcolo elettronico (StaticProbing – geostru) tenendo conto delle teorie proposte da Schmertmann; gli strati individuati sono stati suddivisi secondo un criterio litologico definendo quelli a comportamento drenato da quelli a comportamento coesivo e tra quelli a comportamento coesivo è stata effettuata una ulteriore suddivisione in case al grado di consistenza.

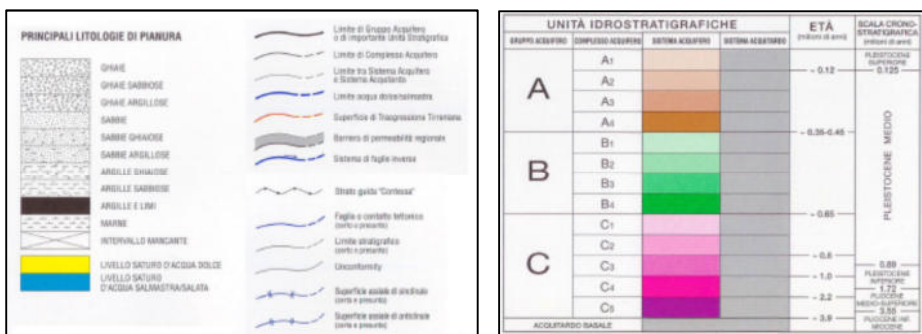
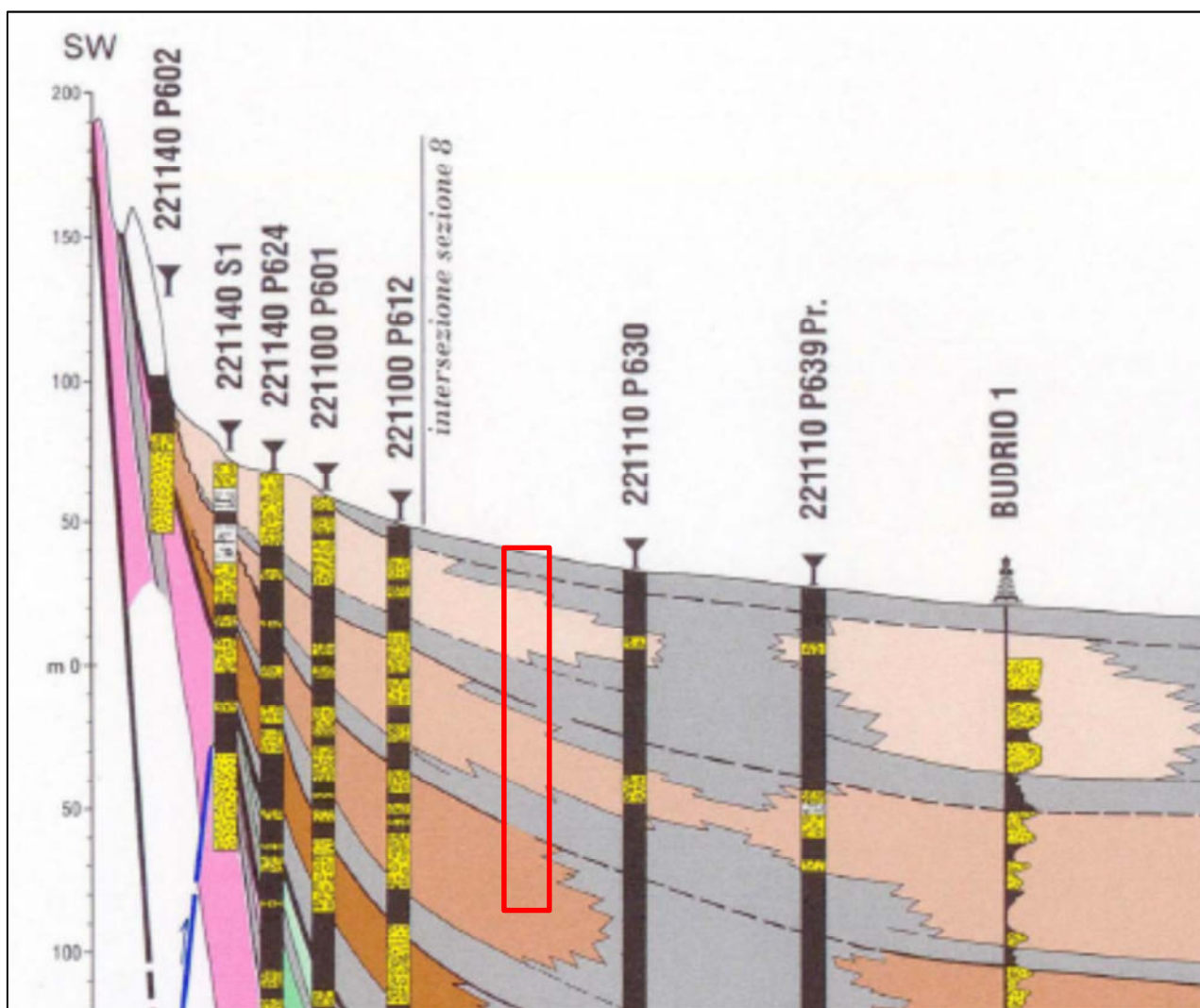


Figura n. 4.2 – Estratto dalla Sezione n° 28 della Regione Emilia Romagna ingrandita alla scala 1:2.500 (orizzontale); la scala verticale ha un ingrandimento di 10X rispetto all'orizzontale.

Al termine delle elaborazioni, sui risultati, si possono formulare le seguenti osservazioni:

- La successione si può suddividere a grandi linee in 3 intervalli composti, il primo ed il terzo da terreni argillosi, argilloso limosi con intercalazioni anche di cospicuo spessore di terreni da limoso sabbiosi a sabbiosi. Il secondo intervallo è formato da un corpo, lateralmente continuo, di terreni grossolani da sabbia ghiaiosa a ghiaia sabbiosa.
- Nella successione a quote comprese tra - 9,50 m e - 10,00 m si rileva un sottile livello formato da lenti vicine l'una all'altra di terreni fini e finissimi con una elevata percentuale di componente organica (torba); si ritiene che questo livello possa rappresentare il confine stratigrafico tra il Membro di Ravenna e quello di Villa Verucchio (unità di Vignola AEs7a).

- Nella successione indagata si nota una diversa colorazione dei sedimenti fino a circa 8 m e quelli sottostanti. I primi mostrano un orizzonte di circa 1 m di spessore di colore ocre (derivato dall'alterazione superficiale degli agenti atmosferici in clima "caldo"); al di sotto i sedimenti sabbiosi e ghiaiosi mostrano colorazioni dal grigio verde al grigio piombo (clima "freddo"). Al di sotto prevalgono i colori giallo e ocre con le sabbie al fondo del foro di colore giallo (clima "caldo").

Nelle tabelle 4.1 e 4.4 si riportano le stratigrafie di dettaglio delle prove eseguite; in appendice 1 si riportano gli stessi risultati in forma grafica mentre in appendice 2 si riporta il tentativo di ricostruzione dell'andamento degli strati nel sottosuolo (modello stratigrafico).

PROVA ... Nr.1				Prova eseguita in data: 09/11/2019				
Committente: Servizi per L'Ambiente srl				Profondità prova: 10,60 mt				
Strumento utilizzato: DEEP DRILL				Località: Via Cà Fornacette snc				
Falda - 4,60 m				Lavoro: Centro Recupero Rifiuti non Pericolosi				
Prof. Strato		qc	fs	γ_n	γ_{sat}	OCR	Dr	Descrizione
m	m	Kg/cm²	Kg/cm²	t/m³	t/m³	n	%	
0,00	0,80	13,75	0,87	1,91	1,99	>9		argilla
0,80	1,20	60,50	1,87	1,80	2,10	>9	75,20	limo sabbioso
1,20	2,20	118,80	2,05	1,80	2,10	>9	86,90	sabbia
2,20	3,00	247,50	3,67	1,90	2,20	>9	100,00	ghiaia e sabbia
3,00	3,40	94,00	0,70	1,90	2,20	>9	71,10	sabbia ghiaiosa
3,40	3,80	66,00	3,60	2,17	2,25	>9		argilla limosa
3,80	5,20	288,57	2,22	1,90	2,20	>9	98,40	ghiaia e sabbia
5,20	5,40	30,00	0,80	1,80	2,10	6,90	31,20	limo sabbioso
5,40	5,80	68,00	1,20	1,80	2,10	>9	53,90	sabbia
5,80	6,00	67,00	2,07	1,80	2,10	>9	52,70	limo sabbioso
6,00	6,40	44,00	2,30	2,10	2,18	>9		argilla limosa
6,40	7,20	169,50	2,34	1,90	2,20	>9	77,90	ghiaia e sabbia
7,20	7,40	172,00	16,13	2,33	2,41	>9		argilla limosa
7,40	7,80	20,00	1,20	1,96	2,04	5,95		argilla
7,80	9,80	14,00	0,62	1,89	1,97	2,84		argilla
9,80	10,20	12,50	0,80	1,87	1,95	3,43		torba
10,20	10,60	15,00	0,34	1,80	2,10	2,00	5,10	limo sabbioso

Tabella 4.1 – Stratigrafia di dettaglio interpretata dai dati provenienti dalla Prova CPT 1

PROVA ... Nr.2				Prova eseguita in data: 09/11/2019					
Committente: Servizi per L'Ambiente srl				Profondità prova: 10,60 mt					
Strumento utilizzato: DEEP DRILL				Località: Via Cà Fornacette snc					
Falda - 4,60 m				Lavoro: Centro Recupero Rifiuti non Pericolosi					
Prof. Strato		qc	fs	γ_n	γ_{sat}	OCR	Dr	Descrizione	
m	m	Kg/cm²	Kg/cm²	t/m³	t/m³	n	%		
0,00	0,40	6,00	0,50	1,77	1,85	>9		torba	
0,40	1,00	32,67	2,42	2,05	2,13	>9		argilla	
1,00	1,80	57,00	3,18	2,15	2,23	>9		argilla limosa	
1,80	3,00	35,17	2,69	2,07	2,15	>9		argilla	
3,00	3,60	78,33	1,00	1,90	2,20	>9	65,60	sabbia	
3,60	4,00	41,50	1,34	1,80	2,10	>9	45,30	limo sabbioso	
4,00	6,80	245,71	2,76	1,90	2,20	>9	91,20	ghiaia e sabbia	
6,80	7,00	212,00	5,60	1,80	2,10	>9	84,10	sabbia ghiaiosa	
7,00	7,40	301,00	2,40	1,90	2,20	>9	93,80	ghiaia e sabbia	
7,40	7,60	92,00	1,47	1,90	2,20	>9	59,50	sabbia ghiaiosa	
7,60	8,00	23,50	1,40	1,99	2,07	6,83		argilla	
8,00	8,60	17,00	0,87	1,93	2,01	4,12		argilla	
8,60	8,80	9,00	0,93	1,81	1,89	4,30		torba	
8,80	10,60	16,78	0,98	1,93	2,01	4,26		argilla	

Tabella 4.2 – Stratigrafia di dettaglio interpretata dai dati provenienti dalla Prova CPT 2

PROVA ... Nr.3				Prova eseguita in data: 09/11/2019				
Committente: Servizi per L'Ambiente srl				Profondità prova: 10,00 mt				
Strumento utilizzato: DEEP DRILL				Località: Via Cà Fornacette snc				
Falda - 4,60 m				Lavoro: Centro Recupero Rifiuti non Pericolosi				
Prof. Strato		qc	fs	γ_n	γ_{sat}	OCR	Dr	Descrizione
m	m	Kg/cm²	Kg/cm²	t/m³	t/m³	n	%	
0,00	0,80	7,75	0,64	1,81	1,89	>9		torba
0,80	1,00	24,00	1,20	2,00	2,08	>9		argilla
1,00	1,40	41,00	1,03	1,80	2,10	>9	61,40	limo sabbioso
1,40	1,60	50,00	1,87	2,13	2,21	>9		argilla limosa
1,60	2,20	41,00	1,09	1,80	2,10	>9	54,90	limo sabbioso
2,20	2,60	23,00	0,60	1,80	2,10	>9	34,90	limo sabbioso
2,60	3,20	31,67	1,24	2,05	2,13	>9		argilla limosa
3,20	3,60	23,50	2,20	2,00	2,08	>9		argilla
3,60	4,80	197,33	2,94	1,90	2,20	>9	88,40	ghiaia sabbiosa
4,80	5,00	44,00	5,33	2,10	2,18	>9		argilla
5,00	5,80	213,00	1,67	1,90	2,20	>9	87,00	ghiaia sabbiosa
5,80	6,00	152,00	3,47	1,80	2,10	>9	76,10	ghiaia sabbiosa
6,00	7,40	219,14	2,40	1,90	2,20	>9	85,20	ghiaia sabbiosa
7,40	7,60	160,00	2,00	1,90	2,20	>9	75,30	ghiaia sabbiosa
7,60	8,00	137,00	3,14	1,80	2,10	>9	70,50	limo sabbioso
8,00	8,40	20,00	1,14	1,96	2,04	5,36		argilla
8,40	8,60	13,00	0,40	1,88	1,96	1,81		argilla limosa
8,60	9,00	15,00	0,83	1,91	1,99	3,77		argilla
9,00	9,20	14,00	1,60	1,89	1,97	7,08		torba
9,20	10,00	13,25	0,50	1,88	1,96	2,14		argilla limosa

Tabella 4.3 – Stratigrafia di dettaglio interpretata dai dati provenienti dalla Prova CPT 3

PROVA ... Nr.4				Prova eseguita in data: 09/11/2019				
Committente: Servizi per L'Ambiente srl				Profondità prova: 10,00 mt				
Strumento utilizzato: DEEP DRILL				Località: Via Cà Fornacette snc				
Falda - 4,60 m				Lavoro: Centro Recupero Rifiuti non Pericolosi				
Prof. Strato		qc	fs	γ_n	γ_{sat}	OCR	Dr	Descrizione
m	m	Kg/cm²	Kg/cm²	t/m³	t/m³	n	%	
0,00	0,20	4,00	0,13	1,70	1,78	>9		argilla limosa
0,20	0,40	2,00	0,40	1,58	1,66	>9		torba
0,40	0,80	18,50	1,17	1,96	2,04	>9		argilla
0,80	1,20	40,50	2,60	2,09	2,17	>9		argilla
1,20	1,40	46,00	1,47	1,80	2,10	>9	64,30	limo sabbioso
1,40	1,80	108,00	1,47	1,90	2,20	>9	85,50	sabbia e ghiaia
1,80	2,00	66,00	1,67	1,80	2,10	>9	68,80	limo sabbioso
2,00	3,60	28,63	1,68	2,03	2,11	>9		argilla
3,60	4,00	43,50	1,07	1,80	2,10	>9	47,00	limo sabbioso
4,00	4,40	37,00	3,17	2,07	2,15	>9		argilla
4,40	5,40	269,60	1,79	1,90	2,20	>9	95,70	ghiaia sabbiosa
5,40	5,60	10,00	1,73	1,84	1,92	>9		torba
5,60	5,80	146,00	1,87	1,90	2,20	>9	75,90	sabbia e ghiaia
5,80	6,00	74,00	2,53	1,80	2,10	>9	55,90	limo sabbioso
6,00	7,00	250,80	3,71	1,90	2,20	>9	89,90	ghiaia sabbiosa
7,00	7,80	12,75	0,63	1,88	1,96	3,31		argilla
7,80	8,40	13,33	0,38	1,80	2,10	2,50	5,00	limo sabbioso
8,40	10,00	15,75	0,82	1,92	2,00	3,83		argilla
10,00	10,80	14,75	0,52	1,90	1,98	2,24		argilla limosa
10,80	11,40	17,67	1,00	1,94	2,02	4,17		argilla
11,40	11,60	19,00	0,40	1,80	2,10	2,30	11,40	sabbia
11,60	12,20	17,67	1,20	1,93	2,01	4,78		argilla
12,20	12,40	19,00	0,53	1,80	2,10	2,70	10,80	limo sabbioso
12,40	12,80	18,50	0,24	1,90	2,20	1,60	9,90	sabbia
12,80	13,00	22,00	0,60	1,80	2,10	3,00	14,60	limo sabbioso
13,00	14,80	21,00	1,48	1,96	2,04	5,29		argilla
14,80	15,20	17,00	1,17	1,92	2,00	3,97		argilla
15,20	15,40	34,00	0,33	1,90	2,20	2,30	25,40	sabbia
15,40	15,80	39,00	1,70	2,08	2,16	5,57		argilla limosa
15,80	16,20	71,00	1,80	1,80	2,10	7,70	46,00	limo sabbioso
16,20	18,00	21,89	1,18	1,97	2,05	3,61		argilla
18,00	18,20	19,00	0,20	1,90	2,20	1,10	6,90	sabbia
18,20	18,40	37,00	1,40	2,07	2,15	4,06		argilla limosa
18,40	19,40	19,80	1,51	1,95	2,03	4,27		argilla
19,40	19,60	18,00	0,20	1,90	2,20	1,00	5,00	sabbia
19,60	20,00	20,50	0,27	1,90	2,20	1,30	8,10	sabbia

Tabella 4.4 – Stratigrafia di dettaglio interpretata dai dati provenienti dalla Prova CPT 4

5.0 Geomorfologia e idrologia

La zona oggetto d'intervento si trova a circa 44 m sul livello del mare. I caratteri morfologici dell'area, uniti a ragionamenti riguardo alla posizione di quota relativa del letto dei principali corsi d'acqua rispetto alla circostante pianura, consentono di inquadrare l'area entro l'unità di paesaggio di media - alta pianura.

In particolare la ricostruzione delle linee di uguale quota (isoipse), effettuata con l'ausilio dei punti quotati presenti sulla carta CTR Elemento 221101 Madonna di Castenaso e 221102 Mirandola (Fig 5.1) permette di individuare nella porzione occidentale dell'immagine una forma morfologica di alto con direzione di approfondimento verso NNE nella parte settentrionale; la parte meridionale è interessata da una inversione di pendenza con un abbassamento che interessa le quote 44 e 43.

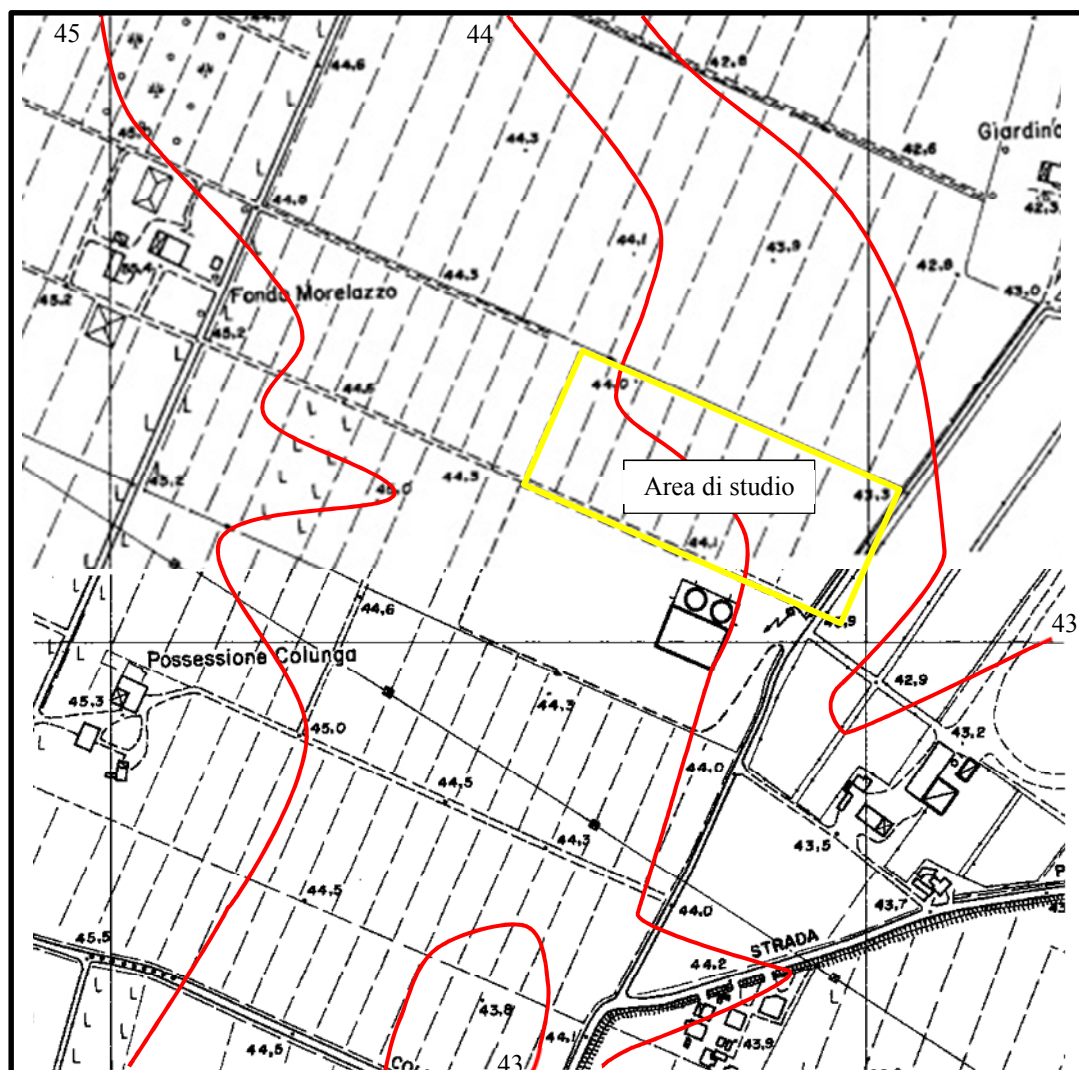


Fig. n. 5.1 - Ricostruzione delle isoipse sull' estratto dall'Elemento C.T.R. n. 221101 Madonna di Castenaso e 221102-Mirandola in scala 1:5.000

La permeabilità dei terreni superficiali fino a circa – 3,0 m di profondità è generalmente da bassa (il primo metro a medio alta (sull'ordine 10^{-3} cm/s) presupponendo con questo una vulnerabilità della falda elevata.

La quota della superficie di falda è stata individuata durante l'esecuzione delle prove a -4,6 m dal p.c. attuale (44 m s.l.m.), in buon accordo con quella che si evince dalla Carta Idrogeologica (Tavola Oz.B.1.2a) allegata al PSC Valle Idice di cui si riporta un estratto in fig. 5.2 e rilevata entro i piezometri eseguiti per il monitoraggio futuro della area di deposito e recupero dei rifiuti non pericolosi (inerti).



Fig. n. 5.2 - Estratto dalla Carta Idrogeologica (Tav. Oz.B.1.2a) in scala 1:10.000 ingrandita alla scala 1:5.000 (a cura di G. Viel 2006)

Dall'elaborato presentato si rileva che il sito in cui si trova l'area di interesse vede la direzione di falda avere direzione SSO – NNE; tuttavia misure effettuate nel sito in esame indicano che la falda si muove in direzione circa da O verso E con un gradiente di 1,7‰ (vedi Fig. 5.3) in conformità con la diminuzione di quota del piano di campagna. La soggiacenza della falda dal p.c. varia da 4,05 m a 4,70 m dal p.c. attuale.

L'idrologia superficiale è data, allo stato attuale da fossi di scolo dei terreni agricoli di cui il principale, il canale Fossano, scorre in prossimità della zona di interesse. Il corso d'acqua naturale più prossimo alla zona di interesse è il Rio Centonara, situato a circa 700 m a Est. Dall'esame degli elaborati grafici allegati al PSAI del Fiume Reno edito dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno (2003) si evince che l'area non rientra tra quelle a rischio di esondazione (vedi fig. 5.3)

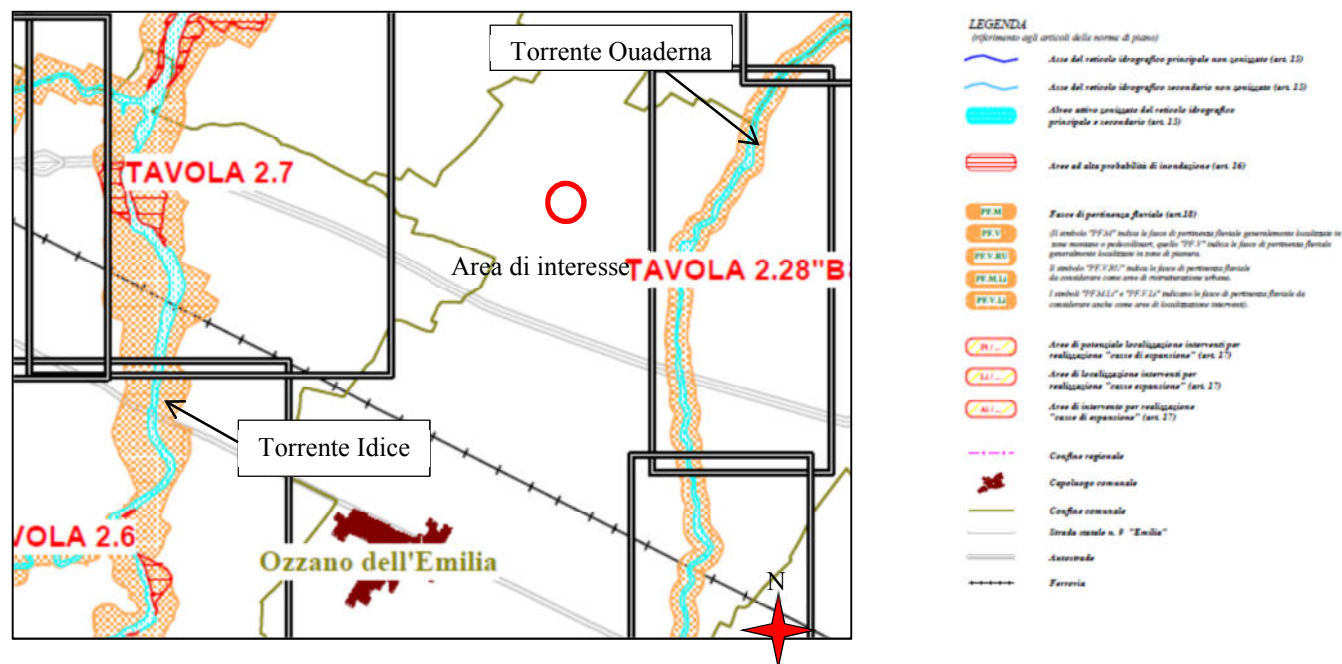


Fig. n. 5.3- Posizione dell'area rispetto alle zone di rischio idraulico del reticolo naturale principale estratto dal Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino (2003) – Rischio Idraulico – Bacino del Torrente Idice - Tav. 2.0 Quadro di unione tavole. Non in Scala

L'esame della Carta di rischio Tav 221 SO allegata al Piano di Gestione di rischio di alluvioni indica che l'area è inserita in un rischio di alluvione proveniente dal reticolo secondario di categoria R2 come si evince in fig. 5.4



Tipologia Matrice	Ambito
Matrice A	Corsi d'acqua naturali principali ITN008 (distretto padano)
Matrice B	Corsi d'acqua naturali principali e secondari UoM ITI021, ITR081, ITI01319 (distretto appennino settentrionale) e reticolo secondario collinare-montano ITN008 (distretto padano)
Matrice B	Aree costiere marine
Matrice C	Reticolo Secondario artificiale di Pianura

CLASSI DI RISCHIO CLASSI DI DANNO	CLASSI DI PERICOLOSITA'	
	P3	P2
D4	R3	R2
D3	R3	R1
D2	R2	R1
D1	R1	R1

Figura 4 – Matrice del rischio di tipo C

Fig. n. 5.4- Estratto dalla tavola 221 NO allegata al Piano di Gestione del Rischio di Alluvione. Scala 1:25.000

Dalle osservazioni precedenti nonché dalla pendenza del terreno, di circa 1 grado, si può classificare il sito tra quelli che il NTUC 2018 fa rientrare nella categoria T1 nei confronti dei fattori di amplificazione delle onde sismiche causate dall’assetto morfologico.



Fig. n. 5.5 - Ricostruzione delle isofreatiche nell'area più esposta alle lavorazioni scala 1:1000.

6.0 Inquadramento Strutturale e Sismico

La convergenza tra la placca Europea e quella Africana produce nell'Appennino Settentrionale un pattern deformativo ed un'attività sismica molto complessi.

Il campo di stress attivo rivela la presenza di un settore tirrenico della catena in cui predomina un campo estensionale, mentre nel settore Adriatico prevale un campo compressivo.

In quest'ultimo settore, in cui si colloca l'Emilia – Romagna, evidenze geologiche, sezioni sismiche e studi morfotettonici, indicano infatti che la tettonica sia generalmente caratterizzata dalla presenza di strutture compressive attive, come sovrascorrimenti e piegamenti.

L'analisi sismotettonica dell'Emilia – Romagna ha messo in evidenza come parte delle strutture individuate da profili sismici che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale sia di tipo compressivo che di tipo distensivo entro la struttura apicale delle anticlinali sepolte. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e di Ferrara

A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegriani & Mezzani, 1978).

Dall'analisi della Carta Strutturale edita dalla Regione Emilia Romagna e della Carta Sismotettonica edita sempre ad opera dello stesso Ente, di cui si riporta un estratto in fig. 6.1, si può verificare che l'area in oggetto si trova entro un contesto tettonico costituito principalmente da sovrascorrimenti con vergenza verso Nord ed andamento generale SE - NO (direzioni appenniniche). Tuttavia è possibile osservare una struttura di scorrimento ad arco, Sud-vergente, che si ritrova analogamente in diverse posizioni del piede del sovrascorrimento appenninico.

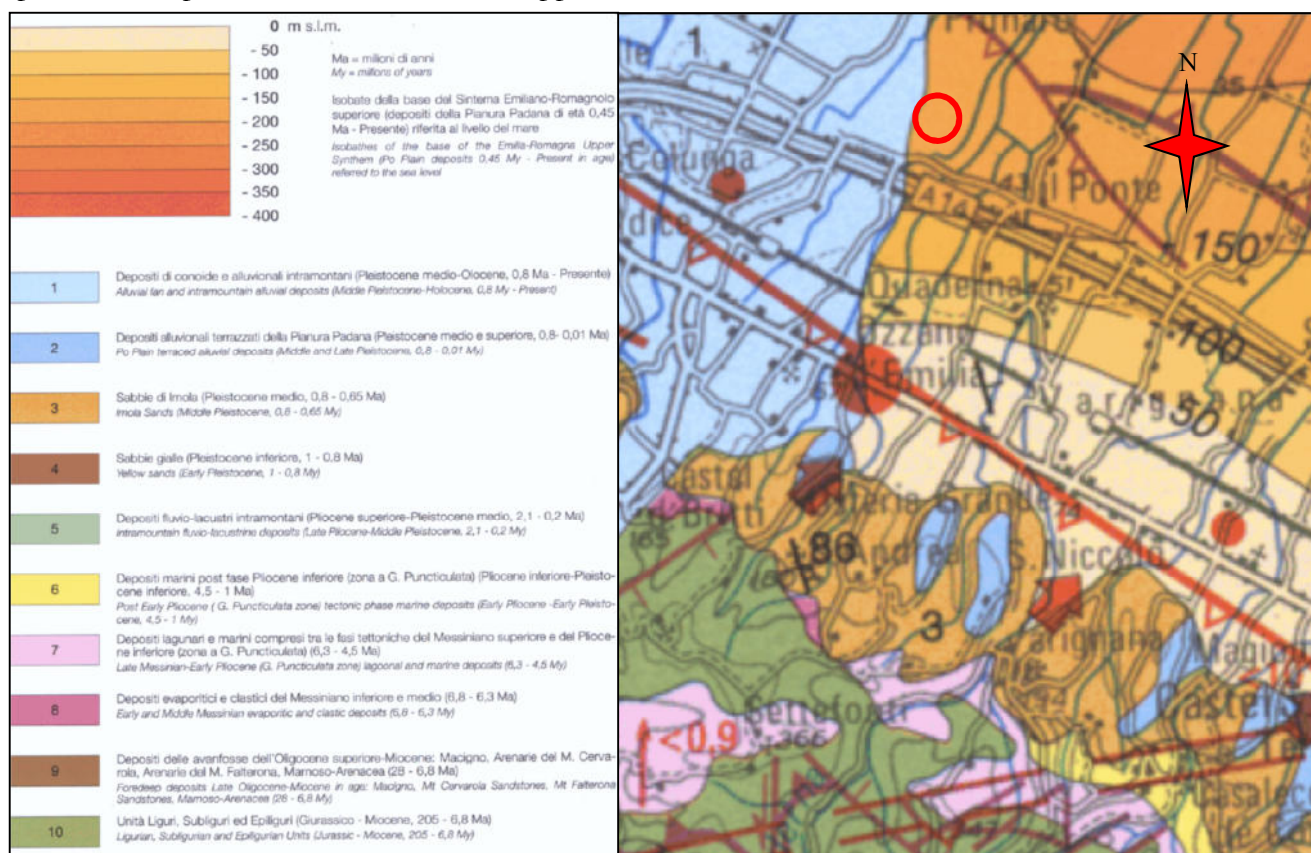


Fig. n. 6.1 – Estratto dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna in scala 1:250.000 ingrandita alla scala 1:100.000 (a cura di Boccaletti e Martelli 2008).

Da un esame della Carta interattiva D.I.S.S.: 3.2.1 risulta che la struttura sismogenetica più prossima al sito in esame è data dalla linea catalogata come ITCS 047 Castelvetro di Modena – Castel San Pietro Terme che il piede del fronte di sovrascorrimento appenninico. La struttura sismogenetica si trova a circa 1,7 km dal sito in esame; in fig. 6.2 si riporta un estratto della Carta interattiva D.I.S.S.: 3.2.1 con i rapporti tra l'area in esame e la struttura ricordata.

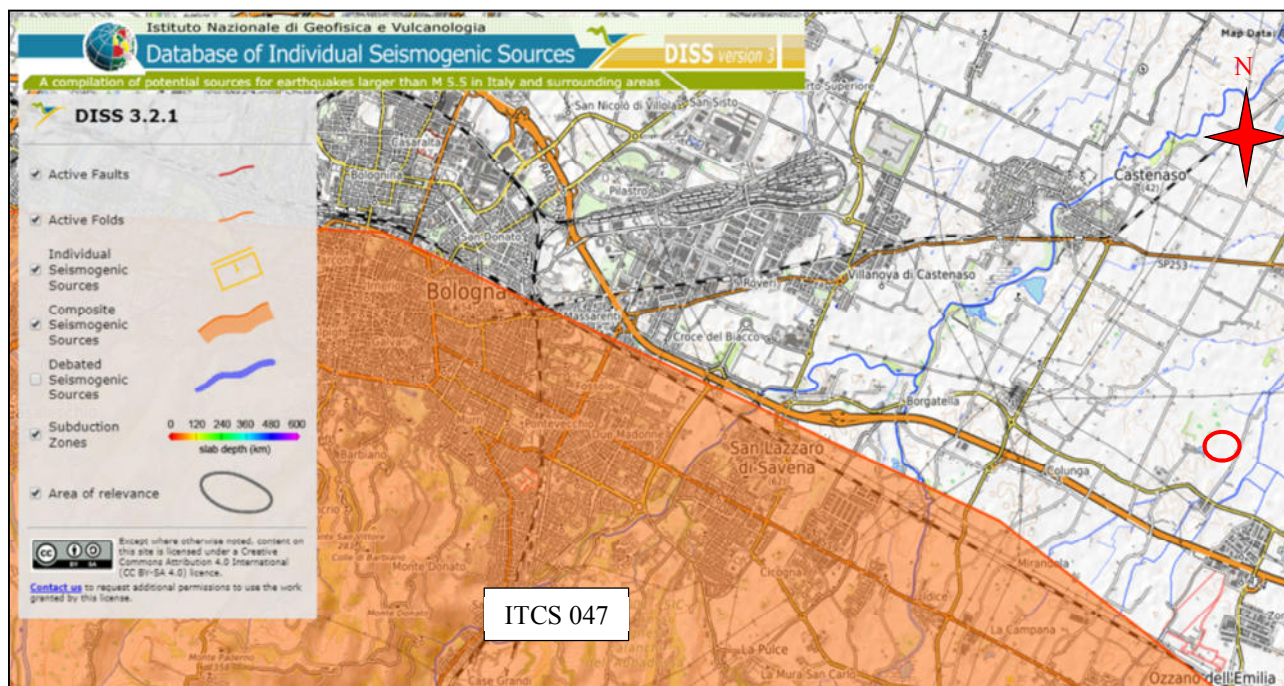


Fig. n. 6.2– Estratto dalla Carta Interattiva D.I.S.S.: 3.2.1 edita da INGV scala 1:100.000 fonte sito internet INGV

Le caratteristiche principali di questa struttura sono ricordate nella tabella 6.1

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	2	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	85...135	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.24...0.63	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	6	EJ	Inferred from geological data and analysis of regional seismicity.

Tabella 6.1 – Parametri riferiti alla struttura ITCS 047 – Castelvetro di Modena- Castel San Pietro.

Questa sorgente sismogenetica composta attraversa la regione tagliando l'alta valle del Reno, attorno alla città di Bologna e appartiene al Fronte di Sovrascorrimento Appenninico. Si tratta di un fronte di sovrascorrimento NE vergente, costituito in parte da piccoli archi ai piedi della fascia pedecollinare Emiliano-Romagnola dell'Appennino Settentrionale.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano un elevato numero di terremoti di intensità da media a dannosa che hanno interessato l'area; quelli di riferimento sono (da Est a Ovest):

3 Gennaio 1505 (Mw 5.5, Bologna); 20 Aprile 1929 (Mw 5.5, Bolognese); 20 Luglio 1399 (Mw 5.4, Modenese); appena a Sud dell'area, si verifica un evento sismico il 6 Febbraio 1455 (Mw 5.4, Bolognese).

Due segmenti di questa sorgente sismo genetica sono stati associati con i terremoti del 1505 e del 1929.

La regione Emilia – Romagna è interessata da una sismicità media relativamente a quella nazionale, con terremoti storici di magnitudo massima compresa tra e 6 della scala Richter, e intensità del IX- X grado

della scala MCS; il Comune di Ozzano è classificato entro la categoria II (media sismicità, $a_{max} = 0,25 a_g/g$) entro la Classificazione dei Comuni Sismici d'Italia allegata all'OPCM 03/2003.

Secondo quanto prescritto dal NTUC 2018 per l'area analizzata deve essere stabilita a partire dalla 'pericolosità sismica di base' del sito (determinata da INGV con una rete di punti avente lato 7,5 km)

Per la definizione dell'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, mediante specifiche analisi che nella fattispecie consistono in un rilievo geofisico a stazione singola elaborato con tecnica HVSr (Nakamura) – appendice 3 - e in un rilievo con stendimento sismico tipo MASW e ReMI appendice 4

Dalle elaborazioni effettuate si è riscontrato che i terreni hanno dato valori di $V_{s_{eq}}$ caratterizzati da un valore V_s pari a 216 m/s per il rilievo MASW – ReMI (da 0 a - 30 m) e di 287 m/s (- 1,50 m a - 31,50 m) per il rilievo con stazione singola; entrambi i valori elaborati fanno ricadere il terreno entro la categoria di tipo C ***“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati e di terreni a grana fine mediamente consistenti”***

I fattori di amplificazione da utilizzare per la costruzione degli spettri di risposta sismica del terreno in accelerazione (componente orizzontale e componente verticale), desunti DGR Regione Emilia Romagna n°630/19 (vedi par. 1.0) saranno quelli previsti per il tipo morfologico MARGINE B e si riportano di seguito:

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Tabella 6.2 – Valori di amplificazione della PGA, relativi all'ambito Margine 2.

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Tabella 6.3 – Valori di amplificazione **SA1** ($0.1 s < T_0 < 0.5 s$); **SA2** ($0.4 s < T_0 < 0.8 s$); **SA3** ($0.7 s < T_0 < 1.1 s$); **SA4** ($0.5 s < T_0 < 1.5 s$);

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Tabella 6.4 – Valori di amplificazione **SI1** ($0.1 s < T_0 < 0.5 s$); **SI2** ($0.5 s < T_0 < 1.0 s$); **SI3** ($1.0 s < T_0 < 1.5 s$);

Inserendo i dati di progetto i parametri che tengano conto del tipo di costruzione (costruzione di tipo 1 vedi tabella 2.4.1 del NTUC), della classe d'uso dell'opera (considerata di classe II – vedi tabella 2.4.II del NTUC) e dell'amplificazione derivata dalla topografica (categoria T1 – vedi tabella 3.2.IV del NTUC) si ottengono gli spettri di risposta sismica associati ai diversi stati limite; di cui si riporta in

appendice 5 i grafici della componente orizzontale, della componente verticale e le relative tabelle di calcolo.

Applicando tali fattori alle formule per la costruzione dei grafici sismici (componente orizzontale e componente verticale del moto) si ottengono, per il sito in esame i seguenti parametri:

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	16954	44,467480	11,459280
2	16955	44,468660	11,529260
3	16733	44,518650	11,527620
4	16732	44,517480	11,457560

Tabella 6.5 – siti di riferimento

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,057	2,463	0,259
SLD	50	0,071	2,444	0,271
SLV	475	0,180	2,370	0,308
SLC	975	0,229	2,405	0,316

Tabella 6.6 – parametri sismici

Fondazioni e stabilità dei pendii

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,017	0,021	0,062	0,088
kv	0,008	0,011	0,031	0,044
amax [m/s ²]	0,832	1,051	2,545	3,074
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Rilevati e Fronti di scavo

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,050	0,099	--
kv	--	0,025	0,049	--
amax [m/s ²]	0,832	1,051	2,545	3,074
Beta	--	0,470	0,380	--

Tabella 6.7 – coefficienti sismici

In appendice 5 si riportano i grafici degli spettri di risposta sismica relativi ai diversi Stati Limite di progetto e la tabella con i parametri di calcolo.

7.0 Calcolo della risposta sismica locale di III^o livello

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z, t) = U(z) e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa delle variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = E e^{i(\omega t + k^* z)} + F e^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

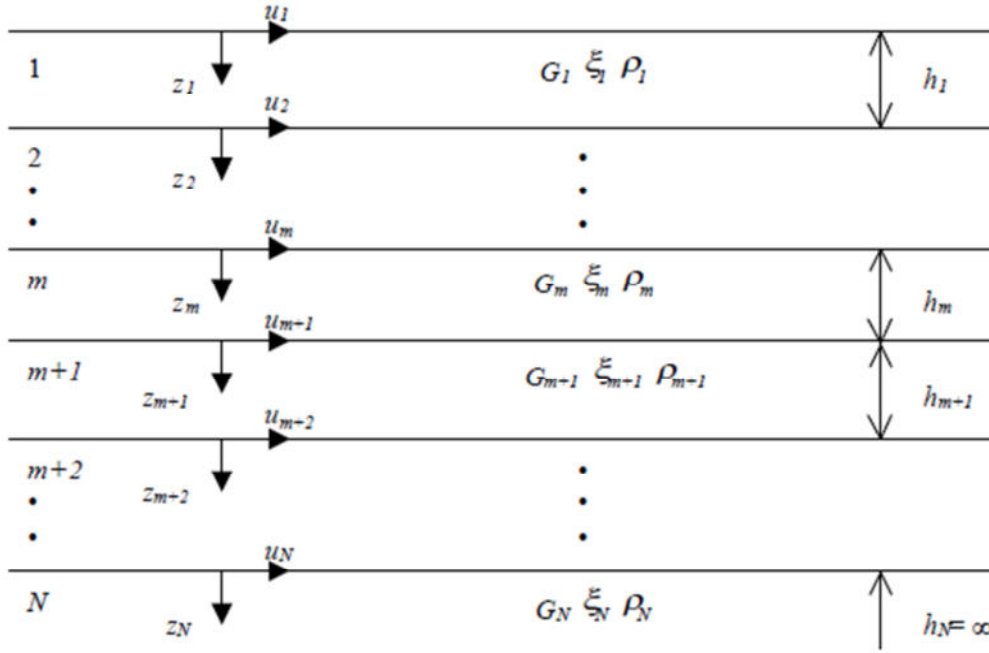


Figura 7.1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[E e^{i(\omega t + k^* z)} + F e^{i(\omega t - k^* z)} \right] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = \left(E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \right) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 7.2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

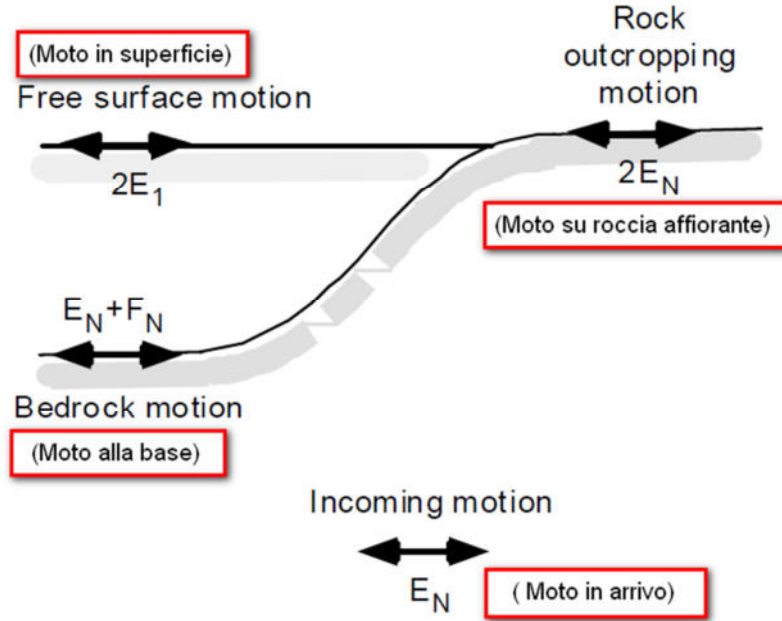


Figura 7.2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

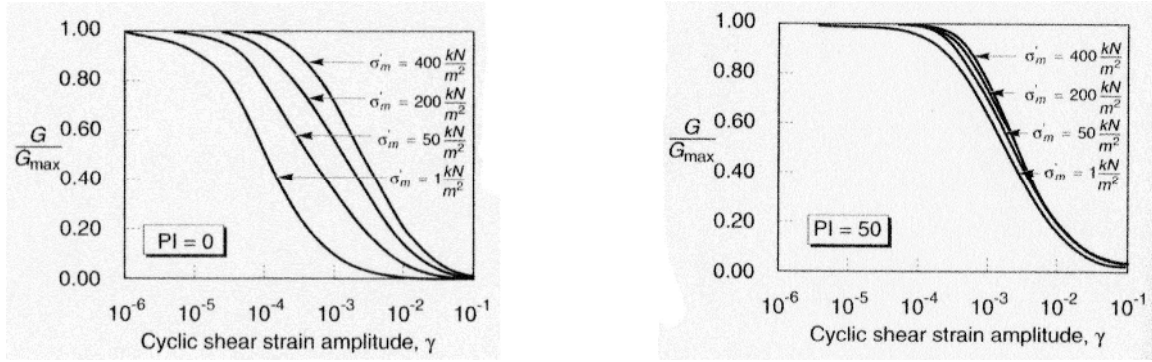


Figura 7.3: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.5})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

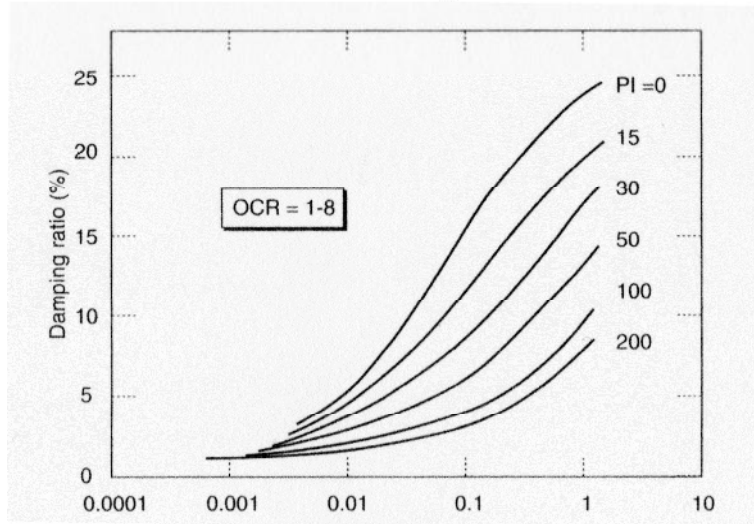


Figura 7.4: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso

I dati di ingresso e i risultati del calcolo sono riportati in appendice 6

8.0 Verifica del potenziale di liquefazione

Poiché dall'analisi della stratigrafia emerge che nel sito sono presenti livelli di sabbie sotto falda, in ottemperanza a quanto richiesto Dal DLgs 630/19 della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna si rende necessario effettuare le verifiche relativamente alla probabilità che avvenga il fenomeno della liquefazione delle sabbie i corrispondenza di un evento sismico.

I calcoli dell'Indice di attitudine alla liquefazione dei terreni granulari sotto falda sono stati eseguiti su tutte le verticali di prova.

Come richiesto dalla Normativa citata si è utilizzato il Metodo di Robertson e Wride corretta da Boulanger e Idriss (2014) di cui si riportano le modalità di calcolo riprese dal programma Liquiter (edito da Geostru srl).

Metodo di Idriss & Boulanger(2014)

Nel metodo proposto da Idriss e Boulanger l'indice di comportamento IC per il tipo di suolo è ricavato con le formule riportate di seguito:

$$I_c = \left[\left(\log_{10} Q - 3,47 \right)^2 + \left(\log_{10} R_f + 1,22 \right)^2 \right]^{0,5} \quad (8.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (8.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (8.0c)$$

dove

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo, variabile tra 0,5 e 1.

Calcolato I_c , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = C_Q \cdot \left(\frac{q_c}{Pa} \right) \quad (8.1)$$

$$C_Q = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \leq 1,7 \quad (8.2)$$

dove n si determina per via iterativa dalla seguente relazione:

$$n = 1,338 - 0,249 \cdot q_{c1N}^{0,264} \quad (8.3)$$

La correzione della resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene valutata mediante la seguente procedura:

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (8.4a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \left(11,9 + \frac{q_{c1N}}{14,6} \right) \cdot \exp \left[1,63 - \frac{9,7}{FC + 2} - \left(\frac{15,7}{FC + 2} \right)^2 \right] \quad (8.4b)$$

Dove la frazione di fine $FC(\%)$ viene calcolata mediante l'espressione seguente:

$$FC(\%) = 2,8 \cdot (I_c)^{2,60} \quad (8.5)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (CRR7,5) si calcola da:

$$CRR = \exp \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{113} + \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right)^2 - \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{140} \right)^3 + \left(\frac{(q_{c1N})_{cs}}{137} \right)^4 - 2.80 \right] \quad (8.6)$$

Per $z > z_w$, con z_w profondità della falda, e per $(q_{c1N})_{cs} \leq 160$ il terreno è non liquefacibile (NL).

Il rapporto di sforzo ciclico CSR (Cyclic Stress Ratio) si determina da:

$$CSR = 0,65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_d \quad (8.7)$$

Dove per il coefficiente di riduzione delle tensioni r_d si utilizza la formula, con M si indica la magnitudo:

$$r_d = \exp[\alpha(z) + \beta(z) \cdot M] \quad (8.8a)$$

$$\alpha = -1,1012 - 1,126 \cdot \sin \left[\frac{z}{11,73} + 5,133 \right] \quad (8.8b)$$

$$\beta = 0,106 + 0,118 \cdot \sin \left[\frac{z}{11,28} + 5,142 \right] \quad (8.8c)$$

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

$$FS = \frac{CRR_{7,5}}{CSR} \cdot MSF \cdot K_\sigma \quad (8.9)$$

Per determinare il fattore di scala della magnitudo MSF , la formula di Idriss&Boulanger utilizza l'espressione:

$$MSF = 1 + (MSF_{max} - 1) \cdot 8.64 \cdot \exp \left(-\frac{M}{4} \right) - 1.325 \leq 1,8 \quad (8.10)$$

$$MSF_{max} = 1.09 + \left(\frac{q_{c1Ncs}}{180} \right)^3 \leq 2.2$$

Il fattore di correzione della pressione di confinamento K_σ è dato da:

$$K_\sigma = 1 - C_\sigma \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_{v0}}{p_a} \right) \leq 1 \quad (8.11a)$$

$$C_\sigma = \frac{1}{37,3 - 8,27 \cdot (q_{c1N})^{0,264}} \leq 0,3 \quad (8.11b)$$

Il risultato dei calcoli effettuati sulle prove ha messo in luce indici di suscettività alla liquefazione dei terreni granulari sotto falda (I_L) pari a 2,25 per la CPT1; 0,00 per la CPT 2; 0,00 per la CPT 3; 0,59 per la CPT 4. Tali valori corrispondono ad una suscettività da molto bassa a bassa. In appendice 7 si riportano i grafici delle successioni e i calcoli relativi ad ogni prova.

9.0 Calcolo dei cedimenti post sisma

I risultati della suscettività alla liquefazione indicano per l'area un indice di liquefacibilità da molto basso a basso. Secondo quanto riportato nel DGR 630/2019 non sarebbe necessario il calcolo dei cedimenti post sisma in campo libero, tuttavia, vista la particolare tipologia di progetto, si ritiene comunque necessario il calcolo dei cedimenti. Il metodo utilizzato si rifà alla teoria di Idriss e Boulanger 2014 che utilizza, oltre ai parametri geotecnici quali: peso specifico; OCR, Modulo di compressibilità, Modulo di taglio dinamico, coesione non drenata; Indice di plasticità e Indice dei vuoti anche il numero dei colpi N_{SPT} e la percentuale di fino dei diversi strati. I valori degli spostamenti post sisma sono: CPT1 = 2,46 cm; CPT2 = 1,85 cm; CPT3 = 1,64 cm e CPT4 = 1,10 cm.

In appendice 8 si riportano i dati di ingrosso e i relativi risultati di calcolo.

10.0 Analisi ambientale preliminare della Matrice Terreno e della Matrice Acqua

10.1 Storia del sito

Il sito in esame è stato, almeno dal 1762 (carta del Chiesa), a vocazione agricola e tale rimane allo strato attuale. Negli anni 80 – 90 immediatamente a ridosso del confine SO fu costruita la centrale di raccolta di risulte organiche destinate alla produzione di concimi naturali (compost) attualmente denominata Geovis.

10.2 Analisi chimiche

Dalla storia dell'area si può ipotizzare che i terreni non abbiano carichi nocivi, tuttavia la presenza della Geovis ha imposto una verifica iniziale delle concentrazioni dei principali elementi.

A questo scopo nei fori eseguiti per l'alloggiamento dei piezometri si sono estratti campioni di terreno a profondità di circa 2,0 m e successivamente sono stati compiuti prelievi di acque.

Sia nei terreni che nelle acque sono stati ricercati i seguenti elementi:

Idrocarburi leggeri C<12; Idrocarburi pesanti C>12; Arsenico; Cadmio; Cromo; CromoVI; Cobalto; Ferro 2+; Mercurio; Michel; Piombo; Rame.

I risultati delle analisi sono rappresentati in tabella 10.1 e in Appendice 9; una osservazione ai risultati mette in evidenza che i campioni di terreno ed acqua presentano un livello di inquinamento in tutti i casi al di sotto della Concentrazione di Soglia minimo richiesto dalle tabelle dell'allegato V del Dlgs 156/96

Tabella Riassuntiva Analisi chimiche dei campioni di terreno e acqua												
Terre												
	Idr. C<12	Idr. C>12	As	Cd	Cr	Cr VI	Cb	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu
C1 PZ1	<1,0	23	<0,5	<0,5	<0,5	<0,4	<0,5	<2,5	<0,05	<0,5	<0,5	<0,5
C1 PZ2	<1,0	28	4,4	<0,5	37,7	<0,4	9,7	<2,5	<0,05	39,1	9,4	24,9
C1 PZ3	<1,0	34	4,1	<0,5	42,9	<0,4	7,9	<2,5	<0,05	41,9	10,8	32,3
Limiti CS	<250	<750	<50	<15	<800	<15	<25		<5	<500	<1000	<600
Acqua												
	Idr. n esano		As	Cd	Cr	Cr VI	Cb	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu
C1 PZ1	<0,1		0,4	<0,01	0,2	<0,4	1,43	13,2	<0,1	3,3		<0,1
C1 PZ2	<0,1		1,8	<0,01	<0,1	<0,4	1,03	20,2	<0,1	<0,1		<0,1
C1 PZ3	<0,1		0,3	<0,01	0,4	<0,4	0,16	7,3	<0,1	<0,1		<0,1
Limiti CS	<350		<10	<5	<50	<15	<50	<200	<1	<20		<1000
Concentrazioni di soglia riferite alla tabella B (aree industriali) dell'allegato V Dlgs 156/96												

Tabella 10.1 – Quadro riassuntivo delle analisi

Le unità di misura per i valori presentati sono in mg/kg per le terre ed in µg/l per le acque.

11.0 Conclusioni

Dai dati elaborati dalle prove eseguite nell'area, dalla bibliografia consultata e dai precedenti lavori eseguiti dallo Scrivente nella zona si possono trarre le seguenti conclusioni:

I terreni presenti sono di genesi sedimentaria derivati dalla dinamica deposizionale del torrente Idice che e del Rio Centonara le cui conoidi interferiscono nell'area in esame con il confine tra le due in cui si è impostato il canale Fossano.

I terreni rinvenuti nello spessore indagato dalle prove appartengono al Subsistema di Ravenna - AES8 che è il Membro più recente tra quelli che formano il Supersistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES). La stratigrafia del sito si può riassumere in 3 intervalli: il primo costituito da terreni argillosi e argilloso limosi fino a sabbiosi che occupano i primi 3 m; il secondo costituito da terreni grossolani quali ghiaia sabbiosa e sabbia ghiaiosa che si spinge fino a circa – 8,0 m da p.c.. Il terzo intervallo si spinge fin oltre i 20 m di profondità ed è costituito essenzialmente da terreni fini e finissimi quali argille e argille limose che verso il termine dello spessore indagato si intercalano con sottili strati limoso sabbiosi e sabbiosi. Da notare che a circa 9,50 m di profondità si rileva una sequenza di lenti fini in cui pare elevata al percentuale di componente organica; potrebbe trattarsi del limite tra il Subsinteme di Ravenna (AES8) con il Subsintema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b)

Entro i piezometri perforati per i monitoraggi ambientali preliminari (e successivi) la falda freatica è stata misurata a quote comprese tra i 3,70 ed i 4,30 m dal p.c. attuale; una livellazione di precisione ha permesso di verificare che la direzione del flusso, contrariamente a quanto riportato entro gli elaborati allegati al PSC, si sviluppa in direzione da O verso E con un gradiente di 1,7‰.

La permeabilità dei terreni superficiali (entro il primo metro) è assai bassa, esprimibile in un ordine di grandezza di 1×10^{-11} cm/s, al di sotto abbiamo terreni molto permeabili con permeabilità di 1×10^{-3} cm/s che aumenta entro i terreni ghiaiosi al cui interno si rileva al falda freatica. Questa situazione rende l'area ad elevata vulnerabilità e ad elevato rischio di infiltrazione. Si prescrive che per qualsiasi scavo di profondità superiore a 1,0 m si debbano mette in atto interventi che precludano l'infiltrazione di acque superficiali. Lo stesso discorso vale per tutte le canalizzazioni presenti nell'impianto di stoccaggio e recupero. I piezometri perforati attualmente sono stati utilizzati per definire in maniera preliminare le matrici ambientali del suolo e dell'acqua, in sede esecutiva si andrà a verificare se siano essi sufficienti al monitoraggio o se sia necessaria la loro integrazione con altri

La geomorfologia del sito si può inserire nella categoria T1 essendo l'area in ambito di alta pianura.

Sulla base di quanto prescritto dal TU è stata determinata la velocità media delle onde sismiche di taglio sia con sismica di tipo array passivo ed attivo (ReMI e MASW) che di tipo passivo a stazioen singola. I risultati ottenuti sono stati di 216m/s per la sismica con array (da 0,0 m a – 30,0 m) e 287 con sismica a stazione singola (da -1,50 m a – 31,50 m); questo permette di assegnare i terreni del sito entro la categoria C *“depositi a grana grossa mediamente addensati e terreni a grana fine mediamente consistenti”* tra quelle indicate entro il TUC 2018.

La frequenza tipica del terreno vede il picco principale a 14,485 hz ed un picco secondario a 0,600 hz. Si avrà doppia risonanza per edifici aventi altezza di 4,95 m e per edifici aventi altezza di 119,58 m.

I fattori di amplificazione che permettono di calcolare la velocità al suolo delle onde sismiche devono fare riferimento al tipo Margine B riportato entro il DGR dell'Emilia Romagna 2193/15.

L'analisi di sito al III^ livello indica che i parametri di sito da considerare sono:

SLV orizzontale: Tr 475 anni; ag 0,163g; F_0 2,402; T^*C 0,304; TB 0,146 s; TC 0,476 s; S(0) 0,239 g
S(TB) 0,574 g

SLV verticale: Tr 50 anni; ag 0,063; F_0 2,503; T^*C 0,257 s; TB 0,050 s; TC 0,150 s; S(0) 0.021 g;
S(TB) 0,053 g; F_v 1,499

Dai calcoli eseguiti per la verifica del potenziale di liquefazione dei terreni è stato ricavato l'indice I_L che è risultato pari a 2,25 per la CPT 1; 0,00 per la CPT 2; 0,00 per la CPT 3 e 0,59 per la CPT 4. In base a questi risultati l'area risulta a suscettività da molto bassa a bassa.

I cedimenti post sisma calcolati con la teoria proposta da Idriss e Boulanger per prove SPT indica in 2,64 cm, 1,85 cm, 1,64 cm e 1,10 cm rispettivamente per le prove da 1 a 4 gli spostamenti del terreno post sisma

Le analisi di laboratorio preliminari effettuate su campioni di terreno prelevati a - 1,5 m dal p.c. attuale e su campioni di acqua prelevati entro i piezometri indicano che tutti i valori misurati si posizionano al di sotto delle Concentrazioni di Soglia minime richieste per soddisfare la Tabella B dell'allegato V contenuto nel Dlgs 156/96

Da quanto evidenziato nei punti precedenti si ritiene che l'intervento sia fattibile.

Il numero dei piezometri deve ritenersi preliminare; il numero e la posizione dei piezometri definitivi per la totalità dell'area in esame saranno definiti in sede di Conferenza dei servizi.

Nella presente relazione è presente solamente la modellazione litologica e non quella geotecnica in quanto quest'ultima è competenza del Professionista incaricato della Relazione Geotecnica.

Castenaso li 12/12/2019



Chili Giuliano
(OGER n°565)

Appendici

Appendice 1

Prove Penetrometriche Statiche (CPT)

Lecture, Diagrammi

Valutazioni litologiche

PROVA PENETROMETRICA STATICA

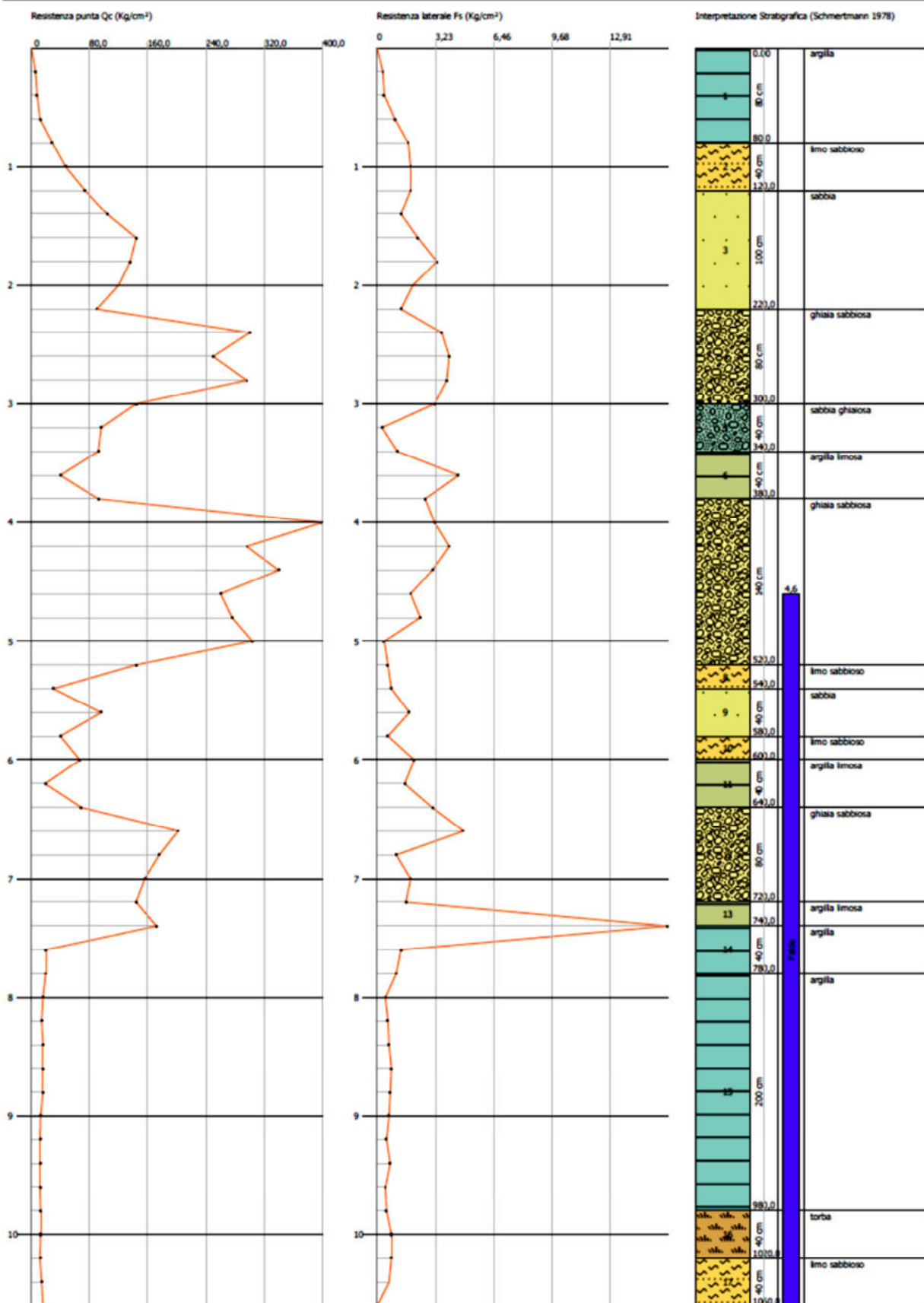
Committente: Servizi per L'Ambiente srl
Cantiere: Centro di recupero
Località: Via Cà Fornacette snc

Caratteristiche Strumentali DEEP DRILL

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	20

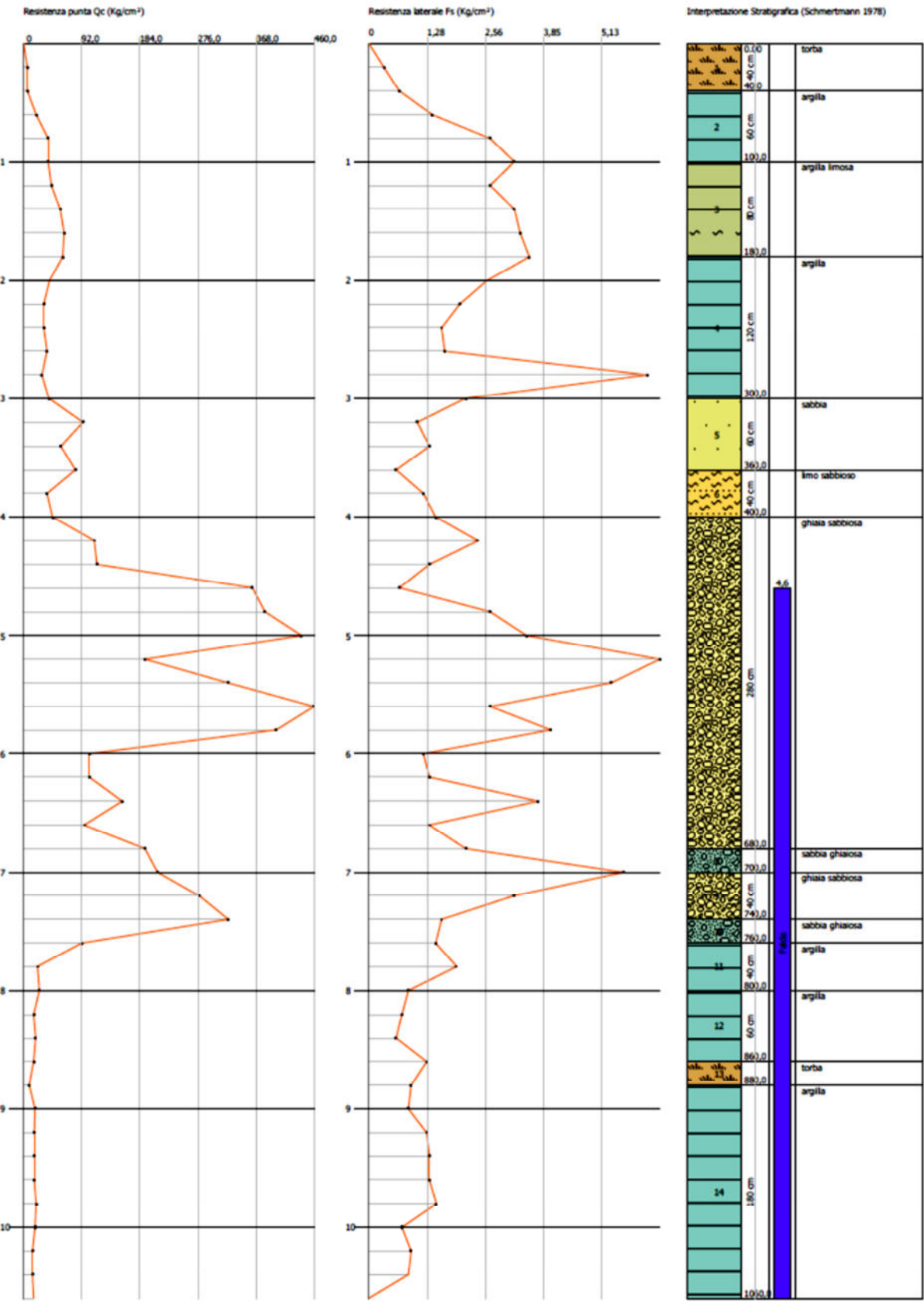
Prova n°1

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	3,00	0,0	6,00	0,33	18,18	5,5
0,40	4,00	6,5	8,00	0,40	20,00	5,0
0,60	6,00	9,0	12,00	1,00	12,00	8,3
0,80	14,50	22,0	29,00	1,73	16,76	6,0
1,00	23,50	36,5	47,00	1,87	25,13	4,0
1,20	37,00	51,0	74,00	1,87	39,57	2,5
1,40	52,00	66,0	104,00	1,33	78,20	1,3
1,60	72,00	82,0	144,00	2,27	63,44	1,6
1,80	68,00	85,0	136,00	3,33	40,84	2,4
2,00	60,00	85,0	120,00	2,00	60,00	1,7
2,20	45,00	60,0	90,00	1,33	67,67	1,5
2,40	150,00	160,0	300,00	3,60	83,33	1,2
2,60	125,00	152,0	250,00	4,00	62,50	1,6
2,80	148,00	178,0	296,00	3,87	76,49	1,3
3,00	72,00	101,0	144,00	3,20	45,00	2,2
3,20	48,00	72,0	96,00	0,27	355,56	0,3
3,40	46,00	48,0	92,00	1,13	81,42	1,2
3,60	20,00	28,5	40,00	4,53	8,83	11,3
3,80	46,00	80,0	92,00	2,67	34,46	2,9
4,00	200,00	220,0	400,00	3,20	125,00	0,8
4,20	148,00	172,0	296,00	4,00	74,00	1,4
4,40	170,00	200,0	340,00	3,07	110,75	0,9
4,60	130,00	153,0	260,00	1,87	139,04	0,7
4,80	138,00	152,0	276,00	2,40	115,00	0,9
5,00	152,00	170,0	304,00	0,40	760,00	0,1
5,20	72,00	75,0	144,00	0,60	240,00	0,4
5,40	15,00	19,5	30,00	0,80	37,50	2,7
5,60	48,00	54,0	96,00	1,80	53,33	1,9
5,80	20,00	33,5	40,00	0,60	66,67	1,5
6,00	33,50	38,0	67,00	2,07	32,37	3,1
6,20	9,50	25,0	19,00	1,53	12,42	8,1
6,40	34,50	46,0	69,00	3,07	22,48	4,4
6,60	101,00	124,0	202,00	4,80	42,08	2,4
6,80	88,00	124,0	176,00	1,07	164,49	0,6
7,00	78,00	86,0	156,00	1,87	83,42	1,2
7,20	72,00	86,0	144,00	1,60	90,00	1,1
7,40	86,00	98,0	172,00	16,13	10,66	9,4
7,60	10,00	131,0	20,00	1,33	15,04	6,7
7,80	10,00	20,0	20,00	1,07	18,69	5,4
8,00	8,00	16,0	16,00	0,47	34,04	2,9
8,20	7,00	10,5	14,00	0,60	23,33	4,3
8,40	8,00	12,5	16,00	0,67	23,88	4,2
8,60	8,00	13,0	16,00	0,80	20,00	5,0
8,80	8,00	14,0	16,00	0,73	21,92	4,6
9,00	6,50	12,0	13,00	0,67	19,40	5,2
9,20	6,00	11,0	12,00	0,53	22,64	4,4
9,40	6,00	10,0	12,00	0,73	16,44	6,1
9,60	6,00	11,5	12,00	0,47	25,53	3,9
9,80	6,50	10,0	13,00	0,53	24,53	4,1
10,00	6,50	10,5	13,00	0,80	16,25	6,2
10,20	6,00	12,0	12,00	0,80	15,00	6,7
10,40	7,00	13,0	14,00	0,67	20,90	4,8
10,60	8,00	13,0	16,00	0,00		0,0



Prova n°2

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	3,00	0,0	6,00	0,33	18,18	5,5
0,40	3,00	5,5	6,00	0,67	8,96	11,2
0,60	10,00	15,0	20,00	1,40	14,29	7,0
0,80	19,50	30,0	39,00	2,67	14,61	6,8
1,00	19,50	39,5	39,00	3,20	12,19	8,2
1,20	22,00	46,0	44,00	2,67	16,48	6,1
1,40	29,00	49,0	58,00	3,20	18,13	5,5
1,60	32,00	56,0	64,00	3,33	19,22	5,2
1,80	31,00	56,0	62,00	3,53	17,56	5,7
2,00	20,50	47,0	41,00	2,60	15,77	6,3
2,20	16,00	35,5	32,00	2,00	16,00	6,3
2,40	16,00	31,0	32,00	1,60	20,00	5,0
2,60	18,50	30,5	37,00	1,67	22,16	4,5
2,80	14,50	27,0	29,00	6,13	4,73	21,1
3,00	20,00	66,0	40,00	2,13	18,78	5,3
3,20	47,00	63,0	94,00	1,07	87,85	1,1
3,40	29,50	37,5	59,00	1,33	44,36	2,3
3,60	41,00	51,0	82,00	0,60	136,67	0,7
3,80	18,50	23,0	37,00	1,20	30,83	3,2
4,00	23,00	32,0	46,00	1,47	31,29	3,2
4,20	56,00	67,0	112,00	2,40	46,67	2,1
4,40	58,00	76,0	116,00	1,33	87,22	1,1
4,60	181,00	191,0	362,00	0,67	540,30	0,2
4,80	191,00	196,0	382,00	2,67	143,07	0,7
5,00	220,00	240,0	440,00	3,47	126,80	0,8
5,20	96,00	122,0	192,00	6,40	30,00	3,3
5,40	162,00	210,0	324,00	5,33	60,79	1,6
5,60	230,00	270,0	460,00	2,67	172,28	0,6
5,80	200,00	220,0	400,00	4,00	100,00	1,0
6,00	52,00	82,0	104,00	1,20	86,67	1,2
6,20	52,00	61,0	104,00	1,33	78,20	1,3
6,40	78,00	88,0	156,00	3,73	41,82	2,4
6,60	48,00	76,0	96,00	1,33	72,18	1,4
6,80	96,00	106,0	192,00	2,13	90,14	1,1
7,00	106,00	122,0	212,00	5,60	37,86	2,6
7,20	139,00	181,0	278,00	3,20	86,88	1,2
7,40	162,00	186,0	324,00	1,60	202,50	0,5
7,60	46,00	58,0	92,00	1,47	62,59	1,6
7,80	11,00	22,0	22,00	1,93	11,40	8,8
8,00	12,50	27,0	25,00	0,87	28,74	3,5
8,20	8,00	14,5	16,00	0,73	21,92	4,6
8,40	9,50	15,0	19,00	0,60	31,67	3,2
8,60	8,00	12,5	16,00	1,27	12,60	7,9
8,80	4,50	14,0	9,00	0,93	9,68	10,3
9,00	9,00	16,0	18,00	0,87	20,69	4,8
9,20	8,50	15,0	17,00	1,27	13,39	7,5
9,40	8,50	18,0	17,00	1,33	12,78	7,8
9,60	8,50	18,5	17,00	1,33	12,78	7,8
9,80	10,00	20,0	20,00	1,49	13,42	7,5
10,00	9,00	20,2	18,00	0,73	24,66	4,1
10,20	7,00	12,5	14,00	0,93	15,05	6,6
10,40	7,00	14,0	14,00	0,87	16,09	6,2
10,60	8,00	14,5	16,00	0,00		0,0



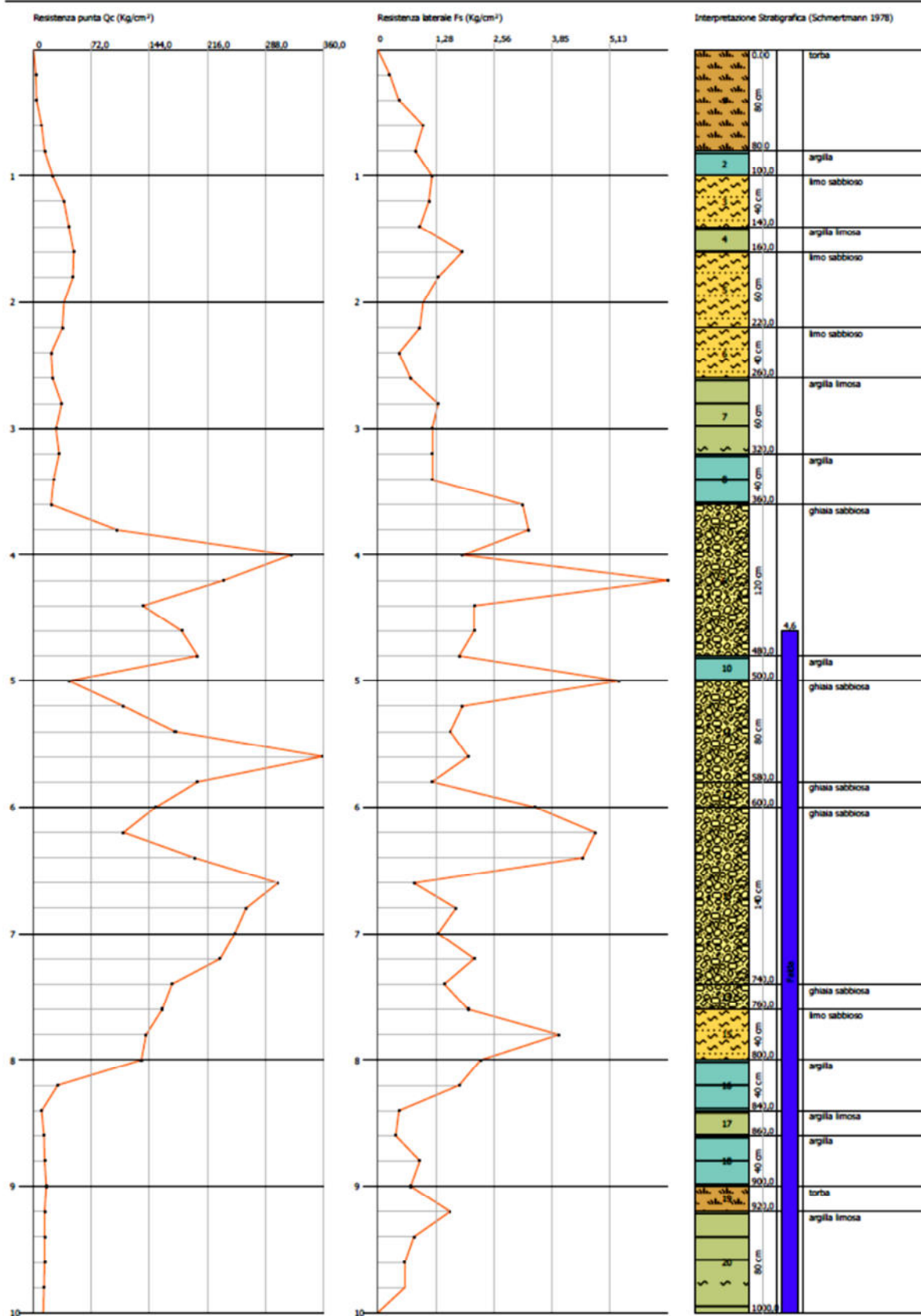
Prova n° 3

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	1,50	0,0	3,00	0,27	11,11	9,0
0,40	2,00	4,0	4,00	0,47	8,51	11,8
0,60	5,00	8,5	10,00	1,00	10,00	10,0
0,80	7,00	14,5	14,00	0,83	16,87	5,9
1,00	12,00	18,2	24,00	1,20	20,00	5,0
1,20	19,00	28,0	38,00	1,13	33,63	3,0
1,40	22,00	30,5	44,00	0,93	47,31	2,1
1,60	25,00	32,0	50,00	1,87	26,74	3,7
1,80	24,50	38,5	49,00	1,33	36,84	2,7
2,00	19,00	29,0	38,00	1,00	38,00	2,6
2,20	18,00	25,5	36,00	0,93	38,71	2,6
2,40	11,00	18,0	22,00	0,47	46,81	2,1
2,60	12,00	15,5	24,00	0,73	32,88	3,0
2,80	17,50	23,0	35,00	1,33	26,32	3,8
3,00	14,00	24,0	28,00	1,20	23,33	4,3
3,20	16,00	25,0	32,00	1,20	26,67	3,8
3,40	12,50	21,5	25,00	1,20	20,83	4,8
3,60	11,00	20,0	22,00	3,20	6,88	14,5
3,80	52,00	76,0	104,00	3,33	31,23	3,2
4,00	160,00	185,0	320,00	1,87	171,12	0,6
4,20	118,00	132,0	236,00	6,40	36,88	2,7
4,40	68,00	116,0	136,00	2,13	63,85	1,6
4,60	92,00	108,0	184,00	2,13	86,38	1,2
4,80	102,00	118,0	204,00	1,80	113,33	0,9
5,00	22,00	35,5	44,00	5,33	8,26	12,1
5,20	56,00	96,0	112,00	1,87	59,89	1,7
5,40	88,00	102,0	176,00	1,60	110,00	0,9
5,60	180,00	192,0	360,00	2,00	180,00	0,6
5,80	102,00	117,0	204,00	1,20	170,00	0,6
6,00	76,00	85,0	152,00	3,47	43,80	2,3
6,20	56,00	82,0	112,00	4,80	23,33	4,3
6,40	100,00	136,0	200,00	4,53	44,15	2,3
6,60	152,00	186,0	304,00	0,80	380,00	0,3
6,80	132,00	138,0	264,00	1,73	152,60	0,7
7,00	125,00	138,0	250,00	1,33	187,97	0,5
7,20	116,00	126,0	232,00	2,13	108,92	0,9
7,40	86,00	102,0	172,00	1,47	117,01	0,9
7,60	80,00	91,0	160,00	2,00	80,00	1,3
7,80	70,00	85,0	140,00	4,00	35,00	2,9
8,00	67,00	97,0	134,00	2,27	59,03	1,7
8,20	15,00	32,0	30,00	1,80	16,67	6,0
8,40	5,00	18,5	10,00	0,47	21,28	4,7
8,60	6,50	10,0	13,00	0,40	32,50	3,1
8,80	7,00	10,0	14,00	0,93	15,05	6,6
9,00	8,00	15,0	16,00	0,73	21,92	4,6
9,20	7,00	12,5	14,00	1,60	8,75	11,4
9,40	7,00	19,0	14,00	0,80	17,50	5,7
9,60	7,00	13,0	14,00	0,60	23,33	4,3
9,80	6,50	11,0	13,00	0,60	21,67	4,6
10,00	6,00	10,5	12,00	0,00		0,0

Probe OPT - Cone Penetration Nr.3
Strumento utilizzato DEEP DRILL

Committente: Servizi per l'Ambiente srl
Cantiere: Centro di recupero
Località: Via Ca Fornacette snc

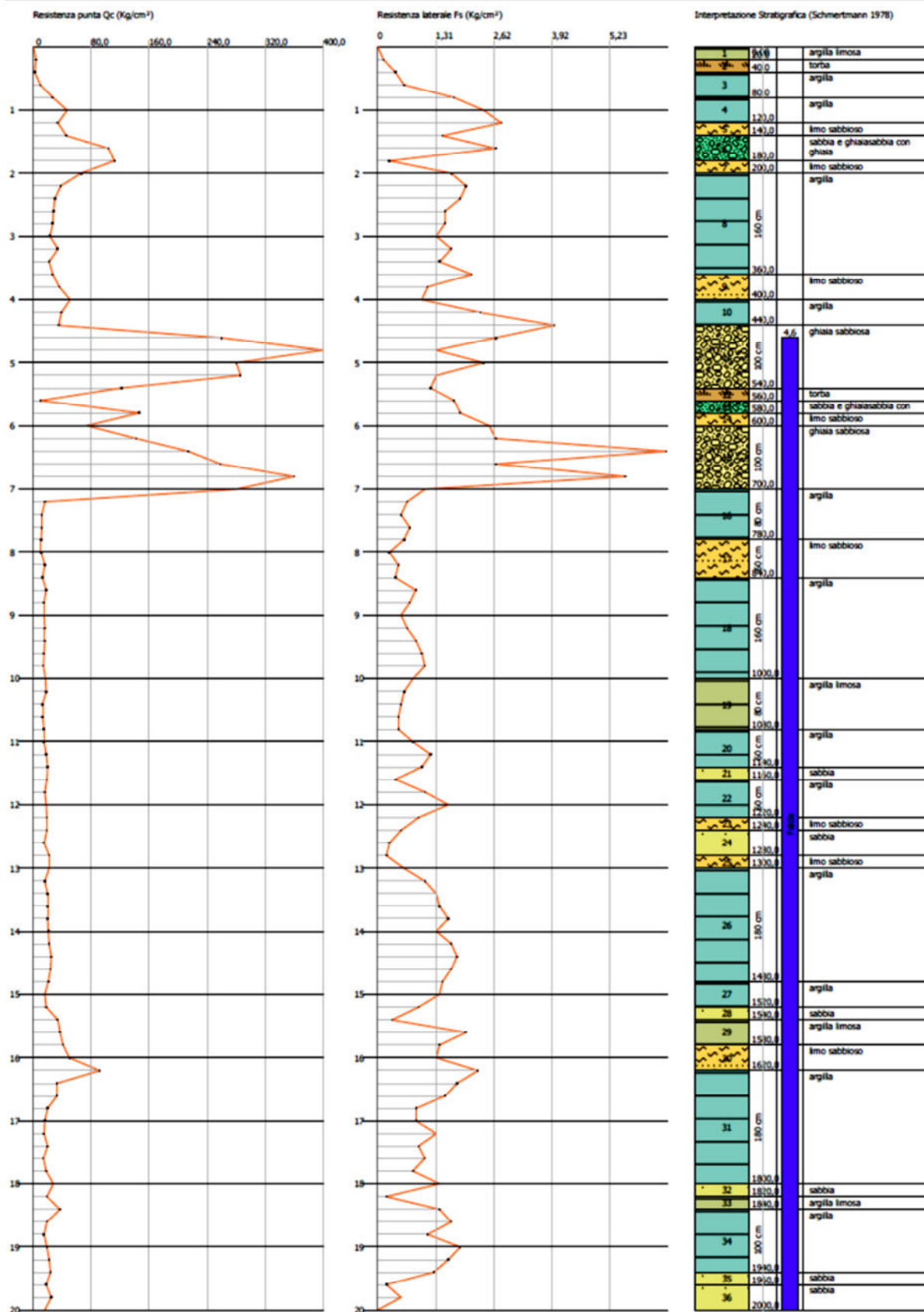
Data: 09/11/2019



Prova n°4

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	2,00	0,0	4,00	0,13	30,77	3,3
0,40	1,00	2,0	2,00	0,40	5,00	20,0
0,60	5,00	8,0	10,00	0,60	16,67	6,0
0,80	13,50	18,0	27,00	1,73	15,61	6,4
1,00	23,50	36,5	47,00	2,40	19,58	5,1
1,20	17,00	35,0	34,00	2,80	12,14	8,2
1,40	23,00	44,0	46,00	1,47	31,29	3,2
1,60	52,00	63,0	104,00	2,67	38,95	2,6
1,80	56,00	76,0	112,00	0,27	414,81	0,2
2,00	33,00	35,0	66,00	1,67	39,52	2,5
2,20	19,00	31,5	38,00	2,00	19,00	5,3
2,40	15,00	30,0	30,00	1,87	16,04	6,2
2,60	14,00	28,0	28,00	1,53	18,30	5,5
2,80	13,50	25,0	27,00	1,53	17,65	5,7
3,00	11,50	23,0	23,00	1,33	17,29	5,8
3,20	17,00	27,0	34,00	1,67	20,36	4,9
3,40	11,00	23,5	22,00	1,40	15,71	6,4
3,60	13,50	24,0	27,00	2,13	12,68	7,9
3,80	18,00	34,0	36,00	1,13	31,86	3,1
4,00	25,50	34,0	51,00	1,00	51,00	2,0
4,20	19,50	27,0	39,00	2,33	16,74	6,0
4,40	17,50	35,0	35,00	4,00	8,75	11,4
4,60	130,00	160,0	260,00	2,67	97,38	1,0
4,80	200,00	220,0	400,00	1,33	300,75	0,3
5,00	140,00	150,0	280,00	2,40	116,67	0,9
5,20	143,00	161,0	286,00	1,33	215,04	0,5
5,40	61,00	71,0	122,00	1,20	101,67	1,0
5,60	5,00	14,0	10,00	1,73	5,78	17,3
5,80	73,00	86,0	146,00	1,87	78,07	1,3
6,00	37,00	51,0	74,00	2,53	29,25	3,4
6,20	71,00	90,0	142,00	2,67	53,18	1,9
6,40	107,00	127,0	214,00	6,53	32,77	3,1
6,60	129,00	178,0	258,00	2,67	96,63	1,0
6,80	180,00	200,0	360,00	5,60	64,29	1,6
7,00	140,00	182,0	280,00	1,07	261,68	0,4
7,20	8,00	16,0	16,00	0,67	23,88	4,2
7,40	6,00	11,0	12,00	0,53	22,64	4,4
7,60	6,00	10,0	12,00	0,73	16,44	6,1
7,80	5,50	11,0	11,00	0,60	18,33	5,5
8,00	5,50	10,0	11,00	0,27	40,74	2,5
8,20	8,00	10,0	16,00	0,47	34,04	2,9
8,40	6,50	10,0	13,00	0,40	32,50	3,1
8,60	9,00	12,0	18,00	0,87	20,69	4,8
8,80	7,50	14,0	15,00	0,73	20,55	4,9
9,00	7,50	13,0	15,00	0,53	28,30	3,5
9,20	8,00	12,0	16,00	0,67	23,88	4,2
9,40	8,00	13,0	16,00	0,87	18,39	5,4
9,60	7,50	14,0	15,00	1,00	15,00	6,7
9,80	7,00	14,5	14,00	1,07	13,08	7,6
10,00	8,50	16,5	17,00	0,80	21,25	4,7
10,20	9,00	15,0	18,00	0,60	30,00	3,3
10,40	6,50	11,0	13,00	0,53	24,53	4,1
10,60	6,50	10,5	13,00	0,47	27,66	3,6
10,80	7,50	11,0	15,00	0,47	31,91	3,1
11,00	7,50	11,0	15,00	0,80	18,75	5,3
11,20	9,00	15,0	18,00	1,20	15,00	6,7
11,40	10,00	19,0	20,00	1,00	20,00	5,0
11,60	9,50	17,0	19,00	0,40	47,50	2,1
11,80	8,00	11,0	16,00	1,07	14,95	6,7
12,00	9,00	17,0	18,00	1,60	11,25	8,9
12,20	9,50	21,5	19,00	0,93	20,43	4,9
12,40	9,50	16,5	19,00	0,53	35,85	2,8
12,60	7,50	11,5	15,00	0,27	55,56	1,8
12,80	11,00	13,0	22,00	0,20	110,00	0,9
13,00	11,00	12,5	22,00	0,60	36,67	2,7
13,20	8,00	12,5	16,00	1,07	14,95	6,7

13,40	10,00	18,0	20,00	1,33	15,04	6,7
13,60	10,00	20,0	20,00	1,40	14,29	7,0
13,80	10,00	20,5	20,00	1,60	12,50	8,0
14,00	10,50	22,5	21,00	1,33	15,79	6,3
14,20	11,00	21,0	22,00	1,67	13,17	7,6
14,40	12,50	25,0	25,00	1,80	13,89	7,2
14,60	12,00	25,5	24,00	1,67	14,37	7,0
14,80	10,50	23,0	21,00	1,47	14,29	7,0
15,00	8,00	19,0	16,00	1,40	11,43	8,8
15,20	9,00	19,5	18,00	0,93	19,35	5,2
15,40	17,00	24,0	34,00	0,33	103,03	1,0
15,60	18,50	21,0	37,00	2,00	18,50	5,4
15,80	20,50	35,5	41,00	1,40	29,29	3,4
16,00	25,00	35,5	50,00	1,33	37,59	2,7
16,20	46,00	56,0	92,00	2,27	40,53	2,5
16,40	16,50	33,5	33,00	1,80	18,33	5,5
16,60	16,50	30,0	33,00	1,53	21,57	4,6
16,80	10,00	21,5	20,00	0,87	22,99	4,4
17,00	8,00	14,5	16,00	0,87	18,39	5,4
17,20	7,50	14,0	15,00	1,33	11,28	8,9
17,40	10,00	20,0	20,00	0,93	21,51	4,7
17,60	7,00	14,0	14,00	1,07	13,08	7,6
17,80	9,00	17,0	18,00	0,80	22,50	4,4
18,00	14,00	20,0	28,00	1,40	20,00	5,0
18,20	9,50	20,0	19,00	0,20	95,00	1,1
18,40	18,50	20,0	37,00	1,40	26,43	3,8
18,60	9,50	20,0	19,00	1,67	11,38	8,8
18,80	7,50	20,0	15,00	1,13	13,27	7,5
19,00	9,50	18,0	19,00	1,87	10,16	9,8
19,20	11,00	25,0	22,00	1,60	13,75	7,3
19,40	12,00	24,0	24,00	1,27	18,90	5,3
19,60	9,00	18,5	18,00	0,20	90,00	1,1
19,80	12,50	14,0	25,00	0,53	47,17	2,1
20,00	8,00	12,0	16,00	0,00		0,0



Appendice 2

Modello stratigrafico interpretativo

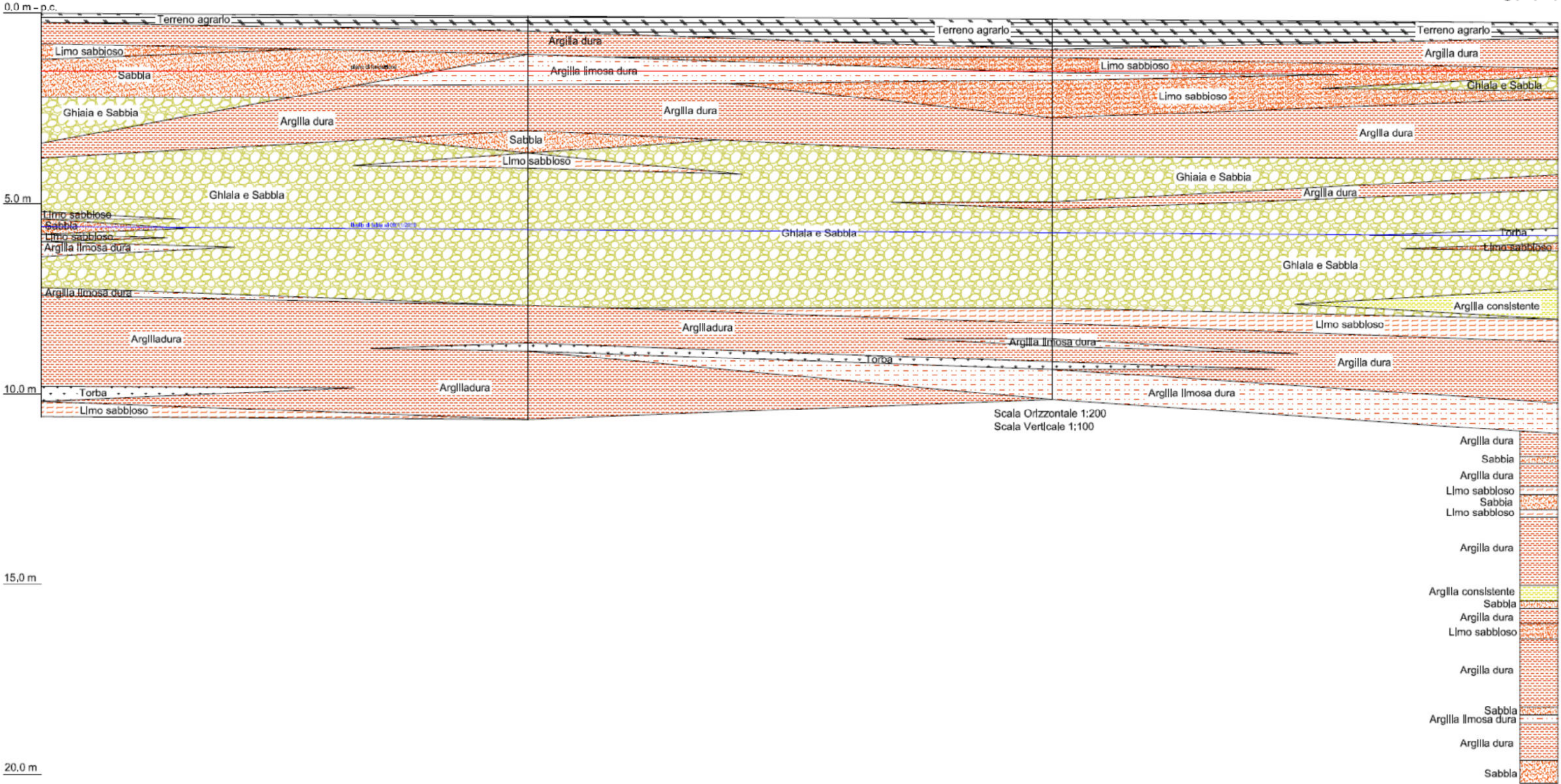
Modello stratigrafico

CPT 1

CPT 2

CPT 3

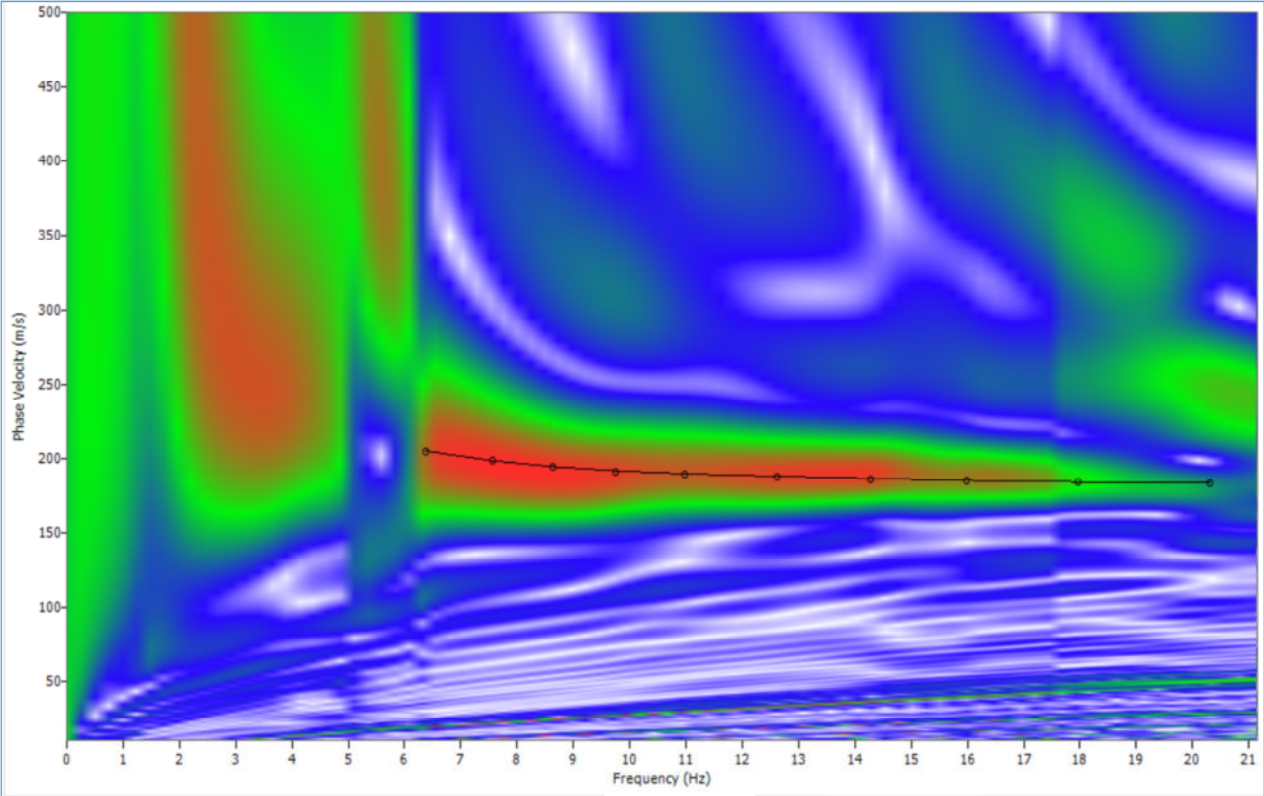
CPT 4

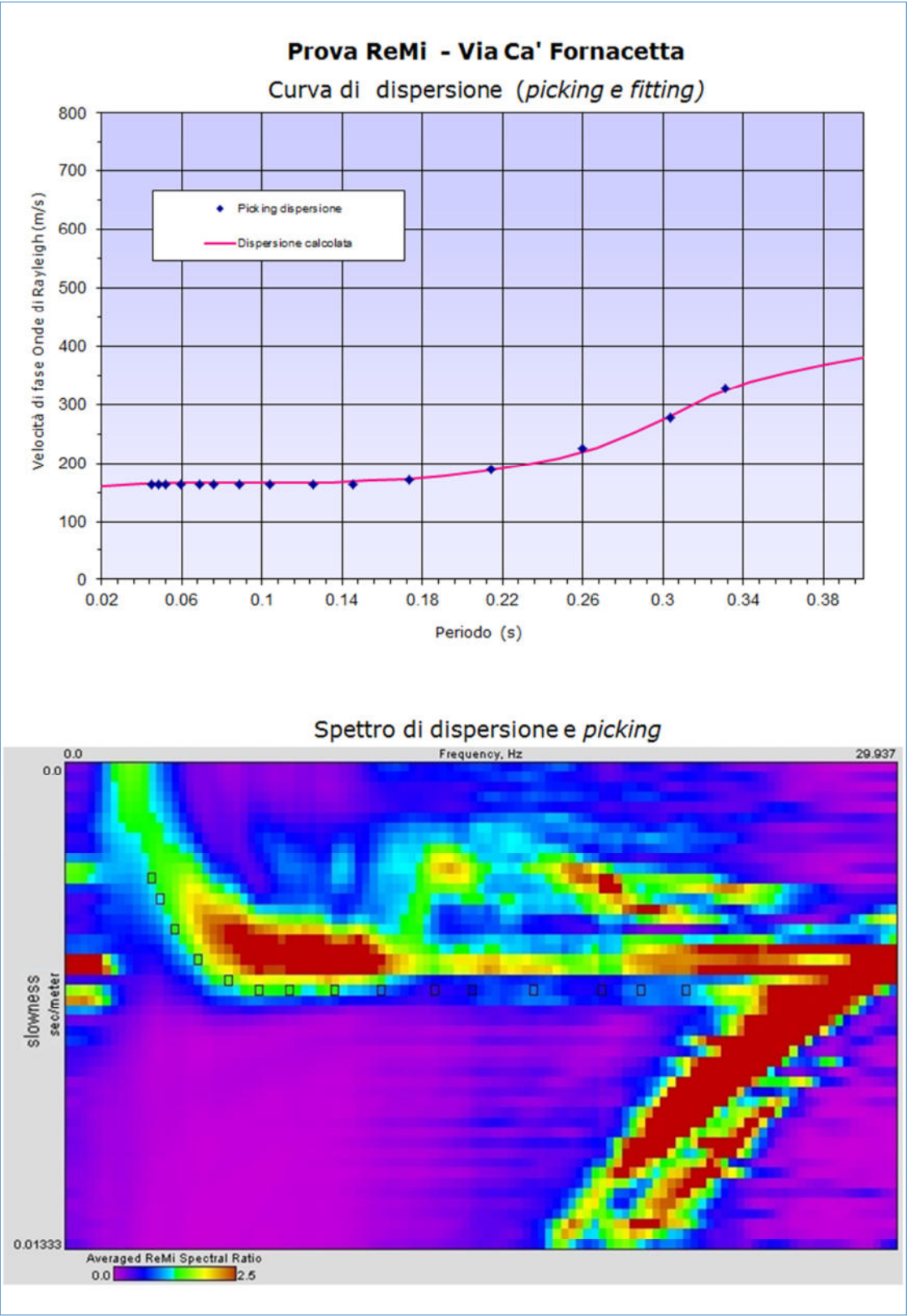


Appendice 3

Rilievi geofisici
ReMI - MASW

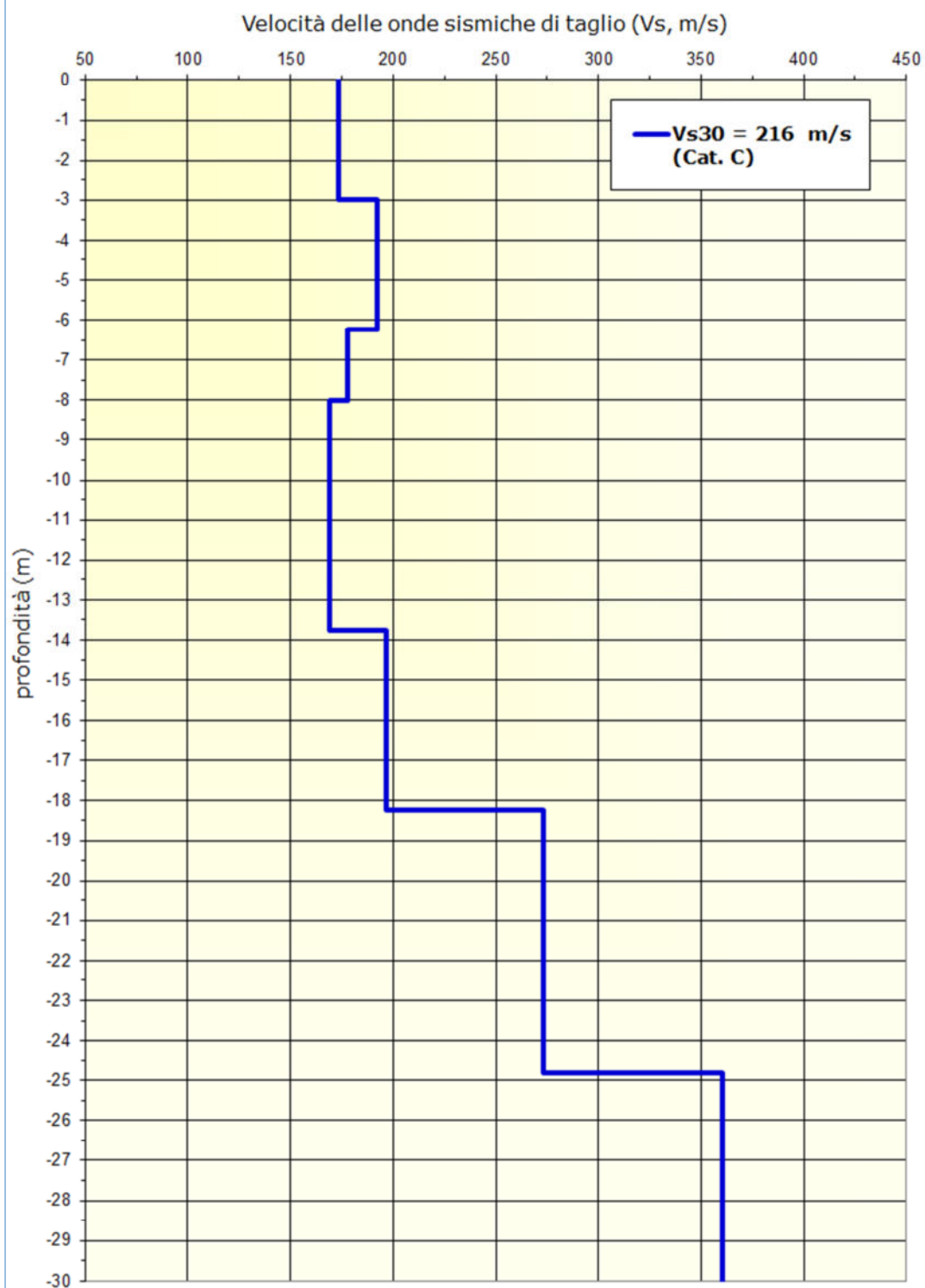
Dispersione MASW e Curva di picking





Prova integrata ReMi-Masw - Via Ca' Fornacetta

Profilo verticale Vs



Appendice 4

prova sismica a stazione singola
Tomografia
Elaborazione con metodo HVSR

STATION INFORMATION

Station code: -

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: -

Address: via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia (BO)

Latitude: 44,4740486

Longitude: 11,4885197

Elevation: 44

Weather: Coperto, umido, 11°C, ventilazione moderata

Notes: Coorfinite WGS 84

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

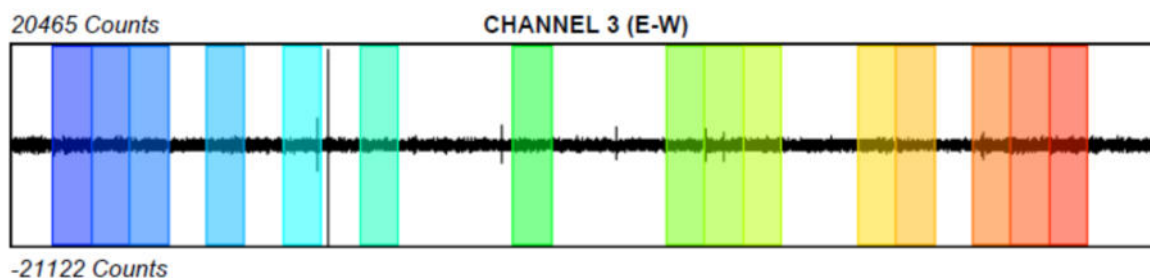
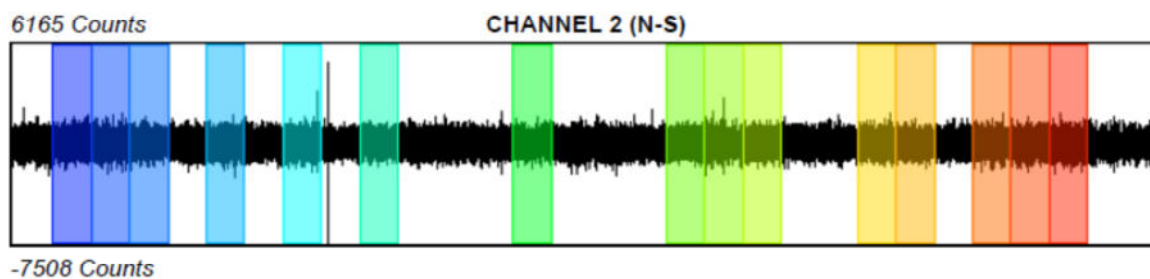
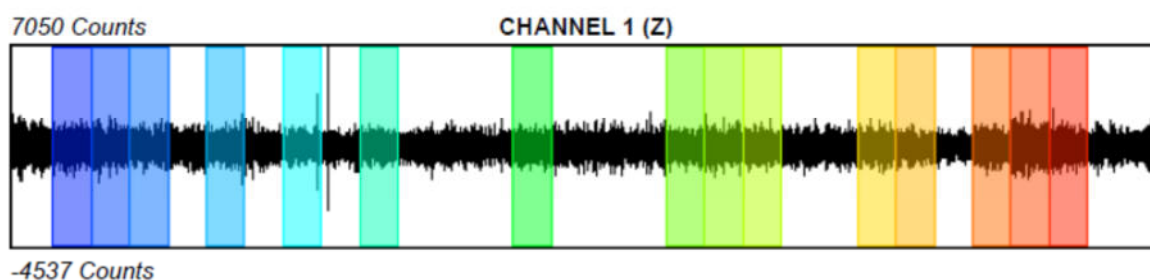
Recording start time: 2019/11/10 08:38:32

Recording length: 20 min

Windows count: 15

Average windows length: 40

Signal coverage: 50 %



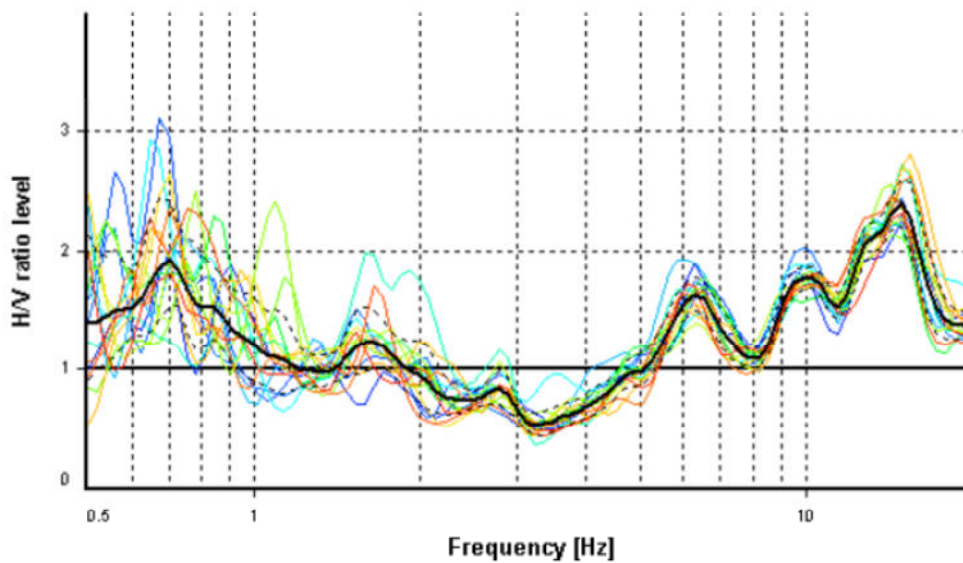
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

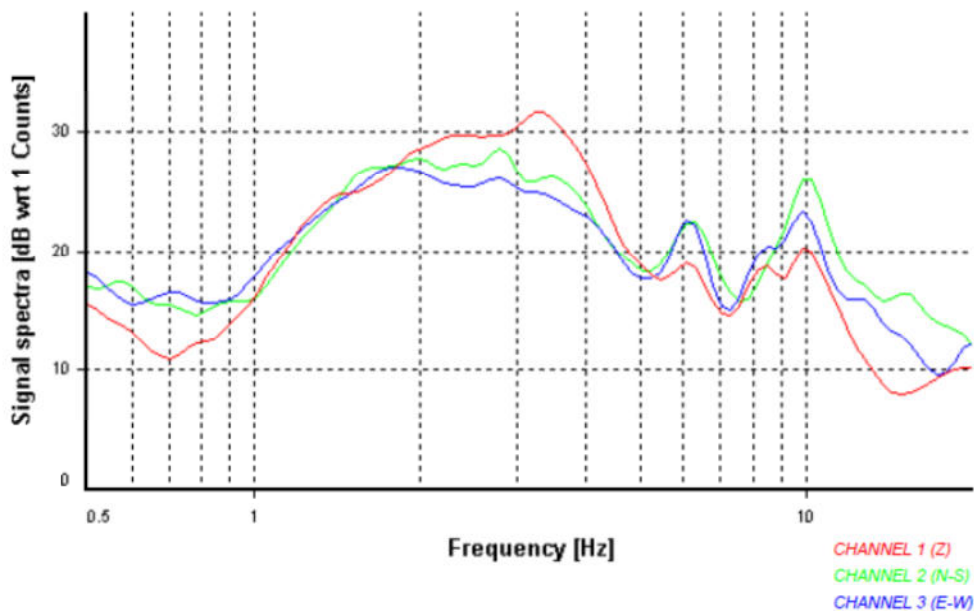
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

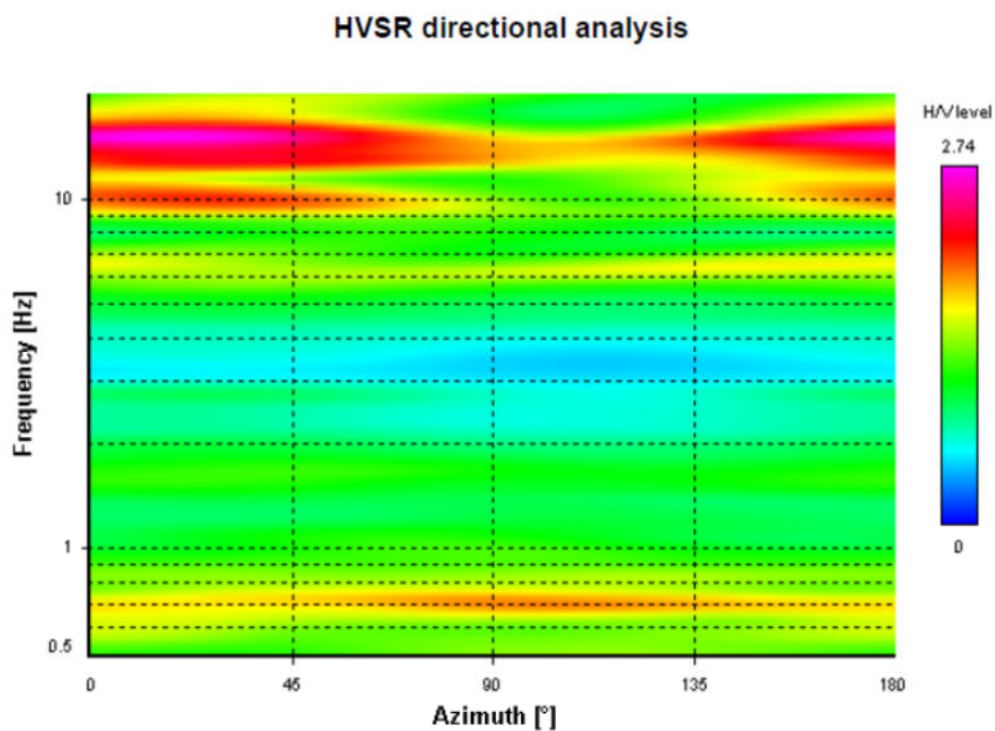
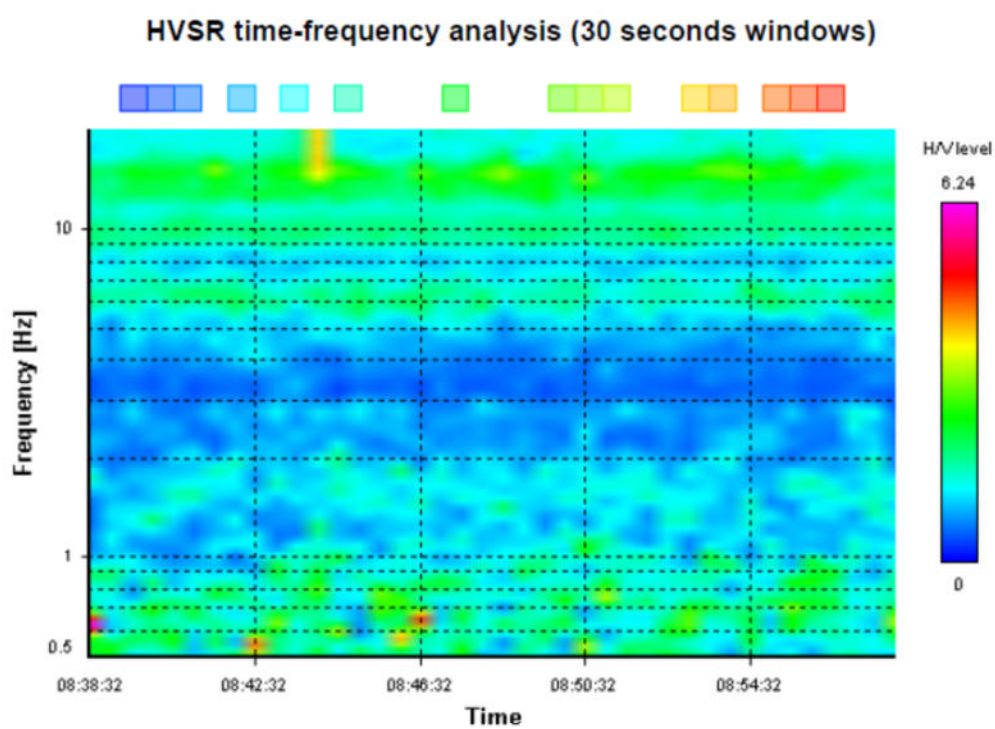
Instrumental correction: Disabled

HVSR average



Signal spectra average

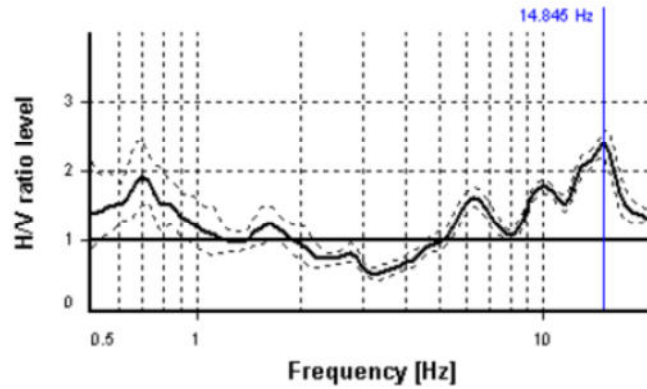




SESAME CRITERIA

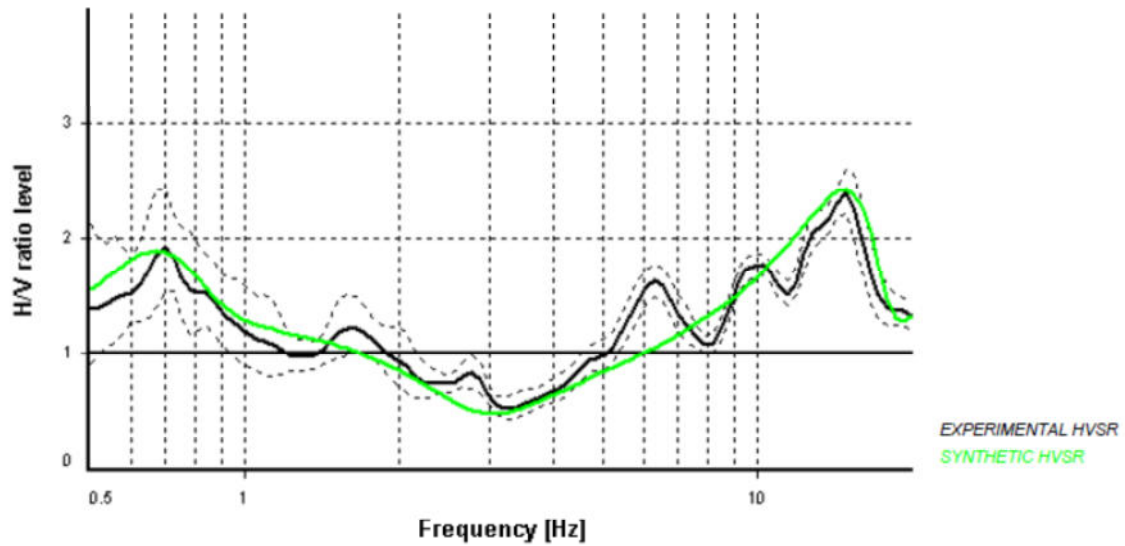
Selected f_0 frequency

14.845 Hz

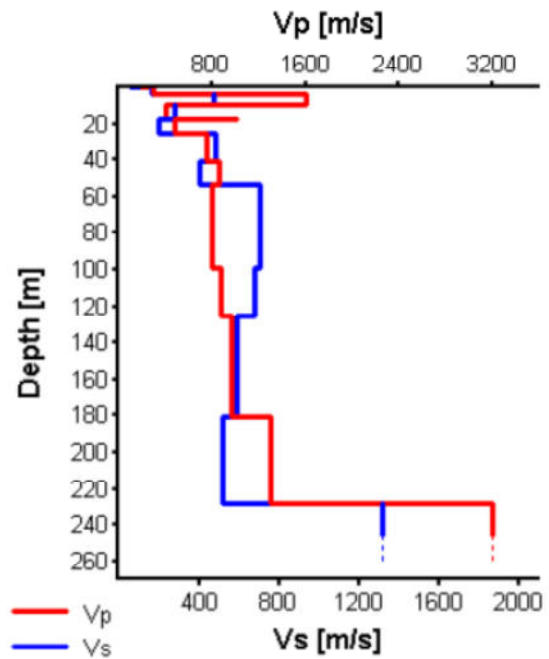


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	15 valid windows (length > 0.67 s) out of 15	OK
$n_c(f_0) > 200$	8906.8 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 27	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	8.48856 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.4 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.55527 < 0.74223	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.08673 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
0.4	0.4	180	54	1600
3.2	3.6	285	160	1920
5.9	9.5	1600	470	2050
7.5	17	400	280	1920
0.6	17.6	1000	340	2080
8	25.6	480	200	1940
15	40.6	750	480	2100
13	53.6	850	400	2000
45	98.6	800	700	2200
27	125.6	870	680	2100
55	180.6	960	590	2300
48	228.6	1300	520	2200
-	> 228.6	3200	1320	2500



Vs 31.5 = 287 m/s (Offset = 1.5 m)

Appendice 5

Spettri di risposta sismica
II^ Livello

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 24/11/2019

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,4740486 [°]
Longitudine (WGS84): 11,4885197 [°]
Latitudine (ED50): 44,4749870 [°]
Longitudine (ED50): 11,4895096 [°]

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

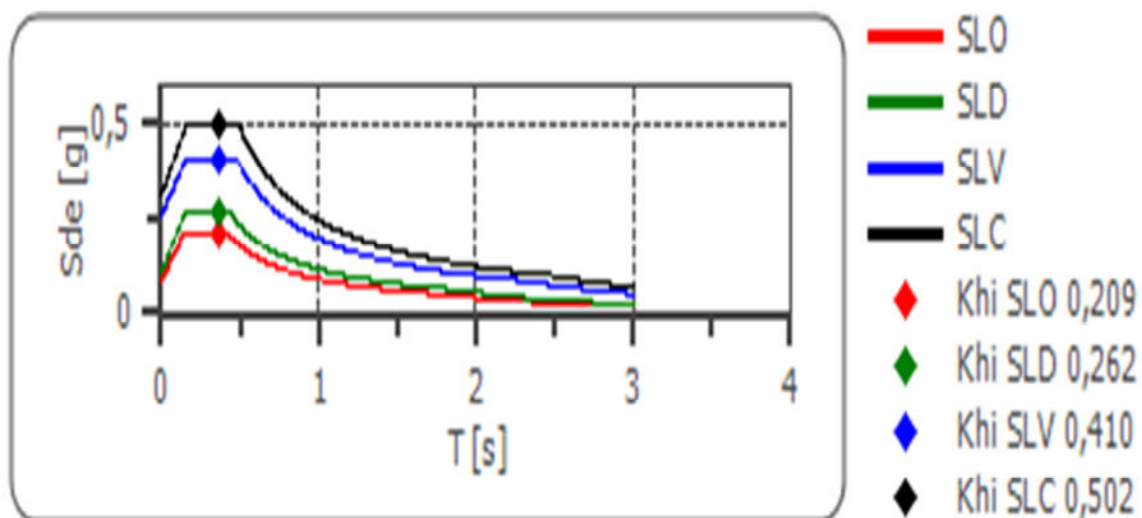
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000
Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica:
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Spettro di progetto

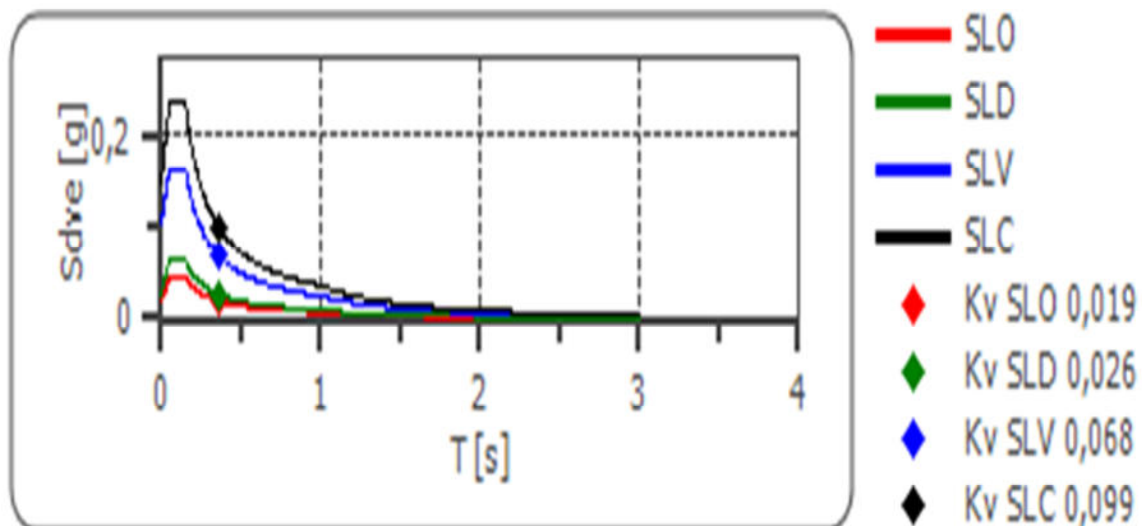
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
Periodo fondamentale T: 0,36 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,209	0,262	0,410	0,502
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,019	0,026	0,068	0,099

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1,0	0,057	2,463	0,259	1,500	1,640	1,000	1,500	1,000	0,142	0,425	1,826	0,085	0,209
SLO verticale	1,0	0,057	2,463	0,259	1,500	1,640	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,018	0,045
SLD orizzontale	1,0	0,071	2,444	0,271	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,146	0,439	1,886	0,107	0,262
SLD verticale	1,0	0,071	2,444	0,271	1,500	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,026	0,063
SLV orizzontale	1,0	0,180	2,370	0,308	1,440	1,550	1,000	1,440	1,500	0,159	0,478	2,321	0,259	0,410
SLV verticale	1,0	0,180	2,370	0,308	1,440	1,550	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,103	0,163
SLC orizzontale	1,0	0,229	2,405	0,316	1,370	1,540	1,000	1,370	1,500	0,162	0,487	2,515	0,313	0,502
SLC verticale	1,0	0,229	2,405	0,316	1,370	1,540	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,148	0,237

Appendice 6

Spettri di risposta sismica locale
III^ Livello

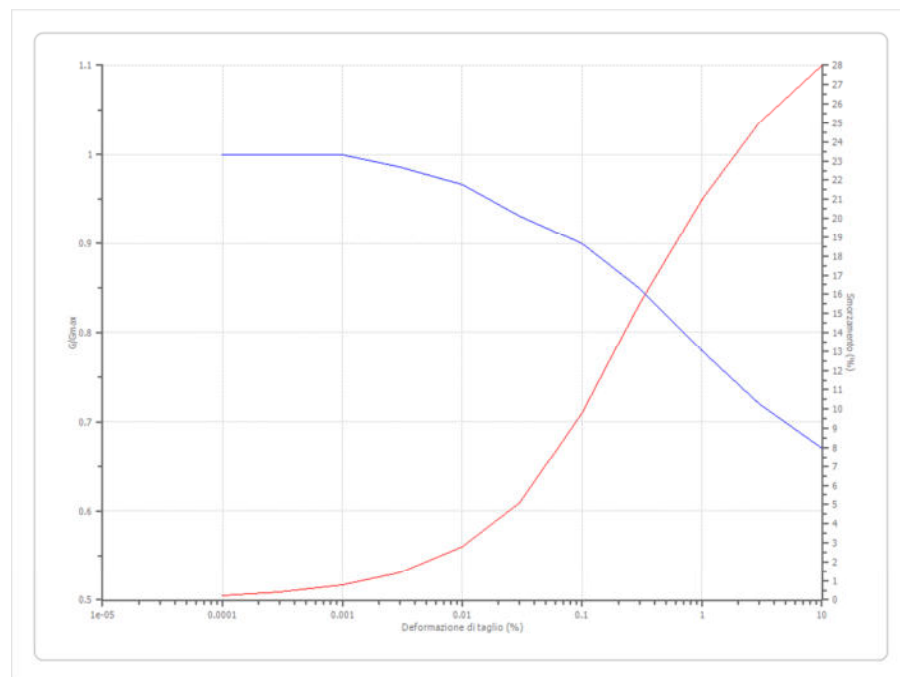
Dati generali

Descrizione	centro di recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi
Committente	Servizi per l'Ambiente srls
Cantiere	Via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia
Operatore della prova	Chili
Data della prova	d.C./11/2019
Via	Via cà Fornacetta - Ozzano Emilia
Latitudine	44,47405[°]
Longitudine	11,48852[°]

Terreni

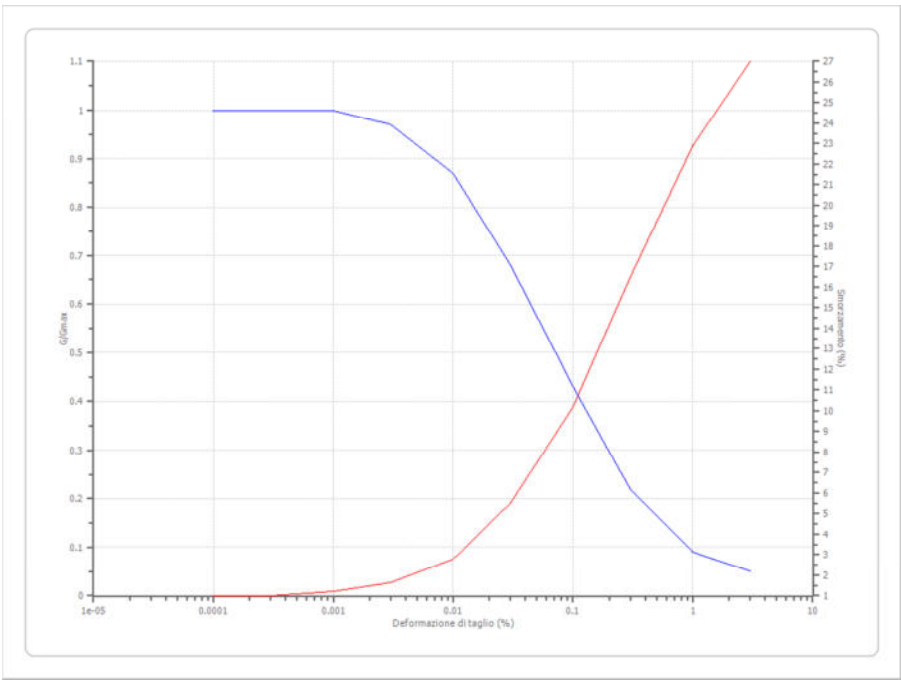
Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



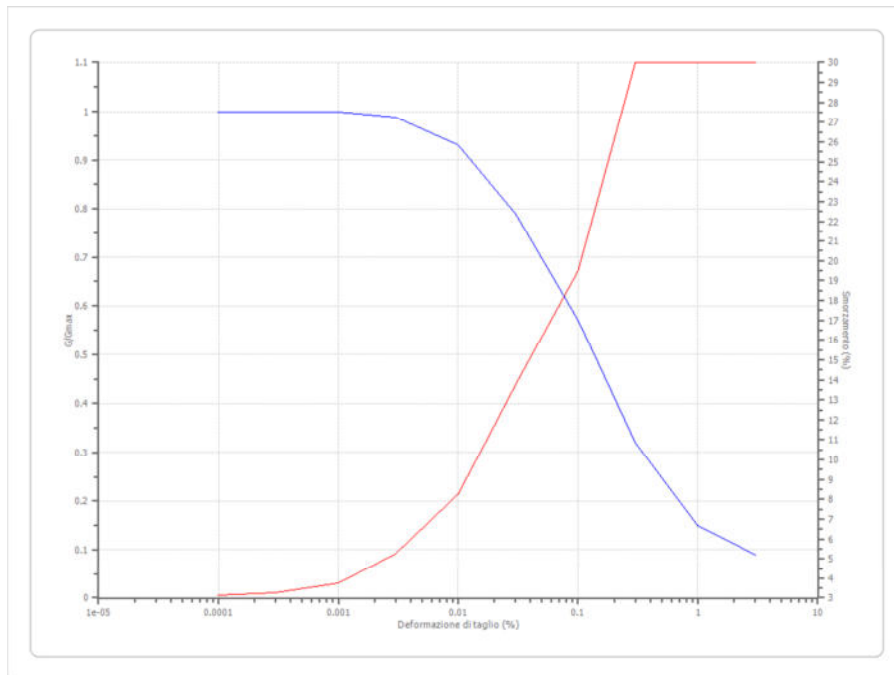
EPRI Sand (1993) 15,54-36,57 metri

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	1.000
0.0003	1.000	0.0003	1.000
0.001	1.000	0.001	1.200
0.003	0.970	0.003	1.640
0.010	0.870	0.010	2.800
0.030	0.680	0.030	5.490
0.100	0.430	0.100	10.200
0.300	0.220	0.300	16.500
1.000	0.090	1.000	22.900
3.000	0.050	3.000	27.000



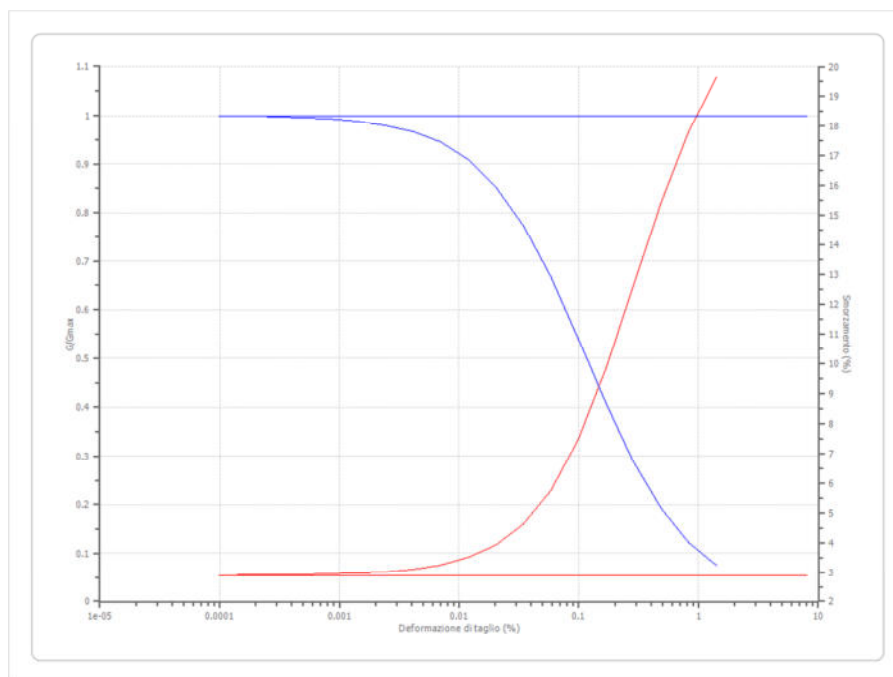
EPRI Rock (1993) 152,70-304,80 metri

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	3.130
0.0003	1.000	0.0003	3.270
0.001	1.000	0.001	3.750
0.003	0.988	0.003	5.250
0.010	0.930	0.010	8.250
0.030	0.791	0.030	13.750
0.100	0.570	0.100	19.500
0.300	0.321	0.300	30.000
1.000	0.150	1.000	30.000
3.000	0.090	3.000	30.000



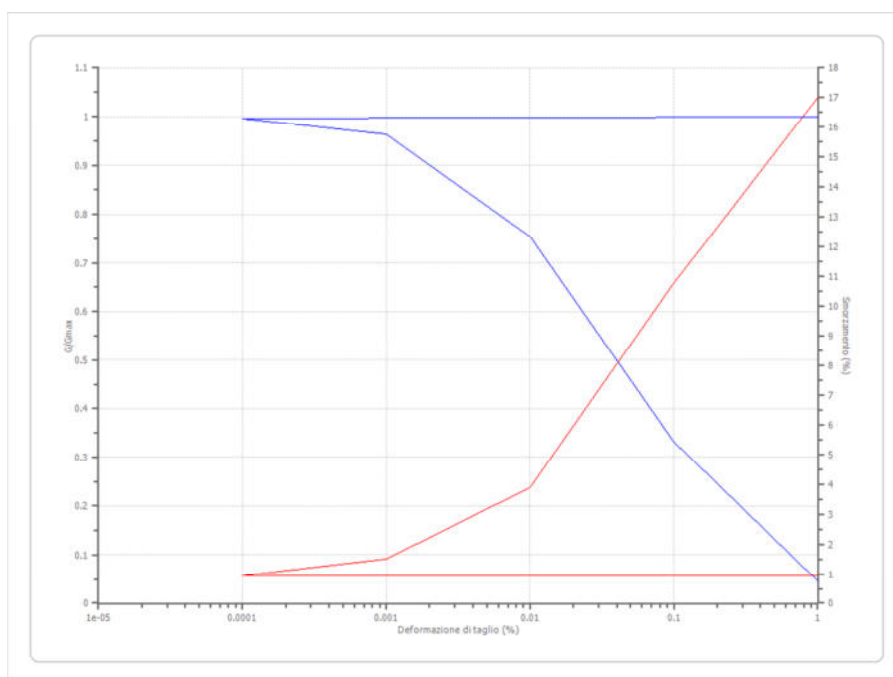
Lombardia - Argille limose

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
8.000	1.000	8.000	2.891
0.0001	0.9992	0.0001	2.8959
0.0002	0.9986	0.0002	2.8994
0.0003	0.9976	0.0003	2.9053
0.0005	0.9959	0.0005	2.9154
0.0008	0.9931	0.0008	2.9326
0.0014	0.9883	0.0014	2.962
0.0024	0.9802	0.0024	3.012
0.0041	0.9667	0.0041	3.0975
0.007	0.9445	0.007	3.2433
0.0119	0.9089	0.0119	3.4917
0.0202	0.854	0.0202	3.9125
0.0343	0.7742	0.0343	4.616
0.0583	0.6677	0.0583	5.7552
0.099	0.5408	0.099	7.4855
0.1684	0.4084	0.1684	9.848
0.2862	0.2881	0.2862	12.6362
0.4866	0.1918	0.4866	15.4287
0.8272	0.1221	0.8272	17.8243
1.4063	0.0754	1.4063	19.6357



Lombardia - Ghiaie

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
1.000	1.000	1.000	0.9488
0.0001	0.996	0.0001	0.9488
0.001	0.9624	0.001	1.4981
0.010	0.754	0.010	3.8938
0.100	0.3311	0.100	10.7935
1.000	0.0476	1.000	17.0087



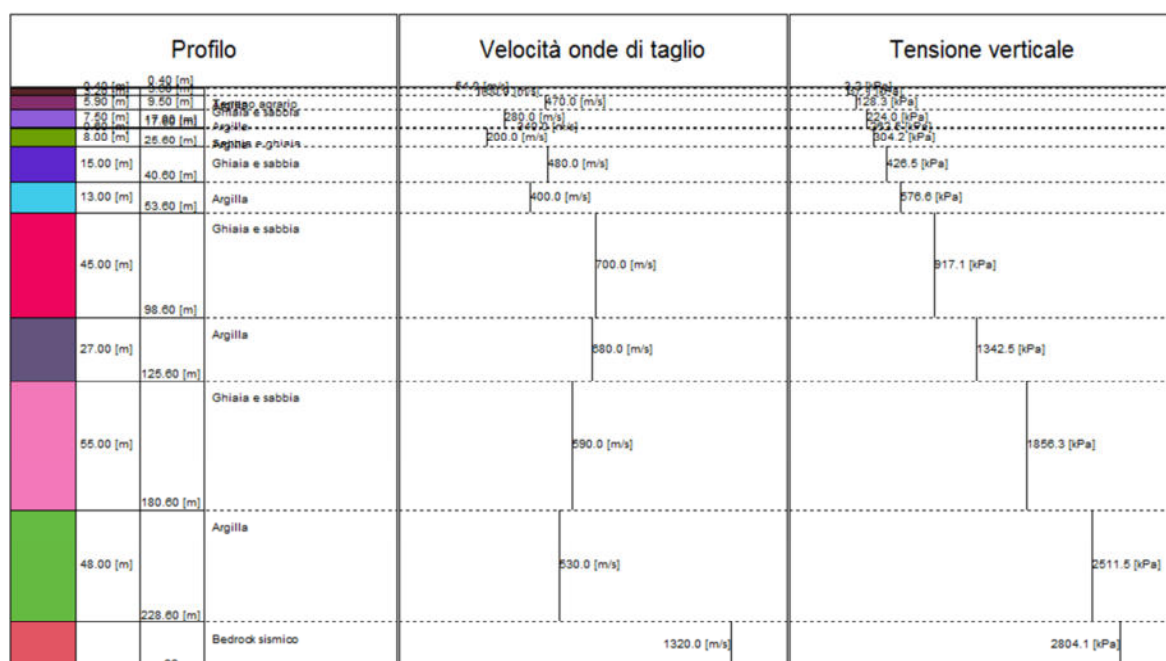
Stratigrafia									
n.	Descrizione	Quota	Spessore	Terreno	Gmax	ξ	γ_n	Vs	σ_n
		[m]	[m]		[MPa]	[%]	[kN/m³]	[m/s]	[kPa]
1	Terreno agrario	--	0.4	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	4.76	--	16.0	54.0	3.2
2	Argilla	0.4	3.2	Lombardia - Argille limose	50.10	--	19.2	160.0	37.1
3	Ghiaia e sabbia	3.6	5.9	Lombardia - Ghiaie	461.62	--	20.5	470.0	128.3
4	Argilla	9.5	7.5	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	153.44	--	19.2	280.0	224.0
5	Sabbia e ghiaia	17.0	0.6	EPRI Sand (1993) 15,54-36,57 metri	245.11	--	20.8	340.0	262.5
6	Argilla	17.6	8.0	Lombardia - Argille limose	79.10	--	19.4	200.0	304.2
7	Ghiaia e sabbia	25.6	15.0	Lombardia - Ghiaie	493.21	--	21.0	480.0	426.5
8	Argilla	40.6	13.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	326.20	--	20.0	400.0	576.6
9	Ghiaia e sabbia	53.6	45.0	Lombardia - Ghiaie	1098.88	--	22.0	700.0	917.1
10	Argilla	98.6	27.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	989.85	--	21.0	680.0	1342.5
11	Ghiaia e sabbia	125.6	55.0	Lombardia - Ghiaie	816.14	--	23.0	590.0	1856.3
12	Argilla	180.6	48.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	629.95	--	22.0	530.0	2511.5
13	Bedrock sismico	oo	--	EPRI Rock (1993) 152,70-304,80 metri	4440.37	--	25.0	1320.0	2804.1

Strato con falda:

3

Strato rilevamento accelerogramma:

12 Interno



Elaborazione

Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake 91
 Massimo errore percentuale di convergenza --

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.210 [s]
Tvi	0.900 [s]
Tao	0.060 [s]
Tvo	1.150 [s]
Sami	3.753 [m/s ²]
Svmi	0.200 [m/s]
Samo	31.029 [m/s ²]
Svmo	2.151 [m/s]
Fa	8.267 [-]
Fv	10.746 [-]
TB	0.145 [s]
TC	0.435 [s]
TD	6.988 [s]
SA(0)	1.347 [g]
SA(TB)	3.163 [g]

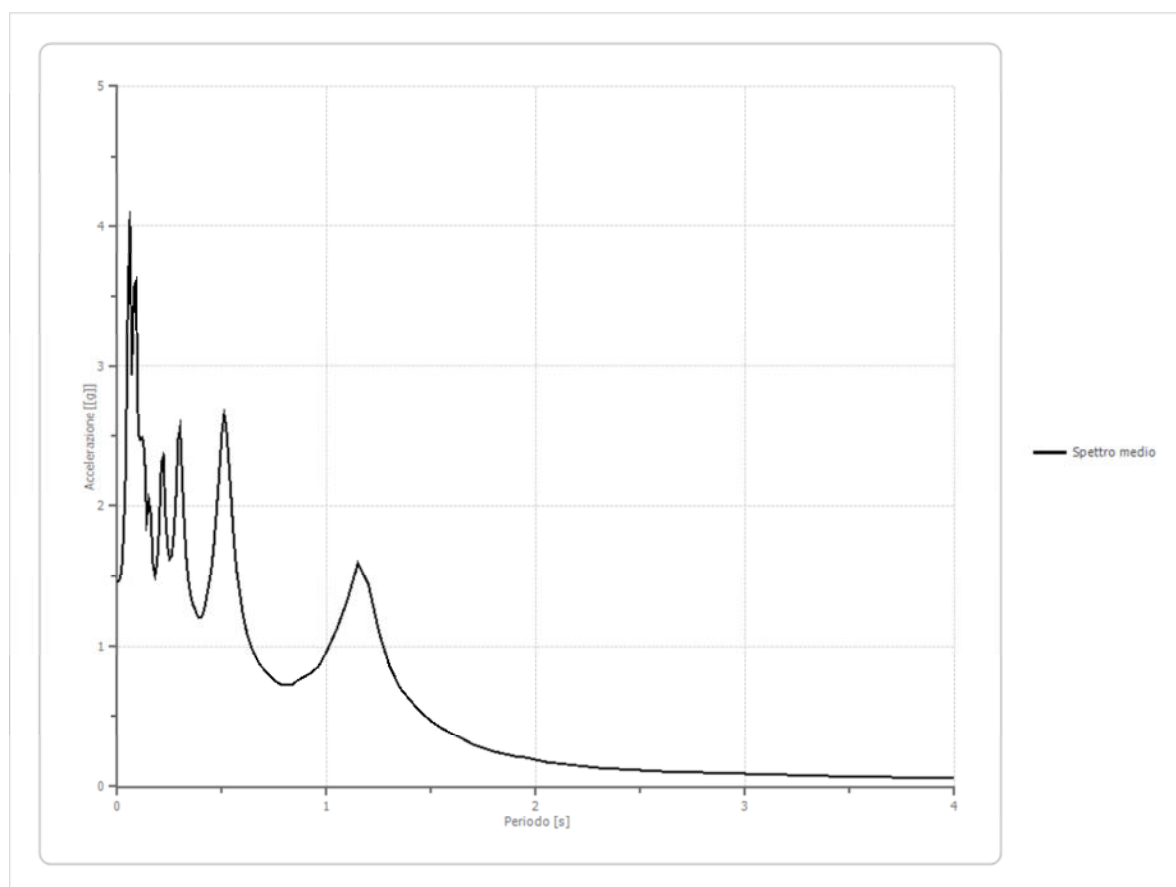
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.059	0.311	0.200	5.304
0.500	1.000	0.098	0.618	0.500	6.304
0.100	2.500	0.438	3.031	0.040	6.915

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	1.4589	0.26	1.6465	0.52	2.5576	0.98	0.8965	2.25	0.1412
0.01	1.4721	0.27	1.8049	0.53	2.3665	1.00	0.9632	2.30	0.1332
0.02	1.5403	0.28	2.0651	0.54	2.1422	1.05	1.1271	2.35	0.1265
0.03	1.8125	0.29	2.4753	0.55	1.9048	1.10	1.3374	2.40	0.1212
0.04	2.2596	0.30	2.5519	0.56	1.6982	1.15	1.5989	2.50	0.1133
0.05	3.4147	0.31	2.1998	0.57	1.5471	1.20	1.4415	2.60	0.1067
0.06	4.0246	0.32	1.8637	0.58	1.4303	1.25	1.1084	2.70	0.1014
0.07	3.0133	0.33	1.6223	0.60	1.2253	1.30	0.8629	2.80	0.0959
0.08	3.5614	0.34	1.4621	0.62	1.0874	1.35	0.7056	2.90	0.0909
0.09	3.5969	0.35	1.3641	0.64	1.0013	1.40	0.6142	3.00	0.0860
0.10	2.5139	0.36	1.2977	0.66	0.9272	1.45	0.5349	3.10	0.0816

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.11	2.4720	0.37	1.2644	0.68	0.8660	1.50	0.4696	3.20	0.0778
0.12	2.4855	0.38	1.2294	0.70	0.8335	1.55	0.4157	3.30	0.0738
0.13	2.3714	0.39	1.1995	0.72	0.8008	1.60	0.3763	3.40	0.0701
0.14	1.8997	0.40	1.2069	0.74	0.7684	1.65	0.3362	3.50	0.0668
0.15	2.0360	0.41	1.2336	0.76	0.7416	1.70	0.2947	3.60	0.0647
0.16	1.9491	0.42	1.3037	0.78	0.7294	1.75	0.2681	3.70	0.0621
0.17	1.5965	0.43	1.3797	0.80	0.7189	1.80	0.2480	3.80	0.0589
0.18	1.5067	0.44	1.4645	0.82	0.7181	1.85	0.2313	3.90	0.0566
0.19	1.5985	0.45	1.5669	0.84	0.7301	1.90	0.2147	4.00	0.0545
0.20	1.8528	0.46	1.7015	0.86	0.7513	1.95	0.2008		
0.21	2.2960	0.47	1.8785	0.88	0.7683	2.00	0.1886		
0.22	2.3538	0.48	2.0759	0.90	0.7848	2.05	0.1753		
0.23	1.9306	0.49	2.3001	0.92	0.8023	2.10	0.1650		
0.24	1.7084	0.50	2.5303	0.94	0.8242	2.15	0.1568		
0.25	1.6267	0.51	2.6517	0.96	0.8519	2.20	0.1496		



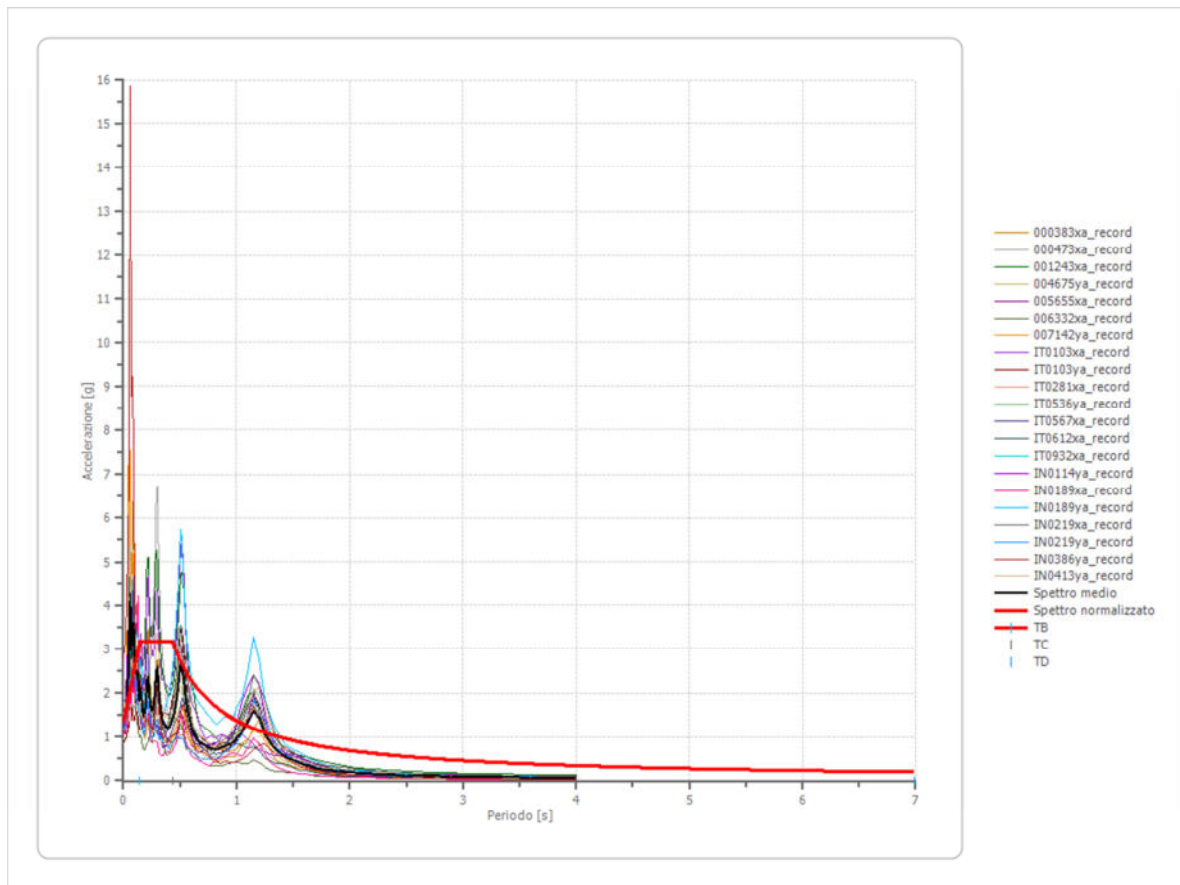
Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	1.3470	0.26	3.1630	0.52	2.6490	0.98	1.4056	2.25	0.6122
0.01	1.4721	0.27	3.1630	0.53	2.5991	1.00	1.3775	2.30	0.5989
0.02	1.5972	0.28	3.1630	0.54	2.5509	1.05	1.3119	2.35	0.5862
0.03	1.7223	0.29	3.1630	0.55	2.5045	1.10	1.2523	2.40	0.5740
0.04	1.8474	0.30	3.1630	0.56	2.4598	1.15	1.1978	2.50	0.5510
0.05	1.9725	0.31	3.1630	0.57	2.4167	1.20	1.1479	2.60	0.5298
0.06	2.0976	0.32	3.1630	0.58	2.3750	1.25	1.1020	2.70	0.5102
0.07	2.2227	0.33	3.1630	0.60	2.2958	1.30	1.0596	2.80	0.4920
0.08	2.3478	0.34	3.1630	0.62	2.2218	1.35	1.0204	2.90	0.4750
0.09	2.4729	0.35	3.1630	0.64	2.1523	1.40	0.9839	3.00	0.4592
0.10	2.5980	0.36	3.1630	0.66	2.0871	1.45	0.9500	3.10	0.4444
0.11	2.7231	0.37	3.1630	0.68	2.0257	1.50	0.9183	3.20	0.4305
0.12	2.8482	0.38	3.1630	0.70	1.9679	1.55	0.8887	3.30	0.4174
0.13	2.9733	0.39	3.1630	0.72	1.9132	1.60	0.8609	3.40	0.4051
0.14	3.0984	0.40	3.1630	0.74	1.8615	1.65	0.8348	3.50	0.3936
0.15	3.1630	0.41	3.1630	0.76	1.8125	1.70	0.8103	3.60	0.3826
0.16	3.1630	0.42	3.1630	0.78	1.7660	1.75	0.7871	3.70	0.3723
0.17	3.1630	0.43	3.1630	0.80	1.7219	1.80	0.7653	3.80	0.3625
0.18	3.1630	0.44	3.1307	0.82	1.6799	1.85	0.7446	3.90	0.3532
0.19	3.1630	0.45	3.0611	0.84	1.6399	1.90	0.7250	4.00	0.3444
0.20	3.1630	0.46	2.9946	0.86	1.6017	1.95	0.7064		
0.21	3.1630	0.47	2.9308	0.88	1.5653	2.00	0.6887		
0.22	3.1630	0.48	2.8698	0.90	1.5306	2.05	0.6719		
0.23	3.1630	0.49	2.8112	0.92	1.4973	2.10	0.6560		
0.24	3.1630	0.50	2.7550	0.94	1.4654	2.15	0.6407		
0.25	3.1630	0.51	2.7010	0.96	1.4349	2.20	0.6261		

Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
1.347	2.348136	--	0.145	0.435	6.988	1.347	3.163	8.264

Confronto tra gli spettri

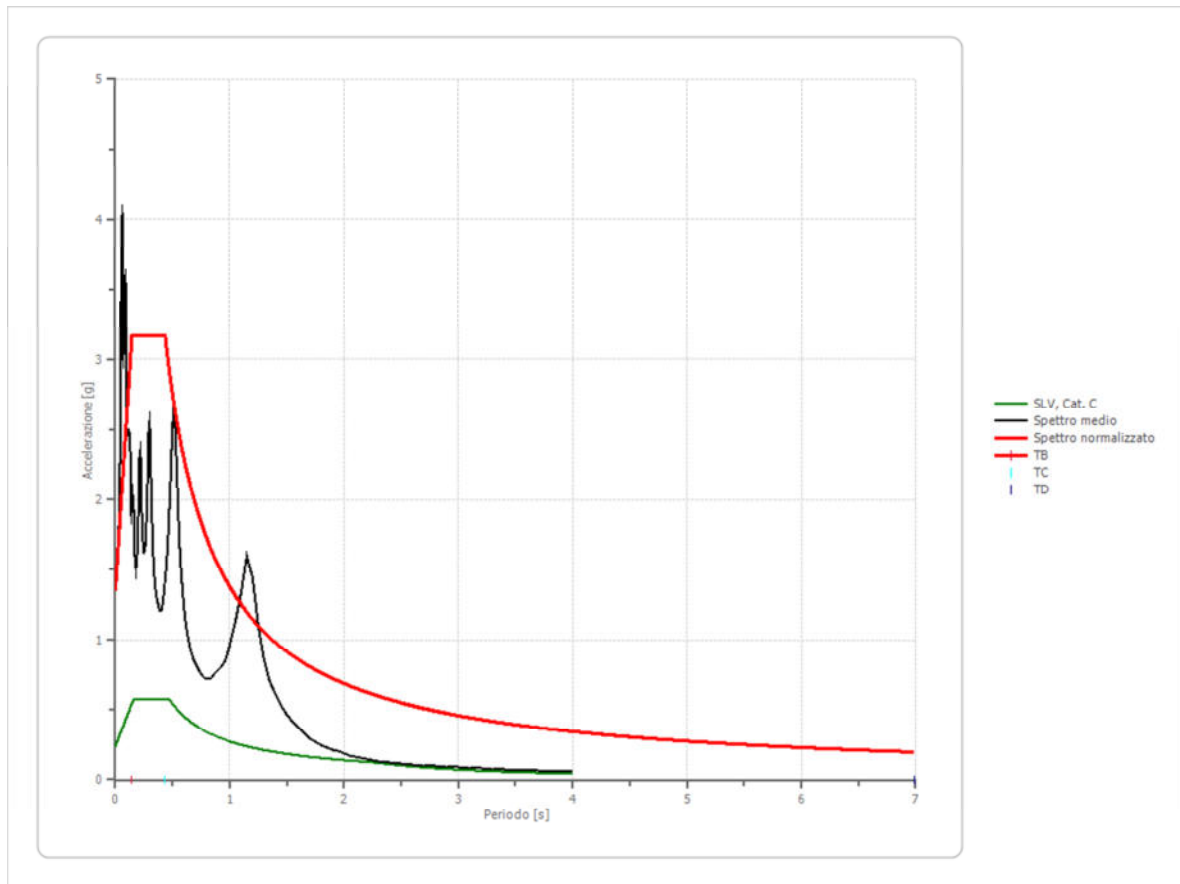


Confronto spettro normativa

SLV componente orizzontale

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

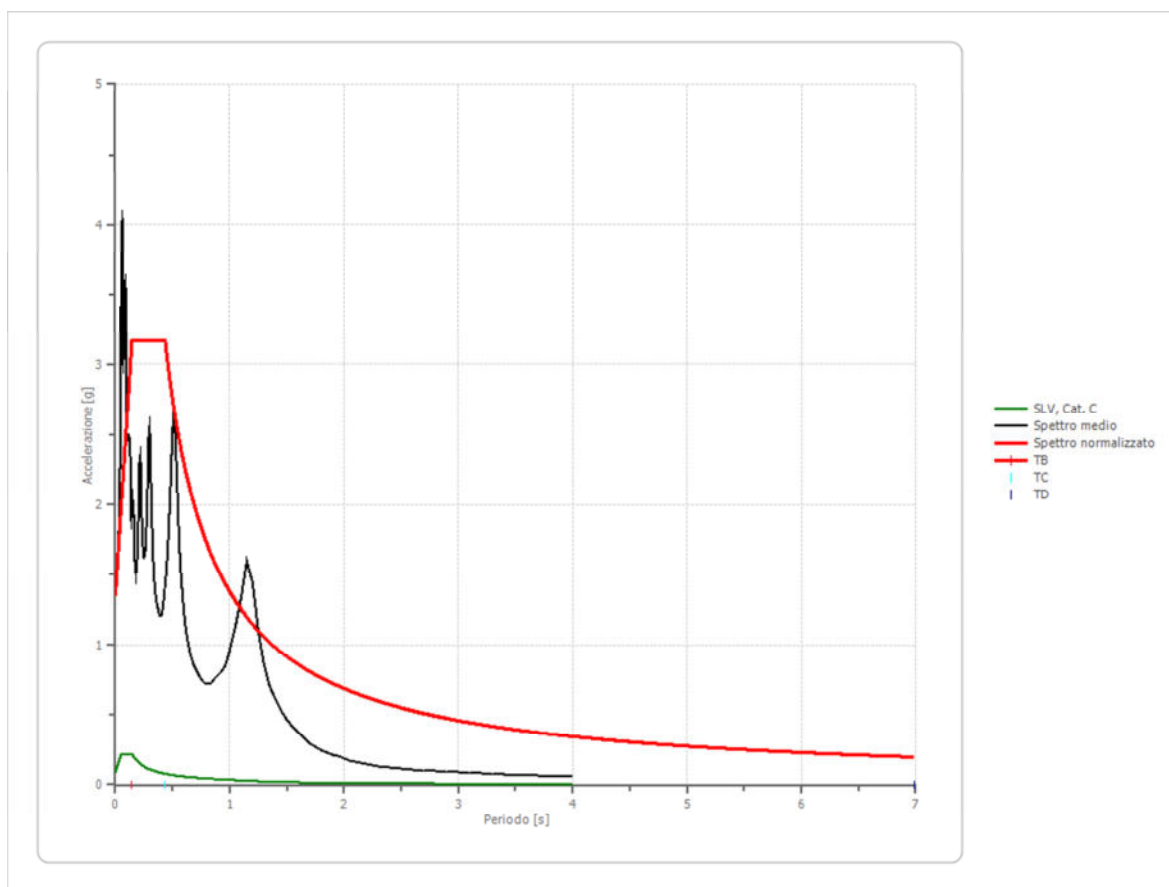
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0.051	0.063	0.163	0.212
Fo	2.485	2.503	2.402	2.413
Tc* [s]	0.257	0.272	0.304	0.308
Ss	1.50	1.50	1.47	1.39
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.64	1.61	1.56	1.55
TB [s]	0.141	0.146	0.158	0.159
TC [s]	0.423	0.439	0.473	0.477
TD [s]	1.804	1.852	2.252	2.448
Se(0) [g]	0.077	0.095	0.239	0.295
Se(TB) [g]	0.190	0.237	0.574	0.713



SLV componente verticale

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

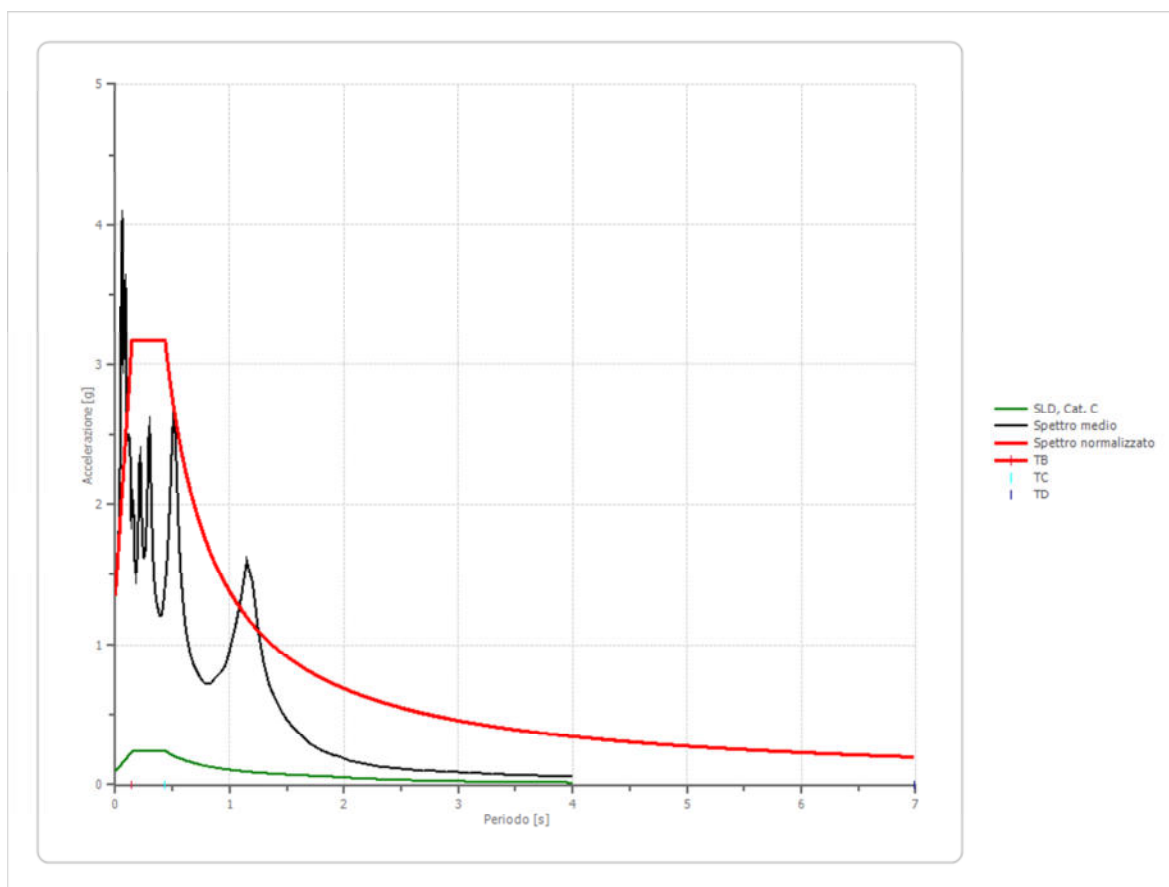
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0.051	0.063	0.163	0.212
Fo	2.485	2.503	2.402	2.413
Tc* [s]	0.257	0.272	0.304	0.308
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	0.00	0.00	0.00	0.00
TB [s]	0.050	0.050	0.050	0.050
TC [s]	0.150	0.150	0.150	0.150
TD [s]	1.000	1.000	1.000	1.000
Se(0) [g]	0.016	0.021	0.089	0.132
Se(TB) [g]	0.039	0.053	0.213	0.318
Fv	1.499889			



SLD componente orizzontale

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

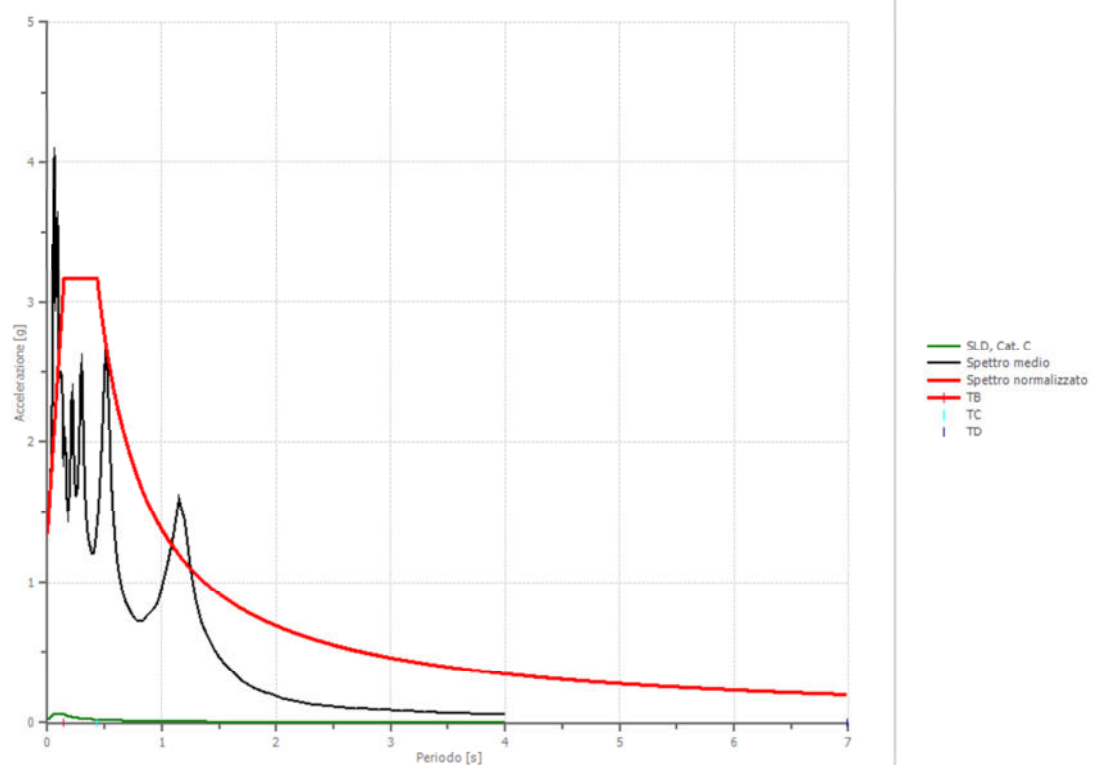
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0.051	0.063	0.163	0.212
Fo	2.485	2.503	2.402	2.413
Tc* [s]	0.257	0.272	0.304	0.308
Ss	1.50	1.50	1.47	1.39
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.64	1.61	1.56	1.55
TB [s]	0.141	0.146	0.158	0.159
TC [s]	0.423	0.439	0.473	0.477
TD [s]	1.804	1.852	2.252	2.448
Se(0) [g]	0.077	0.095	0.239	0.295
Se(TB) [g]	0.190	0.237	0.574	0.713



SLD componente verticale

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0.051	0.063	0.163	0.212
Fo	2.485	2.503	2.402	2.413
Tc* [s]	0.257	0.272	0.304	0.308
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	0.00	0.00	0.00	0.00
TB [s]	0.050	0.050	0.050	0.050
TC [s]	0.150	0.150	0.150	0.150
TD [s]	1.000	1.000	1.000	1.000
Se(0) [g]	0.016	0.021	0.089	0.132
Se(TB) [g]	0.039	0.053	0.213	0.318
Fv	1.499889			



Appendice 7

Suscettività alla liquefazione
dei
terreni granulari sotto falda

CPT 1

Studio Geotecnico Chili Giuliano
Via Bruno Bottau 4 40055 Castenaso (BO)
Tel 051 789568 - Cell. 3482661550
giulianochili@gmail.com

Committente : SPA Servizi per l'ambiente srls

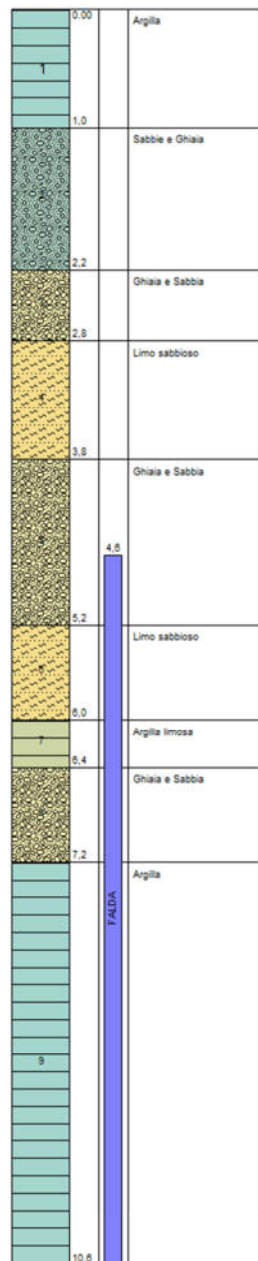
Lavoro: Impianto di recupero e stoccaggio di rifiuti non pericolosi

Località: Vi Cà Fornacetta snc - Comune di Ozzano Emilia

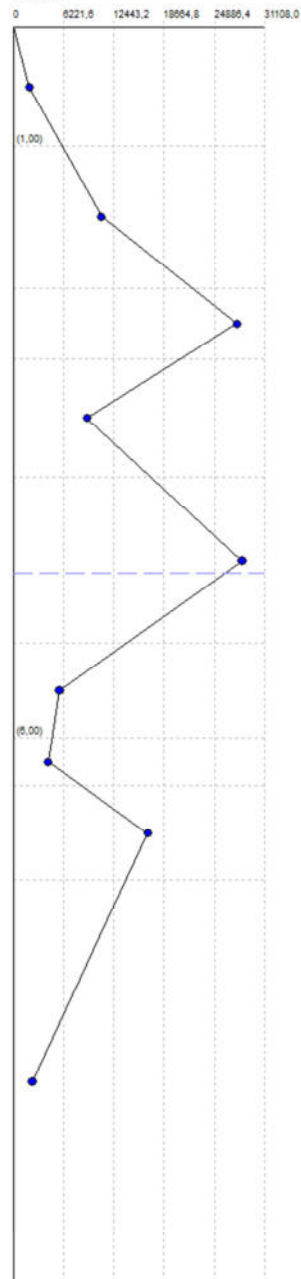
Data: 02/12/2019 - CPTu 1

1:49

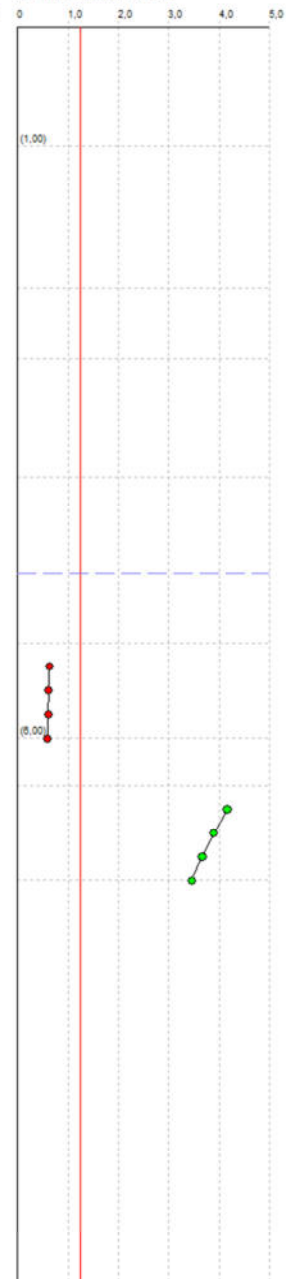
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Progetto impianto recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi

Cliente: SPA Servizi per l'Ambiente srls

Indirizzo, Coordinate: Via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia srl

Data 02/12/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA

Profondità falda idrica 4,6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,25

Fattore amplificazione 2,37

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6

Distanza epicentro 2 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,375

PARAMETRI GEOTECNICI							
Strato	Descrizione	da	a	γ_n	γ_{sat}	qc	fs
Nr		m	m	KN/m ³	KN/m ³	KPa	KPa
1	Argilla	0,00	1,00	20,20	21,01	1999,20	104,86
2	Sabbie e Ghiaia	1,00	2,20	18,36	21,42	10910,34	197,96
3	Ghiaia e Sabbia	2,20	2,80	19,38	22,44	27636,00	374,36
4	Limo sabbioso	2,80	3,80	22,75	23,56	9094,40	231,28
5	Ghiaia e Sabbia	3,80	5,20	19,38	22,44	28279,86	217,56
6	Limo sabbioso	5,20	6,00	21,93	22,75	5708,50	129,36
7	Argilla limosa	6,00	6,40	21,42	22,24	4312,00	225,40
8	Ghiaia e Sabbia	6,40	7,20	20,30	21,11	16611,00	229,32
9	Argilla	7,20	10,60	19,38	22,44	2346,12	155,82

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,6

[illegible]

CPT 2

Studio Geotecnico Chilli Giuliano
Via Bruno Bottau 4 40055 Castenaso (BO)
Tel 051 789568 - Cell. 3482661550
giulianochilli@gmail.com

Committente : SPA Servizi per l'ambiente srls

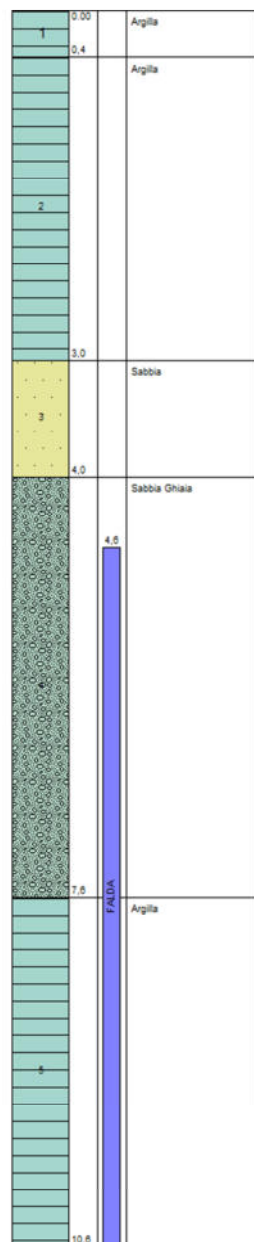
Lavoro: Impianto di recupero e stoccaggio di rifiuti non pericolosi

Località: Vi Cà Fornacetta snc - Comune di Ozzano Emilia

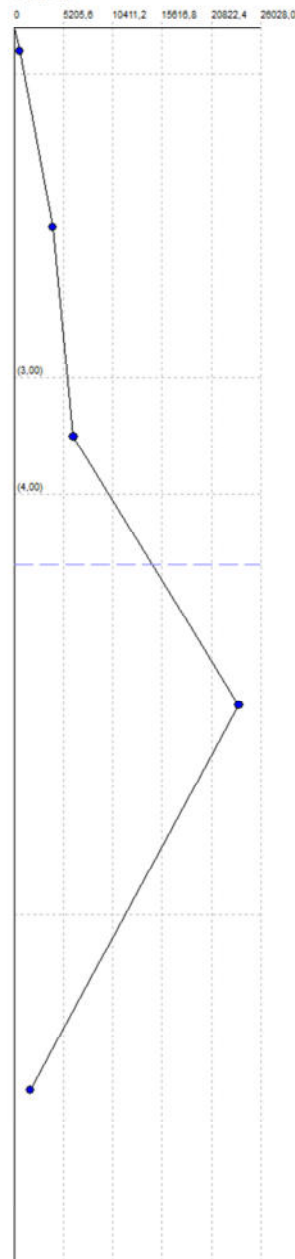
Data: 02/12/2019 - CPTu 2

1:49

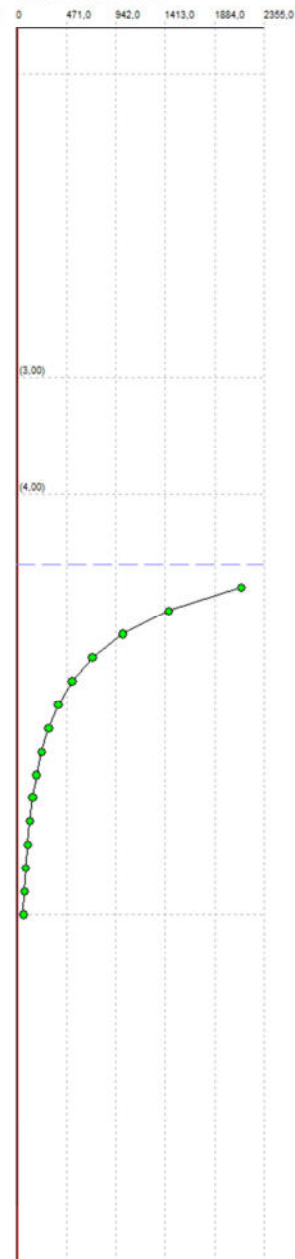
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Progetto impianto recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi

Cliente: SPA Servizi per l'Ambiente srls

Indirizzo, Coordinate: Via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia srl

Data 02/12/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA

Profondità falda idrica 4,6 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0,25

Fattore amplificazione 2,37

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6

Distanza epicentro 2 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,375

PARAMETRI GEOTECNICI							
Strato	Descrizione	da	a	γ_n	γ_{sat}	qc	fs
Nr		m	m	KN/m ³	KN/m ³	KPa	KPa
1	Argilla	0,00	0,40	18,05	18,87	588,00	49,00
2	Argilla	0,40	3,00	21,32	22,13	4048,38	272,44
3	Sabbia	3,00	4,00	18,36	21,42	6232,80	110,74
4	Sabbia Ghiaia	4,00	7,60	19,38	22,44	23661,12	275,38
5	Argilla	7,60	10,60	19,69	20,50	1685,60	98,98

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,72

Quota m	σ_n KPa	σ'_n KPa	Q	F(%)	Ic	CQ	qc l KPa	rd	CRR	CSR	Fs	Suscettibilità di liquefazione	FSL
4,8	97,124	95,163	233,517	1,169	1,687	1,031868	256,522	0,952	507	0,237	2140	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5	101,612	97,69	233,517	1,169	1,691	1,018436	253,553	0,947	347	0,24	1445	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,2	106,1	100,22	233,517	1,169	1,694	1,005516	250,699	0,942	244,2	0,243	1005	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,4	110,588	102,74	233,517	1,169	1,698	0,9930749	247,954	0,937	176,4	0,246	717,7	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,6	115,076	105,27	233,517	1,17	1,702	0,9810847	245,31	0,931	130,4	0,248	525,2	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,8	119,564	107,8	233,517	1,17	1,705	0,9695185	242,762	0,926	98,38	0,25	392,9	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6	124,052	110,32	233,517	1,17	1,709	0,9583521	240,305	0,921	75,67	0,252	299,8	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,2	128,54	112,85	233,517	1,17	1,712	0,9475628	237,932	0,915	59,22	0,254	233	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,4	133,028	115,38	233,517	1,17	1,715	0,9371299	235,64	0,91	47,08	0,256	184,1	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,6	137,516	117,9	233,517	1,171	1,718	0,927034	233,424	0,905	37,98	0,257	147,7	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,8	142,004	120,43	233,517	1,171	1,722	0,9172577	231,279	0,899	31,04	0,258	120,1	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7	146,492	122,96	233,517	1,171	1,725	0,9077843	229,203	0,894	25,68	0,26	98,96	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,2	150,98	125,48	233,517	1,171	1,728	0,8985985	227,191	0,888	21,5	0,26	82,53	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,4	155,468	128,01	233,517	1,172	1,731	0,8896859	225,241	0,883	18,19	0,261	69,61	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,6	159,956	130,54	233,517	1,172	1,734	0,8810335	223,35	0,877	15,53	0,262	59,3	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,8	164,057	132,68										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8	168,157	134,82										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,2	172,258	136,95										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,4	176,358	139,09										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,6	180,458	141,23										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,8	184,559	143,37										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9	188,659	145,51										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,2	192,76	147,65										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,4	196,86	149,79										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,6	200,96	151,93										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,8	205,061	154,07										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10	209,161	156,21										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,2	213,262	158,34										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,4	217,362	160,48										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,6	221,462	162,62										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso													

CPT 3

Studio Geotecnico Chilli Giuliano
Via Bruno Bottau 4 40055 Castenaso (BO)
Tel 051 789568 - Cell. 3482661550
giulianochilli@gmail.com

Committente : SPA Servizi per l'ambiente srls

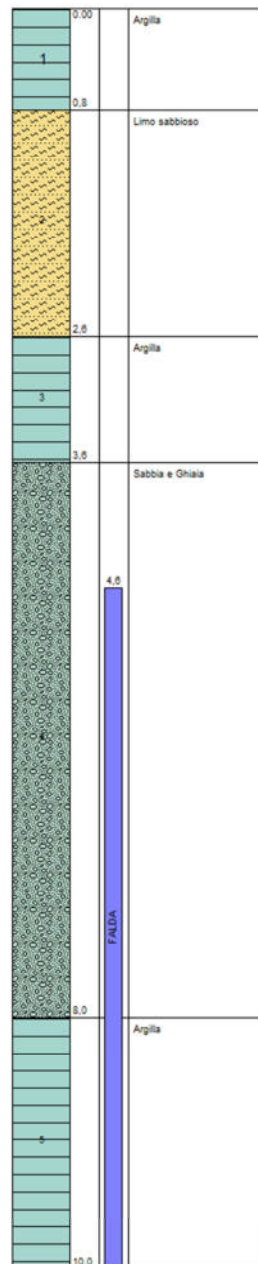
Lavoro: Impianto di recupero e stoccaggio di rifiuti non pericolosi

Località: Vi Cà Fornacetta snc - Comune di Ozzano Emilia

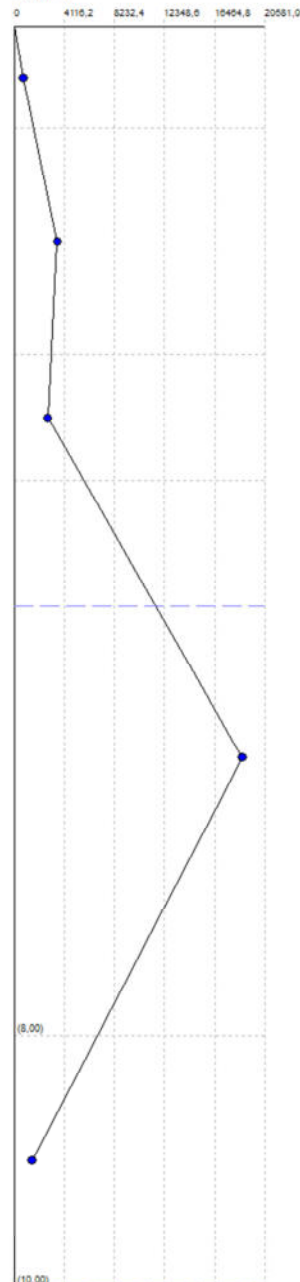
Data: 02/12/2019 - CPTu 3

1:40

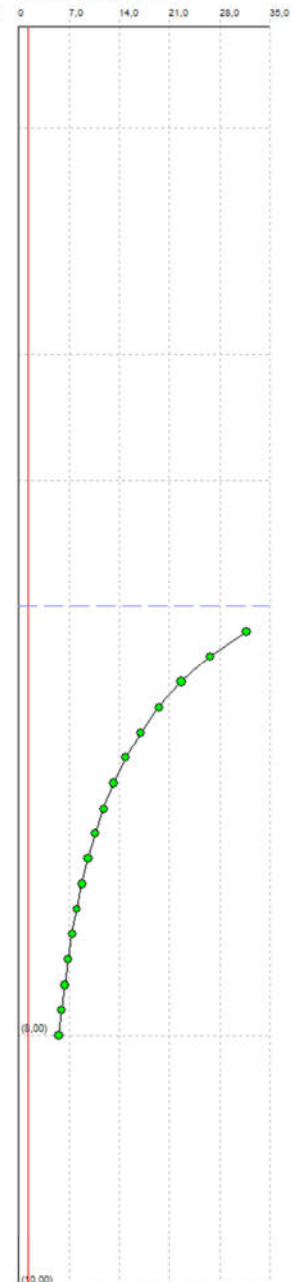
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Progetto impianto recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi

Cliente: SPA Servizi per l'Ambiente srls

Indirizzo, Coordinate: Via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia srl

Data 02/12/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA

Profondità falda idrica 4,6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,25

Fattore amplificazione 2,37

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6

Distanza epicentro 2 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,375

PARAMETRI GEOTECNICI							
Strato	Descrizione	da	a	γ_n	γ_{sat}	qc	fs
Nr		m	m	KN/m ³	KN/m ³	KPa	KPa
1	Argilla	0,00	0,80	18,46	19,28	759,50	62,72
2	Limo sabbioso	0,80	2,60	21,11	21,93	3538,78	104,86
3	Argilla	2,60	3,60	20,71	21,52	2783,20	159,74
4	Sabbia e Ghiaia	3,60	8,00	19,38	22,44	18709,18	259,70
5	Argilla	8,00	10,00	19,48	20,30	1470,00	77,42

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,7

Quota m	σ_n KPa	σ'_n KPa	Q	F(%)	Ic	CQ	qc l KPa	rd	CRR	CSR	Fs	Suscettibilità di liquefazione	FSL
4,8	97,349	95,387	184,645	1,395	1,813	1,030653	213,196	0,952	7,506	0,237	31,69	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5	101,837	97,914	184,645	1,396	1,816	1,017269	210,876	0,947	6,388	0,24	26,6	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,2	106,325	100,44	184,645	1,396	1,82	1,004392	208,647	0,942	5,5	0,243	22,63	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,4	110,813	102,97	184,645	1,396	1,824	0,9919922	206,503	0,937	4,786	0,246	19,48	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,6	115,301	105,49	184,645	1,397	1,828	0,9800407	204,437	0,931	4,205	0,248	16,95	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,8	119,789	108,02	184,645	1,397	1,831	0,968511	202,446	0,926	3,727	0,25	14,89	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6	124,277	110,55	184,645	1,397	1,835	0,9573789	200,525	0,921	3,329	0,252	13,19	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,2	128,765	113,07	184,645	1,398	1,838	0,9466221	198,671	0,915	2,995	0,254	11,79	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,4	133,253	115,6	184,645	1,398	1,841	0,9362198	196,879	0,91	2,712	0,256	10,61	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,6	137,741	118,13	184,645	1,398	1,845	0,9261531	195,146	0,905	2,471	0,257	9,613	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,8	142,229	120,65	184,645	1,399	1,848	0,9164043	193,469	0,899	2,264	0,258	8,765	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7	146,717	123,18	184,645	1,399	1,851	0,9069571	191,845	0,894	2,085	0,259	8,038	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,2	151,205	125,71	184,645	1,399	1,854	0,8977961	190,272	0,888	1,929	0,26	7,41	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,4	155,693	128,23	184,645	1,4	1,857	0,8889072	188,747	0,883	1,793	0,261	6,864	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,6	160,181	130,76	184,645	1,4	1,86	0,8802772	187,267	0,877	1,673	0,262	6,388	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,8	164,669	133,29	184,645	1,4	1,863	0,8718938	185,83	0,871	1,561	0,262	5,949	Terreno suscettibile di liquefazione	0
8	169,157	135,81	184,645	1,401	1,866	0,8637453	184,435	0,866	1,454	0,263	5,532	Terreno suscettibile di liquefazione	0
8,2	173,216	137,91										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,4	177,276	140,01										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,6	181,336	142,11										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,8	185,395	144,21										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9	189,455	146,31										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,2	193,514	148,4										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,4	197,574	150,5										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,6	201,634	152,6										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,8	205,693	154,7										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10	209,753	156,8										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso													

Studio Geotecnico Chilli Giuliano
Via Bruno Bottau 4 40055 Castenaso (BO)
Tel 051 789568 - Cell. 3482661550
giulianochilli@gmail.com

Committente : SPA Servizi per l'ambiente srls

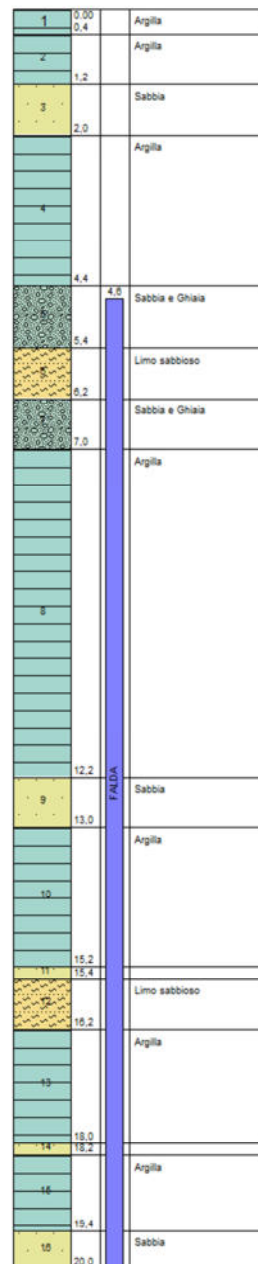
Lavoro: Impianto di recupero e stoccaggio di rifiuti non pericolosi

Località: Vi Cà Fornacetta snc - Comune di Ozzano Emilia

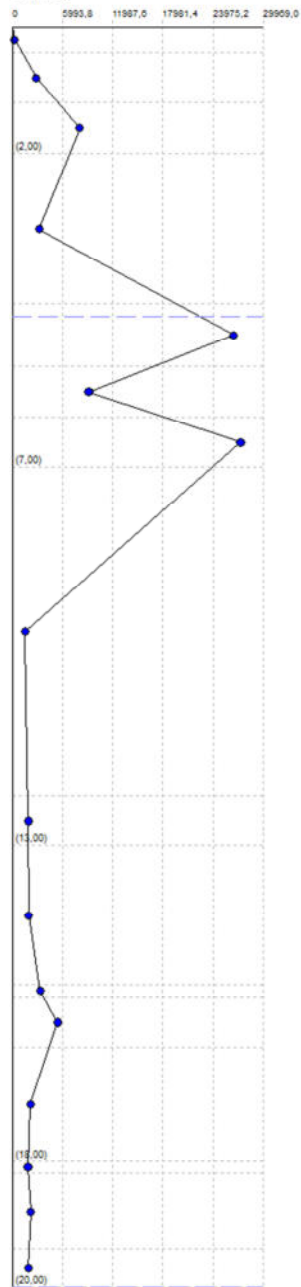
Data: 02/12/2019 - CPTu 4

1:92

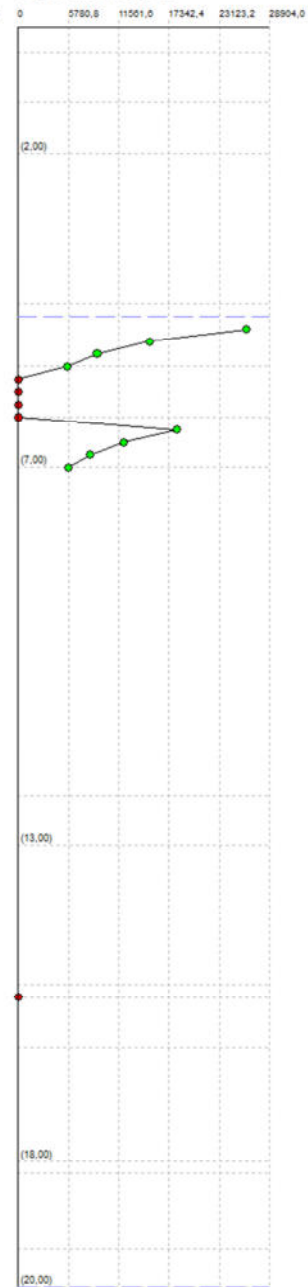
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: Progetto impianto recupero e stoccaggio rifiuti non pericolosi

Cliente: SPA Servizi per l'Ambiente srls

Indirizzo, Coordinate: Via Cà Fornacetta - Ozzano Emilia srl

Data 02/12/2019

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA

Profondità falda idrica 4,6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,25

Fattore amplificazione 2,37

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6

Distanza epicentro 2 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0,375

PARAMETRI GEOTECNICI							
Strato	Descrizione	da	a	γ_n	γ_{sat}	qc	fs
Nr		m	m	KN/m ³	KN/m ³	KPa	KPa
1	Argilla	0,00	0,40	16,83	17,65	294,00	26,46
2	Argilla	0,40	1,20	20,81	21,62	2891,00	184,24
3	Sabbia	1,20	2,00	18,36	21,42	8036,00	148,96
4	Argilla	2,00	4,40	20,91	21,73	3185,00	179,34
5	Sabbia e Ghiaia	4,40	5,40	19,38	22,44	26420,80	175,42
6	Limo sabbioso	5,40	6,20	22,75	23,56	9114,00	215,60
7	Sabbia e Ghiaia	6,20	7,00	19,38	22,44	27244,00	389,06
8	Argilla	7,00	12,20	19,48	20,30	1511,16	72,52
9	Sabbia	12,20	13,00	18,36	21,42	1911,00	39,20
10	Argilla	13,00	15,20	19,99	20,81	1986,46	139,16
11	Sabbia	15,20	15,40	19,38	22,44	3332,00	32,34
12	Limo sabbioso	15,40	16,20	21,83	22,64	5390,00	171,50
13	Argilla	16,20	18,00	20,09	20,91	2145,22	115,64
14	Sabbia	18,00	18,20	19,38	22,44	1862,00	19,60
15	Argilla	18,20	19,40	20,09	20,91	2221,66	146,02
16	Sabbia	19,40	20,00	19,38	22,44	1927,66	23,52

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,08

Quota	σ_n	σ'_n	Q	F(%)	Ic	CQ	qc l	rd	CRR	CSR	Fs	Suscettibilità di liquefazione	FSL
m	KPa	KPa					KPa						
4,8	96,614	94,653	260,753	0,666	1,474	1,034644	273,876	0,952	6225	0,237	26276	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5	101,102	97,18	260,753	0,666	1,478	1,021105	270,462	0,947	3626	0,24	15097	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,2	105,59	99,706	260,753	0,667	1,482	1,008084	267,183	0,942	2203	0,243	9059	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,4	110,078	102,23	260,753	0,667	1,486	0,9955488	264,029	0,937	1390	0,246	5653	Terreno suscettibile di liquefazione	0
5,6	114,791	104,98	89,948	2,396	2,213	0,9815348	128,331	0,931	0,245	0,248	0,985	Terreno suscettibile di liquefazione	0,73
5,8	119,503	107,74	89,948	2,397	2,218	0,9681119	127,178	0,926	0,239	0,25	0,954	Terreno suscettibile di liquefazione	2,27
6	124,216	110,49	89,948	2,398	2,222	0,9550503	126,058	0,921	0,234	0,252	0,927	Terreno suscettibile di liquefazione	3,74
6,2	128,928	113,24	89,948	2,4	2,226	0,9423552	124,969	0,915	0,229	0,254	0,901	Terreno suscettibile di liquefazione	5,17
6,4	133,416	115,76	268,877	1,435	1,745	0,9355596	272,22	0,91	4659	0,256	18225	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,6	137,904	118,29	268,877	1,435	1,748	0,925514	269,642	0,905	3116	0,257	12122	Terreno suscettibile di liquefazione	0
6,8	142,392	120,82	268,877	1,436	1,751	0,9157852	267,147	0,899	2136	0,258	8271	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7	146,88	123,34	268,877	1,436	1,753	0,9063569	264,73	0,894	1498	0,259	5777	Terreno suscettibile di liquefazione	0
7,2	150,94	125,44										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
7,4	154,999	127,54										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
7,6	159,059	129,64										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
7,8	163,118	131,74										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8	167,178	133,84										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,2	171,238	135,93										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,4	175,297	138,03										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,6	179,357	140,13										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
8,8	183,416	142,23										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9	187,476	144,33										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,2	191,536	146,43										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,4	195,595	148,52										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,6	199,655	150,62										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
9,8	203,714	152,72										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10	207,774	154,82										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,2	211,834	156,92										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,4	215,893	159,02										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,6	219,953	161,11										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
10,8	224,012	163,21										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
11	228,072	165,31										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
11,2	232,132	167,41										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
11,4	236,191	169,51										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
11,6	240,251	171,6										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
11,8	244,31	173,7										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
12	248,37	175,8										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
12,2	252,43	177,9										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
12,4	256,714	180,22	18,86	2,37	2,943	0,60792	264,73	0,742	1498	0,259	0	Terreno suscettibile di liquefazione	0

Quota m	σ_n KPa	σ'_n KPa	Q	F(%)	Ic	CQ	qc1 KPa	rd	CRR	CSR	Fs	Suscettibilità di liquefazione	FSL
12,6	260,998	182,54	18,86	2,376	2,949	0,6007365	264,73	0,736	1498	0,259	0	Terreno suscettibile di liquefazione	0
12,8	265,282	184,87	18,86	2,382	2,955	0,5937079	264,73	0,731	1498	0,259	0	Terreno suscettibile di liquefazione	0
13	269,566	187,19	18,86	2,388	2,96	0,5868292	264,73	0,725	1498	0,259	0	Terreno suscettibile di liquefazione	0
13,2	273,727	189,39										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
13,4	277,889	191,59										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
13,6	282,05	193,79										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
13,8	286,212	195,99										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
14	290,374	198,19										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
14,2	294,535	200,39										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
14,4	298,697	202,59										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
14,6	302,858	204,79										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
14,8	307,02	206,99										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
15	311,182	209,19										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
15,2	315,343	211,39										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
15,4	319,831	213,92	32,884	1,074	2,581	0,5482432	59,541	0,663	0,105	0,241	0,435	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
15,6	324,36	216,49	53,195	3,386	2,665	0,5772204	59,541	0,658	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
15,8	328,889	219,05	53,195	3,389	2,668	0,5717006	59,541	0,653	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
16	333,418	221,62	53,195	3,392	2,672	0,5662802	59,541	0,648	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
16,2	337,946	224,19	53,195	3,395	2,676	0,5609563	59,541	0,643	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
16,4	342,128	226,41										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
16,6	346,31	228,63										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
16,8	350,492	230,85										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
17	354,674	233,07										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
17,2	358,856	235,29										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
17,4	363,038	237,51										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
17,6	367,22	239,73										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
17,8	371,402	241,96										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
18	375,584	244,18										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
18,2	380,072	246,7	18,377	1,323	2,974	0,4472003	59,541	0,597	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
18,4	384,254	248,92										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
18,6	388,436	251,14										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
18,8	392,618	253,36										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
19	396,8	255,59										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
19,2	400,982	257,81										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
19,4	405,164	260,03										Terreno non suscettibile di liquefazione	0
19,6	409,652	262,55	19,025	1,549	3,019	0,421702	59,541	0,568	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
19,8	414,14	265,08	19,025	1,554	3,024	0,417657	59,541	0,564	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
20	418,628	267,61	19,025	1,559	3,03	0,4136817	59,541	0,56	0,105	0,241	0	Terreno suscettibile di liquefazione	53,54
IPL (Iwasaki)=0,59 Zcrit=20 m Rischio=Basso													

Appendice 8

Calcolo Cedimenti Post Sismici

CPT 1

Comportamento geotecnico	Ip	e	Cmr	G	OCR	c _u
	%	%		kN/m ²		kN/m ²
Coesivo	11	0.353	0.017	1767.4	15	13.5
Incoerente	0	0.49	0.012	4989.7	13	0
Incoerente	0	0.41	0.004	8795.5	15	0
Incoerente	0	0.20	0.012	4459.9	11	0
Incoerente	0	0.41	0.0015	8920.1	15	0
Incoerente	0	0.246	0.013	3555.5	10	0
Coesivo	0	0.76	0.014	2826.9	11	23.0
Incoerente	0	0.41	0.012	6444.4	15	0
Coesivo	31	0.357	0.015	1949.0	7.22	1.42

Cedimento Post-Sismico 2,459 cm

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
0,2	4,202	4,202		1,55E-03	0,031	1,4007
0,4	8,405	8,405		3,95E-03	0,079	5,4115
0,6	12,607	12,607		6,67E-03	0,1333	10,4004
0,8	16,81	16,81		1,17E-02	0,234	16,0204
1	21,012	21,012		-1,00E+00	0,234	16,0204
1,2	25,296	25,296		1,89E-03	0,0378	20,252
1,4	29,58	29,58		1,90E-03	0,0381	23,7476
1,6	33,864	33,864		1,92E-03	0,0383	27,2619
1,8	38,148	38,148		1,93E-03	0,0386	30,7945
2	42,432	42,432		1,94E-03	0,0389	34,3454
2,2	46,716	46,716		1,96E-03	0,0391	37,9143
2,4	51,204	51,204		6,35E-04	0,0127	41,1106
2,6	55,692	55,692		6,37E-04	0,0127	44,7848
2,8	60,18	60,18		6,40E-04	0,0128	48,47
3	64,892	64,892		2,06E-03	0,0413	53,717
3,2	69,605	69,605		2,08E-03	0,0416	57,7978
3,4	74,317	74,317		2,10E-03	0,042	61,9017
3,6	79,03	79,03		2,12E-03	0,0423	66,0284
3,8	83,742	83,742		2,13E-03	0,0427	70,1777
4	88,23	88,23		2,45E-04	0,0049	71,6844
4,2	92,718	92,718		2,46E-04	0,0049	75,4411
4,4	97,206	97,206		2,47E-04	0,0049	79,2077

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
4,6	101,694	101,694		2,48E-04	0,005	82,9841
4,8	106,182	106,182		2,49E-04	0,005	86,7702
5	110,67	110,67		2,50E-04	0,005	90,5658
5,2	115,158	115,158		2,51E-04	0,005	94,3709
5,4	119,707	119,707		2,62E-03	0,0523	104,4559
5,6	124,256	124,256		2,65E-03	0,0529	108,7836
5,8	128,806	128,806		2,68E-03	0,0535	113,1349
6	133,355	133,355		2,71E-03	0,0541	117,5094
6,2	137,802	137,802		-1,00E+00	0,0541	117,5094
6,4	142,249	142,249		-1,00E+00	0,0541	117,5094
6,6	146,472	146,472		2,15E-03	0,0429	122,9649
6,8	150,695	150,695		2,16E-03	0,0431	126,7228
7	154,918	154,918		2,17E-03	0,0433	130,491
7,2	159,14	159,14		2,18E-03	0,0435	134,2694
7,4	163,628	163,628		-1,00E+00	0,0435	134,2694
7,6	168,116	168,116		-1,00E+00	0,0435	134,2694
7,8	172,604	172,604		-1,00E+00	0,0435	134,2694
8	177,092	177,092		-1,00E+00	0,0435	134,2694
8,2	181,58	181,58		-1,00E+00	0,0435	134,2694
8,4	186,068	186,068		-1,00E+00	0,0435	134,2694
8,6	190,556	190,556		-1,00E+00	0,0435	134,2694
8,8	195,044	195,044		-1,00E+00	0,0435	134,2694
9	199,532	199,532		-1,00E+00	0,0435	134,2694
9,2	204,02	204,02		-1,00E+00	0,0435	134,2694
9,4	208,508	208,508		-1,00E+00	0,0435	134,2694
9,6	212,996	212,996		-1,00E+00	0,0435	134,2694
9,8	217,484	217,484		-1,00E+00	0,0435	134,2694
10	221,972	221,972		-1,00E+00	0,0435	134,2694
10,2	226,46	226,46		-1,00E+00	0,0435	134,2694
10,4	230,948	230,948		-1,00E+00	0,0435	134,2694
10,6	235,436	235,436		-1,00E+00	0,0435	134,2694

CPT 2

Comportamento geotecnico	Ip	e	Cmr	G	OCR	c _u
	%	%		kN/m ²		kN/m ²
Coesivo	11	0.514	0.037	836.8	10	46
Coesivo	31	0.282	0.014	2720	15	22.5
Incoerente	0	0.488	0.013	3540.5	10	0
Incoerente	0	0.410	0.014	7999.3	13	0
Coesivo	31	0.388	0.019	1592.5	4.53	10.5

Cedimento Post-Sismico 1,847 cm

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
0,2	3,611	3,611	2140,428	0,00E+00	0	0
0,4	7,222	7,222	1444,906	0,00E+00	0	0
0,6	11,485	11,485	1004,797	0,00E+00	0	0
0,8	15,749	15,749	717,706	0,00E+00	0	0
1	20,012	20,012	525,212	0,00E+00	0	0
1,2	24,276	24,276	392,877	0,00E+00	0	0
1,4	28,54	28,54	299,809	0,00E+00	0	0
1,6	32,803	32,803	232,983	0,00E+00	0	0
1,8	37,067	37,067	184,082	0,00E+00	0	0
2	41,33	41,33	147,668	0,00E+00	0	0
2,2	45,594	45,594	120,118	0,00E+00	0	0
2,4	49,858	49,858	98,963	0,00E+00	0	0
2,6	54,121	54,121	82,53	0,00E+00	0	0
2,8	58,385	58,385	69,607	0,00E+00	0	0
3	62,648	62,648	59,303	0,00E+00	0	0
3,2	66,32	66,32		2,30E-03	0,046	55,4885
3,4	69,992	69,992		2,32E-03	0,0465	58,7666
3,6	73,664	73,664		2,35E-03	0,047	62,0648
3,8	77,336	77,336		2,37E-03	0,0474	65,383
4	81,008	81,008		2,40E-03	0,0479	68,7209
4,2	84,884	84,884		2,32E-03	0,0464	69,3281
4,4	88,76	88,76		2,33E-03	0,0466	72,6108
4,6	92,636	92,636		2,34E-03	0,0468	75,9029
4,8	97,124	95,163		2,35E-03	0,047	78,0968
5	101,612	97,69		2,36E-03	0,0472	80,2965

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
5,2	106,1	100,216		2,37E-03	0,0474	82,5018
5,4	110,588	102,743		2,38E-03	0,0476	84,7126
5,6	115,076	105,27		2,39E-03	0,0478	86,9289
5,8	119,564	107,796		2,40E-03	0,048	89,1506
6	124,052	110,323		2,41E-03	0,0482	91,3776
6,2	128,54	112,85		2,42E-03	0,0484	93,6099
6,4	133,028	115,376		2,43E-03	0,0486	95,8474
6,6	137,516	117,903		2,44E-03	0,0488	98,0901
6,8	142,004	120,43		2,45E-03	0,049	100,3378
7	146,492	122,956		2,46E-03	0,0492	102,5904
7,2	150,98	125,483		2,47E-03	0,0494	104,8481
7,4	155,468	128,01		2,48E-03	0,0496	107,1105
7,6	159,956	130,537		2,49E-03	0,0498	109,3778
7,8	164,057	132,676		-1,00E+00	0,0498	109,3778
8	168,157	134,815		-1,00E+00	0,0498	109,3778
8,2	172,258	136,954		-1,00E+00	0,0498	109,3778
8,4	176,358	139,093		-1,00E+00	0,0498	109,3778
8,6	180,458	141,232		-1,00E+00	0,0498	109,3778
8,8	184,559	143,371		-1,00E+00	0,0498	109,3778
9	188,659	145,51		-1,00E+00	0,0498	109,3778
9,2	192,76	147,649		-1,00E+00	0,0498	109,3778
9,4	196,86	149,788		-1,00E+00	0,0498	109,3778
9,6	200,96	151,927		-1,00E+00	0,0498	109,3778
9,8	205,061	154,066		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10	209,161	156,205		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10,2	213,262	158,344		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10,4	217,362	160,483		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10,6	221,462	162,623		-1,00E+00	0,0498	109,3778

CPT3

Comportamento geotecnico	Ip	e	Cmr	G	OCR	c _u
	%	%		kN/m ²		kN/m ²
Coesivo	11	0.480	0.031	978.4	10	58
Incoerente	0	0.294	0.015	2505.4	15	0
Coesivo	31	0.320	0.015	2163.4	12	171
Incoerente	0	0.410	0.014	6930.2	12	0
Coesivo	31	0.403	0.020	1464.7	3.55	92

Cedimento Post-Sismico 1,638 cm

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
0,2	3,692	3,692	31,687	0,00E+00	0	0
0,4	7,385	7,385	26,603	0,00E+00	0	0
0,6	11,077	11,077	22,629	0,00E+00	0	0
0,8	14,77	14,77	19,477	0,00E+00	0	0
1	18,992	18,992	16,945	0,00E+00	0	0
1,2	23,215	23,215	14,885	0,00E+00	0	0
1,4	27,438	27,438	13,192	0,00E+00	0	0
1,6	31,661	31,661	11,786	4,02E-10	0	0
1,8	35,884	35,884	10,608	4,02E-10	0	0
2	40,106	40,106	9,613	4,02E-10	0	0
2,2	44,329	44,329	8,765	8,05E-10	0	0
2,4	48,552	48,552	8,038	1,61E-09	0	0
2,6	52,775	52,775	7,41	2,82E-09	0	0
2,8	56,916	56,916	6,864	4,83E-09	0	0,0001
3	61,057	61,057	6,388	8,05E-09	0	0,0001
3,2	65,198	65,198	5,949	1,29E-08	0	0,0002
3,4	69,34	69,34	5,532	2,13E-08	0	0,0004
3,6	73,481	73,481		2,07E-03	0,0414	33,6985
3,8	77,357	77,357		2,33E-03	0,0467	63,2976
4	81,233	81,233		2,34E-03	0,0469	66,5945
4,2	85,109	85,109		2,36E-03	0,0471	69,9024
4,4	88,985	88,985		2,37E-03	0,0474	73,2213
4,6	92,861	92,861		2,38E-03	0,0476	76,551
4,8	97,349	95,387		2,39E-03	0,0478	78,777
5	101,837	97,914		2,40E-03	0,0481	81,0096

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
5,2	106,325	100,441		2,41E-03	0,0483	83,2486
5,4	110,813	102,968		2,43E-03	0,0485	85,4941
5,6	115,301	105,494		2,44E-03	0,0488	87,7459
5,8	119,789	108,021		2,45E-03	0,049	90,0039
6	124,277	110,548		2,46E-03	0,0492	92,2681
6,2	128,765	113,074		2,47E-03	0,0495	94,5383
6,4	133,253	115,601		2,49E-03	0,0497	96,8146
6,6	137,741	118,128		2,50E-03	0,05	99,0968
6,8	142,229	120,654		2,51E-03	0,0502	101,3848
7	146,717	123,181		2,52E-03	0,0504	103,6786
7,2	151,205	125,708		2,53E-03	0,0507	105,978
7,4	155,693	128,234		2,55E-03	0,0509	108,2831
7,6	160,181	130,761		2,56E-03	0,0511	110,5937
7,8	164,669	133,288		2,57E-03	0,0514	112,9097
8	169,157	135,814		2,58E-03	0,0516	115,2311
8,2	173,216	137,913		-1,00E+00	0,0516	115,2311
8,4	177,276	140,011		-1,00E+00	0,0516	115,2311
8,6	181,336	142,109		-1,00E+00	0,0516	115,2311
8,8	185,395	144,207		-1,00E+00	0,0516	115,2311
9	189,455	146,306		-1,00E+00	0,0516	115,2311
9,2	193,514	148,404		-1,00E+00	0,0516	115,2311
9,4	197,574	150,502		-1,00E+00	0,0516	115,2311
9,6	201,634	152,6		-1,00E+00	0,0516	115,2311
9,8	205,693	154,699		-1,00E+00	0,0516	115,2311
10	209,753	156,797		-1,00E+00	0,0516	115,2311
10,2	213,262	158,344		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10,4	217,362	160,483		-1,00E+00	0,0498	109,3778
10,6	221,462	162,623		-1,00E+00	0,0498	109,3778

CPT4

Comportamento geotecnico	Ip	e	Cmr	G	OCR	c _u
	%	%		kN/m ²		kN/m ²
Coesivo	11	0.624	0.066	547.9	10	2.4
Coesivo	11	0.313	0.014	2214.2	13	17.9
Incoerente	0	0.489	0.012	4135.2	13	0
Coesivo	31	0.307	0.015	2349.2	14	18.9
Incoerente	0	0.410	0.0012	8557.1	15	0
Incoerente	0	0.201	0.012	4465.8	15	35.4
Incoerente	0	0.410	0.003	8719.1	15	
Coesivo	31	0.403	0.020	1489.6	3.31	9.4
Incoerente	0	0.489	0.017	1719.1	2.2	
Coesivo	31	0.367	0.017	1360.5	4.97	11.6
Incoerente	0	0.410	0.015	2414.9	2.3	
Incoerente	0	0.252	0.013	3239.8	5.6	
Coesivo	31	0.360	0.017	1845.2	3.57	12.1
Incoerente	0	0.410	0.137	1692.3	1.1	
Coesivo	31	0.360	0.016	1885.1	4.19	12.3
Incoerente	0	0.410	0.135	1728.5	1.1	

Cedimento Post-Sismico 1,097 cm

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
0,2	3,366	3,366	31,687	0,00E+00	0	0
0,4	6,732	6,732	26,603	0,00E+00	0	0
0,6	10,894	10,894	22,629	0,00E+00	0	0
0,8	15,055	15,055	19,477	0,00E+00	0	0
1	19,217	19,217	16,945	0,00E+00	0	0
1,2	23,378	23,378	14,885	0,00E+00	0	0
1,4	27,05	27,05	13,192	0,00E+00	0	0
1,6	30,722	30,722	11,786	3,22E-10	0	0
1,8	34,394	34,394	10,608	3,22E-10	0	0
2	38,066	38,066	9,613	3,22E-10	0	0
2,2	42,248	42,248	8,765	8,05E-10	0	0
2,4	46,43	46,43	8,038	1,61E-09	0	0
2,6	50,612	50,612	7,41	2,82E-09	0	0
2,8	54,794	54,794	6,864	4,83E-09	0	0,0001
3	58,976	58,976	6,388	8,05E-09	0	0,0001
3,2	63,158	63,158	5,949	1,29E-08	0	0,0002
3,4	67,34	67,34	5,532	2,13E-08	0	0,0004

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
3,6	71,522	71,522		1,49E-03	0,0298	25,5067
3,8	75,704	75,704		1,61E-03	0,0322	28,7318
4	79,886	79,886		1,73E-03	0,0346	32,0484
4,2	84,068	84,068		1,85E-03	0,037	35,4509
4,4	88,25	88,25		1,96E-03	0,0393	38,9345
4,6	92,126	92,126		1,99E-04	0,004	75,2904
4,8	96,614	94,653		2,00E-04	0,004	77,4703
5	101,102	97,18		2,01E-04	0,004	79,6556
5,2	105,59	99,706		2,02E-04	0,004	81,8461
5,4	110,078	102,233		2,02E-04	0,004	84,0418
5,6	114,791	104,984		2,31E-03	0,0461	90,2823
5,8	119,503	107,735		2,33E-03	0,0465	92,9024
6	124,216	110,486		2,35E-03	0,0469	95,5335
6,2	128,928	113,237		2,37E-03	0,0473	98,1756
6,4	133,416	115,764		5,15E-04	0,0103	95,751
6,6	137,904	118,291		5,16E-04	0,0103	97,9731
6,8	142,392	120,817		5,18E-04	0,0104	100,1998
7	146,88	123,344		5,20E-04	0,0104	102,4311
7,2	150,94	125,442		-1,00E+00	0,0104	102,4311
7,4	154,999	127,541		-1,00E+00	0,0104	102,4311
7,6	159,059	129,639		-1,00E+00	0,0104	102,4311
7,8	163,118	131,737		-1,00E+00	0,0104	102,4311
8	167,178	133,835		-1,00E+00	0,0104	102,4311
8,2	171,238	135,934		-1,00E+00	0,0104	102,4311
8,4	175,297	138,032		-1,00E+00	0,0104	102,4311
8,6	179,357	140,13		-1,00E+00	0,0104	102,4311
8,8	183,416	142,229		-1,00E+00	0,0104	102,4311
9	187,476	144,327		-1,00E+00	0,0104	102,4311
9,2	191,536	146,425		-1,00E+00	0,0104	102,4311
9,4	195,595	148,523		-1,00E+00	0,0104	102,4311
9,6	199,655	150,622		-1,00E+00	0,0104	102,4311
9,8	203,714	152,72		-1,00E+00	0,0104	102,4311
10	207,774	154,818		-1,00E+00	0,0104	102,4311
10,2	211,834	156,916		-1,00E+00	0,0104	102,4311
10,4	215,893	159,015		-1,00E+00	0,0104	102,4311
10,6	219,953	161,113		-1,00E+00	0,0104	102,4311
10,8	224,012	163,211		-1,00E+00	0,0104	102,4311
11	228,072	165,309		-1,00E+00	0,0104	102,4311
11,2	232,132	167,408		-1,00E+00	0,0104	102,4311
11,4	236,191	169,506		-1,00E+00	0,0104	102,4311
11,6	240,251	171,604		-1,00E+00	0,0104	102,4311
11,8	244,31	173,703		-1,00E+00	0,0104	102,4311
12	248,37	175,801		-1,00E+00	0,0104	102,4311

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
12,2	252,43	177,899		-1,00E+00	0,0104	102,4311
12,4	256,714	180,222		-1,00E+00	0,0104	102,4311
12,6	260,998	182,544		-1,00E+00	0,0104	102,4311
12,8	265,282	184,867		-1,00E+00	0,0104	102,4311
13	269,566	187,19		-1,00E+00	0,0104	102,4311
13,2	273,727	189,39		-1,00E+00	0,0104	102,4311
13,4	277,889	191,59		-1,00E+00	0,0104	102,4311
13,6	282,05	193,791		-1,00E+00	0,0104	102,4311
13,8	286,212	195,991		-1,00E+00	0,0104	102,4311
14	290,374	198,191		-1,00E+00	0,0104	102,4311
14,2	294,535	200,391		-1,00E+00	0,0104	102,4311
14,4	298,697	202,592		-1,00E+00	0,0104	102,4311
14,6	302,858	204,792		-1,00E+00	0,0104	102,4311
14,8	307,02	206,992		-1,00E+00	0,0104	102,4311
15	311,182	209,192		-1,00E+00	0,0104	102,4311
15,2	315,343	211,393		-1,00E+00	0,0104	102,4311
15,4	319,831	213,919		-1,00E+00	0,0104	102,4311
15,6	324,36	216,487		-1,00E+00	0,0104	102,4311
15,8	328,889	219,054		-1,00E+00	0,0104	102,4311
16	333,418	221,622		-1,00E+00	0,0104	102,4311
16,2	337,946	224,189		-1,00E+00	0,0104	102,4311
16,4	342,128	226,41		-1,00E+00	0,0104	102,4311
16,6	346,31	228,631		-1,00E+00	0,0104	102,4311
16,8	350,492	230,851		-1,00E+00	0,0104	102,4311
17	354,674	233,072		-1,00E+00	0,0104	102,4311
17,2	358,856	235,293		-1,00E+00	0,0104	102,4311
17,4	363,038	237,513		-1,00E+00	0,0104	102,4311
17,6	367,22	239,734		-1,00E+00	0,0104	102,4311
17,8	371,402	241,955		-1,00E+00	0,0104	102,4311
18	375,584	244,175		-1,00E+00	0,0104	102,4311

Quota	σ_n	σ'_n	Fs	ε_v	S	ΔP
m	KPa	KPa			mm	kN/m ²
18,2	380,072	246,702		-1,00E+00	0,0104	102,4311
18,4	384,254	248,923		-1,00E+00	0,0104	102,4311
18,6	388,436	251,143		-1,00E+00	0,0104	102,4311
18,8	392,618	253,364		-1,00E+00	0,0104	102,4311
19	396,8	255,585		-1,00E+00	0,0104	102,4311
19,2	400,982	257,805		-1,00E+00	0,0104	102,4311
19,4	405,164	260,026		-1,00E+00	0,0104	102,4311
19,6	409,652	262,553		-1,00E+00	0,0104	102,4311
19,8	414,14	265,079		-1,00E+00	0,0104	102,4311
20	418,628	267,606		-1,00E+00	0,0104	102,4311

Appendice 8

Analisi Chimiche Preliminari

Matrice Suolo

Matrice Acqua

Matrice suolo



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione: **SUOLO DA BONIFICA**

Etichettatura e sigilli: **PZ1**

Numero del rapporto di prova: **19BO10219**

Committente: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Produttore del campione: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Data di ricevimento del campione: **22/11/2019**

Data inizio analisi: **22/11/2019**

Data fine analisi: **02/12/2019**

Data di campionamento: **14/11/2019**

Campionamento a cura di: **Committente**

Luogo di campionamento: **Presso via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)**

Verbale di campionamento: **A cura del prelevatore**

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labetante.com - www.labetante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



segue Rapporto di prova n°: **19BO10219** del 03/12/2019

Risultati analitici					
Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti 1 - Limiti 2	
* Idrocarburi leggeri (C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 1		< 250	< 10
Idrocarburi (C12 - C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	23	±11	< 750	< 50
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 50	< 20
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 15	< 2
Cromo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 800	< 150
* Cromo VI EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg s.s.	< 0,4		< 15	< 2
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 250	< 20
* Ferro EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 2,5			
Mercurio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,05		< 5	< 1
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 500	< 120
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 1000	< 100
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 600	< 120

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Lim.1: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale)

Lim.2: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale)

(*): Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZI DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente (ottenuti sul passante al setaccio a 2mm e riportati sul campione) e limitatamente agli stessi si può affermare che il terreno corrispondente al campione ricevuto mostra livelli di inquinamento CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale) e CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale).

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura k = 2 e un livello di confidenza p = 95%.

Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.

Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



segue Rapporto di prova n°: **19BO10219** del **03/12/2019**

Risultati analitici

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionatore (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

—FINE RAPPORTO DI PROVA—

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Stante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



The European Chemical
Reference Forum

RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione: **SUOLO DA BONIFICA**

Etichettatura e sigilli: **PZ2**

Numero del rapporto di prova: **19BO10220**

Committente: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Produttore del campione: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Data di ricevimento del campione: **22/11/2019**

Data inizio analisi: **22/11/2019**

Data fine analisi: **02/12/2019**

Data di campionamento: **14/11/2019**

Campionamento a cura di: **Committente**

Luogo di campionamento: **Presso via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)**

Verbale di campionamento: **A cura del prelevatore**

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16.
Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015



segue Rapporto di prova n°: **19BO10220** del **03/12/2019**

Risultati analitici					
Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti 1 - Limiti 2	
* Idrocarburi leggeri (C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 1		< 250	< 10
Idrocarburi (C12 - C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	28	±13	< 750	< 50
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	4,4	±1,1	< 50	< 20
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 15	< 2
Cromo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	37,7	±13,8	< 800	< 150
* Cromo VI EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg s.s.	< 0,4		< 15	< 2
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	9,7	±2,7	< 250	< 20
* Ferro EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 2,5			
Mercurio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,05		< 5	< 1
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	39,1	±9,4	< 500	< 120
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	9,4	±2,0	< 1000	< 100
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	24,9	±3,4	< 600	< 120

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Lim.1: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale)

Lim.2: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale)

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZI DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente (ottenuti sul passante al setaccio a 2mm e riportati sul campione) e limitatamente agli stessi si può affermare che il terreno corrispondente al campione ricevuto mostra livelli di inquinamento CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale) e CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale).

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura k = 2 e un livello di confidenza p = 95%.

Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.

Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



THE EUROPEAN CHEMICAL
REGISTRATION BOARD

segue Rapporto di prova n°: **19BO10220** del **03/12/2019**

Risultati analitici

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionatore (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

---FINE RAPPORTO DI PROVA---

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Sante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione:	SUOLO DA BONIFICA
Etichettatura e sigilli:	PZ3
Numero del rapporto di prova:	19BO10221
Committente:	SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s. via Prati Ronchi, 1 40064 Ozzano dell'Emilia (BO)
Produttore del campione:	SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s. via Prati Ronchi, 1 40064 Ozzano dell'Emilia (BO)
Data di ricevimento del campione:	22/11/2019
Data inizio analisi:	22/11/2019
Data fine analisi:	02/12/2019
Data di campionamento:	14/11/2019
Campionamento a cura di:	Committente
Luogo di campionamento:	Presso via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)
Verbale di campionamento:	A cura del prelevatore

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



The European Chemical
Reference Forum

segue Rapporto di prova n°: **19BO10221** del **03/12/2019**

Risultati analitici					
Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti 1 - Limiti 2	
* Idrocarburi leggeri (C<12) EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2018	mg/kg s.s.	< 1		< 250	< 10
Idrocarburi (C12 - C40) ISPRA Man 75 2011	mg/kg s.s.	34	±16	< 750	< 50
Arsenico EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	4,1	±1,0	< 50	< 20
Cadmio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,5		< 15	< 2
Cromo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	42,9	±15,7	< 800	< 150
* Cromo VI EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992	mg/kg s.s.	< 0,4		< 15	< 2
Cobalto EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	7,9	±2,2	< 250	< 20
* Ferro EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 2,5			
Mercurio EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	< 0,05		< 5	< 1
Nichel EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	41,9	±10,1	< 500	< 120
Piombo EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	10,8	±2,3	< 1000	< 100
Rame EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	mg/kg s.s.	32,3	±4,4	< 600	< 120

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Lim.1: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale)

Lim.2: Limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale)

(*): Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZI DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente (ottenuti sul passante al setaccio a 2mm e riportati sul campione) e limitatamente agli stessi si può affermare che il terreno corrispondente al campione ricevuto mostra livelli di inquinamento CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. A (siti ad uso verde pubblico privato e residenziale) e CONFORMI ai limiti definiti dal D.Lgs. 152/2006 Parte IV - Titolo V - All. 5 - Tab. 1 - Col. B (siti ad uso industriale).

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura k = 2 e un livello di confidenza p = 95%.

Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.

Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



THE EUROPEAN CHEMICAL
RESEARCH CENTER

segue Rapporto di prova n°: **19BO10221** del **03/12/2019**

Risultati analitici

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionatore (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

---FINE RAPPORTO DI PROVA---

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Stante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16.
Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L

Matrice Acqua



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione: **ACQUE SOTTERRANEE**

Etichettatura e sigilli: **PZ1**

Numero del rapporto di prova: **19BO10216**

Committente: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Produttore del campione: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Data di ricevimento del campione: **22/11/2019**

Data inizio analisi: **22/11/2019**

Data fine analisi: **03/12/2019**

Data di campionamento: **22/11/2019**

Campionamento a cura di: **Per. Ind. Gianmarco Fiorito - Laboratori Chimici Stante S.r.l.**

Luogo di campionamento: **Presso Campo via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)**

Verbale di campionamento: **Verbale n. 10216 del 22/11/2019, p.c. n.1052 del 21/11/2019**

Metodo di campionamento: **APAT CNR IRSA 1030 Man. 29 2003**

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art. 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3

Firmato digitalmente da

Francesco Stante

Ordine Interregionale dei Chimici
Emilia-Romagna n° 153160371



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384066 - Fax 051-384068 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015



The European Chemical Reference Forum

segue Rapporto di prova n°: **19BO10216** del **03/12/2019**

Risultati analitici				
Parametro Metodo	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
* Campionamento APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003				
* Temperatura campione APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	°C	15,2		
pH (a 25°C) APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	upH	7,5		
Conducibilità el. spec. APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	microS/cm	1738		
* Idrocarburi totali espressi come n-esano APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	ug/l	< 0,1		< 350
Arsenico (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	0,4	±0,1	< 10
Cadmio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,01		< 5
Cromo (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	0,2		< 50
* Cromo VI EPA 7196A 1992	ug/l	2,0	±0,3	< 5
Cobalto (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	1,43	±0,21	< 50
* Ferro (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	13,2		< 200
Mercurio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1
Nichel (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	3,3	±0,5	< 20
Rame (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1000

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZIO DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente e limitatamente agli stessi si può affermare che le acque sotterranee corrispondenti al campione ricevuto mostrano livelli di inquinamento conformi ai limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura k = 2 e un livello di confidenza p = 95%.

Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.

Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384086 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



segue Rapporto di prova n°: **19BO10216** del **03/12/2019**

Risultati analitici

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionario (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

—FINE RAPPORTO DI PROVA—

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Stante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



The European Chemical
Registration Office

RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione: **ACQUE SOTTERRANEE**

Etichettatura e sigilli: **PZ2**

Numero del rapporto di prova: **19BO10217**

Committente: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Produttore del campione: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Data di ricevimento del campione: **22/11/2019**

Data inizio analisi: **22/11/2019**

Data fine analisi: **03/12/2019**

Data di campionamento: **22/11/2019**

Campionamento a cura di: **Per. Ind. Gianmarco Fiorito - Laboratori Chimici Stante S.r.l.**

Luogo di campionamento: **Presso Campo via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)**

Verbale di campionamento: **Verbale n. 10217 del 22/11/2019, p.c. n.1052 del 21/11/2019**

Metodo di campionamento: **APAT CNR IRSA 1030 Man. 29 2003**

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16.
Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3

Firmato digitalmente da

Francesco Stante

Ordine Interregionale dei Chimici
Emilia-Romagna n° 153160371
C =



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015



segue Rapporto di prova n°: **19BO10217** del **03/12/2019**

Risultati analitici				
Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
* Campionamento APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003				
* Temperatura campione APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	°C	15,7		
pH (a 25°C) APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	upH	7,7		
Conducibilità el.spec. APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	microS/cm	1228		
* Idrocarburi totali espressi come n-esano APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	ug/l	< 0,1		< 350
Arsenico (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	1,8	±0,2	< 10
Cadmio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,01		< 5
Cromo (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 50
* Cromo VI EPA 7196A 1992	ug/l	2,0	±0,3	< 5
Cobalto (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	1,02	±0,15	< 50
* Ferro (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	20,2		< 200
Mercurio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1
Nichel (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 20
Rame (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1000

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

(*): Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a k=2 con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZIO DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente e limitatamente agli stessi si può affermare che le acque sotterranee corrispondenti al campione ricevuto mostrano livelli di inquinamento conformi ai limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura k = 2 e un livello di confidenza p = 95%.

Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.

Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



The European Chemical
Registration Board

segue Rapporto di prova n°: **19BO10217** del **03/12/2019**

Risultati analitici

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionatore (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

---FINE RAPPORTO DI PROVA---

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Stante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



RAPPORTO DI PROVA



Tipologia del campione: **ACQUE SOTTERRANEE**

Etichettatura e sigilli: **PZ3**

Numero del rapporto di prova: **19BO10218**

Committente: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Produttore del campione: **SERVIZI PER L'AMBIENTE S.r.l.s.
via Prati Ronchi, 1
40064 Ozzano dell'Emilia (BO)**

Data di ricevimento del campione: **22/11/2019**

Data inizio analisi: **22/11/2019**

Data fine analisi: **03/12/2019**

Data di campionamento: **22/11/2019**

Campionamento a cura di: **Per. Ind. Gianmarco Fiorito - Laboratori Chimici Stante S.r.l.**

Luogo di campionamento: **Presso Campo via Cà Fornacetta, snc - Ozzano dell'Emilia (BO)**

Verbale di campionamento: **Verbale n. 10218 del 22/11/2019, p.c. n.1052 del 21/11/2019**

Metodo di campionamento: **APAT CNR IRSA 1030 Man. 29 2003**

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 1 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



segue Rapporto di prova n°: **19BO10218** del **03/12/2019**

Risultati analitici				
Parametro <i>Metodo</i>	U.M.	Risultato	Incertezza	Limiti
* Campionamento APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003				
* Temperatura campione APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	°C	15,5		
pH (a 25°C) APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	upH	7,4		
Conducibilità el.spec. APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003	microS/cm	1333		
* Idrocarburi totali espressi come n-esano APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	ug/l	< 0,1		< 350
Arsenico (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	0,3		< 10
Cadmio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,01		< 5
Cromo (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	0,4	±0,1	< 50
* Cromo VI EPA 7196A 1992	ug/l	1,0	±0,2	< 5
Cobalto (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	0,16	±0,02	< 50
* Ferro (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	7,3		< 200
Mercurio (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1
Nichel (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 20
Rame (ICP-MS) EPA 6020B 2014	ug/l	< 0,1		< 1000

Limiti: » D.Lgs 152/2006

Limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

(*): Prova non accreditata da ACCREDIA

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a $k=2$ con un intervallo di probabilità del 95%.

GIUDIZIO DI CONFORMITA':

Visti i risultati delle analisi effettuate sui parametri richiesti dal committente e limitatamente agli stessi si può affermare che le acque sotterranee corrispondenti al campione ricevuto mostrano livelli di inquinamento conformi ai limiti definiti dal D.Lgs 152/2006 titolo V all. 5 tabella 2.

NOTE RELATIVE ALL'INCERTEZZA DI MISURA:

L'incertezza estesa si riferisce esclusivamente al risultato ad essa associato e s'intende per un fattore di copertura $k = 2$ e un livello di confidenza $p = 95\%$.
Ai dati non è stato applicato il recupero in quanto sia in sede di validazione che durante i controlli qualità lo stesso si è mantenuto almeno nel range 70 - 130%.
Qualora l'attività di campionamento sia effettuata dal Laboratorio e sia sotto accreditamento, l'incertezza riportata sul rapporto di prova si riferisce alla sola fase analitica.

NOTE RELATIVE AL CAMPIONAMENTO:

Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16.
Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 2 di 3



LAB N° 1051 L



LABORATORI CHIMICI "STANTE" srl

sede amministrativa e laboratorio centro nord: Via del Chiù, 68-70 - 40133 BOLOGNA - C.F. e P.IVA: 02579611209
- Tel. 051-384086 - Fax 051-384088 - Email: info@labstante.com - www.labstante.it -

**AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO EN ISO 9001:2015
E SISTEMA AMBIENTALE CERTIFICATO EN ISO 14001:2015**



The European Chemical
Reagents and Powders

segue Rapporto di prova n°: **19BO10218** del **03/12/2019**

Risultati analitici

L'attività di campionamento è intesa accreditata solo qualora questa sia associata ad una o più prove accreditate, salvo l'attività di campionamento non preveda attività di misura in campo sotto accreditamento.

Qualora il campionamento sia effettuato dal Cliente, i risultati si riferiscono alla porzione di campione così come consegnata dal Cliente in Laboratorio.

IL LABORATORIO NON E' RESPONSABILE DELLE SEGUENTI INFORMAZIONI FORNITE DAL CLIENTE:

- 1) Descrizione "Etichettatura e Sigilli" ove diverso da "Nessuna etichettatura e nessun sigillo";
- 2) Codice CER (in caso di campione costituito da Rifiuto);
- 3) Data di campionamento;
- 4) Verbale di campionamento (qualora redatto e fornito dal Cliente);
- 5) Identificazione del campionatore (qualora diverso dal personale di Laboratorio).

---FINE RAPPORTO DI PROVA---

Il Responsabile di Laboratorio

Dott.Chim. Francesco Stante



Bologna li: 03/12/2019

Il presente Rapporto di Prova si riferisce esclusivamente ai campioni sottoposti a prove ed è valido per tutti i casi previsti dalla legge come da R.D. 1/3/28 n. 842, art 16. Questo Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del Laboratorio. Analisi eseguite presso la sede di Bologna

Pagina 3 di 3



LAB N° 1051 L