

---

# COMUNE FAENZA

(Provincia di Ravenna)

---

## RELAZIONE

- *CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO*
  - *AZIONE SISMICA*
  - *INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA*
- 

PROGETTO PER NUOVO CAPANNONE AD USO FONDERIA DA ESEGUIRSI IN VIA PASOLINI NELLA LOCALITA' DI GRANAROLO FAENTINO

---

Committente: *F.A.M. s.r.l.* - via Pasolini, 38/39 - 48018 Granarolo Faentino (RA)

---

Giugno, 2018



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

S.G.T. sas.  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
[www.geo55.com](http://www.geo55.com)



A handwritten signature in blue ink, written over the bottom right portion of the professional seal.

## **INDICE DELLE RELAZIONI di cui al DM 17.01.2018**

Capitoli di cui alle suddette relazioni

**2. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito** (di cui al § 6.2.1 del DM 17.01.2018)

**3. Azione sismica** (di cui al § 3.2 del DM 17.01.2018)

**4. Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica** (di cui al § 6.2.2 del DM 17.01.2018)

---

### *Indice*

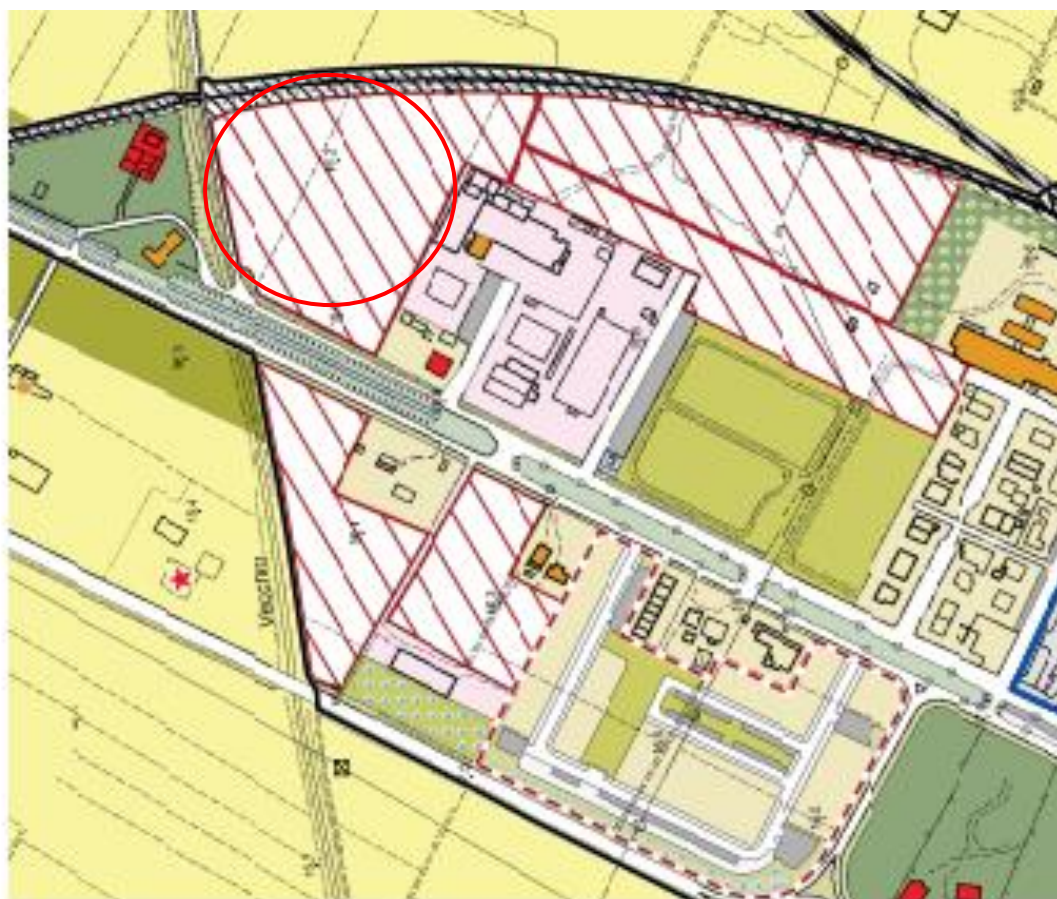
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> .....	<b>6</b>
2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA .....	6
2.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	8
2.2.1. <i>PROVE PENETROMETRICHE</i> .....	8
2.2.2. <i>MISURE DEI MICROTREMORI</i> .....	10
<b>3. AZIONE SISMICA</b> .....	<b>13</b>
3.1. EFFETTI DI SISMA DI PROGETTO SUI TERRENI INTERESSATI DALL'OPERA .....	13
3.2. VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE .....	13
<b>4. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA</b> .....	<b>14</b>
4.1. METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI .....	14
4.1.1. <i>Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto</i> .....	16
4.1.2. <i>Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato</i> .....	21
4.2. VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO .....	27
4.2.1 <i>Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa</i> .....	27
4.2.2 <i>Fondazione e parametri geotecnici caratteristici utilizzati nei calcoli del carico limite dell'insieme fondazione-terreno</i> .....	28
4.2.3 <i>Collasso per carico limite dell'insieme "fondazione-terreno" – approccio 2</i> .....	29
4.3. VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI .....	34
<b>5. CONCLUSIONI</b> .....	<b>36</b>
INDICAZIONI, DI CARATTERE GENERALE, ESECUTIVE E PROGETTUALI .....	37
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>39</b>

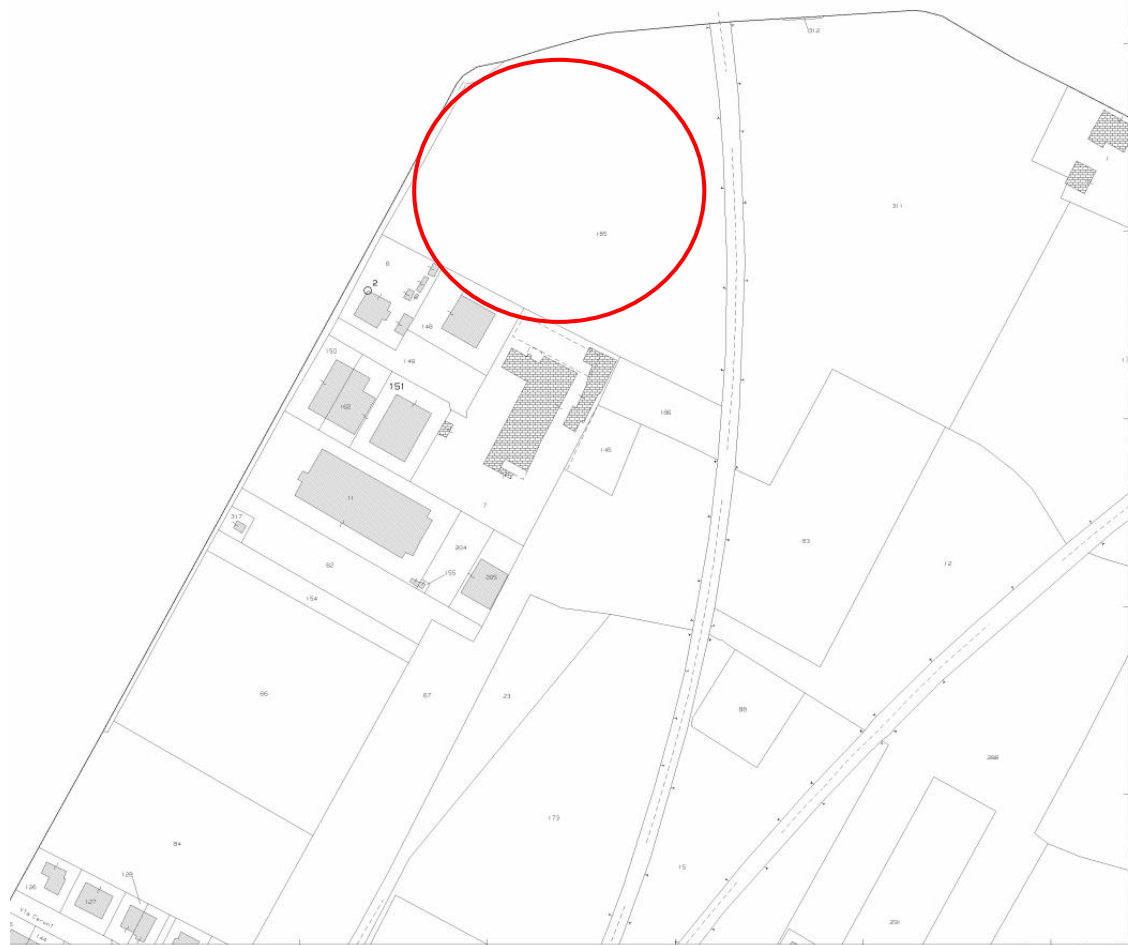
# 1. PREMESSA

Le indagini sono state eseguite in ottemperanza a quanto prescritto dalle seguenti leggi e norme:

- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio e sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Giugno 1990;
- OPCM n°3274/2003 e successive modifiche - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- OPCM n. 3519/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" e successivi aggiornamenti.
- D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

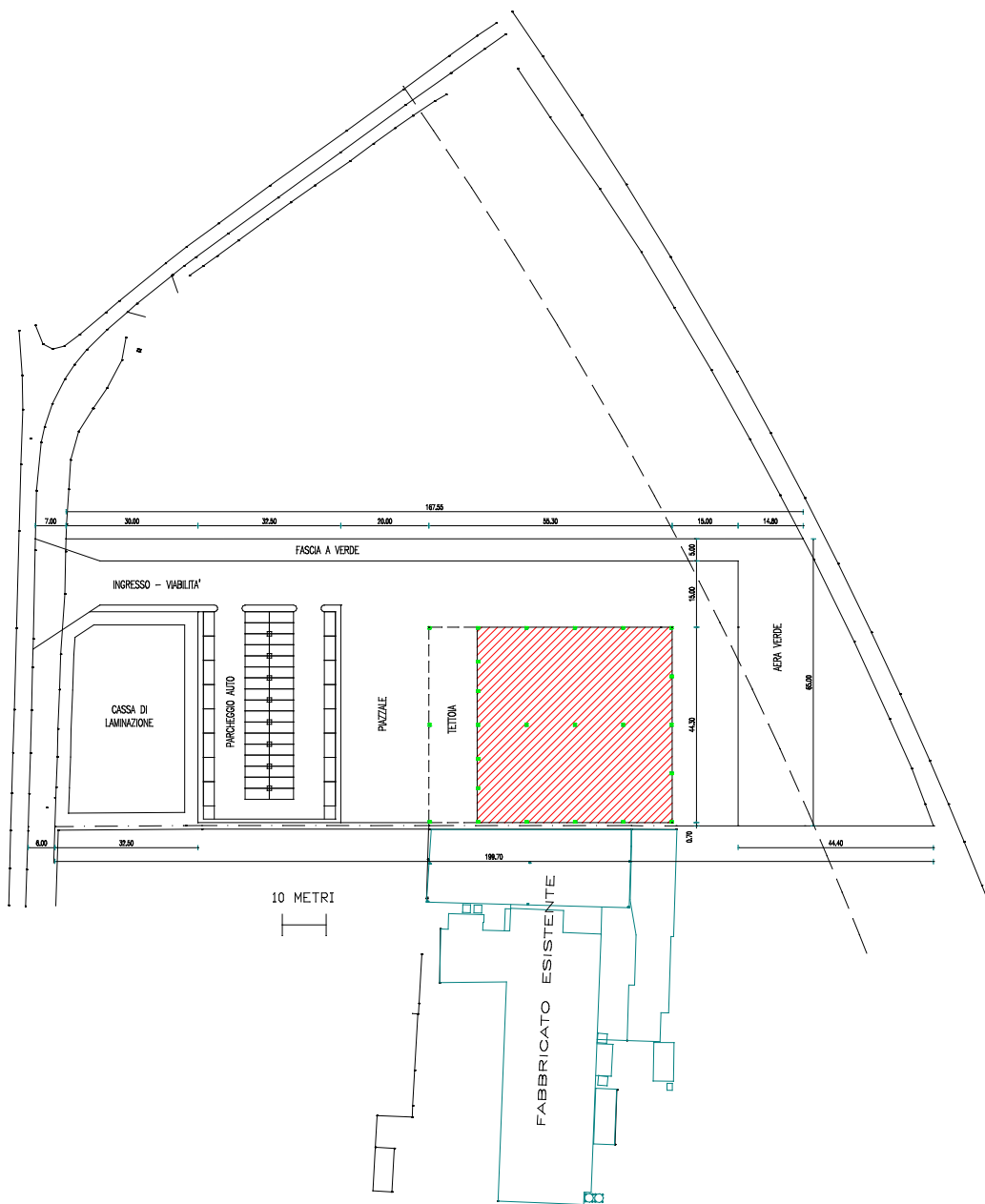
Il lavoro in progetto prevede la costruzione di un nuovo capannone ad uso fonderia, come di seguito schematicamente rappresentato.





24/04/2016 17:58:13  
Prof. n. T125466/2016  
Scala originale: 1:2000  
Dimensione cornice: (70.000 x 552.000 metri)  
Comune: PIANZA  
Foglio: 10  
1 Particella: 151







## 2. RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

### 2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area di progetto si trova in una zona agricola nella località di Granarolo nel comune di Faenza, si presenta morfologicamente pianeggiante, si trova a circa 16 m sul livello mare, come risulta dalla CTR, e non si riscontrano particolari degni di nota.

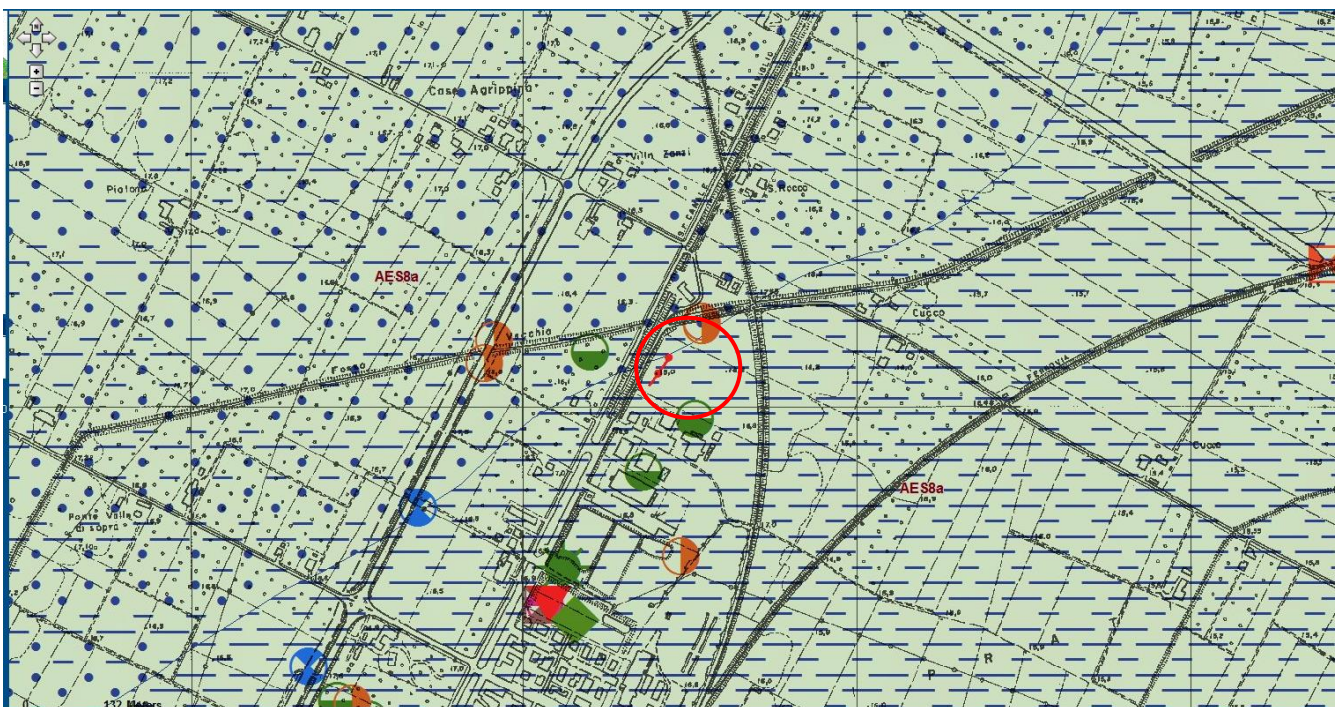
Si deve comunque osservare che sul sito era presente terreno di riporto per uno spessore di circa 1.0 m. Le indagini geognostiche sono state realizzate dopo asportazione del terreno di riporto, alla quota del piano di campagna originale.

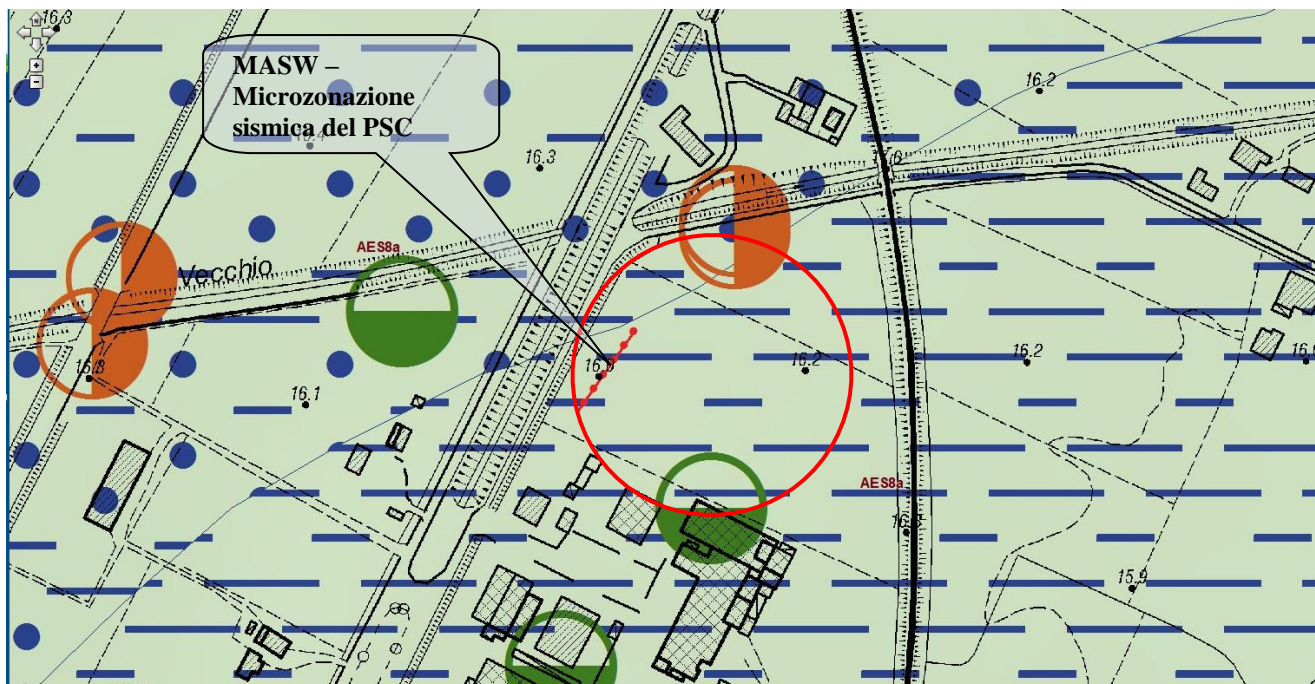
I terreni d'interesse sono tipici della medio-bassa pianura, cioè caratterizzati da depositi fini, medio-fini e granulari formatisi per successive fasi di esondazioni del reticolo idrografico.

L'elemento idrografico principale è costituito dal Fosso Vecchio che scorre a confine Nord dell'area di interesse, a circa 110 m dal nuovo capannone in progetto.

Inoltre, il Canale Naviglio Zanelli (corso d'acqua artificiale di ex forza motrice, ora utilizzato per irrigazione) scorre in adiacenza Ovest dell'area di interesse, a circa 90 m dal nuovo capannone in progetto.

La geologia dell'area è caratterizzata da coperture quaternarie appartenenti all'Unità di Modena (AES8a): Argilla Limosa - Piana alluvionale.





AES8 - Subsistema di Ravenna



AES8a - Unità di Modena

### AES8 - Subsistema di Ravenna

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. L'unità comprende più ordini di terrazzo nelle zone intravallive. Argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di tracimazione fluviale (piana inondabile, argine, e tracimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. A tetto suoli, variabili da non calcarei a calcarei, a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente meno di 150 cm, e a luoghi parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi e limosi grigi e grigio scuri, arricchiti in sostanza organica, di piana inondabile non drenata, palude e laguna passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvion Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è circa 20m.

*Pleistocene sup. - Olocene*

### AES8a - Unità di Modena

Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati (primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive), deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Nella costa e nel Mare Adriatico sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia passanti ad argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C Lo spessore massimo dell'unità è generalmente di alcuni metri, talora plurimetrico.

*Olocene*



## 2.2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche del terreno interessato al progetto ed in considerazione del rilievo effettuato, sono state realizzate n. 9 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono. Mentre per la valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della  $V_{S30}$  è stata realizzata una misura HVSR, utilizzando il TROMINO, uno strumento in grado di misurare i microtremori. Inoltre, si è fatto riferimento anche ad una misurazione MASW eseguita, a cura della PROGEO di Forlì, sul sito di interesse nell'ambito della Microzonazione sismica del PSC dell'Unione Faentina.

### 2.2.1. PROVE PENETROMETRICHE

Per le prove penetrometriche si è utilizzato un penetrometro con spinta di 30 tonnellate, montato su sottocarro (peso complessivo 5500 kg), dotato di punta elettrica costruita secondo la tipologia "Gouda" che ha permesso l'acquisizione dei dati ogni 2 cm di avanzamento.

La punta rispetta le dimensioni standard europee:

- Punta conica per la misura della resistenza alla punta con area pari a  $\text{cm}^2$  10 ed angolo di  $60^\circ$ ;
- Manicotto per la misura dell'attrito laterale di  $\text{cm}^2$  150;
- Sensore inclinometrico per controllare la deviazione delle aste dalla verticale;
- Sensore di temperatura per correggere deriva dovuta al cambiamento di temperatura.

Dall'esame dei dati di lettura sono state costruite le curve che si riferiscono alla resistenza alla punta ( $Q_c$ ), alla resistenza all'attrito laterale ( $F_s$ ) le cui rappresentazioni grafiche vengono riportate nei diagrammi allegati.

Dall'indice di comportamento  $I_c$ , che è funzione di  $Q_c$  e  $F_s/Q_c$ , si è giunti alla classificazione dei terreni seguendo la metodologia suggerita dal Robertson in 1990 e utilizzando le metodologie suggerite dal tipo di indagine adottata (test penetrometrici) è stato possibile ricostruite le caratteristiche meccanico-fisiche di ciascuna porzione di terreno presa in considerazione, traducendo in termini meccanici i risultati penetrometrici seguendo criteri suggeriti dalla letteratura.

Le indagini sono state eseguite alla quota del piano di campagna di campagna.

Unità A	<i>Da 0.0 m a -0.5 m dal piano campagna.</i> Terreno di alterazione superficiale
Unità B	<i>Da -0.5 m a circa -20 dal piano campagna, massima profondità indagata</i> Limi argillosi a consistenza prevalentemente plastica, localmente molle-plastica, con intercalazione di livelli di sabbia limosa, più frequenti verso il basso, con assetto litostratigrafico lentiforme. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra $0.9 \div 1.0$ MPa e $1.8 \div 2.0$ MPa. Con valori minimi locali attorno a $0.5 \div 0.7$ MPa. Valori attorno a $3 \div 4$ MPa si osservano in corrispondenza del livello di sabbia limosa.

Il livello della falda freatica, misurata all'interno dei fori penetrometrici alla data delle prove, presentava un livello attorno a circa  $-1.7 \div -1.9$  m dal piano di campagna attuale.

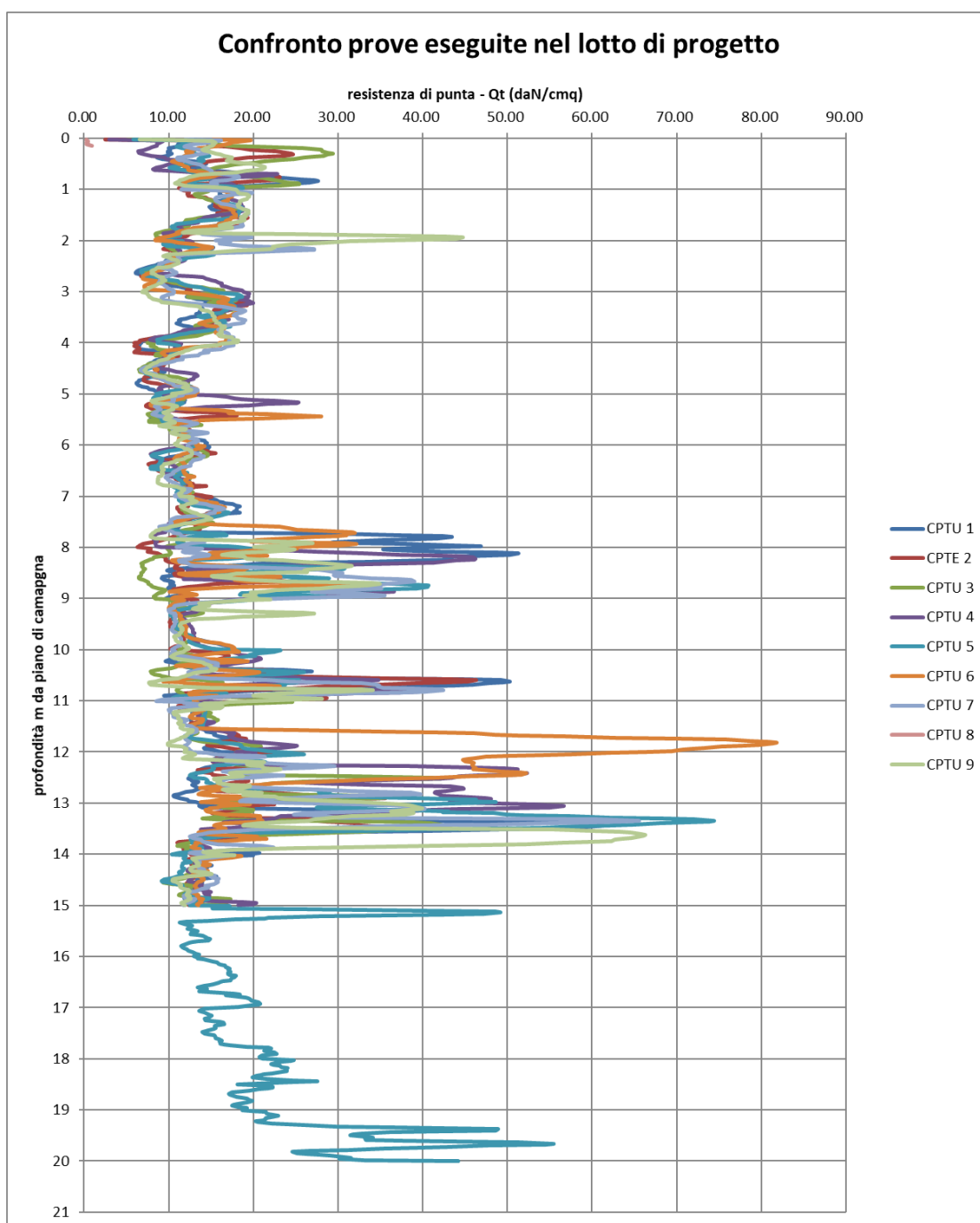
In generale, dal confronto tra le prove eseguite si osserva che le caratteristiche areali litostratigrafiche del substrato dell'area d'interesse sono nel complesso omogenee, presentando un assetto litostratigrafico lentiforme per i terreni granulari.

Una dissipazione eseguita nella prova n.5 alla profondità di -13.0 m, all'interno di un livello granulare, ha evidenziato un livello idrico posto alla profondità di -1.4 m dal piano di campagna originale.

Dall'interpretazione è risultato una litologia corrispondente a Sabbie, con permeabilità attorno a  $1.24 \cdot 10^{-4}$  cm/sec.

### Livello falda freatica misurata all'interno dei fori penetrometrici

<i>n. prova penetrometrica</i>	<i>Data misura</i>	<i>Livello falda idrica da piano di campagna originale (m)</i>
CPTU 1	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 2	06 maggio 2018	-1.7 m
CPTU 3	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 4	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 5	06 maggio 2018	-1.7 m
CPTU 6	06 maggio 2018	-1.8 m
CPTU 7	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 8	06 maggio 2018	-1.9 m
CPTU 9	06 maggio 2018	-1.9 m



## 2.2.2. MISURE DEI MICROTREMORI

Per la valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della Vs30 si è utilizzato il TROMINO, uno strumento in grado di misurare i microtremori.

Il tremore sismico, comunemente definito "rumore sismico", esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali.

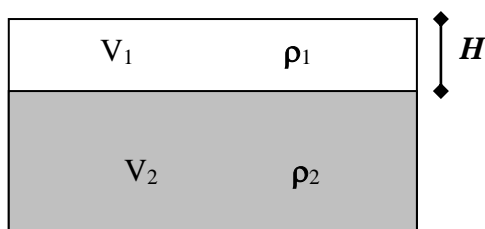
I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo da rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoschi e Igaraschi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ). Un'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4 * H}$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi dello spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando la sopra riportata equazione.



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore. Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento

delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

La calibrazione delle misure dei microtremori è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine e utilizzando la MASW eseguita sul sito di interesse in occasione della stesura della Microzonazione sismica del PSC dell'Unione Faentina.

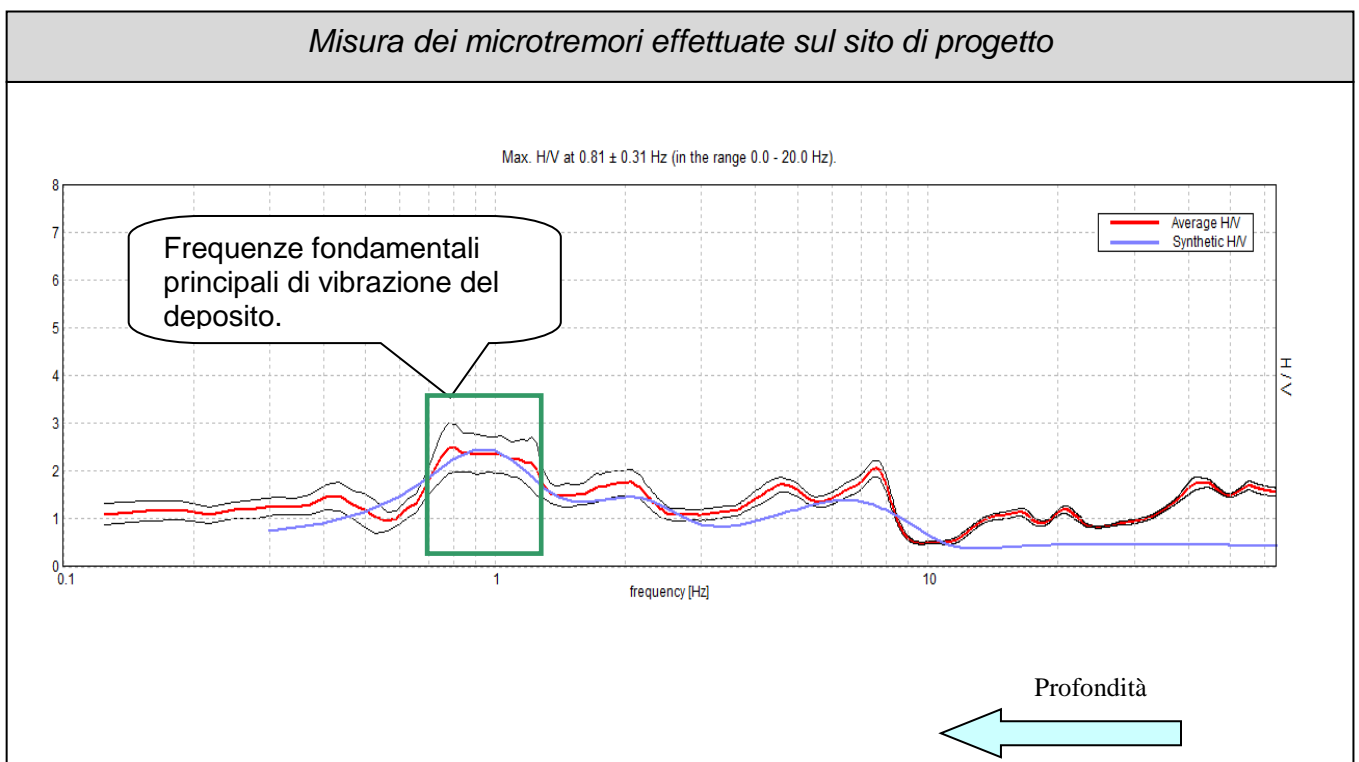
La prova eseguita impiegando la suddetta metodologia dei microtremori ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), una **Vs30 attorno a 207m/s**.

L'analisi delle frequenze fondamentali di amplificazione del sito evidenzia l'amplificazione di risonanza tipica del terreno e, di conseguenza, l'altezza critica degli edifici che in caso di sisma possono entrare in risonanza con il terreno.

Nel caso specifico è possibile individuare, in prima analisi, la sottostante frequenza fondamentale per il deposito esaminato.

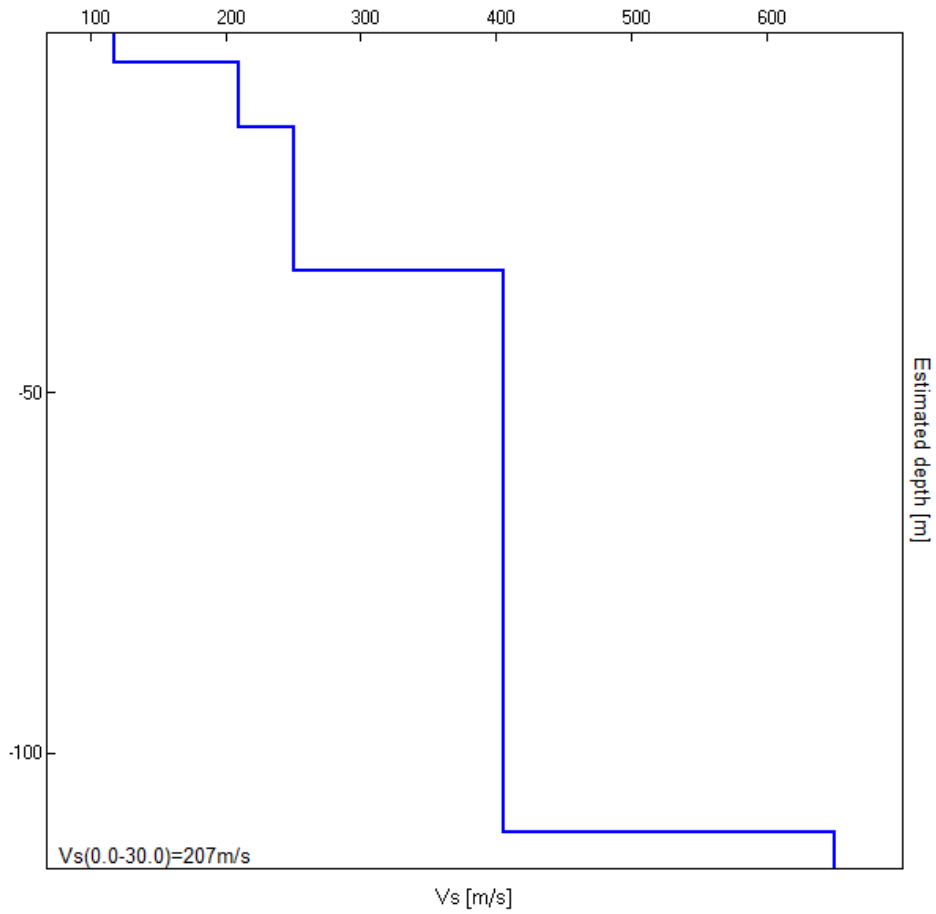
<b>Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito</b>		
	Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
principale	0.7÷1.22	1.42÷0.81
secondaria	1.77÷2.13	0.56÷0.49
secondaria	4.57	0.21
secondaria	7.48	0.13

La progettazione e le verifiche del modello sismico delle opere in progetto potranno essere utilmente confrontate con la frequenza fondamentale del sito indagato.



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	118	0.40
13.00	9.00	210	0.40
33.00	20.00	250	0.40
111.00	78.00	405	0.35
inf.	inf.	650	0.35

Vs(0.0-30.0)=207m/s



### 3. AZIONE SISMICA

#### 3.1. EFFETTI DI SISMA DI PROGETTO SUI TERRENI INTERESSATI DALL'OPERA

##### NTC – 17-01-2018

In base alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M del 17-01-2018 l'area, considerando tempi di ritorno di 475 anni, presenta un'accelerazione al bedrock sismico di  $a_g/g=0.195$  g.

Dalle misure di sismica passiva risulta che il sito di indagine è caratterizzato da  $V_{s30}=207$  m/s, quindi il sito ricade in **categoria C**, con relativo coefficiente di amplificazione stratigrafico pari a  $S_S=1.42$ .

Inoltre, essendo la morfologia del terreno pianeggiante, il coefficiente di amplificazione topografica risulta  $S_T=1.0$ .

Pertanto, l'accelerazione massima al suolo sarà pari a

$$a_{g_{max}} = a_g * S_S * S_T = 0.276 \text{ g}$$

(Vedi tabelle riportate in allegato).

#### 3.2. VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Una sollecitazione sismica provoca una messa in accelerazione delle particelle del suolo che possono determinare liquefazione e/o modificazioni topografiche dell'area.

Inoltre, sono possibili assestamenti per riduzione di porosità. Ciò avviene in misura maggiore per quei terreni incoerenti poiché i granuli sottoposti a vibrazione perdono resistenza di attrito e quindi vengono favoriti fenomeni di scorrimento con assestamenti e rifluimenti, con possibili processi di liquefazione in caso di terreni saturi di acqua.

La coesione conserva invece la sua efficacia, indipendentemente dalla vibrazione; quindi i terreni coerenti presentano, praticamente, inalterata la resistenza alle azioni taglianti rapide e con essi sono più rari cedimenti delle opere per assestamenti e rifluimenti generati da azioni dinamiche quali quelle sismiche.

Al fine di verificare il rischio di liquefazione sono state eseguite verifiche con il metodo AGI (2005) e Robertson e Cabal, (2009) per la valutazione della suscettività, e con il metodo di Facciorusso & Vannucchi (2009) per la valutazione della pericolosità.

Le analisi nel suo insieme hanno evidenziato indice del potenziale di liquefazione basso. La successiva analisi della pericolosità, eseguita con il metodo di Facciorusso & Vannucchi ha evidenziato un giudizio di pericolosità corrispondente a "**non liquefazione quasi certa**". Pertanto, non si evidenziano rischi per i fenomeni cosismici di liquefazione per il sito indagato in caso di sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni.

## 4. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

### 4.1. METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Un aspetto essenziale del metodo degli stati limite riguarda la scelta dei parametri da introdurre nel modello di calcolo. Riguardo ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici.

In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

Da ciò discende:

- *Stima cautelativa*: si tratta di una stima che deve essere a favore della sicurezza. Cioè si deve tenere conto dell'incertezza esistente in geotecnica dovuta alla notevole variabilità delle proprietà dei depositi e all'incertezza dovuta alle informazioni non complete generalmente a disposizione tramite prove in situ e di laboratorio;
- *Valore che influenza l'insorgere dello stato limite*: il valore caratteristico è in funzione dello stato limite considerato, ad esempio la rottura al collasso verticale della fondazione. Si osserva che se invece della rottura al collasso verticale, esaminiamo la rottura allo slittamento, il valore del parametro geotecnico sarà generalmente diverso.

L'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici è di natura statistica, anche se questa non è resa obbligatoria, cioè non deve necessariamente essere adottata dai singoli stati membri.

Nel caso specifico utilizzando il metodo statistico il valore caratteristico di un particolare parametro di calcolo è definito come quel valore al quale è associato una determinata probabilità di non superamento.



Densità di probabilità  $p$

Osservando la sopra riportata figura si rileva che  $P$  è la probabilità di non superamento della variabile  $v$  connessa al valore  $v^*$  (valore caratteristico cercato se  $P=5\%$ ).  $v^*$  viene quindi calcolato imponendo che l'area  $P$  sia uguale a 5%.

In particolare in funzione del volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato si possono presentare le seguenti situazioni:

1. Elevati volumi di terreno;
2. Piccoli volumi di terreno;
3. Campioni di scarsa numerosità.

### 1. Elevati volumi di terreno

Quando la zona di influenza coinvolge elevati volumi di terreno bisogna selezionare un 5° percentile della distribuzione media.

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left( \frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$  = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

$t$  = valore della distribuzione di student ad n-1 gradi di libertà con probabilità u=95%  
(ossia  $1-\alpha=0.95$  o alternativamente,  $\alpha=0.05$ )

$s$  = deviazione standard del campione

$n$  = numero di dati

### 2. Piccoli volumi di terreno

Nel caso che la rottura sia locale, ossia interessi volumi relativamente piccoli del terreno, la formula da applicare è la seguente.

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \cdot s \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot s$$

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$  = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

$z$  = distribuzione normale standardizzata

$s$  = deviazione standard del campione

### 3. Campioni di scarsa numerosità

Per campioni di scarsa numerosità è possibile utilizzare anche la più generica equazione di Schneider, che offre la seguente formula semplificata:

$$x_k = \bar{x} * 1 - \frac{COV}{2}$$

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$  = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

COV = covarianza

Diversi autori propongono valori di covarianza per i vari parametri geotecnici

Shneider (1997)

Angolo di attrito = 10%

Coesione = 40%

Modulo di comprimibilità = 40%

Phoon et al. 1995

Peso di volume naturale = 7%

Valore di qc (MPa) per sabbie = 38%

Valore di qc (MPa) per argille limose = 27%

Valore di qT (MPa) per argille = 8%

Densità relativa (%) per sabbie = 10-40%



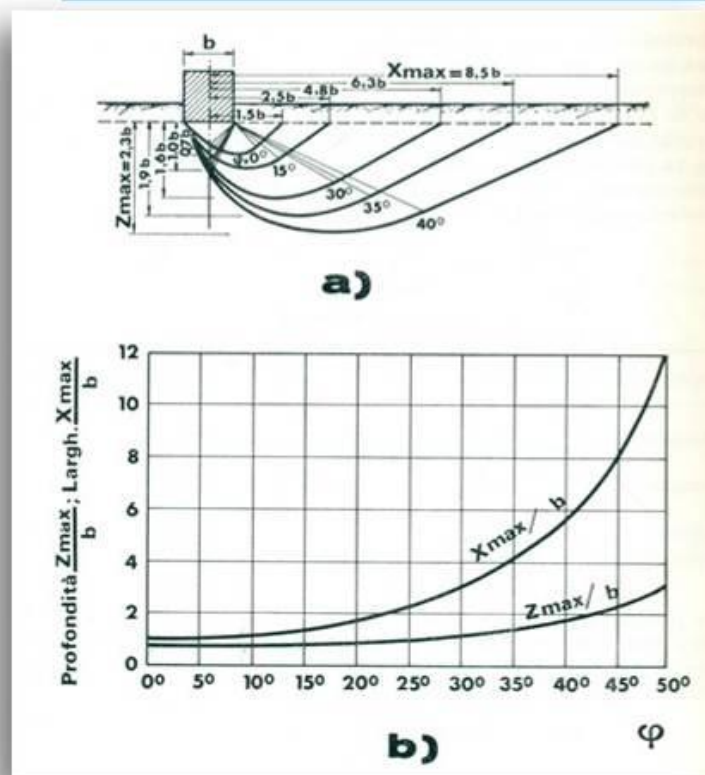
#### 4.1.1. Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto

Nel caso in esame, considerando le sopra riportate relazioni, si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche.

Considerando fondazioni superficiali, meccanismo di rottura di tipo generale e il volume interessato dall'inviluppo di rottura, dovranno utilizzarsi i seguenti valori per valutare le resistenze di progetto

Si evidenzia che in considerazione del tipo di prova, penetrometrie, per i terreni a grana fine risultano più attendibili i parametri geotecnici in condizioni non drenate.

#### Metodo utilizzato per la valutazione del volume interessato dalla rottura



- a) Superfici di rottura per valori diversi dell'angolo di attrito;
- b) Corrispondenti variazioni dell'approfondimento ( $Z_{max}$ ) e dell'estensione ( $X_{max}$ ) della superficie di scorrimento.

## PER FONDAZIONI SUPERFICIALI A PLINTI

Dimensioni 3x3 m

### **MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI NON DRENATE B = 3m**

<b>Indice di Rigidezza Ir:</b> $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>	
		570.97	477.32	<b>574.38</b>	
in cui:					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	345	213	352	daN/cmq
C' = Coesione Drenata	=	0.455	0.320	0.462	daN/cmq
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.376	0.376	0.376	daN/cmq
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))					
$\phi$ = Angolo d'attrito drenato	=	21.7	18.5	21.9	
<b>Indice di Rigidezza Ir critica:</b> $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>	
		33.50	26.29	<b>33.94</b>	
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000			
<b>Meccanismo di Rottura</b>		<b>Rottura Generale</b>	<b>Rottura Generale</b>	<b>Rottura Generale</b>	

### **MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate B = 3m**

<b>Indice di Rigidezza Ir:</b> $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>	
		588.78	595.79	<b>588.53</b>	
in cui:					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	326	190	332	daN/cmq
C' = Coesione Drenata	=	0.403	0.190	0.412	daN/cmq
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.376	0.376	0.376	daN/cmq
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))					
$\phi$ = Angolo d'attrito drenato	=	21.9	19.0	22.1	
<b>Indice di Rigidezza Ir critica:</b> $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>	
		34.06	27.13	<b>34.43</b>	
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000			
<b>Meccanismo di Rottura</b>		<b>Rottura Generale</b>	<b>Rottura Generale</b>	<b>Rottura Generale</b>	

<b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza <math>B = 3\text{ m}</math> e profondità di posa <math>D = 1 \sim 1\text{ m}</math></b>		<b>Condizioni non drenate</b>			
		<b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b>	<b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b>	<b>Valore Media</b>	<b>Deviazione Standard</b>
ANGOLO DI ATTRITTO	$\phi$	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	$C'$	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	$C_u$	0.79 daN/cm <sup>2</sup>	0.54 daN/cm <sup>2</sup>	0.79 daN/cm <sup>2</sup>	0.15 daN/cm <sup>2</sup>
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	$\phi_{cv}$	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	$P$			0.36	0.07
MODULO DI TAGLIO INIZIALE $G_0$	$G_0$	345 daN/cm <sup>2</sup>	213 daN/cm <sup>2</sup>	352 daN/cm <sup>2</sup>	85 daN/cm <sup>2</sup>
MODULO ELASTICO	$E$	215 daN/cm <sup>2</sup>	125 daN/cm <sup>2</sup>	220 daN/cm <sup>2</sup>	58 daN/cm <sup>2</sup>
$K_i$ DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	$K_i$			2.74 daN/cm <sup>3</sup>	0.55 daN/cm <sup>3</sup>
$K_w$ DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 3\text{ m}$	$K_w$			0.84 daN/cm <sup>3</sup>	
DENSITA' DEL TERRENO	$\gamma$	1804 daN/m <sup>3</sup>	1693 daN/m <sup>3</sup>	1810 daN/m <sup>3</sup>	71 daN/m <sup>3</sup>
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	$\gamma_s$	1404 daN/m <sup>3</sup>	1293 daN/m <sup>3</sup>	1410 daN/m <sup>3</sup>	71 daN/m <sup>3</sup>
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			8.40	3.99

<b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza <math>B = 3\text{ m}</math> e profondità di posa <math>D = 1 \sim 1\text{ m}</math></b>		<b>Condizioni drenate</b>			
		<b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b>	<b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b>	<b>Valore Media</b>	<b>Deviazione Standard</b>
ANGOLO DI ATTRITTO	$\phi$	21.9 °	19 °	22.1 °	1.9 °
COESIONE DRENATA	$C'$	0.4 daN/cm <sup>2</sup>	0.19 daN/cm <sup>2</sup>	0.41 daN/cm <sup>2</sup>	0.14 daN/cm <sup>2</sup>
COESIONE NON DRENATA	$C_u$	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	$\phi_{cv}$	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	$P$			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE $G_0$	$G_0$	326 daN/cm <sup>2</sup>	190 daN/cm <sup>2</sup>	332 daN/cm <sup>2</sup>	87 daN/cm <sup>2</sup>
MODULO ELASTICO	$E$	203 daN/cm <sup>2</sup>	110 daN/cm <sup>2</sup>	207 daN/cm <sup>2</sup>	59 daN/cm <sup>2</sup>
$K_i$ DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	$K_i$			2.61 daN/cm <sup>3</sup>	0.58 daN/cm <sup>3</sup>
$K_w$ DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 3\text{ m}$	$K_w$			0.80 daN/cm <sup>3</sup>	
DENSITA' DEL TERRENO	$\gamma$	1788 daN/m <sup>3</sup>	1674 daN/m <sup>3</sup>	1794 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	$\gamma_s$	1388 daN/m <sup>3</sup>	1274 daN/m <sup>3</sup>	1394 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			7.38	4.09

Dimensioni 4x4 m

**MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate**

**B = 4m**

<b>Indice di Rigidezza Ir:</b> $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>
		585.72	659.45	<b>584.10</b>
in cui:				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	316	186	321 daN/cm <sup>2</sup>
C' = Coesione Drenata	=	0.369	0.142	0.378 daN/cm <sup>2</sup>
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.412	0.412	0.412 daN/cm <sup>2</sup>
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))				
φ = Angolo d'attrito drenato	=	22.5	18.8	22.6
<b>Indice di Rigidezza Ir critica:</b> $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>
		35.57	26.73	<b>35.99</b>
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000		
Meccanismo di Rottura		Rottura Generale	Rottura Generale	<b>Rottura Generale</b>

**MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI NON DRENATE**

**B = 4m**

<b>Indice di Rigidezza Ir:</b> $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>
		577.70	593.73	<b>577.24</b>
in cui:				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	324	188	330 daN/cm <sup>2</sup>
C' = Coesione Drenata	=	0.394	0.175	0.404 daN/cm <sup>2</sup>
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	0.412	0.412	0.412 daN/cm <sup>2</sup>
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))				
φ = Angolo d'attrito drenato	=	22.0	19.0	22.1
<b>Indice di Rigidezza Ir critica:</b> $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
		Elevati Volumi	Piccoli Volumi	<b>Media</b>
		34.20	27.26	<b>34.56</b>
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000		
Meccanismo di Rottura		Rottura Generale	Rottura Generale	<b>Rottura Generale</b>

<b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 4 m e profondità di posa D = 1 ~ 1 m</b>		<b>Condizioni non drenate</b>			
		<b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b>	<b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b>	<b>Valore Media</b>	<b>Deviazione Standard</b>
ANGOLO DI ATTRITTO	$\phi$	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	$C'$	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	$C_u$	0.74 daN/cm <sup>2</sup>	0.48 daN/cm <sup>2</sup>	0.74 daN/cm <sup>2</sup>	0.16 daN/cm <sup>2</sup>
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	$\phi_{cv}$	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	$P$			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE $G_0$	$G_0$	324 daN/cm <sup>2</sup>	188 daN/cm <sup>2</sup>	330 daN/cm <sup>2</sup>	86 daN/cm <sup>2</sup>
MODULO ELASTICO	$E$	201 daN/cm <sup>2</sup>	110 daN/cm <sup>2</sup>	205 daN/cm <sup>2</sup>	58 daN/cm <sup>2</sup>
$K_i$ DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	$K_i$			2.59 daN/cm <sup>3</sup>	0.57 daN/cm <sup>3</sup>
$K_w$ DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 4 m	$K_w$			0.59 daN/cm <sup>3</sup>	
DENSITA' DEL TERRENO	$\gamma$	1786 daN/m <sup>3</sup>	1671 daN/m <sup>3</sup>	1791 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	$\gamma_s$	1386 daN/m <sup>3</sup>	1271 daN/m <sup>3</sup>	1391 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			7.18	4.07

<b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 4 m e profondità di posa D = 1 ~ 1 m</b>		<b>Condizioni drenate</b>			
		<b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b>	<b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b>	<b>Valore Media</b>	<b>Deviazione Standard</b>
ANGOLO DI ATTRITTO	$\phi$	22.5 °	18.8 °	22.6 °	2.3 °
COESIONE DRENATA	$C'$	0.37 daN/cm <sup>2</sup>	0.14 daN/cm <sup>2</sup>	0.38 daN/cm <sup>2</sup>	0.14 daN/cm <sup>2</sup>
COESIONE NON DRENATA	$C_u$	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	$\phi_{cv}$	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	$P$			0.37	0.06
MODULO DI TAGLIO INIZIALE $G_0$	$G_0$	316 daN/cm <sup>2</sup>	186 daN/cm <sup>2</sup>	321 daN/cm <sup>2</sup>	82 daN/cm <sup>2</sup>
MODULO ELASTICO	$E$	197 daN/cm <sup>2</sup>	108 daN/cm <sup>2</sup>	200 daN/cm <sup>2</sup>	56 daN/cm <sup>2</sup>
$K_i$ DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	$K_i$			2.54 daN/cm <sup>3</sup>	0.58 daN/cm <sup>3</sup>
$K_w$ DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 4 m	$K_w$			0.58 daN/cm <sup>3</sup>	
DENSITA' DEL TERRENO	$\gamma$	1776 daN/m <sup>3</sup>	1661 daN/m <sup>3</sup>	1780 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	$\gamma_s$	1376 daN/m <sup>3</sup>	1261 daN/m <sup>3</sup>	1380 daN/m <sup>3</sup>	73 daN/m <sup>3</sup>
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			6.48	3.92

## MODULO DI REAZIONE DI WINKLER

Si ricorda che il modulo di reazione non dipende unicamente dalle caratteristiche del terreno di fondazione, ma anche dalle dimensioni della struttura e dall'entità e posizione dei carichi applicati. Pertanto è un parametro di interazione struttura-terreno che deve essere valutato specificatamente dal progettista anche sulla base delle peculiarità della struttura in progetto.

Nel caso specifico il valore riportato nelle sopra riportate tabelle è stato valutato utilizzando la formula di Vesic (1961).

$$k = E/B*(1-\mu^2)$$

dove

k = modulo di reazione di Winkler

E = modulo elastico

B = larghezza della fondazione

$\mu$  = coefficiente di Poisson

Ad ogni modo valori indicativi del modulo di reazione possono essere, ad esempio, ricavati dalla seguente tabella proposta da vari autori

Terreno	Valore minimo	Valore massimo
Sabbia sciolta	0.48	1.60
Sabbia mediamente compatta	0.96	8.00
Sabbia compatta	6.40	12.80
Sabbia argillosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia limosa mediamente compatta	2.40	4.80
Sabbia e ghiaia compatta	10.00	30.00
Terreno argilloso con $qu < 2 \text{ Kg/cm}^2$	1.20	2.40
Terreno argilloso con $2 < qu < 4 \text{ Kg/cm}^2$	2.20	4.80
Terreno argilloso con $qu > 2 \text{ Kg/cm}^2$	>4.80	

### **Valori indicativi della costante di Winkler K in Kg/cm<sup>3</sup>**

Il progettista potrà valutare il valore più opportuno anche in base alle caratteristiche dell'opera di fondazione in progetto, oltre a quelle relative al terreno del substrato, essendo il valore specificatamente influenzato dalla interazione struttura-terreno.

#### **4.1.2. Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato**

Si stimano i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità litostratigrafiche considerando, in funzione delle prove geognostiche eseguite, i parametri geotecnici con comportamento geotecnico a breve termine, quindi in condizioni non drenate, risultano, nel caso specifico, più attendibili rispetto a quelle drenate, a lungo termine.

Attenzione, i parametri geotecnici dell'unità geotecnica A devono essere presi con cautela in quanto terreni alterati.

Per la valutazione dei cedimenti, nel caso specifico, si è fatto opportunamente riferimento ai valori del modulo edometrico (M) ricavato ogni 2 cm di avanzamento e graficati nel modulo di calcolo allegato.

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

lc	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

ANGOLO DI ATRITTO Searly (argille) e Kulhawy, Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATRITTO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di uso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
---	-------------------------------------	------------------------------------	------------------	--	--	---	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------	----------------------------	---

### VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
17.4			0.44	0.43	0.27	184	115	27	1.13	0.005	1779	1379	71.06
18.6			0.32	0.49	0.36	213	125	42	1.83	0.007	1810	1410	8.51
20.7			0.01	0.44	0.40	191	108	36	1.64	0.007	1738	1338	3.39
21.1			0.00	0.43	0.39	221	115	37	1.35	0.005	1735	1335	2.62
21.9			0.00	0.63	0.38	263	140	41	0.94	0.004	1770	1370	2.66
23.7			0.00	0.59	0.40	267	133	45	2.35	0.009	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

lc	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

### VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
26.4			0.49	0.82	0.27	307	219	73	2.29	0.009	1779	1379	71.06
21.7			0.46	0.80	0.36	346	215	72	2.70	0.011	1810	1410	8.51
23.7			0.22	0.68	0.40	283	176	59	2.37	0.009	1738	1338	3.39
25.8			0.07	0.83	0.39	319	193	66	2.53	0.010	1735	1335	2.62
27.9			0.08	1.05	0.38	395	236	89	2.58	0.010	1770	1370	2.66
25.8			0.00	0.82	0.40	306	175	58	2.77	0.011	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1		CPT 2		CPT 3		CPT 4	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00

lc	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.66	4	limo argilloso-argilla limosa
2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
2.84	4	limo argilloso-argilla limosa
2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
2.89	4	limo argilloso-argilla limosa

### VALORI MEDI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
27.2			0.49	0.87	0.27	321	229	78	2.40	0.010	1779	1379	71.06
21.9			0.46	0.82	0.36	352	220	73	2.74	0.011	1810	1410	8.51
23.9			0.23	0.69	0.40	287	179	60	2.40	0.010	1738	1338	3.39
26.1			0.08	0.85	0.39	324	197	68	2.58	0.010	1735	1335	2.62
28.3			0.09	1.09	0.38	404	243	92	2.69	0.011	1770	1370	2.66
26.0			0.00	0.84	0.40	310	179	60	2.81	0.011	1704	1304	1.94

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8	
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00
G	18.00	20.00						

lc	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.80	4	limo argilloso-argilla limosa
2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

ANGOLO DI ATTRITO Searly (argille) e Kfrhawy Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATTRITO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di Liso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
---	--	------------------------------------	------------------	--	--	---	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------	-------------------------------	---

### VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
19.1			0.29	0.36	0.24	140	81	26	1.13	0.005	1756	1356	57.00
17.2			0.37	0.56	0.36	209	131	44	1.79	0.007	1822	1422	9.21
20.4			0.02	0.46	0.40	180	101	33	1.52	0.006	1732	1332	3.50
21.1			0.00	0.35	0.39	203	101	31	1.05	0.004	1717	1317	2.44
22.2			0.00	0.65	0.37	274	144	46	0.70	0.003	1775	1375	2.76
23.1			0.00	0.56	0.40	244	121	40	2.28	0.009	1728	1328	1.98
21.6			0.00	0.90	0.39	350	159	59	1.77	0.007	1826	1426	2.65



UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8		Ic	ZONA ROBERTSON	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A			
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	18.00	20.00							2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

### VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
23.0			0.44	0.77	0.24	274	189	63	2.35	0.009	1756	1356	57.00
21.9			0.47	0.87	0.36	367	229	77	2.80	0.011	1822	1422	9.21
24.3			0.24	0.71	0.40	282	175	59	2.36	0.009	1732	1332	3.50
25.8			0.05	0.76	0.39	298	172	60	2.30	0.009	1717	1317	2.44
27.8			0.09	1.09	0.37	399	236	90	2.53	0.010	1775	1375	2.76
25.4			0.00	0.86	0.40	335	200	67	2.91	0.012	1728	1328	1.98
26.1			0.04	1.41	0.39	506	316	118	3.43	0.014	1826	1426	2.65

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		CPT 6		CPT 7		CPT 8		Ic	ZONA ROBERTSON	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A	DA	A			
	A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	4.00	8.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.70	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	18.00	20.00							2.78	4	limo argilloso-argilla limosa

### VALORI MEDI

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
23.4			0.46	0.81	0.24	290	199	66	2.47	0.010	1756	1356	57.00
22.2			0.47	0.88	0.36	375	234	78	2.85	0.011	1822	1422	9.21
24.4			0.25	0.72	0.40	286	179	60	2.40	0.010	1732	1332	3.50
26.0			0.06	0.78	0.39	302	175	61	2.36	0.009	1717	1317	2.44
28.2			0.11	1.13	0.37	408	242	93	2.65	0.011	1775	1375	2.76
25.5			0.00	0.89	0.40	341	206	69	2.95	0.012	1728	1328	1.98
26.8			0.08	1.49	0.39	528	339	126	3.67	0.015	1826	1426	2.65

### VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A			
A	0.00	1.00	2.95	3	argilla-argilla limosa
B	1.00	2.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.93	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.00	6.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
E	6.00	7.00	1.98	6	sabbia-sabbia limosa
F	7.00	12.20	3.04	3	argilla-argilla limosa
G	12.20	12.90	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
H	12.90	16.00	1.88	6	sabbia-sabbia limosa
I	16.00	17.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
J	17.00	17.50	2.28	5	sabbia limosa-limo sabbioso
K	17.50	20.00	3.06	3	argilla-argilla limosa

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/mc	
19.1			0.48	0.72	0.28	404	199	66	2.59	0.010	1869	1469	52.82
19.9			0.50	1.13	0.39	504	303	106	3.34	0.013	1921	1521	21.63
20.9			0.37	0.68	0.40	328	192	64	2.50	0.010	1812	1412	6.76
25.5			0.16	0.63	0.39	215	132	44	2.01	0.008	1682	1282	3.56
36.7	32.8	47.1			0.35	374	511	138	3.24	0.108	1742	1342	
22.3			0.03	0.56	0.40	296	173	58	2.30	0.009	1753	1353	2.38
24.1			0.00	0.94	0.40	348	210	71	2.91	0.012	1769	1369	2.70
36.8	32.8	47.5			0.36	478	584	208	4.35	0.145	1747	1347	
28.4			0.00	0.92	0.40	221	125	41	2.46	0.010	1584	1184	1.74
33.4	31.8	26.7			0.32	471	252	121	0.98	0.033	1788	1388	2.52
24.1			0.00	0.64	0.40	324	200	67	2.67	0.011	1734	1334	1.50

### VALORI MEDI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 5		ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A			
A	0.00	1.00	2.95	3	argilla-argilla limosa
B	1.00	2.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.93	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.00	6.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
E	6.00	7.00	1.98	6	sabbia-sabbia limosa
F	7.00	12.20	3.04	3	argilla-argilla limosa
G	12.20	12.90	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
H	12.90	16.00	1.88	6	sabbia-sabbia limosa
I	16.00	17.00	2.74	4	limo argilloso-argilla limosa
J	17.00	17.50	2.28	5	sabbia limosa-limo sabbioso
K	17.50	20.00	3.06	3	argilla-argilla limosa

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/mc	
19.2			0.49	0.79	0.28	429	217	72	2.78	0.011	1869	1469	52.82
21.2			0.50	1.22	0.39	520	325	114	3.55	0.014	1921	1521	21.63
21.0			0.39	0.70	0.40	338	199	66	2.56	0.010	1812	1412	6.76
26.1			0.19	0.68	0.39	225	141	47	2.15	0.009	1682	1282	3.56
37.3	32.8	50.9			0.35	389	584	158	4.21	0.140	1742	1342	
22.4			0.04	0.58	0.40	303	178	59	2.34	0.009	1753	1353	2.38
25.1			0.01	0.98	0.40	372	230	77	3.09	0.012	1769	1369	2.70
37.2	32.8	50.7			0.36	499	629	225	4.98	0.166	1747	1347	
29.0			0.00	0.96	0.40	245	142	47	2.65	0.011	1584	1184	1.74
34.2	32.1	30.8			0.32	494	295	134	1.30	0.043	1788	1388	2.52
24.4			0.00	0.65	0.40	332	206	69	2.70	0.011	1734	1334	1.50

ANGOLO DI ATRITTO Searly (argille) e Kulhawy, Mayne (sabbie)	ANGOLO DI ATRITTO A VOLUME COSTANTE	DENSITA' RELATIVA Tatsuoka 1990	COESIONE DRENATA	COESIONE NON DRENATA programma Robertson 2013	COEFFICIENTE DI POISSON Manuale di uso C.D.G.	MODULO DI TAGLIO INIZIALE Robertson, 2013	MODULO ELASTICO autori vari	MODULO EDOMETRICO Benassi	Ki di Winkler per piastra di 30cm	Kh di Winkler per pali di diametro 30 cm sul tratto di 1 metro	DENSITA' DEL TERRENO	DENSITA' DEL TERRENO SECCO	OVER CONSOLIDATION RATIO Marchi / SGT 2014
--	--	------------------------------------	------------------	--	---	--	--------------------------------	------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------	-------------------------------	---

### VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
18.9			0.25	0.27	0.24	265	56	18	0.94	0.004	1760	1360	53.72
16.3			0.35	0.52	0.35	217	133	45	1.65	0.007	1830	1430	9.53
20.8			0.00	0.45	0.40	173	98	33	1.60	0.006	1730	1330	3.39
21.0			0.00	0.30	0.39	183	86	25	1.14	0.005	1711	1311	2.31
22.6			0.00	0.72	0.37	291	155	51	0.54	0.002	1784	1384	2.91
24.1			0.00	0.64	0.40	263	134	45	2.47	0.010	1718	1318	1.94

### VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
22.6			0.42	0.76	0.24	358	190	63	2.35	0.009	1760	1360	53.72
21.9			0.46	0.86	0.35	374	231	78	2.76	0.011	1830	1430	9.53
24.0			0.22	0.68	0.40	278	172	57	2.34	0.009	1730	1330	3.39
25.3			0.04	0.71	0.39	291	168	58	2.27	0.009	1711	1311	2.31
28.3			0.13	1.15	0.37	414	241	94	2.47	0.010	1784	1384	2.91
25.4			0.00	0.79	0.40	316	188	63	2.78	0.011	1718	1318	1.94

### VALORI MEDI

UNITA' GEOTECNICA	CPT 7		CPT 8		CPT 9		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.79	4	limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	4.00	1.00	4.00	1.00	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.00	7.80	4.00	8.00	4.00	8.00	2.88	4	limo argilloso-argilla limosa
D	7.80	12.00	8.00	12.00	8.00	12.00	2.87	4	limo argilloso-argilla limosa
E	12.00	13.90	12.00	13.90	12.00	13.90	2.68	4	limo argilloso-argilla limosa
F	13.90	18.00	13.90	15.00	13.90	15.00	2.92	4	limo argilloso-argilla limosa

$\phi$	$\phi_{cv}$	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	$\gamma$ valori medie	$\gamma_s$ valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	
23.0			0.45	0.82	0.24	371	206	68	2.52	0.010	1760	1360	53.72
22.3			0.47	0.89	0.35	384	237	80	2.83	0.011	1830	1430	9.53
24.2			0.23	0.70	0.40	284	175	59	2.38	0.010	1730	1330	3.39
25.5			0.06	0.73	0.39	297	172	60	2.32	0.009	1711	1311	2.31
28.7			0.15	1.20	0.37	424	248	97	2.62	0.010	1784	1384	2.91
25.6			0.00	0.81	0.40	321	194	65	2.82	0.011	1718	1318	1.94

## 4.2. VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO

Nel caso specifico si considerano gli approcci delle NTC 2018, nei termini agli SLU. Considerando i seguenti simboli, riportati nelle NTC 2018.

A = azioni	G1 = azioni strutturali
M = parametri geotecnici	G2 = azioni non strutturali permanenti
R = resistenze	Q = azioni variabili

*Approccio 2*, A1+M1+R3, nel caso specifico si applicano i coefficienti riduttivi solo sulle resistenze R3 e amplificazione sulle azioni statiche A1.

AZIONI: secondo tab. 6.2.I (A1) delle NTC 2018:  $G1 \times 1.3 + G2 \times 1.5 + Q \times 1.5$

PARAMETRI: secondo tab. 6.2.II (M1) delle NTC 2018

$$\begin{aligned} \gamma_k &= 1 \\ c_{u,k} &= \gamma_{cu} = 1 \\ c'_{k} &= \gamma_{c'u} = 1 \\ \tan(\phi'_k) &= \gamma_{\phi} = 1 \end{aligned}$$

PARAMETRI: secondo tab. 6.4.I (R3) delle NTC 2018

$$\begin{aligned} \text{capacità portante: } \gamma_R &= 2.3 \\ \text{scorrimento: } \gamma_R &= 1.1 \end{aligned}$$

*Nel caso specifico si valuteranno le resistenze unicamente in base all'approccio 2*

Il progettista dovrà verificare la congruenza delle presenti valutazioni sulla base della peculiarità dell'opera in progetto, ed eventualmente verificare in modo più opportuno le resistenze del terreno agli SLU, SLV e SLE.

### 4.2.1 Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa

La determinazione della pressione ultima del terreno permette di individuare l'instaurarsi o meno di fenomeni con riferimento a meccanismi di rottura per carico limite determinata nel terreno di fondazione dalle azioni trasmesse al terreno al piano di posa della fondazione.

La valutazione della capacità portante di fondazione superficiale è stata effettuata con i criteri suggeriti da Terzaghi ed introducendo i più recenti suggerimenti per il calcolo dei coefficienti correttivi per le condizioni di carico eccentrico. I calcoli sono stati effettuati adottando sia la condizione drenata di lungo periodo, sia la condizione non drenata.

In particolare, si farà riferimento alla formulazione di Brinch-Hansen:

$$\text{per condizioni drenate: } Q_{ult} = \frac{1}{2} \gamma' B N_g \cdot s_g \cdot i_g \cdot b_g \cdot g_g + c' N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

$$\text{e per condizioni non drenate: } Q_{ult} = 5.14 c_u (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q'$$

con:  $N_g, N_c, N_q$  = fattori di capacità portante,  $s_g, s_c, s_q$  = fattori di forma della fondazione,  $i_g, i_c, i_q$  = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del carico,  $b_g, b_c, b_q$  = fattori correttivi che considerano l'inclinazione della base della fondazione,  $g_g, g_c, g_q$  = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del piano campagna,  $d_c, d_q$  = fattori che dipendono dalla profondità del piano di posa.

Per la verifica della resistenza allo scorrimento si applica la seguente relazione generale:

$$Ed = H \leq Rd = 1/\gamma_R * [c_k/\gamma_c * B*L + Nd*\tan(\phi'_k)/\gamma_{\phi}]$$

Che nel caso di valutazione delle resistenze in condizioni non drenate diventa:

$$Ed = H \leq Rd = 1/\gamma_R * [c_{uk}/\gamma_{cu} * B * L]$$

Dove

- Ed = H = azione orizzontale sulla fondazione
- Rd = resistenza allo scorrimento
- B = larghezza fondazione
- L = lunghezza fondazione
- Nd = azione verticale sulla fondazione

Mentre gli altri simboli hanno il significato già sopra riportato.

A favore della sicurezza, per tenere conto dell'attrito fondazione-terreno, si applicherà un coefficiente riduttivo ai parametri geotecnici caratteristici pari a 0.66.

Considerando che le azioni orizzontali si riferiscono alle azioni sismiche, agendo queste ultime per breve tempo ed essendo il terreno resistente di natura argillosa, nella valutazione delle resistenze allo scorrimento si farà riferimento alle condizioni non drenate, tra l'altro più cautelative di quelle drenate.

Per le verifiche in parola viene adottato l'Approccio 2, combinazione 1: (A1+M1+R3).

In generale, per i terreni coesivi (in particolare sotto falda) in condizioni sismiche è consono l'utilizzo dei parametri geotecnici non drenati di breve termine.

Per le condizioni statiche di lungo termine in generale per i terreni incoerenti è consono l'utilizzo dei parametri geotecnici drenati.

Per i terreni coesivi in condizioni statiche di lungo termine è necessario adottare i parametri più cautelativi tra quelli drenati e non drenati in base alla singola verifica da effettuare.

Per i terreni coesivi, in condizioni sismiche, ovvero con azioni di breve durata, si dovrà fare riferimento specifico ai parametri geotecnici e alle resistenze in condizioni non drenate di breve termine.

Mentre per i terreni granulari si considerano le sole condizioni a lungo termine.

Considerato l'approccio e la combinazione di calcolo adottata, per l'analisi geotecnica, i parametri geotecnici saranno fattorizzati ponendo pari all'unità i coefficienti parziali, e la resistenza di progetto è calcolata con il valore del coefficiente parziale pari a  $\gamma_R=2,3$ . Le azioni saranno fattorizzate dal progettista in relazione alla combinazione adottata A1+M1+R3.

#### **4.2.2 Fondazione e parametri geotecnici caratteristici utilizzati nei calcoli del carico limite dell'insieme fondazione-terreno**

Nei calcoli a seguire si farà riferimento ad una fondazione a plinti con dimensioni equivalenti di circa 3.0x3.0 m e di 4x4 m, incastro terreno-fondazione di almeno 1.0 m.

A favore della sicurezza si utilizzeranno i seguenti parametri geotecnici caratteristici:

##### per verifica carico limite, rottura generale

- condizioni non drenate
  - coesione non drenata:  $c_u=70$  kPa
- condizioni drenate
  - angolo di attrito interno:  $\phi' = 21^\circ$
  - coesione drenata:  $c'=30$  kPa

##### per verifica slittamento:

- condizioni non drenate

- coesione non drenata:  $c_u=40$  kPa
- condizioni drenate
  - angolo di attrito interno:  $\phi' = 18^\circ$
  - coesione drenata:  $c' = 14$  kPa

#### 4.2.3 Collasso per carico limite dell'insieme "fondazione-terreno" – approccio 2

### CONDIZIONI NON DRENATE

Dimensione plinti 3x3 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	$c_{uk}$	70.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	$\gamma_2$	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	$c_{ak}$	40.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	10.00
<b>FONDAZIONE DI 3 X 3 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M</b>		
<b>Verifiche in condizioni non drenate</b>		
<b>Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico</b>		
Carico Limite	$N_{lim} =$	394 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>171 [kPa] x B * L</b>
<b>Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico</b>		
Carico Limite	$T_{lim} =$	26 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	<b>24 [kPa] x B * L</b>
<b>Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico</b>		
Carico Limite	$N_{lim} =$	511 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>222 [kPa] x B * L</b>

## CONDIZIONI DRENATE

Dimensione plinti 3x3 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	21.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.38
Coesione efficace (kPa)	$C_k$	30.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	$\gamma_2$	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	18.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.32
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	$C_k$	14.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	10.00

### FONDAZIONE DI 3 X 3 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M

#### Verifiche in condizioni drenate

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	645 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>281 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	88 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	<b>80 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	973 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>423 [kPa] x B * L</b>





## CONDIZIONI NON DRENATE

Dimensione plinti 4x4 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	$c_{uk}$	70.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	$\gamma_2$	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.00
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	$c_{ak}$	40.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	10.00

### FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M Verifiche in condizioni non drenate

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	375 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>163 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	26 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	<b>24 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	489 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>213 [kPa] x B * L</b>

## CONDIZIONI DRENATE

Dimensione plinti 4x4 m

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	21.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.38
Coesione efficace (kPa)	$C_k$	30.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	$\gamma_2$	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	$\phi_k$	18.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	0.32
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	$M\%$	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	$C_k$	14.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	$M_c\%$	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	$\gamma_1$	10.00

### FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 1 M

#### Verifiche in condizioni drenate

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$N_{lim} =$	607 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>264 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico

Carico Limite	$T_{lim} =$	54 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	<b>49 [kPa] x B * L</b>

#### Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico

Carico Limite	$N_{lim} =$	944 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	<b>411 [kPa] x B * L</b>

### 4.3. VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI

Per la verifica dei cedimenti, in base al progetto, è stata ipotizzata una fondazione a plinti con dimensione equivalente di 3.0x3.0 m e 4x4 m posta a profondità di circa -1.0 m dal piano di campagna originale.

Per le valutazioni dei cedimenti si è fatto riferimento a tutte le prove (CPTU n. 1, n.2, n. 3, n.4 n. 5 e n.6) eseguite nella zona di costruzione del nuovo capannone.

La valutazione dei carichi per lo Stato Limite di Esercizio è stata condotta in modo iterativo sulla base degli ipotizzati cedimenti ammissibili dalla struttura, facendo riferimento a quanto proposto da BJERRUM (1963) e da WILUN & STARZEWSKI (1975), ponendosi in ogni caso a favore della sicurezza.

Per la distribuzione dei carichi in profondità si è fatto uso del metodo di Steinbrenner con soluzione di Ohde.

Mentre i relativi assestamenti del terreno sono stati verificati applicando la teoria dei cedimenti a tempo infinito e all'80% del costipamento dei pori.

Per la  $\Sigma s = \Sigma(\Delta h m_v \Delta p)$

con

s = entità del cedimento (cm)

$\Delta h$  = spessore del terreno sottoposto al calcolo (cm)

$\Delta p$  = carico agente sullo spessore considerato (Kg/cmq)

$M_v$  = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/Kg)

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle allegate.

Pertanto, le resistenze del terreno in riferimento al carico medio distribuito su tutta la base della fondazione, e ricavato iterativamente sulla base dei cedimenti ammissibili dalla fondazione, valutazione degli effetti delle **deformazioni irreversibili** – SLE - risultano:

<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> <b>Tipologia fondazioni: plinti 3.0x3.0 m</b>	$N_k \leq$	<b>Cd =140 [kPa] x B*L</b>
<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> <b>Tipologia fondazioni: plinti 4.0x4.0 m</b>	$N_k \leq$	<b>Cd =120 [kPa] x B*L</b>

limite delle azioni caratteristiche ( $N_k$ ) che risulta opportuno non superare al fine di non avere assestamenti non tollerabili dalla struttura.

**LIMITI DEI CEDIMENTI E DISTORSIONI ANGOLARI AMMISSIBILE (WILUN & STARZEWSKI 1975)**

Classe edificio e struttura	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo totale ammissibile (cm)	Deformazione angolare massima ammissibile
1	strutture massicce di notevole rigidità rispetto agli assi orizzontale, con fondazioni massicce in calcestruzzo non armato o fondazioni cellulari o graticci rigidi in calcestruzzo armato.	15 - 20	Le differenze massime tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni della fondazioni maggiori di 1/100 - 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura.
2	strutture isostatiche con giunti e cerniere e strutture in legno.	10 - 15	1/100 - 1/200
3	strutture iperstatiche in acciaio e strutture portanti in laterizio con cordoli in cemento armati ad ogni piano, con fondazioni continue in cemento armato e con pareti trasversali con almeno 25 cm di spessore con interassi minori di 6 m e strutture a telaio in calcestruzzo armato con le colonne ad interassi minori di 6 m, con fondazioni continue o a platea.	8 - 10	1/200 - 1/300
4	strutture della classe 3, ma che non soddisfano una delle condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

**LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)**

D / L 1/130

Pericolo generale per la struttura;  
forti fessurazioni in pannelli e murature

D / L 1/230

Inclinazione visibile di edifici alti e rigidi

D / L 1/300

Prime fessurazioni su pareti di pannelli, Limite per  
carriponte

D / L 1/500

Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono  
fessurazioni

D / L 1/600

Limite di pericolo per strutture con diagonali

D / L 1/730

Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti

## 5. CONCLUSIONI

La morfologia dell'area di interesse è pianeggiante e non presenta particolari degni di nota. Si osserva comunque che sul sito era presente terreno di riporto per uno spessore di circa 1.0 m, che è stato asportato fino al piano di campagna originale. Le prove sono state realizzate alla quota del piano di campagna originale.

Uno sguardo complessivo ai risultati delle prove effettuate evidenzia la presenza di terreni prevalentemente alterati, fino a circa -0.5 m dal piano di campagna.

Seguono poi, fino a -20 m dal piano di campagna, massima profondità indagata, prevalenti limi argillosi, a consistenza plastica, localmente molle-plastica, con intercalazione di sabbia limosa, con assetto litostratigrafico lentiforme, in particolare a partire da circa -8.0 m dal piano di campagna.

Il livello della falda freatica, alla data delle indagini geognostiche, era presente tra -1.7 m e -1.9 m dal piano di campagna.

Per il progetto in esame, la tipologia di fondazione a plinti o a platea o nastriforme è idonea.

### NTC – 17-01-2018

In base alla NTC 2018 il sito in esame è caratterizzato, considerando tempi di ritorno di 475 anni, da accelerazione al bedrock sismico di  $a_{rif}=0.195g$  e da **Vs30=207 m/s**, quindi **categoria di suolo C** con fattore stratigrafico pari a  $S_s=1.42$ . Considerando che l'area presenta un fattore topografico pari ad uno, l'accelerazione massima alla superficie del sito in esame sarà pari

$$a_{max} = 0.276g.$$

Le misure dei microtremori hanno evidenziato frequenze significative per l'ingegneria nei confronti dei fenomeni di risonanza del substrato del sito in esame pari a

<b>Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito</b>		
	Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
principale	0.7÷1.22	1.42÷0.81
secondaria	1.77÷2.13	0.56÷0.49
secondaria	4.57	0.21
secondaria	7.48	0.13

Il substrato del lotto in esame, considerando tempi di ritorno di 475 anni, non presenta rischio di liquefazione e i cedimenti post sisma risultano ammissibili nei termini degli SLV e SLD.

A livello indicativo si riportano le resistenze del terreno considerando condizioni geotecniche non drenate, più cautelative rispetto a quelle drenate, per gli SLU – GEO – stato limite di resistenza del terreno:

Ipotizzando fondazioni a plinti con dimensioni equivalenti di circa 3x3 m e 4x4 m, con incastro terreno-fondazione almeno 1.0 m si ottengono i seguenti valori conservativi allo SLV e SLU.

<b>Fondazione a plinti 3x3 m</b>			
<i>Approccio 2 – condizioni dinamiche</i>	$N_{lim}=394$ kPa	$N_d \leq$	<b>Rd =171 [kPa] x B*L</b>
<i>Approccio 2 –scorrimento</i>	$T_{lim}= 26$ kPa	$E_d \leq$	<b>Rd = 24 [kPa] x B*L</b>
<i>Approccio 2 – condizioni statiche</i>	$N_{lim}=511$ kPa	$N_d \leq$	<b>Rd =222 [kPa] x B*L</b>

<b>Fondazione a plinti 4x4 m</b>			
<i>Approccio 2 – condizioni dinamiche</i>	$N_{lim}=375$ kPa	$N_d \leq$	<b>Rd =163 [kPa] x B*L</b>
<i>Approccio 2 –scorrimento</i>	$T_{lim}= 26$ kPa	$E_d \leq$	<b>Rd = 24 [kPa] x B*L</b>
<i>Approccio 2 – condizioni statiche</i>	$N_{lim}=489$ kPa	$N_d \leq$	<b>Rd =213 [kPa] x B*L</b>

Mentre le resistenze del terreno in riferimento al carico medio distribuito su tutta la base della fondazione, e ricavato iterativamente sulla base dei cedimenti ammissibili dalla fondazione, valutazione degli effetti delle **deformazioni irreversibili** – SLE -, risultano

<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> <b>Tipologia fondazioni: plinti 3.0x3.0m</b>	$N_k \leq$	<b>Cd=140 [kPa] x B*L</b>
---	------------	---------------------------

<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> <b>Tipologia fondazioni: plinti 4.0x4.0 m</b>	$N_k \leq$	<b>Cd =120 [kPa] x B*L</b>
--	------------	----------------------------

Il progettista dovrà verificare le suddette resistenze del terreno in funzione delle risorse disponibili e in base alle peculiarità della struttura in progetto, verificando in modo più opportuno le resistenze agli stati limite previsti dalle NTC2018.

Per fondazioni a plinti ci si dovrà attestare alla profondità di almeno 1.0 m dal piano di campagna originale, maggiori profondità risultano ugualmente utili.

Risulta comunque utile all'atto esecutivo una estesa ispezione, da parte di personale tecnico competente, dello strato superiore di contatto fondazione-terreno per accertare l'idoneità del piano di posa della fondazione ai carichi previsti in progetto, ovvero la conformità del terreno di fondazione a quanto emerso in sede di rilievo geologico ed assunto a base dei calcoli.

### **Indicazioni, di carattere generale, esecutive e progettuali**

Nell'esecuzione degli scavi per la realizzazione delle fondazioni dirette e degli scavi si dovranno adottare le seguenti cautele:

- controllare che il terreno messo a giorno dagli scavi di splateamento per la realizzazione dei piani di posa delle fondazioni risulti omogeneo (medesima consistenza, colorazione etc.). Si dovrà verificare l'uniformità del piano di posa al fine di escludere la presenza localizzata di eventuali disomogeneità ed attestare le fondazioni sul terreno sicuramente in posto e/o sostituire il terreno rammollito con materiale idoneo.
- Il getto della fondazione, ovvero la realizzazione della sottofondazione, dovrà essere eseguito tempestivamente appena completati gli scavi; se, a causa di eventuali interruzioni dovute al maltempo, dovesse essersi imbibito il terreno di appoggio, si dovrà provvedere all'asportazione della parte rammollita e sostituzione con materiale idoneo.
- Prima del getto della fondazione dovrà essere preventivamente pulito da detriti, acqua e fango la zona di contatto.
- Nel caso di dover effettuare riporti e/o rinterri localizzati (attorno alle fondazioni) o estesi (ricariche generalizzate), questi dovranno essere realizzati a regola d'arte, con strati successivi di modesto spessore (25 \* 30 cm) di terreno compattato fino ad una densità pari al 95% di quella massima di compattazione individuata dalle prove di laboratorio (AASHO modificata); in alternativa è possibile effettuare il miglioramento delle caratteristiche meccaniche mediante stabilizzazione a calce/cemento. E' da considerare che riporti estesi determinano cedimenti e distorsioni aggiuntivi rispetto a quelli calcolati per il solo fabbricato.
- Nel caso di dover realizzare scavi e/o opere di sostegno degli scavi, le pareti dovranno essere permanentemente coperti con teli impermeabili, per il mantenimento delle condizioni di umidità

naturale. Inoltre, il progettista o il direttore lavori o il responsabile della sicurezza dovrà valutare la sicurezza degli scavi e delle eventuali opere di sostegno, sia in fase esecutiva che di esercizio.

- La regimazione delle acque corrive superficiali dovrà essere garantita e garantita la buona tenuta delle condotte interrato per la circolazione dei fluidi (fognature, impianti idrici).

- L'impermeabilità superficiale del piano di campagna: tale impermeabilità dovrà essere ottenuta mediante cotica vegetale erbosa, marciapiedi, contropendenze adeguate a ridosso del manufatto per l'allontanamento delle acque meteoriche.

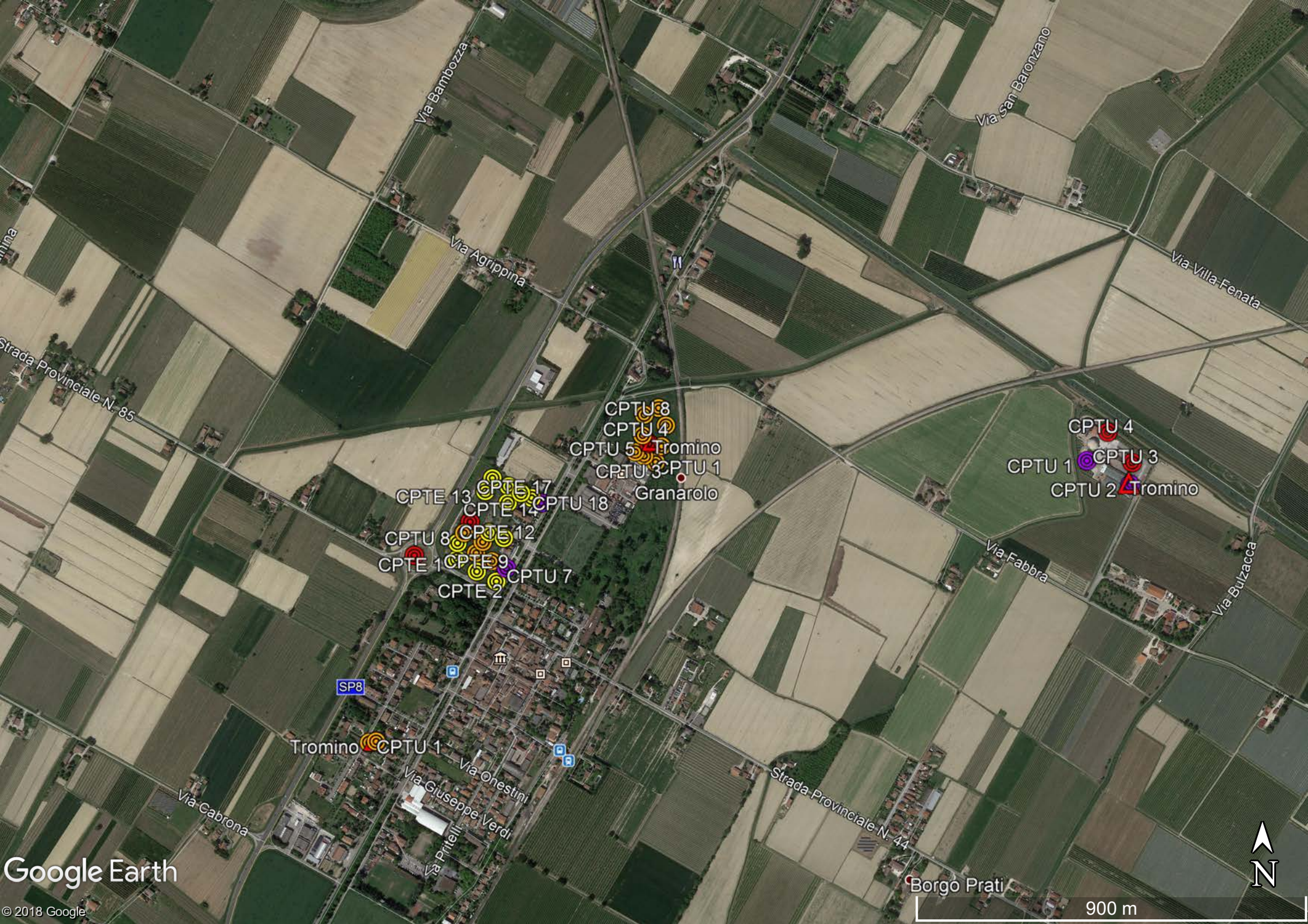
- Particolare attenzione andrà posta alla piantumazione delle alberature che per via dell'evapotraspirazione potrebbero determinare il disseccamento del terreno, oltretutto reso impermeabile dalla costruzione, con possibile innesco di fenomeni di ritiro dei terreni e conseguenti assestamenti differenziali del fabbricato.

*Giugno, 2018*

---

# ALLEGATI





Via Bambozza

Via San Baronzano

Via Agrippina

Via Villa-Fenata

Strada Provinciale N. 85

CPTU 8  
CPTU 4  
CPTU 5 Tromino  
CPTU 3  
CPTU 1  
Granarolo

CPTU 4  
CPTU 1  
CPTU 3  
CPTU 2 Tromino

CPTe 13  
CPTe 17  
CPTe 14  
CPTU 18  
CPTU 8  
CPTe 12  
CPTe 1  
CPTe 9  
CPTU 7  
CPTe 2

SP8

Tromino CPTU 1

Via Gabrona

Via Onestini  
Via Giuseppe Verdi  
Via Pritelli

Strada Provinciale N. 44

Borgo Prati

900 m





Via Fabbra

Via Granarolo

Via Pasolini

Via Pier Paolo Pasolini

CPTU 9

CPTU 8

CPTU 7

CPTU 4

CPTU 5

Tromino

CPTU 6

CPTU 3

CPTU 2

CPTU 1



Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda 1.80 m  
Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

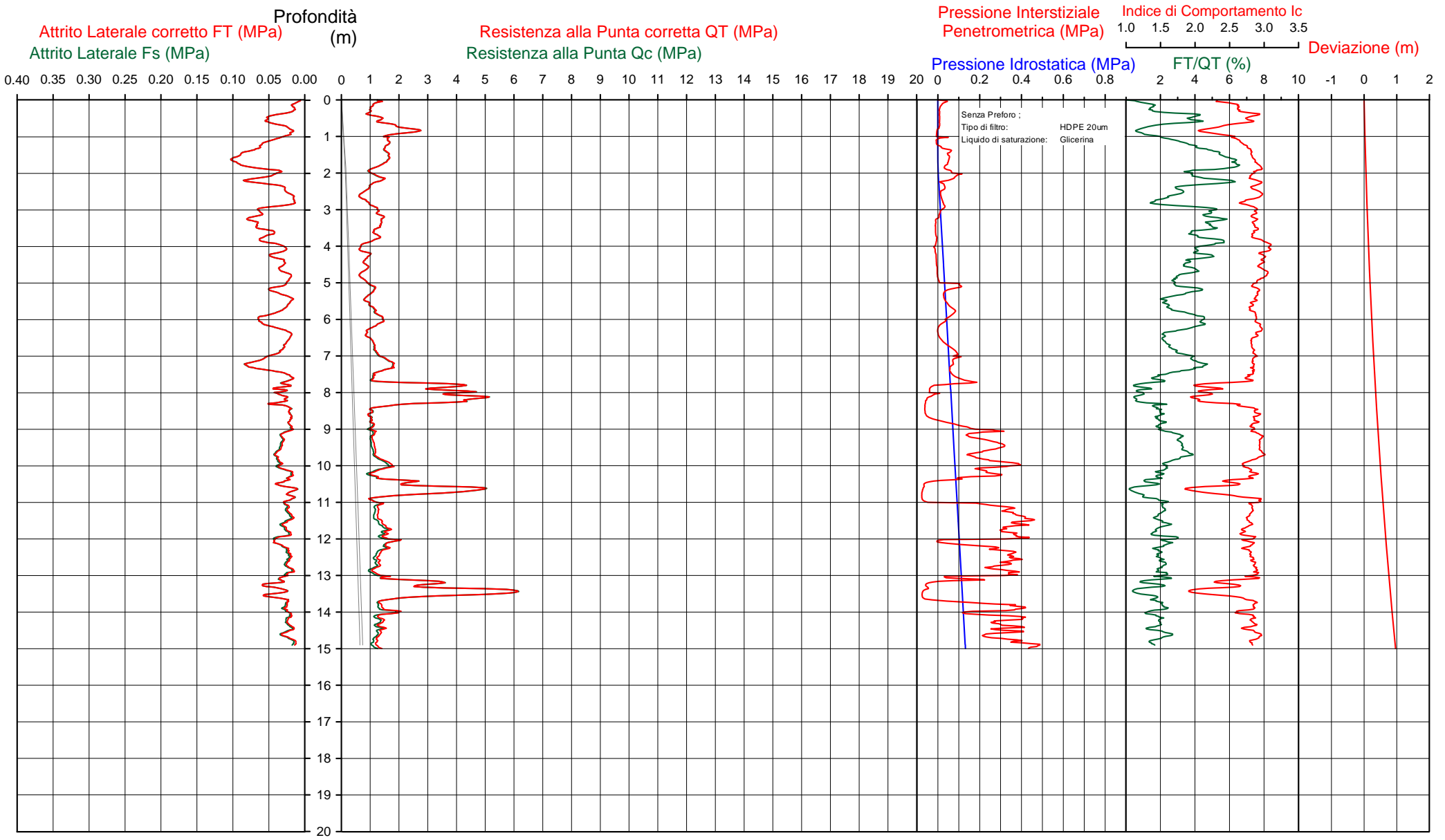


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 1



CPTU

1

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.80



Società di  
**Geologia**  
**Territoriale**

S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
139

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Robertson	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhaway & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
11.4	19.5	0.29	2.5	2.66	limo argilloso-argilla limosa	0.60			Plastica	.	.	0.72	56.09	55.6	126
19.4	33.0	0.32	1.8	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	0.80			Sciolta	30.4	36.8	.	.	75.3	140
19.6	33.3	0.27	1.5	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10			Sciolta	30.7	36.1	.	.	71.4	136
15.2	25.9	0.78	5.3	2.83	limo argilloso-argilla limosa	1.90		<u>H2O</u>	Plastica	.	.	0.89	14.38	86.6	159
12.1	20.5	0.55	4.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	2.30			Plastica	.	.	0.75	6.39	69.3	144
8.2	13.9	0.22	2.8	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	5.74	45.2	117
12.4	21.1	0.58	4.8	2.86	limo argilloso-argilla limosa	3.90			Plastica	.	.	0.77	4.92	71.3	145
7.9	12.9	0.31	4.3	3.00	argilla-argilla limosa	5.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	2.79	45.7	122
11.0	16.4	0.39	3.8	2.88	limo argilloso-argilla limosa	5.30			Plastica	.	.	0.70	3.69	63.6	136
9.0	13.3	0.21	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	5.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	3.08	46.5	120
12.7	17.7	0.47	4.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	6.20			Plastica	.	.	0.78	3.44	73.4	144
9.1	12.5	0.25	3.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa	6.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.61	2.88	54.2	124
13.6	17.5	0.45	3.5	2.84	limo argilloso-argilla limosa	7.30			Plastica	.	.	0.82	2.97	79.3	145
12.7	15.6	0.32	2.7	2.81	limo argilloso-argilla limosa	7.70			Plastica	.	.	0.78	4.18	66.3	136
39.1	44.5	0.31	0.9	2.16	sabbia limosa-limo sabbioso	8.30			Mediamente Addensata	40.3	35.7	.	.	125.1	166
13.3	15.5	0.26	2.2	2.77	limo argilloso-argilla limosa	8.50			Plastica	.	.	0.81	3.88	58.8	135
10.6	12.1	0.23	2.5	2.89	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Plastica	.	.	0.68	2.26	52.9	129
11.7	12.8	0.35	3.5	2.95	limo argilloso-argilla limosa	9.80			Plastica	.	.	0.74	2.39	68.4	142
14.5	15.2	0.27	2.1	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.86	3.05	62.9	141

CPTU

1

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.80



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
139

qt	Qc1N Russ o Boulianger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				%		daN/cm²		daN/cm²	m/sec
							10.40								
34.2	34.7	0.25	1.0	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso		10.80		Sciolta	32.1	34.5	.	.	110.5	161
13.8	13.5	0.24	2.0	2.79	limo argilloso-argilla limosa		12.00		Plastica	.	.	0.83	2.42	57.7	139
17.0	16.1	0.38	2.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa		12.20		Plastica	.	.	0.96	3.24	85.3	156
13.4	12.3	0.23	2.1	2.83	limo argilloso-argilla limosa		13.10		Plastica	.	.	0.81	2.66	56.5	138
30.1	27.4	0.44	1.7	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso		13.30		Sciolta	24.3	33.5	.	.	113.2	175
52.5	48.3	0.33	0.7	2.08	sabbia limosa-limo sabbioso		13.50		Mediamente Addensata	43.0	36.1	.	.	164.2	182
34.3	31.0	0.53	1.8	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso		13.60		Sciolta	28.3	34.1	.	.	132.8	187
15.4	13.3	0.24	1.9	2.79	limo argilloso-argilla limosa		14.10		Plastica	.	.	0.90	2.47	62.3	145
13.3	11.1	0.21	1.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.81	2.00	53.8	137

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 07-mag-18

Numero prova 1  
 Quota falda 1.80

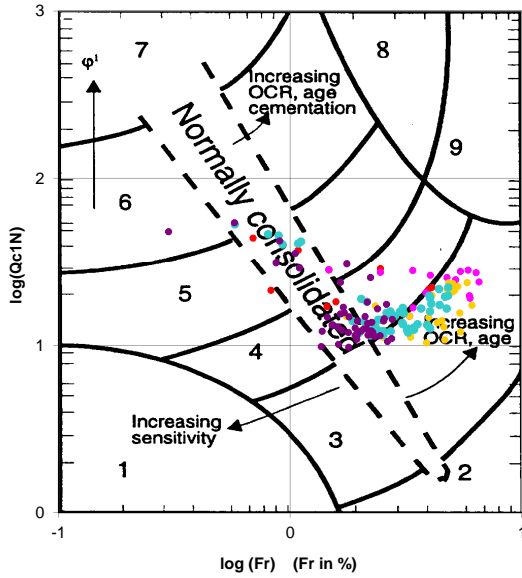


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

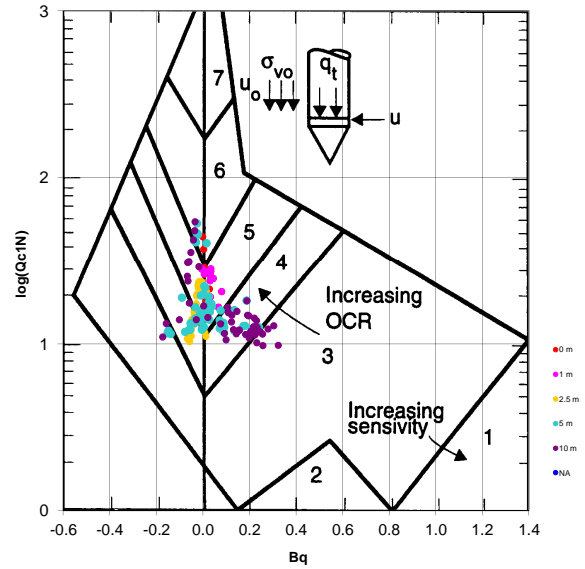
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

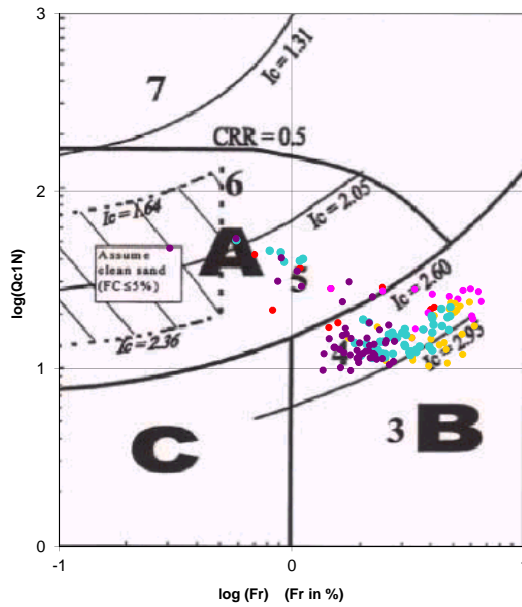
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



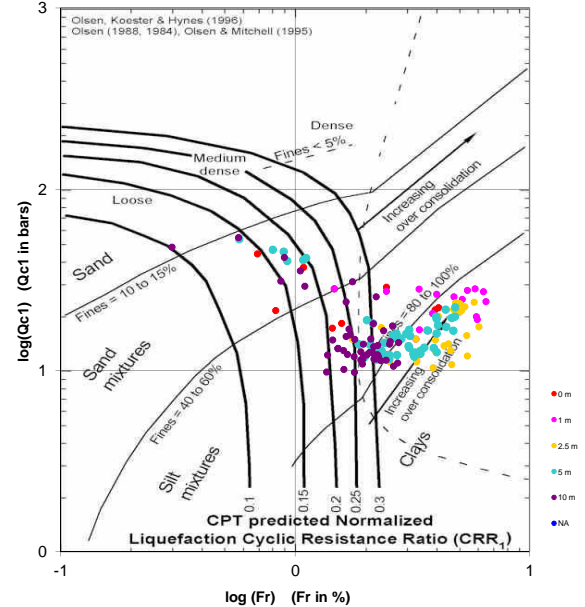
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensibili

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensibilità, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.70 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

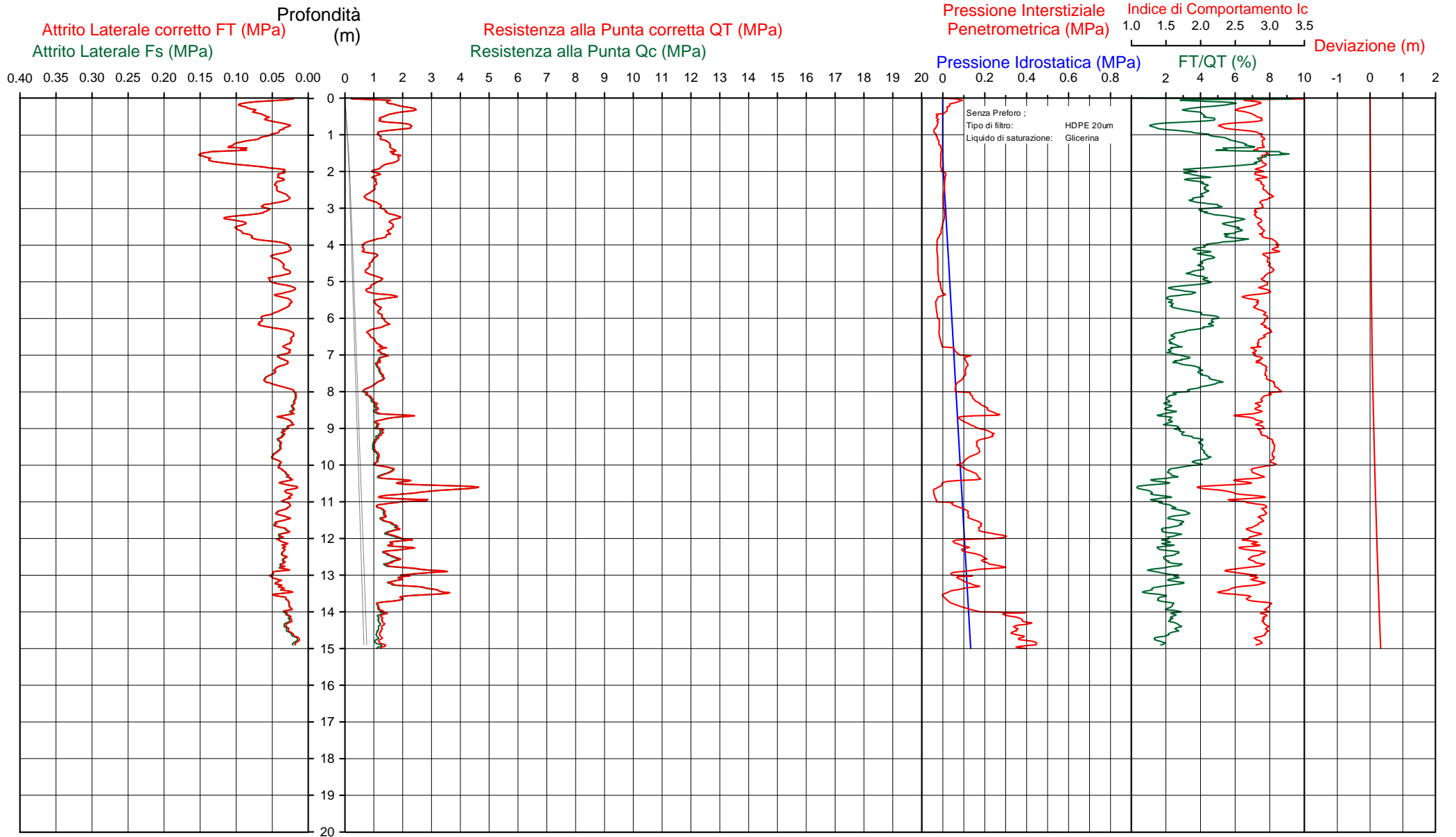


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 2



CPTU

2

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
Faenza  
1.70



Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas.  
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
144

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
14.1	24.0	0.68	5.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa	0.20			Plastica	.	.	0.84	136.36	80.5	158
21.9	37.2	0.79	3.7	2.61	limo argilloso-argilla limosa	0.40			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.13	89.65	127.1	168
14.4	24.5	0.54	4.0	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.70			Plastica	.	.	0.86	33.12	83.3	149
20.3	34.5	0.33	1.7	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	0.90			Sciolta	31.9	36.6	.	.	77.8	142
11.8	20.1	0.55	4.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica	.	.	0.74	14.30	67.9	145
16.5	28.0	1.16	7.1	2.89	limo argilloso-argilla limosa	1.80			Plastica	.	.	0.94	11.94	90.8	174
10.9	18.5	0.45	4.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa	2.50		H2O	Plastica	.	.	0.70	8.13	62.8	138
8.0	13.6	0.32	4.2	2.98	argilla-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.55	5.00	46.4	125
12.5	21.3	0.55	4.6	2.85	limo argilloso-argilla limosa	3.10			Plastica	.	.	0.78	5.89	72.0	146
16.0	26.5	0.92	6.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa	3.80			Plastica	.	.	0.92	7.45	90.1	165
10.3	17.1	0.66	6.9	3.04	argilla-argilla limosa	3.90			Plastica	.	.	0.67	4.36	56.8	147
6.4	11.0	0.28	5.0	3.09	argilla-argilla limosa	4.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.46	2.77	42.5	117
10.3	16.5	0.46	4.8	2.95	argilla-argilla limosa	4.40			Plastica	.	.	0.67	4.13	58.9	138
8.2	13.0	0.32	4.4	3.00	argilla-argilla limosa	4.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	3.41	47.1	125
11.7	17.5	0.49	4.5	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.00			Plastica	.	.	0.74	3.93	67.2	144
8.8	13.2	0.29	3.6	2.94	limo argilloso-argilla limosa	5.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	3.44	50.9	124
14.2	20.1	0.36	2.8	2.73	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Plastica	.	.	0.85	4.82	77.0	142
11.7	16.3	0.40	3.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	6.00			Plastica	.	.	0.73	3.24	67.8	138
14.2	19.1	0.66	5.1	2.91	limo argilloso-argilla limosa	6.20			Plastica	.	.	0.85	4.17	81.3	159
11.5	15.5	0.48	4.6	2.96	argilla-argilla limosa	6.30			Plastica	.	.	0.73	3.41	66.1	145
8.8	11.9	0.23	3.0	2.94	limo argilloso-argilla limosa	6.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	2.33	52.1	123
12.3	15.3	0.40	3.6	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.80			Plastica	.	.	0.76	2.89	71.2	142
7.9	9.5	0.25	3.8	3.08	argilla-argilla limosa	8.10			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	2.21	45.7	122
9.5	11.2	0.18	2.2	2.88	limo argilloso-argilla limosa	8.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.63	2.18	42.4	122
11.2	12.9	0.21	2.2	2.83	limo argilloso-argilla limosa	8.60			Plastica	.	.	0.71	2.54	48.9	129
20.3	22.8	0.35	1.9	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	8.70			Sciolta	18.2	32.4	.	.	81.8	154
12.3	13.7	0.29	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	9.20			Plastica	.	.	0.76	2.94	64.3	138
11.0	11.8	0.41	4.5	3.04	argilla-argilla limosa	10.00			Plastica	.	.	0.70	2.39	63.1	144



CPTU

2

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.70



Società di  
**Geologia**  
**Territoriale**

S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15  
 144

qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
14.9	15.4	0.32	2.5	2.79	limo argilloso-argilla limosa	10.40			Plastica	.	.	0.88	2.95	72.4	147
20.2	20.5	0.35	1.9	2.63	limo argilloso-argilla limosa	10.50			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	3.91	82.5	156
32.4	32.5	0.25	0.9	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	10.80			Sciolta	29.9	34.2	.	.	104.3	160
13.0	12.9	0.25	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	10.90			Plastica	.	.	0.80	2.44	59.9	139
23.9	23.7	0.33	1.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	11.00			Sciolta	19.4	32.7	.	.	88.0	161
13.4	13.0	0.32	2.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa	11.50			Plastica	.	.	0.81	2.56	73.6	145
17.1	16.3	0.38	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa	11.80			Plastica	.	.	0.97	2.74	86.4	156
15.1	14.3	0.33	2.5	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.90			Plastica	.	.	0.89	2.63	75.1	150
18.0	16.8	0.35	2.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	12.40			Plastica	.	.	1.00	3.15	82.1	156
16.9	15.4	0.34	2.4	2.79	limo argilloso-argilla limosa	12.80			Plastica	.	.	0.96	2.62	79.2	154
27.6	25.0	0.42	1.8	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	13.00			Sciolta	21.3	33.1	.	.	106.7	172
18.5	16.4	0.44	2.7	2.80	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Plastica	.	.	1.02	3.16	98.3	164
31.7	28.2	0.33	1.1	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50			Sciolta	25.3	33.7	.	.	105.7	169
21.5	18.7	0.36	1.9	2.66	limo argilloso-argilla limosa	13.70			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	3.66	86.6	163
12.1	10.2	0.27	2.8	2.97	argilla-argilla limosa	14.00			Plastica	.	.	0.76	1.84	65.0	141
13.2	11.0	0.27	2.5	2.92	limo argilloso-argilla limosa	14.40			Plastica	.	.	0.80	2.00	65.0	143
12.5	10.2	0.26	2.6	2.95	argilla-argilla limosa	14.60			Plastica	.	.	0.77	1.85	63.5	141
12.4	10.1	0.16	1.6	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.77	1.77	46.5	132

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 07-mag-18

Numero prova 2  
 Quota falda 1.70

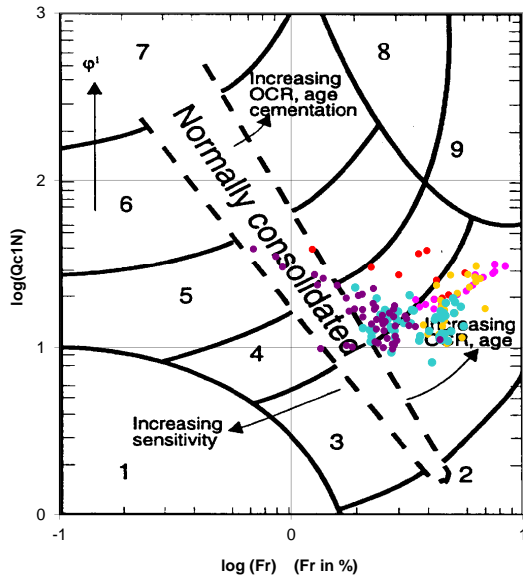


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

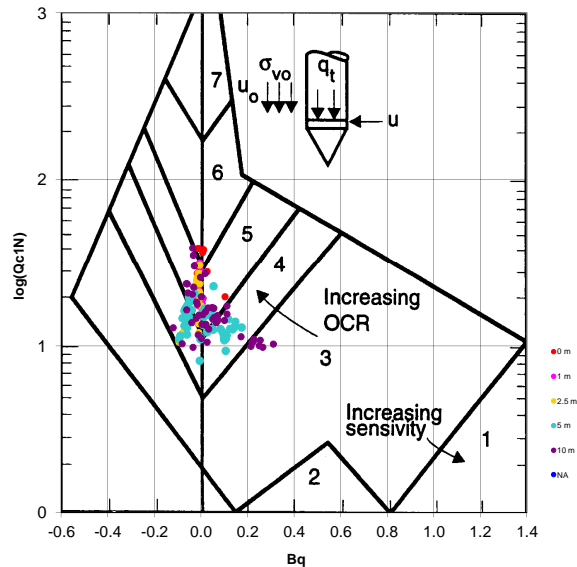
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

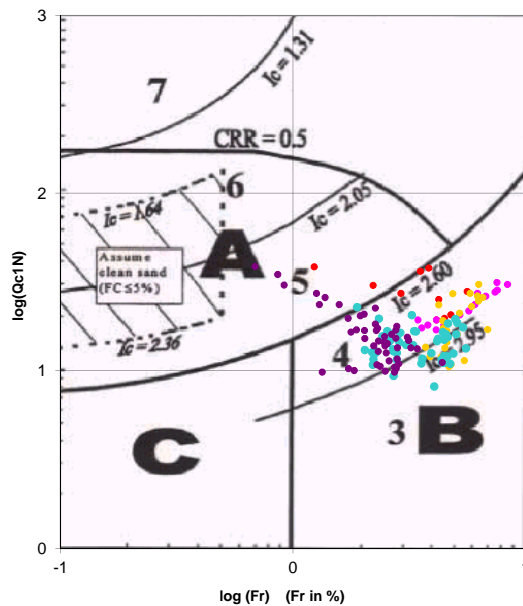
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



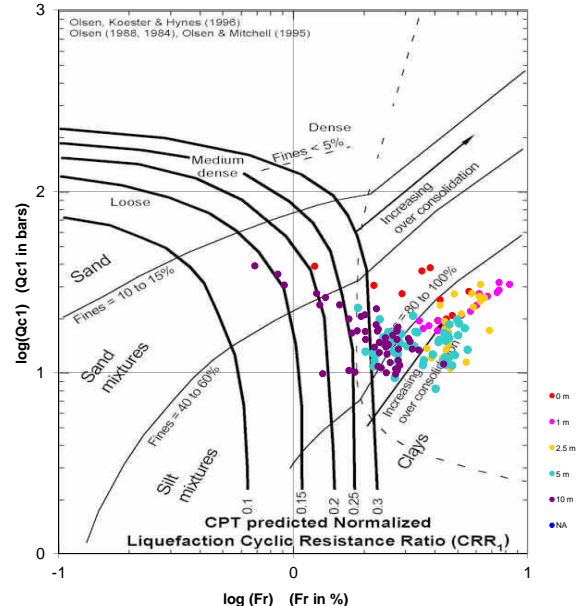
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.80 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

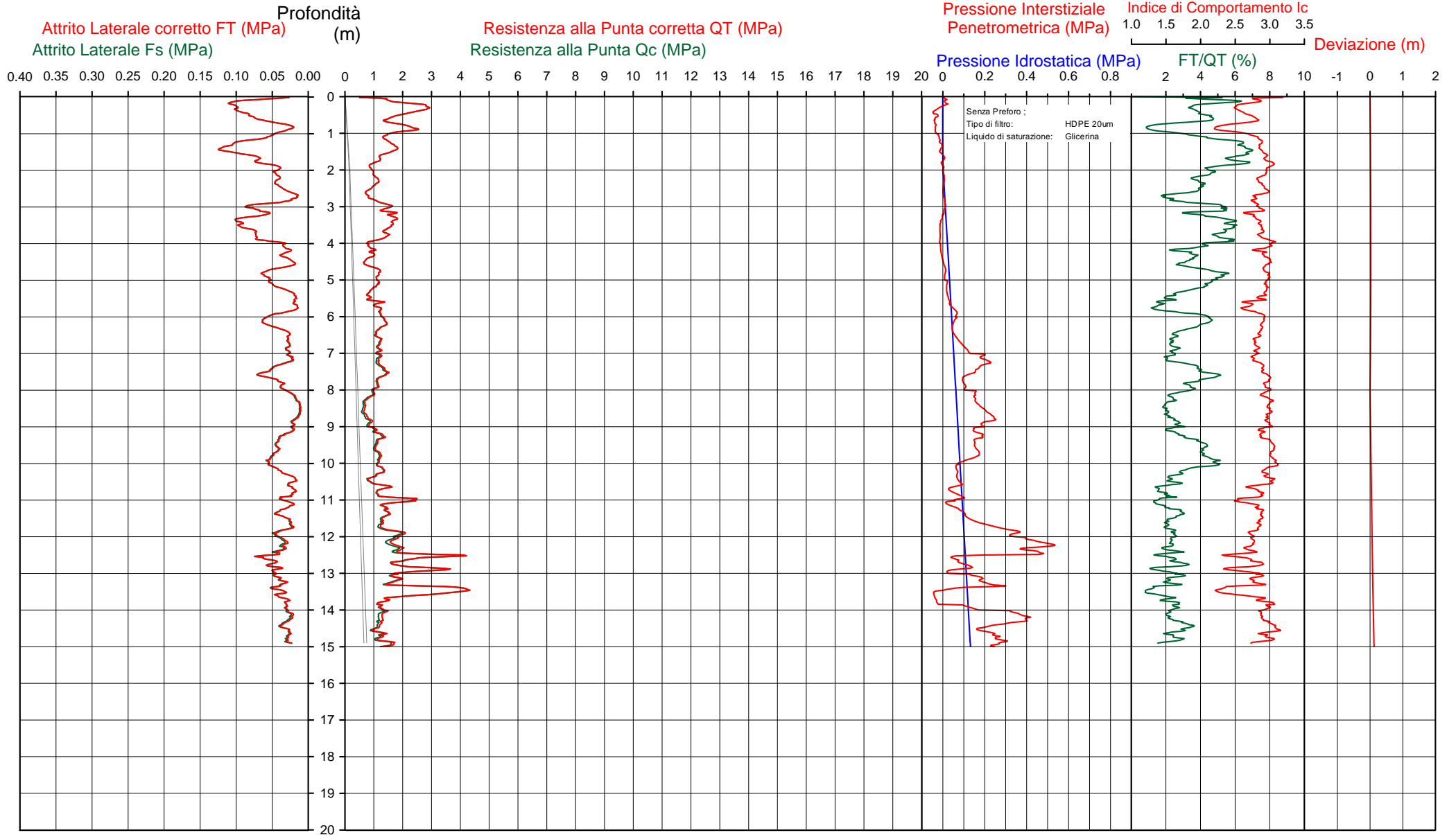


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 3



CPTU

3

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
Faenza  
1.80



Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas.  
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
142

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
16.3	27.7	0.81	5.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	0.20			Plastica	.	.	0.94	141.19	93.2	163
27.7	47.1	1.00	3.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	0.40			Mediamente Addensata	42.2	40.3	.	.	161.2	180
17.1	29.1	0.74	4.4	2.74	limo argilloso-argilla limosa	0.70			Plastica	.	.	0.97	45.97	98.5	160
20.8	35.4	0.31	1.6	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			Sciolta	32.7	36.5	.	.	77.1	141
15.7	26.8	0.92	5.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	1.50			Plastica	.	.	0.91	13.81	88.9	164
12.4	21.1	0.77	6.4	2.95	argilla-argilla limosa	1.80			Plastica	.	.	0.77	10.24	69.3	156
9.2	15.7	0.46	5.2	2.98	argilla-argilla limosa	2.10		H2O	Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.61	5.76	52.5	136
11.0	18.6	0.43	4.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Plastica	.	.	0.70	6.20	63.3	137
8.4	14.3	0.26	3.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.57	5.33	49.0	121
14.9	24.7	0.75	5.2	2.84	limo argilloso-argilla limosa	3.90			Plastica	.	.	0.88	5.41	84.9	157
9.0	14.7	0.35	4.2	2.95	limo argilloso-argilla limosa	4.40			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	3.43	52.2	128
7.0	11.3	0.22	3.5	2.99	argilla-argilla limosa	4.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	2.70	40.9	114
11.2	16.7	0.52	5.0	2.95	argilla-argilla limosa	5.20			Plastica	.	.	0.71	3.60	64.1	144
8.6	12.6	0.23	3.0	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	3.06	50.7	121
12.3	16.1	0.35	3.1	2.83	limo argilloso-argilla limosa	7.60			Plastica	.	.	0.76	2.91	72.0	138
10.8	12.9	0.35	3.6	2.95	argilla-argilla limosa	8.20			Plastica	.	.	0.69	2.96	62.9	137
7.6	8.8	0.15	2.4	2.99	argilla-argilla limosa	9.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	1.72	35.7	113
11.8	13.1	0.28	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Plastica	.	.	0.74	2.32	62.3	136
11.6	12.3	0.47	4.8	3.04	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.73	2.45	66.3	149

CPTU

3

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.80



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

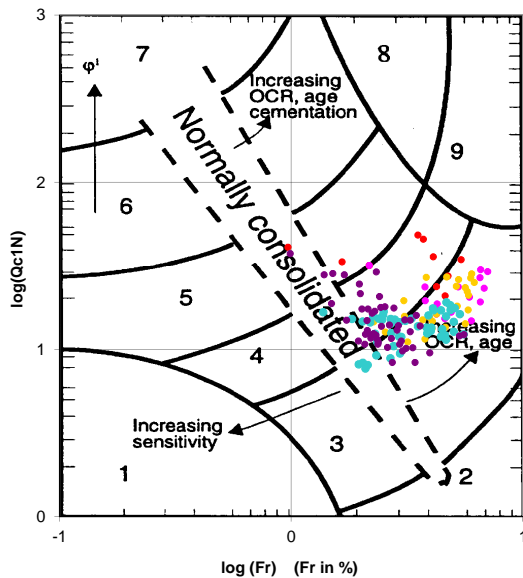
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

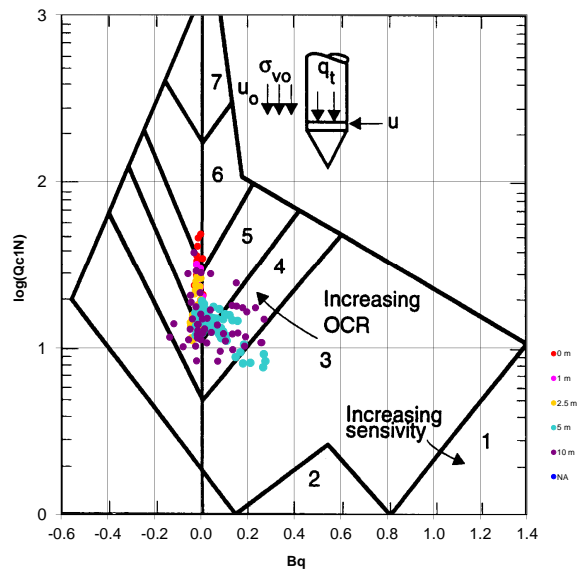
Vs15  
 142

qt	Qc1N kN/m² Boulinger 2004	ft daN/cm²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						10.10									
12.9	13.3	0.38	3.4	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.30		Plastica	.	.	0.79	2.66	75.3	147	
9.8	10.0	0.22	2.8	2.98	argilla-argilla limosa	10.60		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.96	52.7	128	
15.8	15.2	0.31	2.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa	12.40		Plastica	.	.	0.91	2.67	71.2	147	
29.1	26.9	0.54	2.1	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	12.60		Sciolta	23.7	33.4	.	.	126.6	182	
18.6	16.9	0.50	3.1	2.82	limo argilloso-argilla limosa	12.80		Plastica	.	.	1.02	3.20	108.8	167	
31.2	28.5	0.42	1.5	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90		Sciolta	25.6	33.7	.	.	113.0	176	
18.7	16.7	0.41	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa	13.30		Plastica	.	.	1.03	3.67	93.5	162	
34.9	31.2	0.41	1.4	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	13.60		Sciolta	28.6	34.1	.	.	121.9	179	
15.0	12.9	0.33	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	13.80		Plastica	.	.	0.88	2.49	78.0	152	
12.5	10.3	0.28	2.9	2.97	argilla-argilla limosa	14.80		Plastica	.	.	0.77	1.78	69.7	143	
15.0	12.2	0.27	2.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa			Plastica	.	.	0.88	2.13	68.9	149	

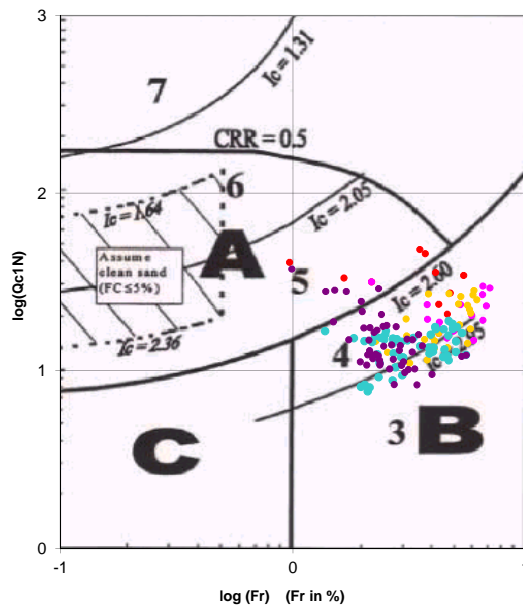
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



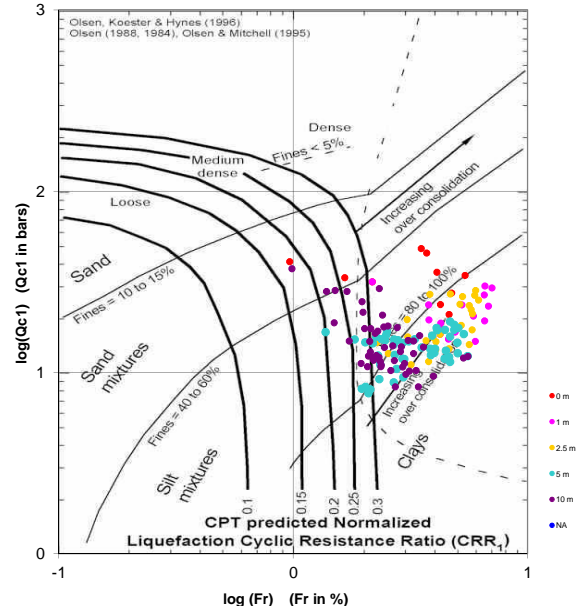
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.90 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

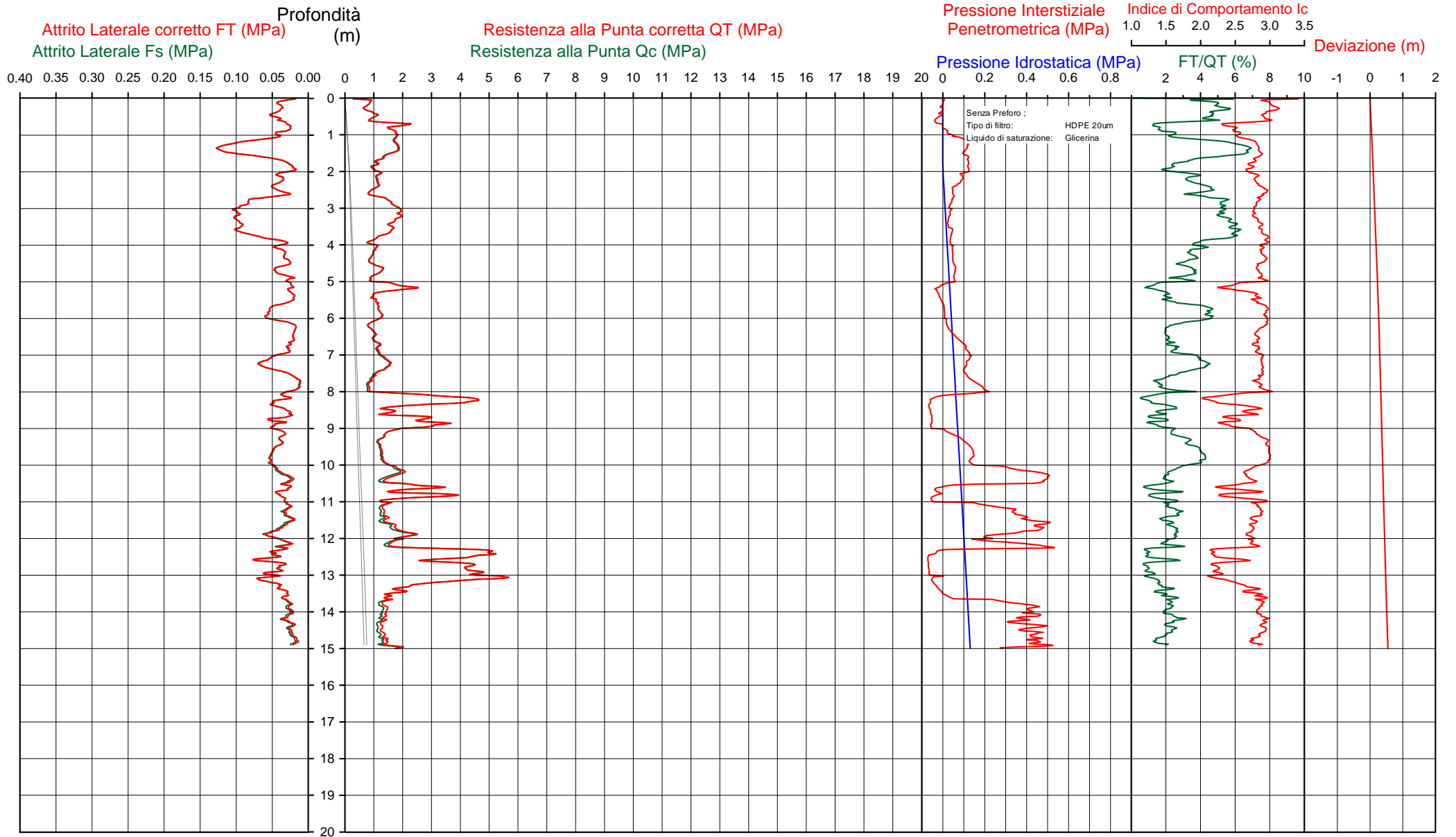


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 4



CPTU

4

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
Faenza  
1.90



Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas.  
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15

146

qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> Boulanger 2004	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
9.4	15.9	0.39		4.5	2.95 argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.62	27.17	53.8	135
17.3	29.5	0.26		1.5	2.45 sabbia limosa-limo sabbioso	0.70			Sciolta	26.7	35.9			63.2	135
17.9	30.4	0.44		2.5	2.56 sabbia limosa-limo sabbioso	0.90			Sciolta	27.7	35.5			87.5	147
17.2	29.2	1.02		6.0	2.83 limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica			0.97	16.28	96.9	170
10.9	18.5	0.36		3.4	2.81 limo argilloso-argilla limosa	1.60		H2O	Plastica			0.70	7.96	63.5	132
17.1	28.2	0.93		5.7	2.82 limo argilloso-argilla limosa	2.70			Plastica			0.97	7.13	96.6	168
10.3	16.2	0.38		3.9	2.90 limo argilloso-argilla limosa	3.70			Plastica			0.67	4.65	59.6	133
18.2	25.4	0.25		1.5	2.50 sabbia limosa-limo sabbioso	5.00			Sciolta	21.8	32.7			66.0	138
9.9	14.3	0.20		2.3	2.80 limo argilloso-argilla limosa	5.30			Molle-plastica (Soffice)			0.65	3.24	45.1	122
11.9	16.4	0.48		4.4	2.92 limo argilloso-argilla limosa	5.50			Plastica			0.75	3.45	68.5	145
9.1	12.4	0.26		3.2	2.93 limo argilloso-argilla limosa	6.00			Molle-plastica (Soffice)			0.61	3.13	53.4	125
11.0	14.3	0.25		2.5	2.82 limo argilloso-argilla limosa	6.30			Plastica			0.70	2.81	53.4	129
13.4	16.5	0.48		3.8	2.89 limo argilloso-argilla limosa	7.00			Plastica			0.81	3.54	77.7	148
8.7	10.5	0.14		2.0	2.87 limo argilloso-argilla limosa	7.60			Molle-plastica (Soffice)			0.58	2.31	35.6	115
33.3	37.3	0.40		1.4	2.34 sabbia limosa-limo sabbioso	8.00			Sciolta	34.5	34.8			118.4	168
14.8	16.8	0.30		2.3	2.74 limo argilloso-argilla limosa	8.40			Plastica			0.88	3.25	68.3	143
27.1	29.6	0.42		1.7	2.47 sabbia limosa-limo sabbioso	8.60			Sciolta	26.8	33.7			103.2	166
14.5	15.7	0.37		2.9	2.83 limo argilloso-argilla limosa	9.00			Plastica			0.86	3.55	82.1	148
12.6	13.4	0.46		4.2	2.98 argilla-argilla limosa	9.30			Plastica			0.78	2.40	72.8	151
16.9	17.2	0.36		2.4	2.74 limo argilloso-argilla limosa	9.90			Plastica			0.96	2.89	80.0	152



CPTU

4

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

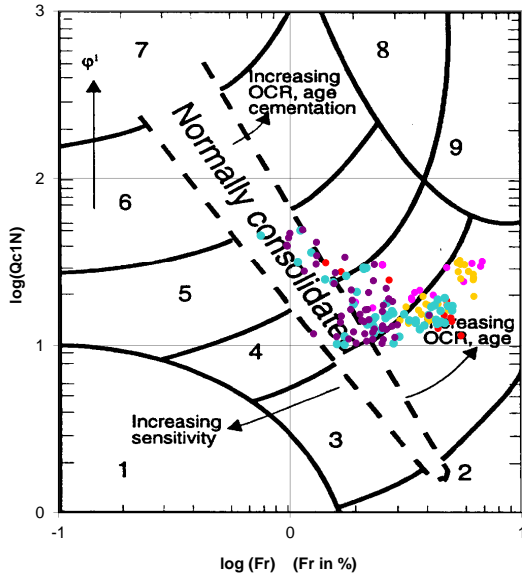
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

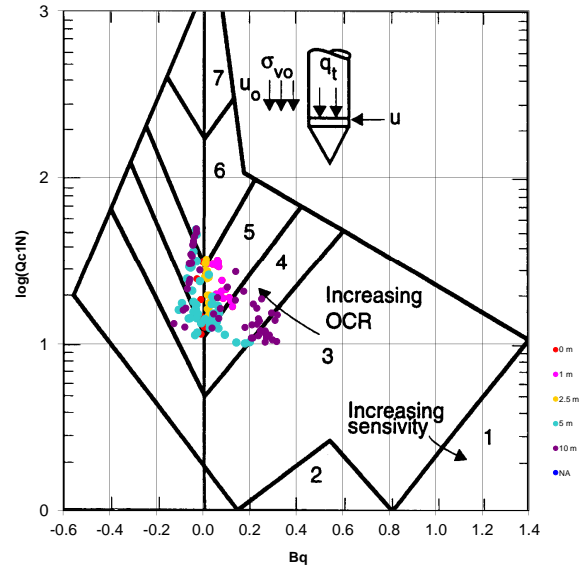
Vs15  
 146

qt	Qc1N Russi o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson		m			1990 %		daN/cm²			daN/cm²	
							10.50								
25.4	25.3	0.34	1.7	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso		10.80	Sciolta	21.6	33.0				95.6	164
31.2	30.7	0.36	1.3	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso		10.90	Sciolta	28.1	34.0				107.2	170
14.0	13.5	0.28	2.3	2.83	limo argilloso-argilla limosa		11.60	Plastica			0.84	2.46		64.8	143
18.0	16.9	0.37	2.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa		11.80	Plastica			1.00	3.04		83.3	157
21.9	20.5	0.52	2.6	2.71	limo argilloso-argilla limosa		12.00	Solido-plastica (Duro)			1.14	4.04		112.1	171
16.6	15.3	0.30	2.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa		12.20	Plastica			0.95	2.99		70.3	150
42.2	38.7	0.49	1.3	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso		13.20	Mediamente Addensata	35.7	35.1				146.2	186
20.7	18.0	0.37	2.1	2.69	limo argilloso-argilla limosa		13.50	Solido-plastica (Duro)			1.10	3.78		87.4	162
13.8	11.4	0.24	2.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.83	2.18		60.2	143

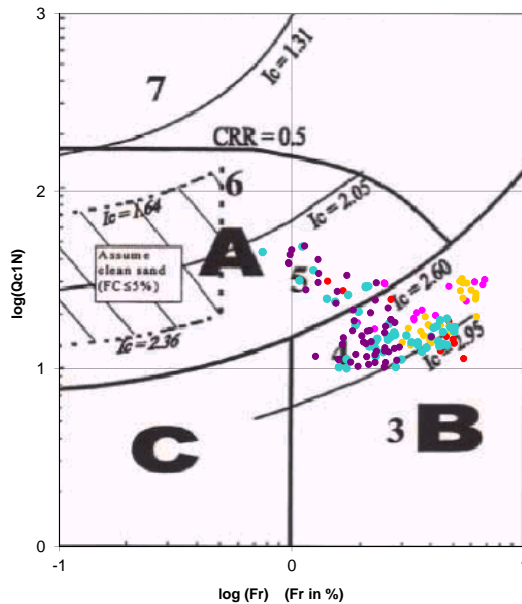
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



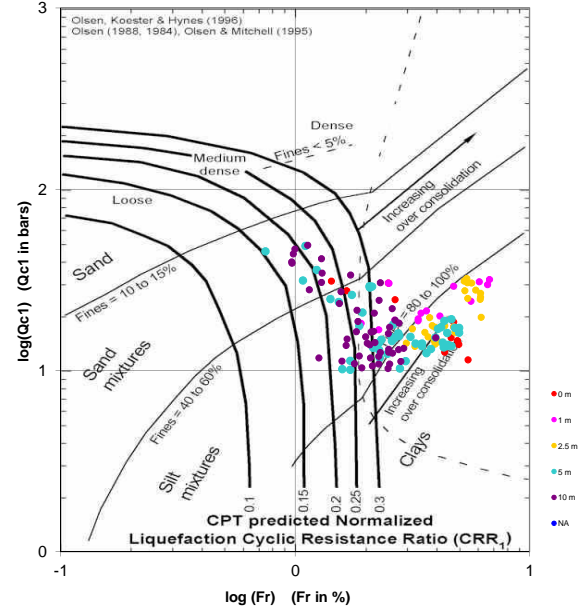
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.70 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

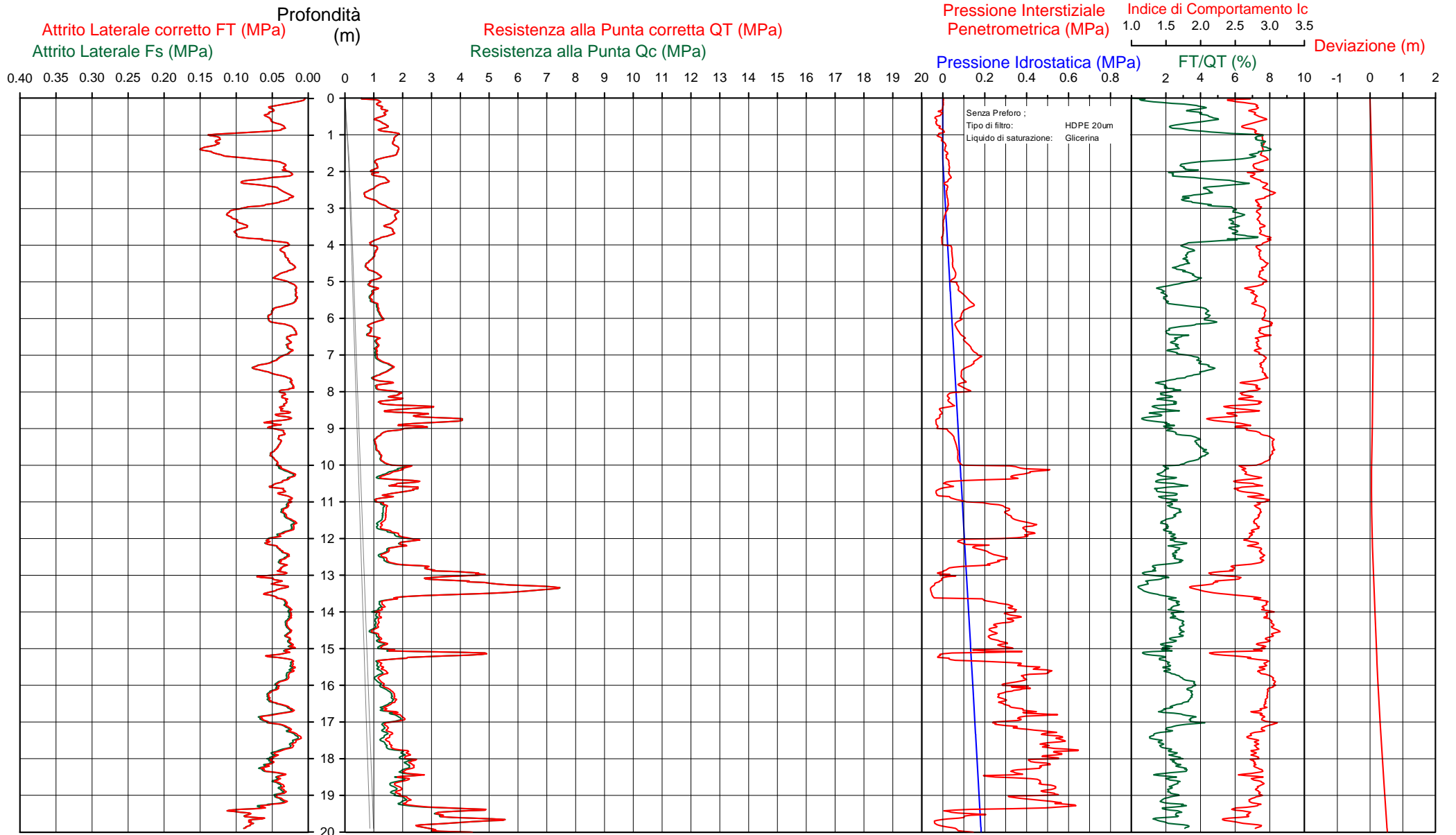


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 5



CPTU

5

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.70



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs20  
 149

qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> Boulinger 2004	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990 φ	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
10.5	17.8	0.09	0.8	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	0.10			Molto Sciolta	10.1	40.0			33.1	109
12.8	21.7	0.46	3.7	2.78	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.79	29.21	74.2	142
						0.90									
17.5	29.7	1.27	7.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.98	17.83	95.9	179
						1.60									
10.7	18.2	0.40	3.7	2.83	limo argilloso-argilla limosa			H2O	Plastica			0.69	8.41	62.3	133
						2.10									
13.3	22.7	0.68	5.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.81	8.25	76.0	152
						2.40									
8.4	14.3	0.32	4.0	2.95	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.57	5.60	48.8	125
						2.80									
16.0	26.8	0.92	5.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.92	5.85	90.0	164
						3.70									
12.5	20.7	0.79	6.6	2.97	argilla-argilla limosa				Plastica			0.78	6.20	69.8	155
						3.90									
10.2	16.7	0.33	3.5	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.66	3.60	59.5	130
						4.30									
8.4	13.5	0.24	3.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.57	3.70	48.8	120
						4.70									
11.6	17.7	0.40	3.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.73	3.98	67.6	138
						4.90									
9.5	14.2	0.21	2.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.63	3.40	45.3	120
						5.50									
11.7	16.5	0.44	4.0	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.74	3.22	68.0	140
						6.10									
8.8	12.1	0.24	3.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.59	2.64	52.4	122
						6.50									
11.4	14.9	0.31	3.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.72	3.21	67.3	135
						7.20									
15.4	19.0	0.65	4.6	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.90	4.12	88.6	161
						7.50									
11.9	14.5	0.26	2.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.74	2.86	60.1	133
						7.90									
16.9	19.7	0.33	2.3	2.69	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.96	3.48	76.5	148
						8.40									
26.4	29.3	0.40	1.8	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	26.5	33.7			102.8	164
						9.00									
14.7	16.2	0.36	2.8	2.81	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.87	3.69	80.9	148
						9.20									
11.5	12.4	0.44	4.5	3.03	argilla-argilla limosa				Plastica			0.73	2.31	66.2	147
						9.90									
16.6	17.2	0.31	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.95	2.94	71.5	147

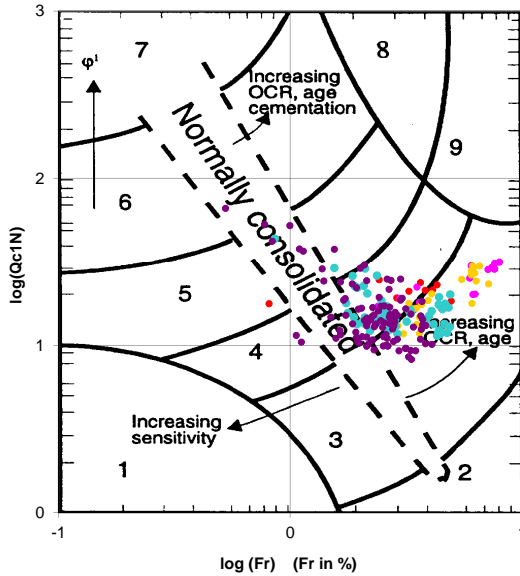
Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.70

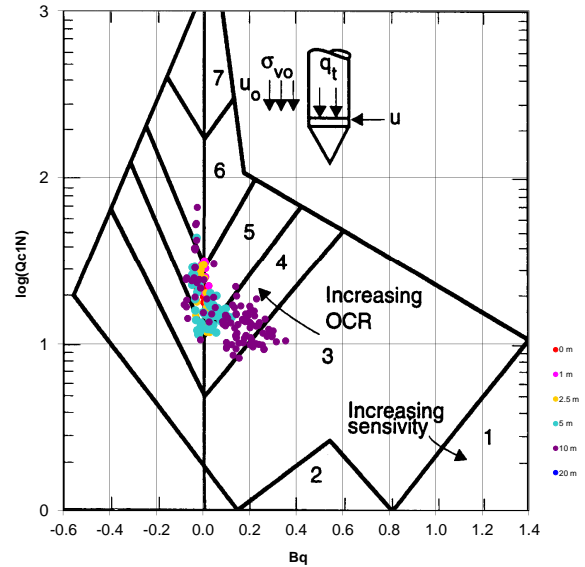


qt	Qc1N kN/m² Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia)	Densità Relativa	Angolo Attrito φ	Coesione non drenato Cu	OCR	Modulo Edometrico M	Velocità Vs
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m			Consistenza (Argilla)	Tatsuoka 1990 %	Kulhaway & Mayne 1990	Benassi daN/cm²	Marchi / SGT	Benassi daN/cm²	Robertson & Cabal 2009 m/sec
							10.40								
23.1	23.4	0.38	1.9	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	10.50	.....		Sciolta	19.1	32.7			91.7	162
19.0	19.2	0.50	3.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa	10.60	.....		Plastica			1.04	3.66	112.3	166
24.0	24.1	0.36	1.6	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	10.70	.....		Sciolta	20.0	32.8			89.9	162
14.2	13.8	0.28	2.3	2.82	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.85	3.13	64.8	143
							11.90								
21.3	20.0	0.51	2.7	2.73	limo argilloso-argilla limosa		.....		Solido-plastica (Duro)			1.11	3.54	111.2	170
15.0	13.7	0.35	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.88	2.73	79.4	151
							12.20								
39.1	35.7	0.42	1.3	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso		.....		Sciolta	33.0	34.7			133.3	179
							12.70								
64.6	59.2	0.45	0.8	2.01	sabbia-sabbia limosa		.....		Mediamente Addensata	49.7	37.1			202.6	195
27.8	24.5	0.51	2.1	2.60	limo argilloso-argilla limosa	13.60	.....		Solido-plastica (Duro)			1.31	4.27	120.4	181
12.1	10.1	0.27	2.9	2.99	argilla-argilla limosa		.....		Plastica			0.76	2.34	68.1	141
							14.80								
16.6	13.6	0.25	2.0	2.80	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.95	1.97	68.7	148
							15.10								
44.6	37.9	0.44	1.1	2.26	sabbia limosa-limo sabbioso	15.20	.....		Sciolta	35.0	35.1			147.3	188
20.6	16.8	0.37	2.0	2.73	limo argilloso-argilla limosa	15.30	.....		Solido-plastica (Duro)			1.09	2.86	86.6	165
14.1	10.9	0.35	3.1	2.97	argilla-argilla limosa		.....		Plastica			0.84	1.61	84.5	151
							16.40								
16.3	12.1	0.32	2.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.93	2.11	76.3	153
							17.80								
22.2	16.1	0.48	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa		.....		Solido-plastica (Duro)			1.15	2.59	111.1	176
							18.60								
18.5	12.9	0.37	2.4	2.85	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			1.02	2.05	88.3	164
							19.00								
22.0	15.3	0.42	2.3	2.77	limo argilloso-argilla limosa		.....		Solido-plastica (Duro)			1.14	2.40	99.6	172
							19.30								
41.3	30.4	0.79	2.1	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	19.40	.....		Sciolta	27.7	34.2			176.4	210
34.5	24.8	0.89	2.9	2.67	limo argilloso-argilla limosa		.....		Semi solida (Molto duro)			1.47	3.83	191.5	209
							19.60								
50.7	37.7	0.73	1.5	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	19.70	.....		Sciolta	34.8	35.1			185.2	212
30.9	21.7	0.83	3.2	2.74	limo argilloso-argilla limosa		.....		Semi solida (Molto duro)			1.39	3.81	180.3	204

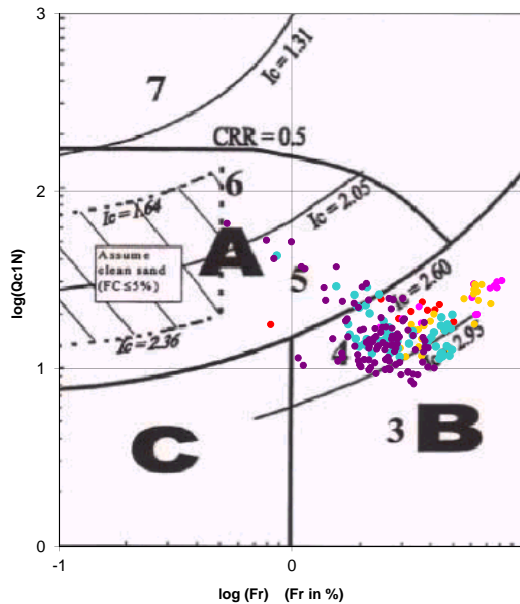
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



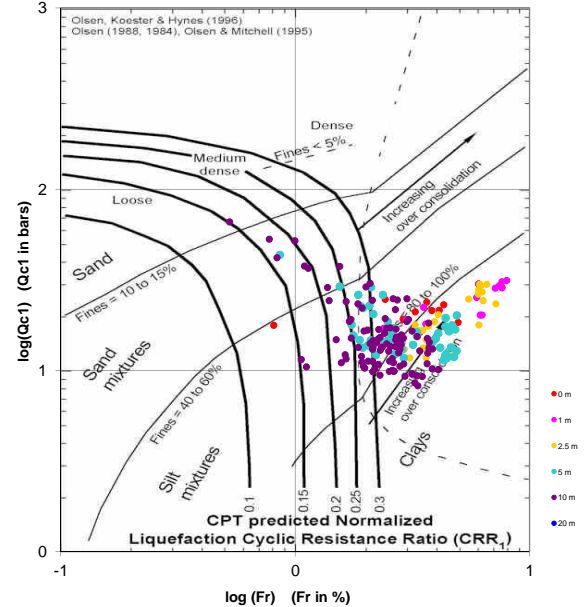
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.E.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.80 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

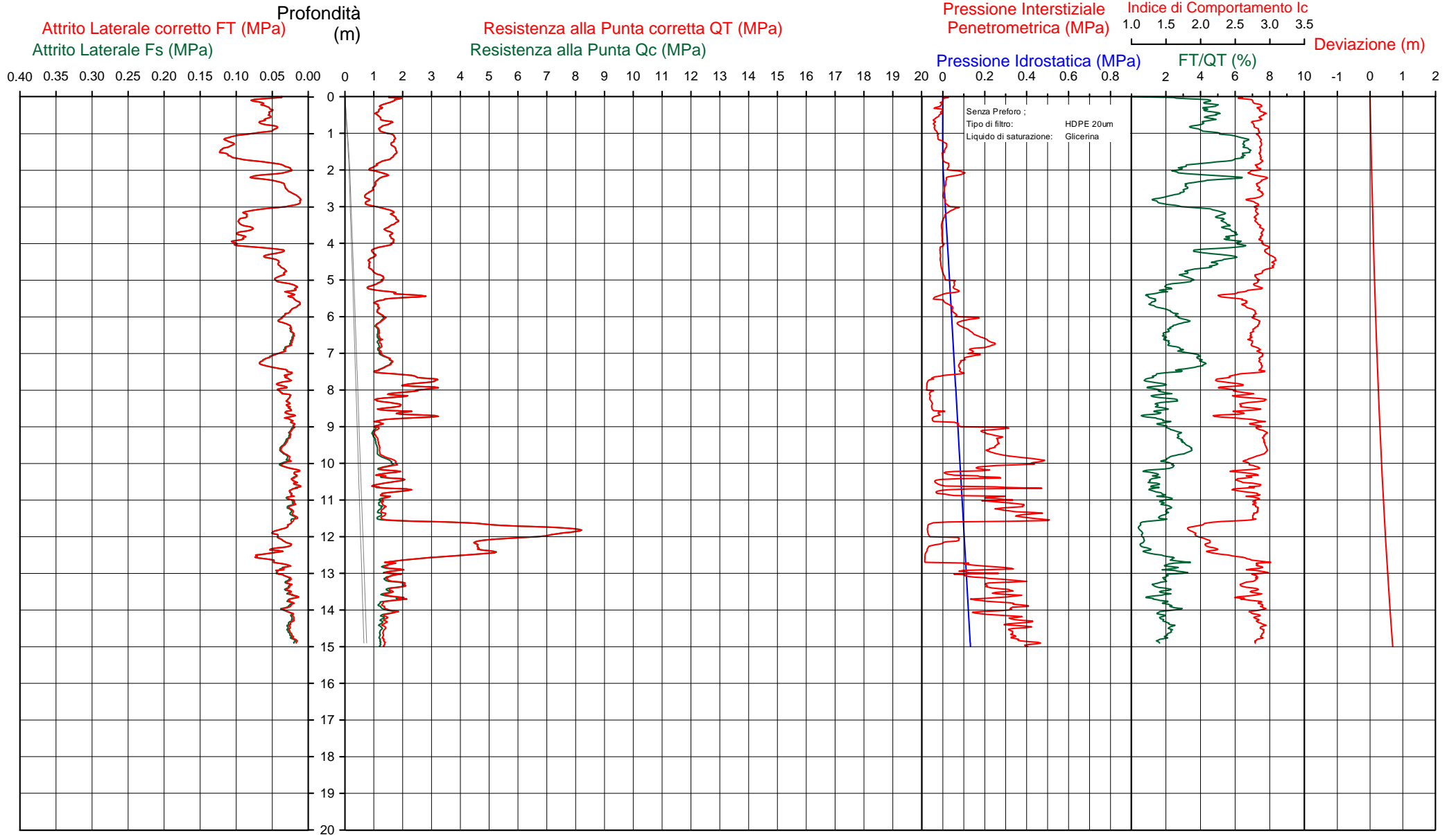


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 6



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.80



qt	Qc1N kN/m² Boulanger 2004	ft daN/cm²	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
13.4	22.8	0.58	4.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa	1.00	█					0.82	43.61	77.4	149
16.5	28.0	1.05	6.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa	1.80	█					0.94	14.81	92.1	170
9.9	16.9	0.31	3.2	2.83	limo argilloso-argilla limosa	2.00	█	H2O	Molle-plastica (Soffice)			0.65	7.30	58.1	128
13.1	22.3	0.51	3.9	2.78	limo argilloso-argilla limosa	2.20	█		Plastica			0.80	7.68	76.1	143
10.7	18.2	0.42	4.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.50	█		Plastica			0.69	6.80	62.1	136
8.1	13.8	0.18	2.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	3.00	█		Molle-plastica (Soffice)			0.55	4.99	38.1	113
16.0	26.1	0.88	5.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa	4.10	█		Plastica			0.92	6.36	90.5	165
9.2	14.6	0.45	5.3	3.02	argilla-argilla limosa	4.70	█		Molle-plastica (Soffice)			0.61	3.82	52.4	135
11.1	16.3	0.31	3.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.30	█		Plastica			0.71	3.40	64.4	131
20.5	27.9	0.24	1.3	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	5.50	█		Sciolta	24.8	33.2			70.6	141
12.0	16.1	0.25	2.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	7.00	█		Plastica			0.75	3.60	55.4	131
14.7	18.0	0.48	3.6	2.83	limo argilloso-argilla limosa	7.60	█		Plastica			0.87	3.52	85.4	151
27.0	31.2	0.34	1.4	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	8.00	█		Sciolta	28.6	33.9			95.1	159
19.2	22.1	0.32	1.8	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	8.20	█		Sciolta	17.2	32.2			76.0	150
15.4	17.5	0.28	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	8.60	█		Plastica			0.90	2.63	66.8	143
23.0	25.5	0.26	1.4	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	8.80	█		Sciolta	21.9	33.0			80.4	152
11.9	12.8	0.27	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	9.90	█		Plastica			0.74	2.49	62.7	136
15.3	15.8	0.23	1.8	2.70	limo argilloso-argilla limosa		█		Plastica			0.90	3.49	59.1	140



CPTU

6

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.80



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

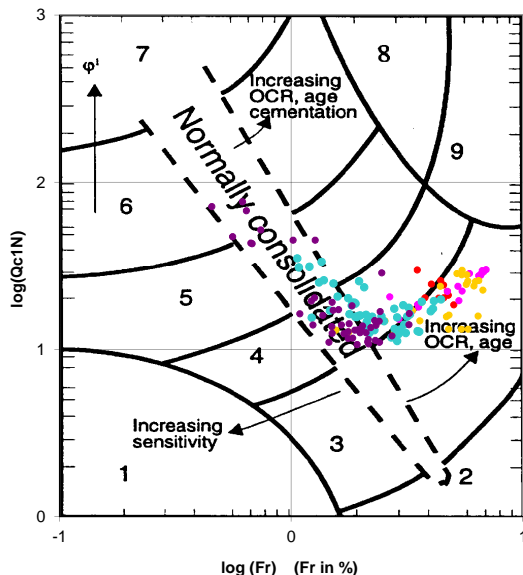
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

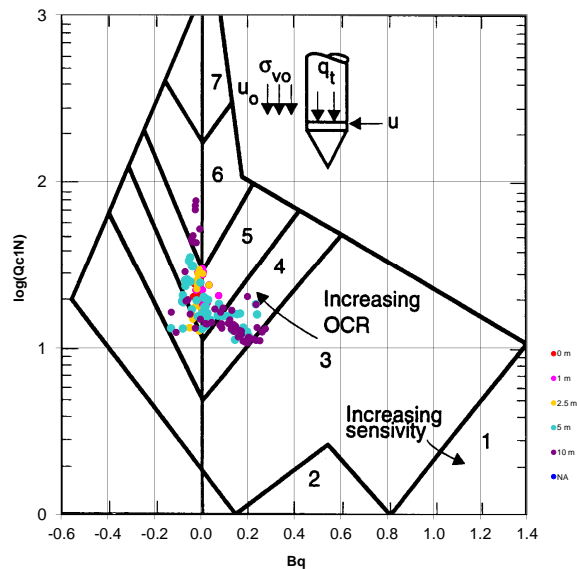
Vs15  
 145

qt	Qc1N Russell o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				%	°	daN/cm²		daN/cm²	
						10.40									
19.3	19.6	0.21	1.2	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	10.50			Molto Sciolta	13.1	31.8			65.3	144
13.2	13.3	0.16	1.5	2.73	limo argilloso-argilla limosa	10.70			Plastica			0.80	2.37	47.1	131
19.2	19.2	0.25	1.5	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	10.80			Molto Sciolta	12.6	31.7			69.5	149
13.3	13.0	0.22	1.9	2.79	limo argilloso-argilla limosa	11.50			Plastica			0.81	2.44	54.0	136
58.7	56.8	0.34	0.7	2.05	sabbia-sabbia limosa	12.00			Mediamente Addensata	48.3	36.9			182.8	179
45.5	42.9	0.45	1.1	2.22	sabbia limosa-limo sabbioso	12.60			Mediamente Addensata	39.1	35.6			151.6	184
16.8	14.8	0.32	2.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa	13.60			Plastica			0.95	2.88	75.5	152
19.0	16.4	0.18	1.1	2.58	sabbia limosa-limo sabbioso	13.70			Molto Sciolta	7.4	31.2			62.6	144
14.1	11.7	0.24	2.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.84	2.27	59.3	142

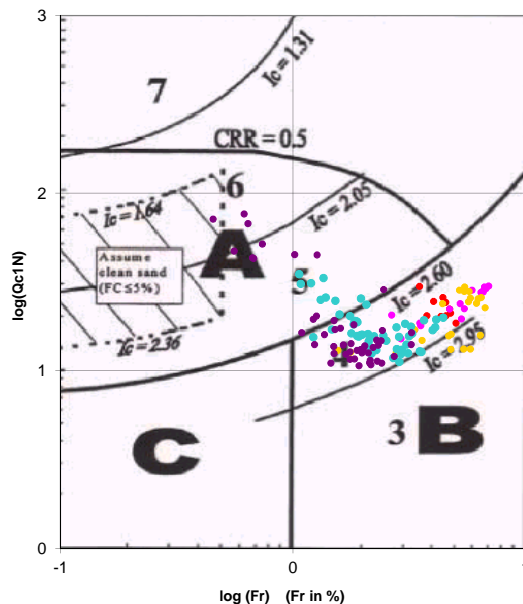
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



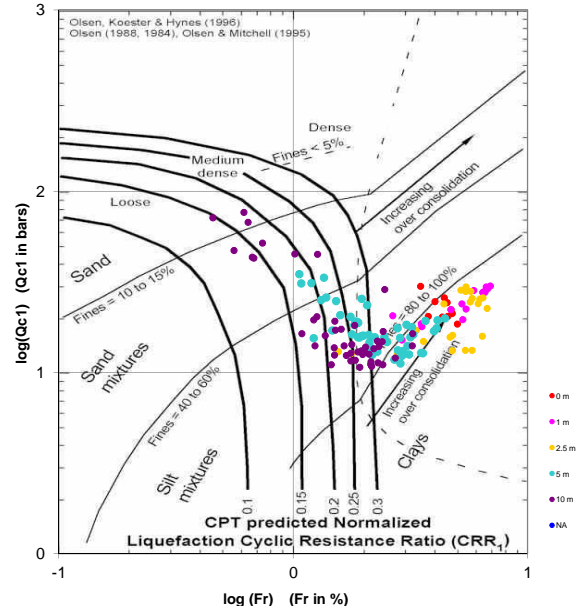
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda 1.90 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

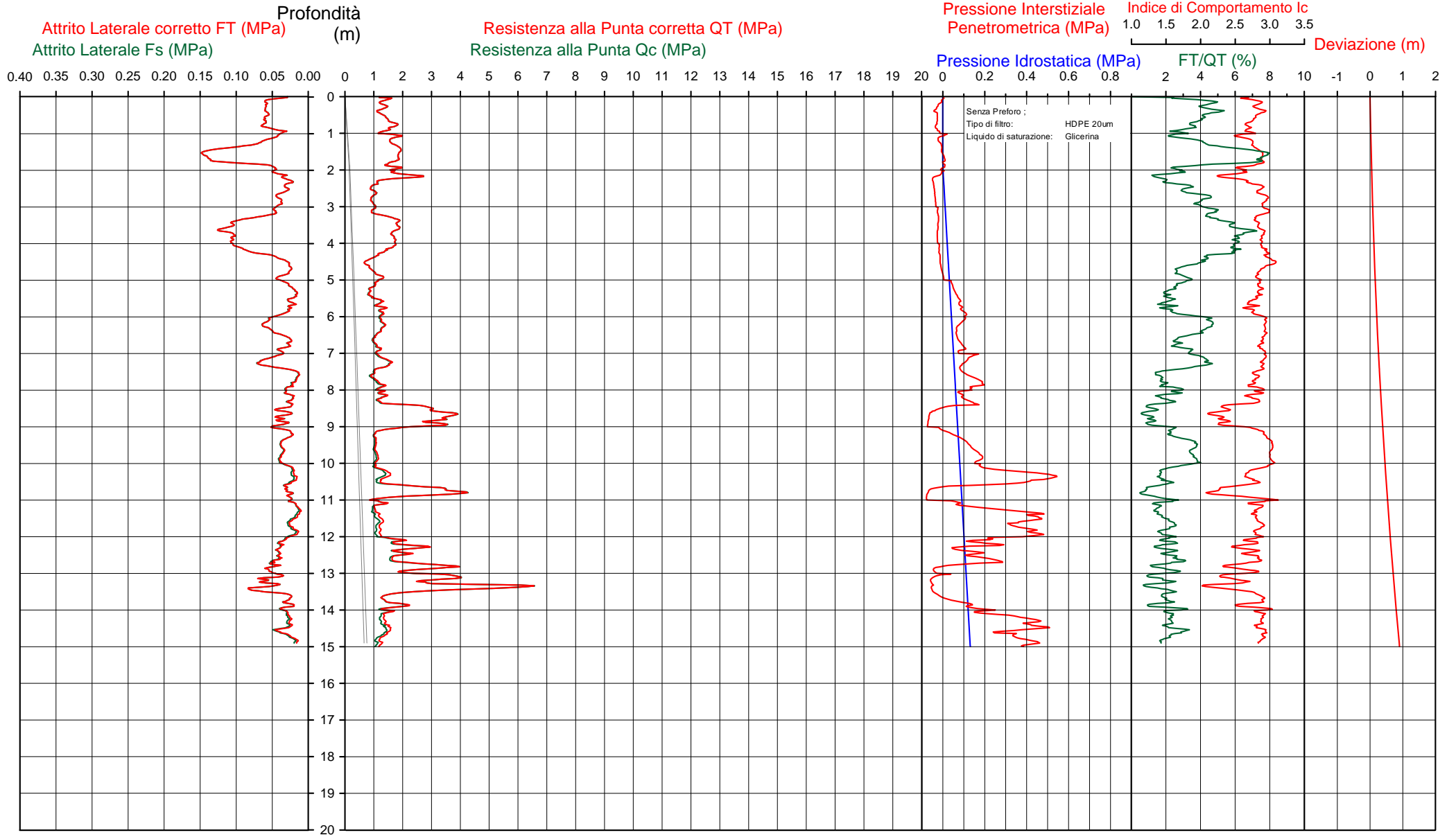


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 7



CPTU

7

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



Società di  
**Geologia**  
**Territoriale**

S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

Vs15
146

qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				1990	1990	daN/cm <sup>2</sup>	SGT	daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
13.2	22.5	0.56	4.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa	0.60			Plastica	.	.	0.81	59.15	76.4	149
16.3	27.6	0.59	3.6	2.70	limo argilloso-argilla limosa	0.90			Plastica	.	.	0.93	25.38	94.5	153
12.7	21.5	0.35	2.8	2.71	limo argilloso-argilla limosa	1.00			Plastica	.	.	0.78	16.67	69.9	136
18.1	30.9	0.42	2.4	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10			Sciolta	28.2	35.4	.	.	84.5	147
17.3	29.5	1.04	6.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	1.90			Plastica	.	.	0.98	13.18	97.6	169
17.5	29.8	0.46	2.7	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	2.10		H2O	Sciolta	27.0	33.7	.	.	92.9	148
24.8	42.1	0.35	1.4	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	2.20			Mediamente Addensata	38.5	35.3	.	.	88.1	147
12.8	21.7	0.27	2.3	2.66	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Plastica	.	.	0.78	8.50	58.1	130
9.7	16.5	0.39	4.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa	3.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	4.71	55.8	133
17.2	27.1	1.01	6.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	4.10			Plastica	.	.	0.97	6.23	96.4	171
12.6	19.3	0.69	5.7	2.95	limo argilloso-argilla limosa	4.40			Plastica	.	.	0.78	5.68	71.3	153
7.5	11.8	0.30	4.5	3.04	argilla-argilla limosa	4.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.88	43.2	123
10.7	15.7	0.31	3.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa	5.20			Plastica	.	.	0.69	2.99	62.3	131
8.8	12.7	0.18	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	2.84	40.3	117
12.6	17.1	0.29	2.5	2.75	limo argilloso-argilla limosa	6.00			Plastica	.	.	0.78	3.90	61.3	134
12.6	16.6	0.53	4.6	2.94	limo argilloso-argilla limosa	6.50			Plastica	.	.	0.78	3.62	72.6	150
10.3	13.3	0.26	2.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa	6.80			Plastica	.	.	0.67	2.84	57.9	130
12.8	15.7	0.45	3.8	2.90	limo argilloso-argilla limosa	7.50			Plastica	.	.	0.79	3.16	74.3	146
9.8	11.7	0.14	1.7	2.80	limo argilloso-argilla limosa	7.70			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	2.44	36.7	118
12.9	14.9	0.24	2.2	2.77	limo argilloso-argilla limosa	8.40			Plastica	.	.	0.79	2.70	56.9	135
32.2	35.0	0.36	1.2	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	9.00			Sciolta	32.3	34.5	.	.	108.4	165
12.3	13.3	0.29	2.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Plastica	.	.	0.76	3.41	64.2	137
10.9	11.4	0.35	3.9	3.02	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.69	2.19	62.9	141

CPTU

7

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

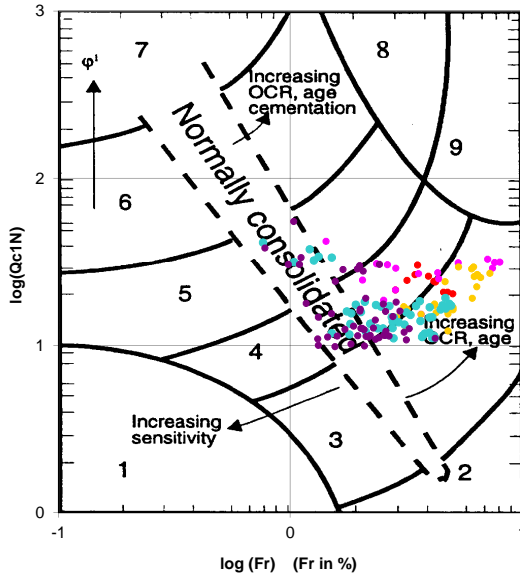
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

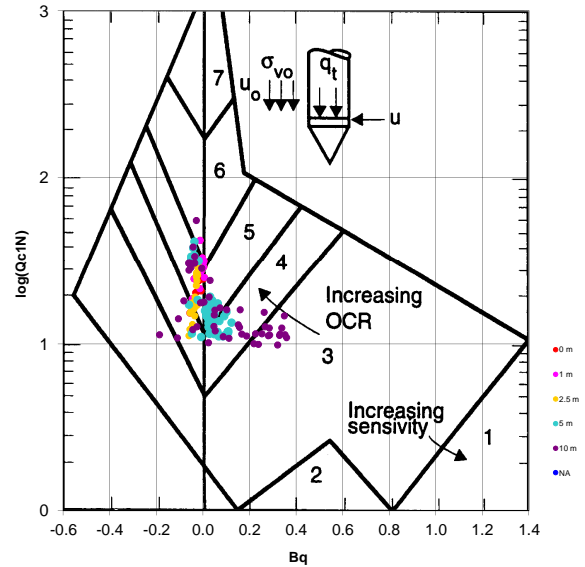
Vs15  
 146

qt	Qc1N Russell o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990		H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				1990	%	daN/cm²	daN/cm²	daN/cm²	m/sec	
						10.10										
14.3	14.4	0.21	1.7	2.73	limo argilloso-argilla limosa	10.60						0.85	2.48	54.2	137	
33.6	33.2	0.28	1.0	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	10.90				30.6	34.3			108.2	165	
12.8	12.1	0.21	2.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	12.20						0.79	2.07	52.7	134	
26.1	24.2	0.37	1.6	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	12.30				20.2	32.9			96.0	167	
18.7	17.0	0.42	2.6	2.77	limo argilloso-argilla limosa	12.70						1.03	3.19	94.6	162	
31.6	28.7	0.51	1.8	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90								124.4	182	
20.5	18.2	0.51	2.9	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.00						1.09	3.27	113.6	171	
39.5	35.5	0.58	1.7	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50				32.8	34.7			151.4	190	
14.7	12.5	0.30	2.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa	13.80						0.87	2.52	69.7	148	
21.0	17.9	0.21	1.2	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	13.90				10.2	31.6			70.4	151	
14.1	11.5	0.27	2.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa							0.84	2.08	65.9	146	

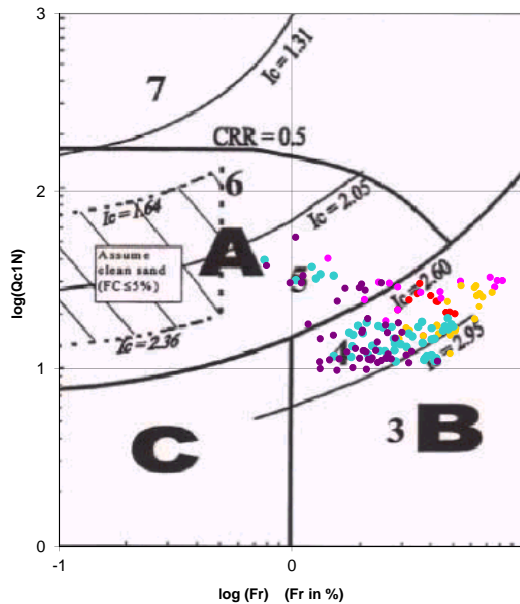
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



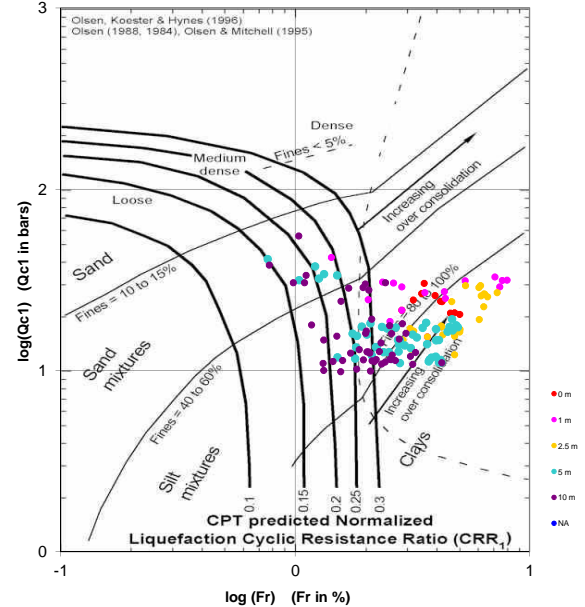
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.90 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

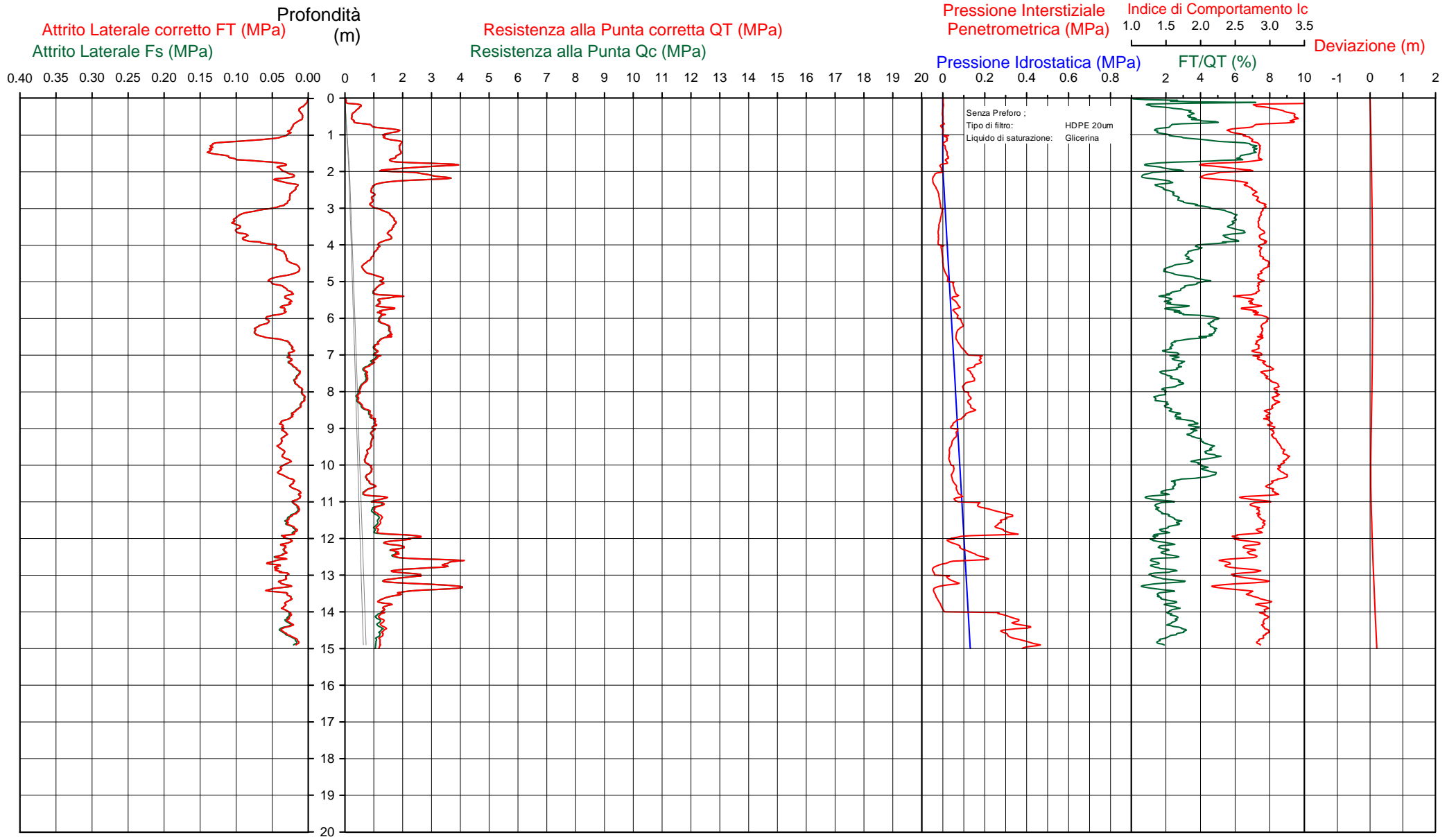


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 8



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> Boulinger 2004	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
0.3	0.6	0.01	1.9	3.97	terreni organici-torbe	0.10	-/-					0.03	12.88	1.3	49
3.4	5.9	0.10	3.3	3.24	argilla-argilla limosa							0.26	12.94	20.9	97
9.5	16.2	0.22	2.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.80						0.63	19.25	43.4	122
16.1	27.4	0.26	1.7	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			24.2	35.6			60.6	134	
17.7	30.1	1.07	6.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	1.70						0.99	14.18	99.6	170
27.9	47.4	0.42	1.8	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90			42.3	36.3			108.3	155	
15.1	25.6	0.36	2.5	2.63	limo argilloso-argilla limosa	2.00		H2O				0.88	10.49	74.6	140
26.8	45.3	0.31	1.3	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso	2.30			40.8	35.9			93.0	145	
9.6	16.3	0.26	2.8	2.80	limo argilloso-argilla limosa	3.00						0.63	6.11	53.0	123
15.3	25.6	0.89	6.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	4.00						0.90	6.17	86.2	163
11.1	18.2	0.41	3.9	2.86	limo argilloso-argilla limosa	4.20						0.71	4.85	64.5	136
9.5	15.6	0.31	3.5	2.88	limo argilloso-argilla limosa	4.40						0.63	4.03	55.5	127
7.0	11.4	0.18	2.8	2.93	limo argilloso-argilla limosa	4.80						0.49	2.97	38.6	110
12.6	18.2	0.36	3.1	2.79	limo argilloso-argilla limosa	6.00						0.78	4.02	73.4	138
12.6	16.6	0.43	3.6	2.86	limo argilloso-argilla limosa	7.20						0.78	3.48	73.1	141
7.8	9.9	0.16	2.5	2.95	argilla-argilla limosa	7.60						0.53	2.42	38.1	114
6.3	7.9	0.14	2.8	3.06	argilla-argilla limosa	8.00						0.45	1.98	33.9	106
4.7	5.8	0.06	1.9	3.09	argilla-argilla limosa	8.30						0.35	1.21	18.9	89
7.6	9.1	0.16	2.6	3.00	argilla-argilla limosa	8.70						0.52	1.40	38.4	113
10.4	12.1	0.34	3.8	2.99	argilla-argilla limosa	8.90						0.67	2.38	60.3	137
8.6	9.3	0.31	4.5	3.12	argilla-argilla limosa							0.58	2.09	49.2	130



CPTU

8

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

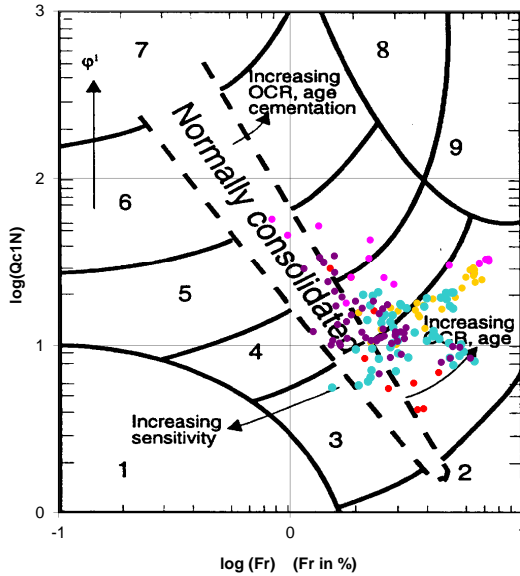
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

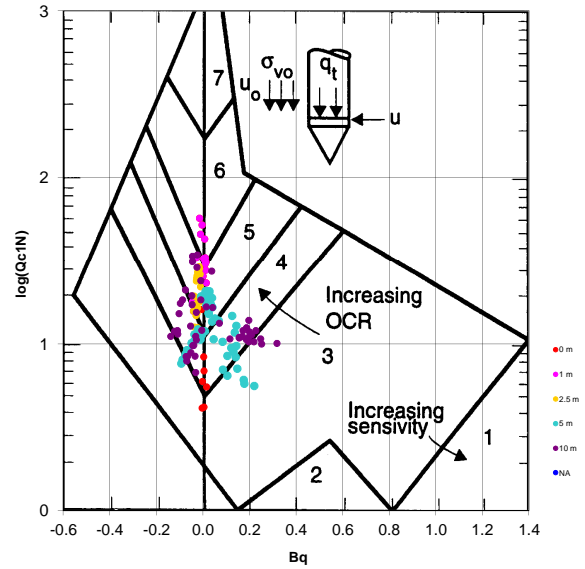
Vs15  
 132

qt	Qc1N Russell o Boulinger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson		m				%	°	daN/cm²		daN/cm²	m/sec
						10.80									
11.9	11.9	0.19	2.0	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.90		Plastica				0.75	2.23	48.8	130
24.8	24.1	0.33	1.5	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	12.00		Sciolta	20.0	32.8				88.7	161
17.7	16.9	0.32	2.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	12.50		Plastica			0.99	3.14	75.8	153	
32.9	31.1	0.45	1.5	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	12.80		Sciolta	28.4	34.1				118.9	177
19.0	17.6	0.43	2.6	2.76	limo argilloso-argilla limosa	12.90		Plastica			1.04	3.18	97.2	163	
22.9	21.1	0.31	1.6	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	13.00		Sciolta	15.7	32.3				83.8	159
17.7	16.2	0.34	2.4	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.20		Plastica			0.99	3.49	84.3	155	
29.6	27.0	0.39	1.6	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	13.50		Sciolta	23.8	33.4				109.3	170
13.2	11.4	0.27	2.5	2.90	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.81	2.62	64.0	142	

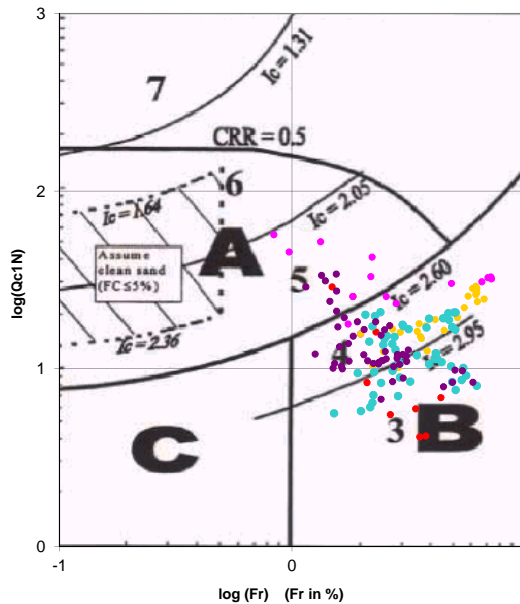
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



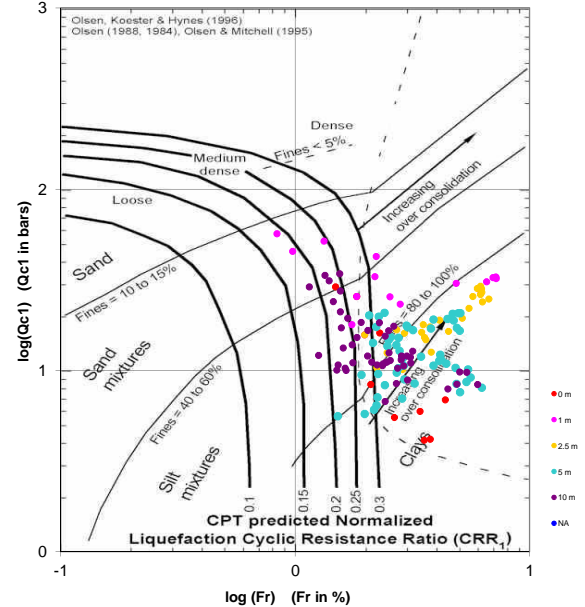
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
07-mag-18

Falda

1.90 m

Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2018  
31-gen-2018

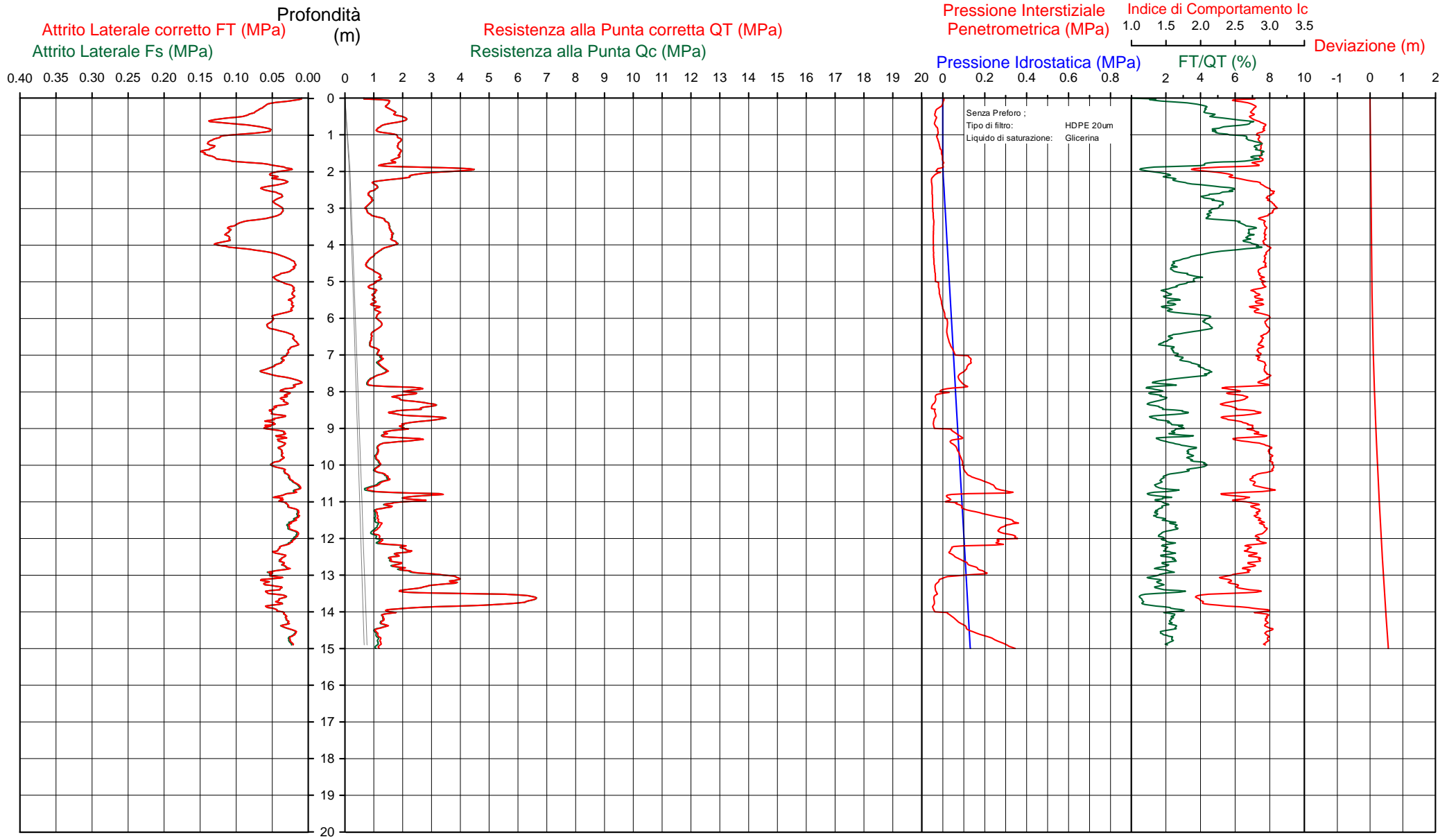


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com

# CPTU

## 9





Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

7 maggio 2018  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
Faenza  
1.90

Vs15  
147

qt	Qc1N kN/m <sup>2</sup> o Boulanger 2004	ft	FT/Qnet %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990 °	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
	12.9	22.0	0.21	1.6	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	0.10			17.0	40.9			47.7	127
	17.2	29.2	0.86	5.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.97	46.01	98.3	164
							0.70								
	12.9	22.0	0.70	5.4	2.89	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.79	18.22	73.4	153
							1.00								
	18.2	31.0	1.27	7.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			1.01	16.02	100.8	179
							1.80								
	20.2	33.8	0.40	2.7	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90	-H2O	Sciolti	31.2	34.5			104.7	153
	41.5	65.7	0.30	0.7	1.97	sabbia-sabbia limosa	2.00		Mediamente Addensata	53.2	37.8			129.8	154
	23.9	40.4	0.49	2.1	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	2.20		Mediamente Addensata	37.1	35.1			103.0	155
	11.1	18.8	0.46	4.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.70	6.79	63.7	139
							2.50								
	8.3	14.1	0.41	5.3	3.03	argilla-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)			0.56	4.35	47.3	131
							3.20								
	15.5	24.6	1.02	6.8	2.92	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.90	5.23	85.8	168
							4.00								
	13.3	20.4	0.87	6.9	2.98	argilla-argilla limosa	4.20		Plastica			0.81	5.70	73.6	161
	8.6	13.4	0.26	3.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)			0.58	3.81	50.4	122
							4.70								
	11.6	17.0	0.41	3.8	2.87	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.73	3.85	67.5	139
							5.00								
	9.7	13.9	0.23	2.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)			0.64	3.23	50.3	124
							5.50								
	11.3	15.3	0.39	3.7	2.89	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.72	3.09	65.7	138
							6.30								
	9.3	12.0	0.22	2.7	2.90	limo argilloso-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)			0.61	2.77	49.1	123
							6.80								
	12.4	15.2	0.41	3.6	2.90	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.77	2.99	72.2	144
							7.60								
	8.4	10.1	0.16	2.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)			0.57	2.19	36.9	116
							7.80								
	16.7	19.3	0.20	1.6	2.62	limo argilloso-argilla limosa	7.90		Plastica			0.95	4.06	62.2	142
	23.1	26.3	0.32	1.5	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	8.10		Sciolti	22.9	33.1			83.5	155
	17.8	20.3	0.34	2.1	2.66	limo argilloso-argilla limosa	8.20		Plastica			0.99	4.19	76.3	150
	26.4	29.3	0.39	1.6	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	8.50		Sciolti	26.5	33.6			98.4	163
							8.60								
	16.5	18.4	0.51	3.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	8.60		Plastica			0.94	3.73	96.3	160
	28.4	30.9	0.44	1.7	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	8.80		Sciolti	28.2	33.9			108.4	169
							9.50								
	17.7	18.9	0.42	2.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.99	4.62	93.8	156
							9.50								
	11.3	11.7	0.39	4.1	3.02	argilla-argilla limosa			Plastica			0.72	2.29	65.6	145

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

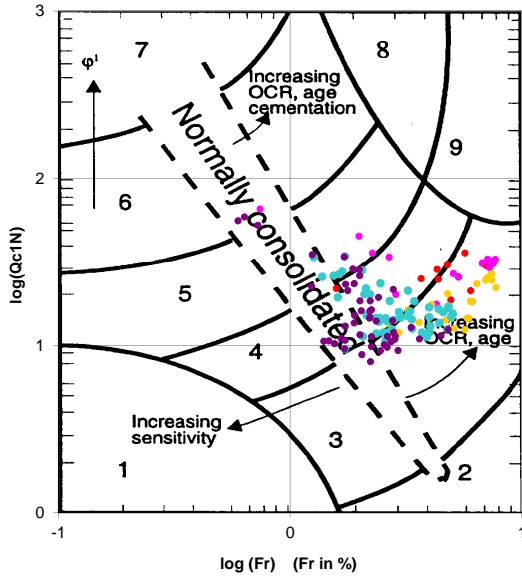
7 maggio 2018  
 Pasolini  
 Granarolo Faentino  
 Faenza  
 1.90



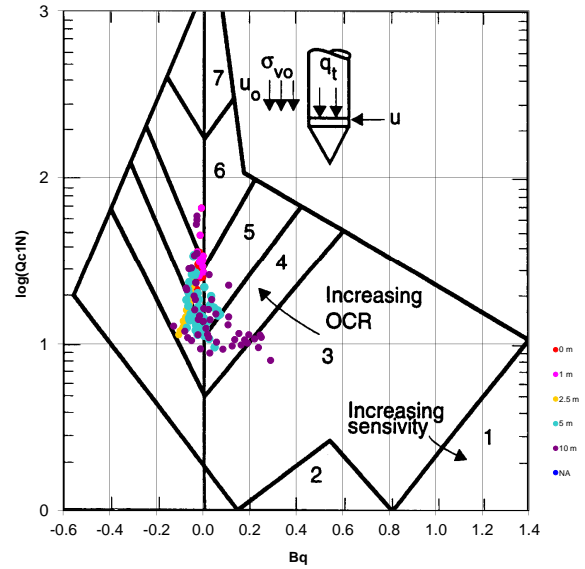
Vs15
147

qt	Qc1N ruisseau Boulianger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm²	daN/cm²	%		Robertson		m			1990	%	°	daN/cm²	SGT	daN/cm²	m/sec
						10.20	==== =====								
13.3	13.2	0.21	1.8	2.78	limo argilloso-argilla limosa	10.60	==== =====		Plastica			0.81	2.67	52.6	135
8.1	8.0	0.14	2.2	3.00	argilla-argilla limosa	10.70	====		Molle-plastica (Soffice)			0.55	1.53	36.2	116
23.7	23.2	0.34	1.6	2.55	sabbia limosa-limo sabbioso	11.00	==== =====		Sciolta	18.7	32.6			88.2	162
12.1	11.4	0.20	2.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa	12.00	==== =====		Plastica			0.75	2.70	49.5	132
14.3	13.1	0.25	2.1	2.82	limo argilloso-argilla limosa	12.20	====		Plastica			0.85	2.14	61.3	143
20.8	19.0	0.43	2.3	2.70	limo argilloso-argilla limosa	12.40	====		Solido-plastica (Duro)			1.10	3.37	95.2	165
18.1	16.3	0.35	2.2	2.75	limo argilloso-argilla limosa	12.90	====		Plastica			1.01	2.88	81.6	157
32.5	29.0	0.51	1.7	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	13.40	==== =====		Sciolta	26.2	33.8			124.4	181
24.9	21.7	0.57	2.8	2.71	limo argilloso-argilla limosa	13.50	====		Solido-plastica (Duro)			1.23	3.81	134.3	183
63.6	57.4	0.37	0.6	1.98	sabbia-sabbia limosa	13.70	====		Mediamente Addensata	48.6	36.9			196.3	190
45.8	40.5	0.48	1.4	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	13.90	====		Mediamente Addensata	37.1	35.3			159.7	190
14.0	11.5	0.33	2.9	2.94	limo argilloso-argilla limosa	14.40	====		Plastica			0.84	2.25	78.8	150
11.8	9.4	0.23	2.5	2.97	argilla-argilla limosa		==== =====		Plastica			0.74	1.65	56.8	137

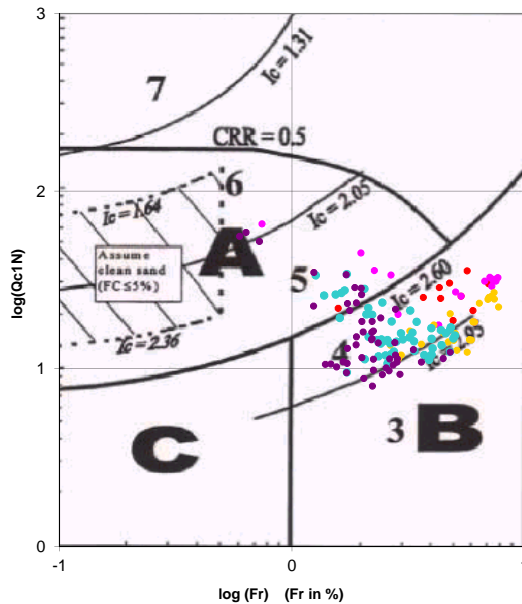
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



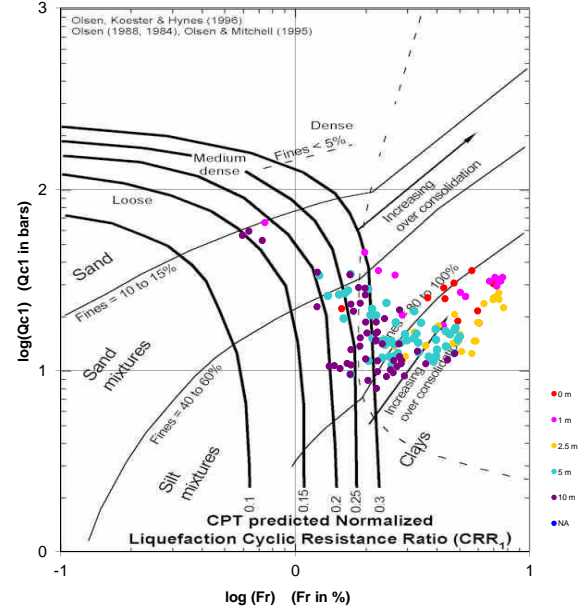
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Robertson 1996**



**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 per la verifica della liquefazione  
 secondo Olsen 1996**



Litotipo secondo Robertson 1990

Zone	Tipo di comportamento
9	Terreni molto duri a grana fine
8	Sabbia molto densa e sabbia argillosa
7	Sabbia ghiaiosa – sabbia densa
6	Sabbia – sabbia limosa
5	Sabbia limosa – limo sabbioso
4	Limo argilloso – argilla limosa
3	Argilla limoso – argilla
2	Torba
1	Terreni fini sensitivi

Potenziale di liquefacibilita

Zone A	Liquefazione ciclica possibile - dipendente da ampiezza e tempo del carico ciclico.
Zone B	Liquefazione improbabile.
Zone C	Liquefazione fluida e liquefazione ciclica possibile - dipendente da plasticità e sensitività, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

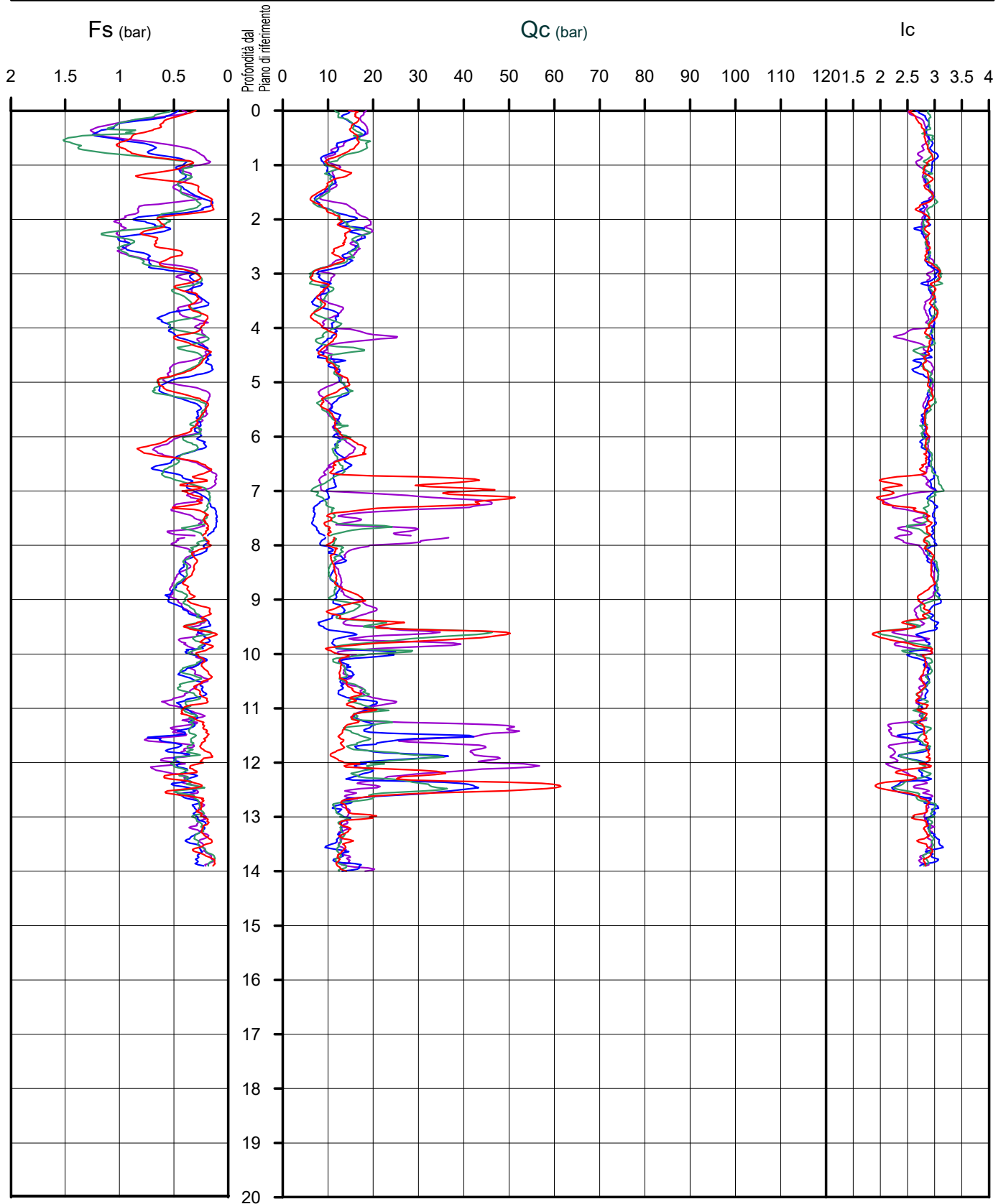
S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

[www.geo55.com](http://www.geo55.com)

## LEGENDA

CPT 1  
CPT 2  
CPT 3  
CPT 4



Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

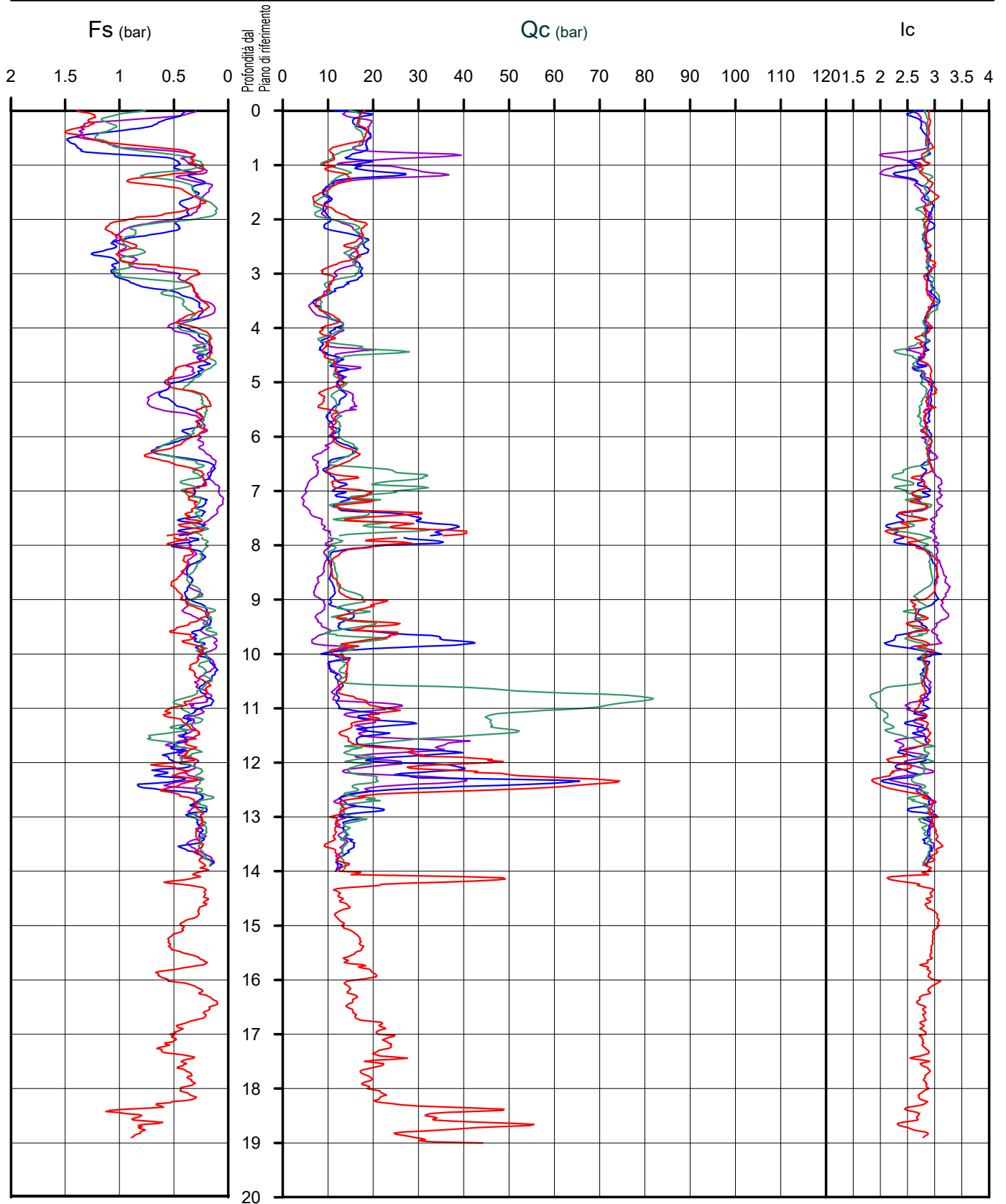
S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

## LEGENDA

CPT 5  
CPT 6  
CPT 7  
CPT 8





Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

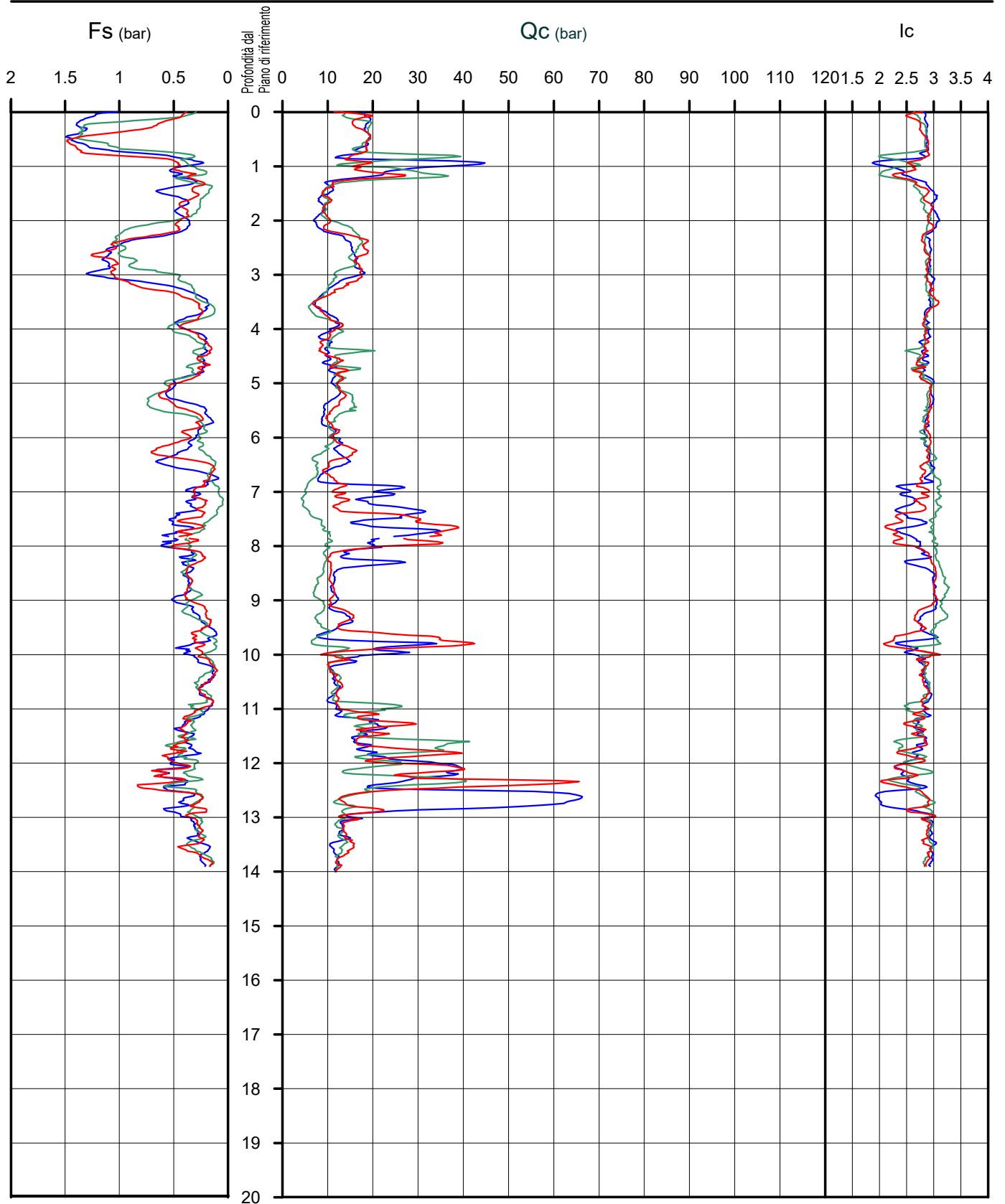
S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

[www.geo55.com](http://www.geo55.com)

## LEGENDA

CPT 7  
CPT 8  
CPT 9



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl

# PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 5  
 CPT 6  
 CPT 7  
 CPT 8

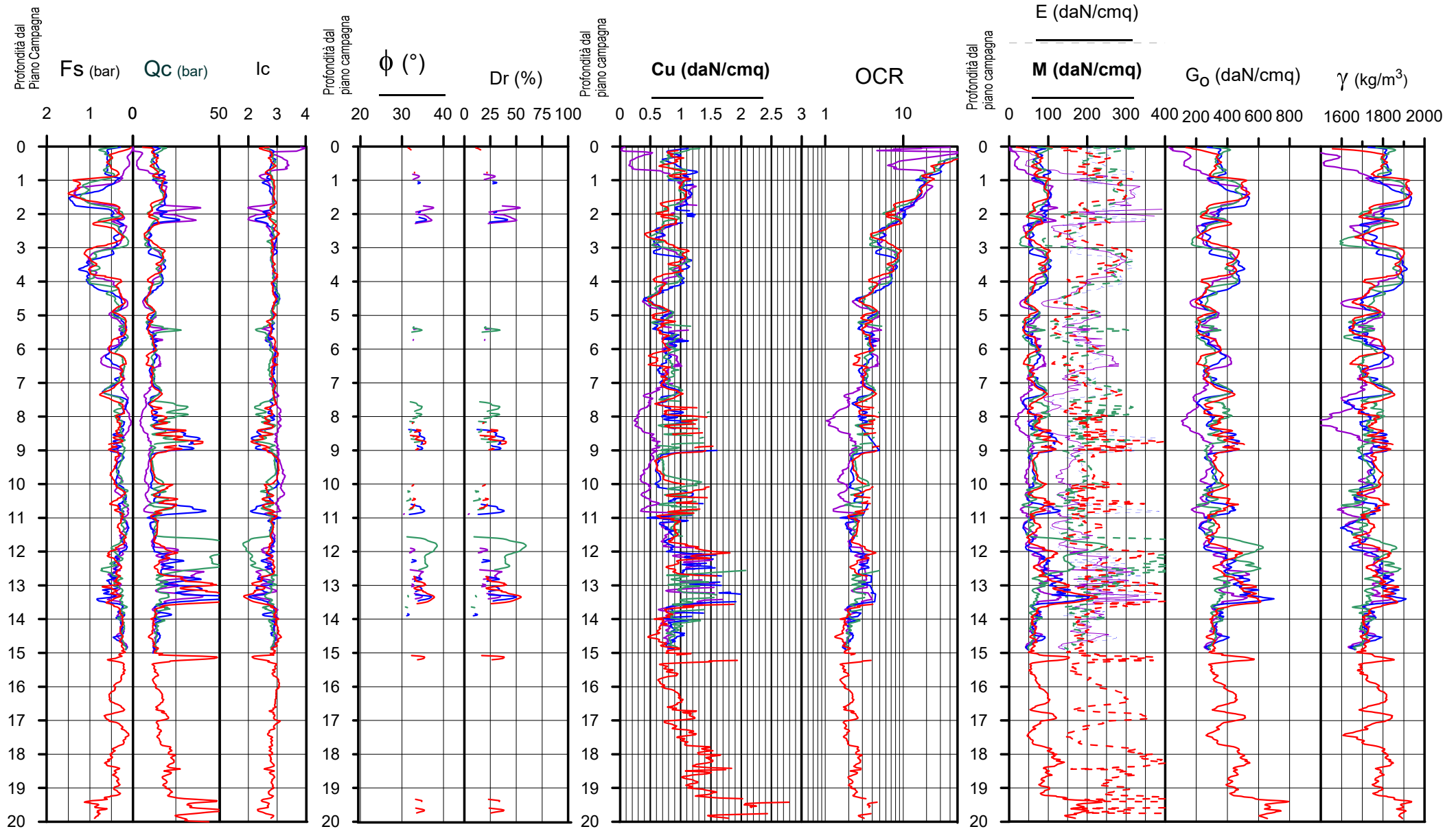


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl

# PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 7  
 CPT 8  
 CPT 9

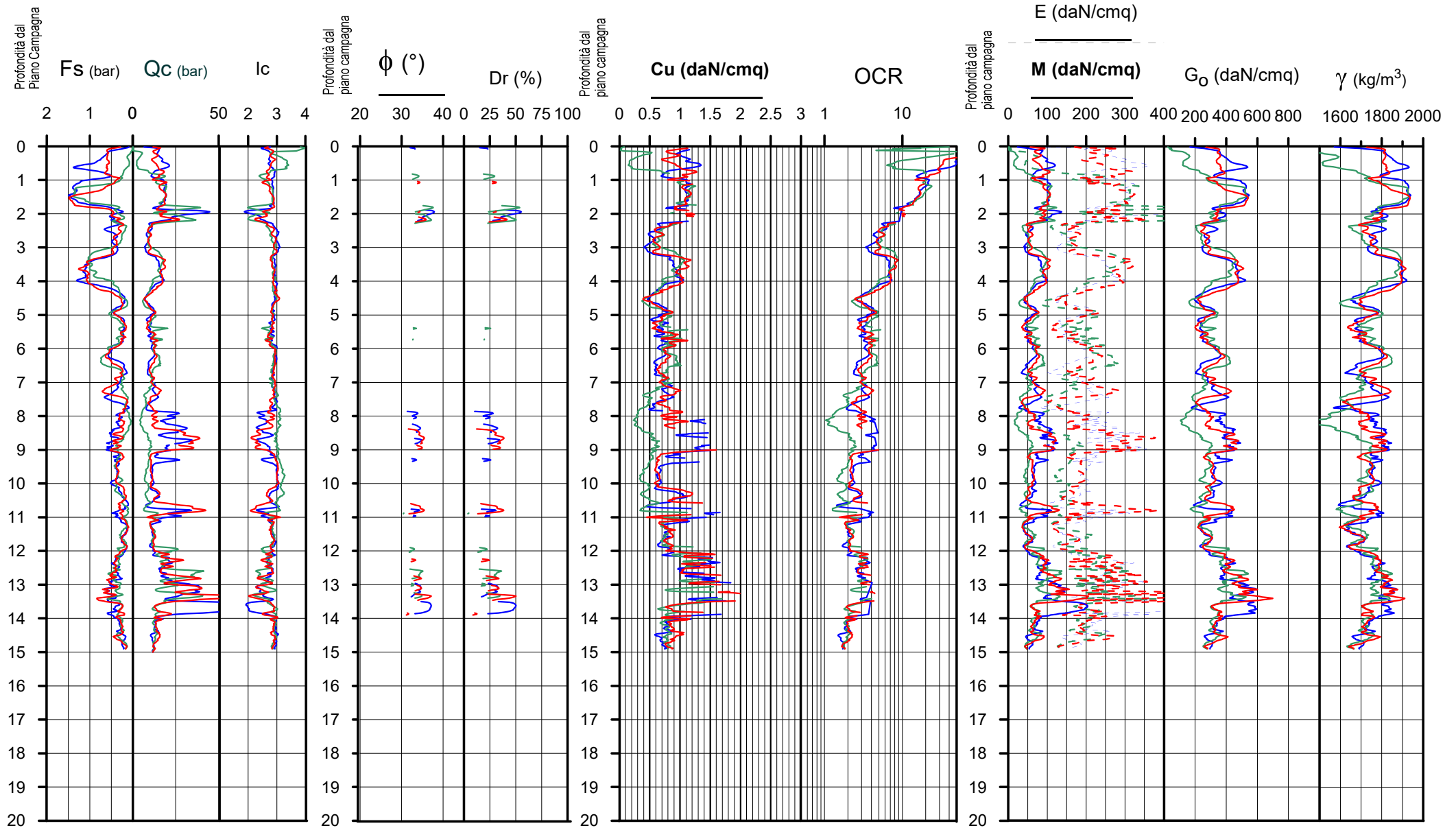


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl

# PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1  
 CPT 2  
 CPT 3  
 CPT 4

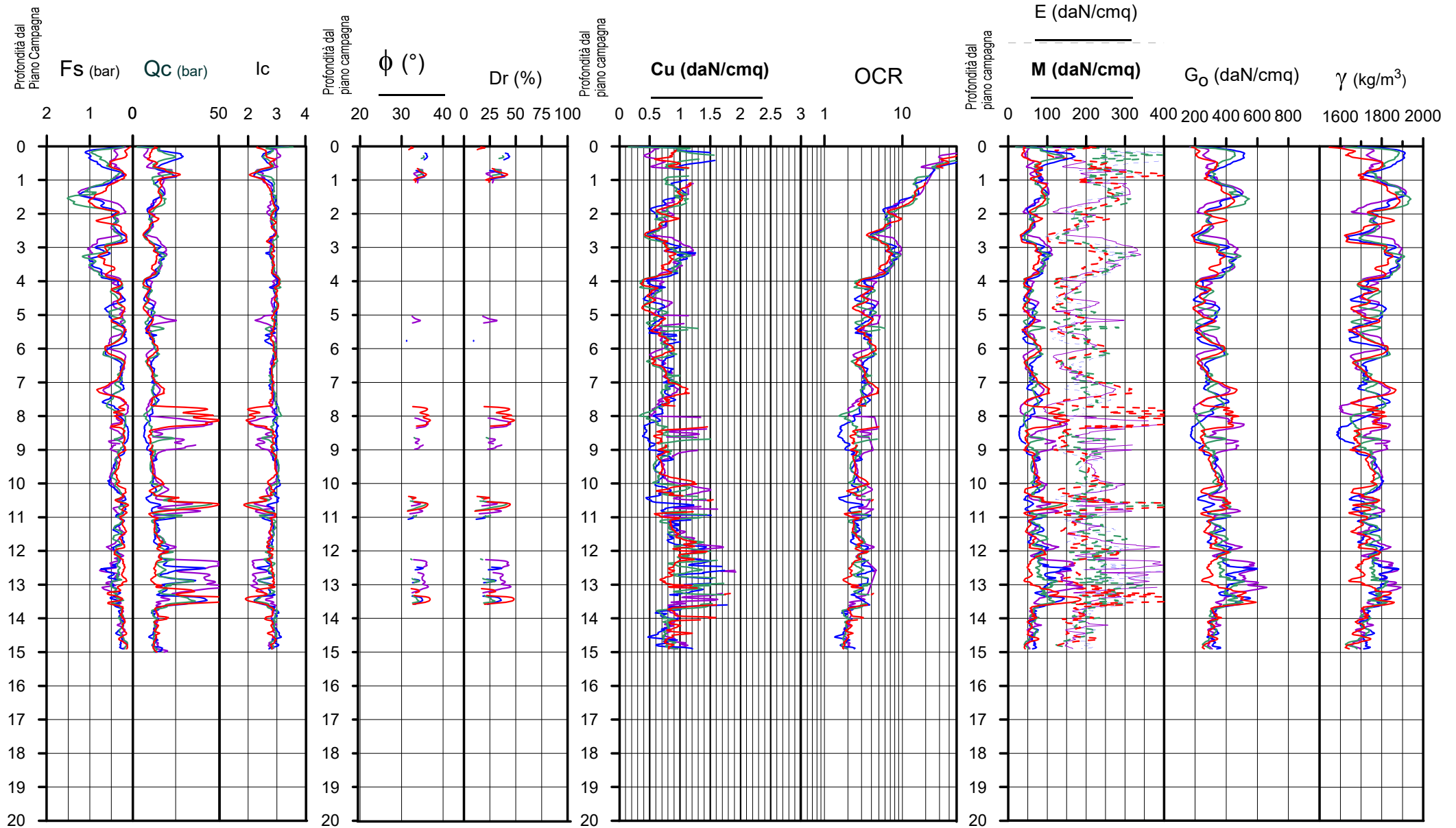


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 1



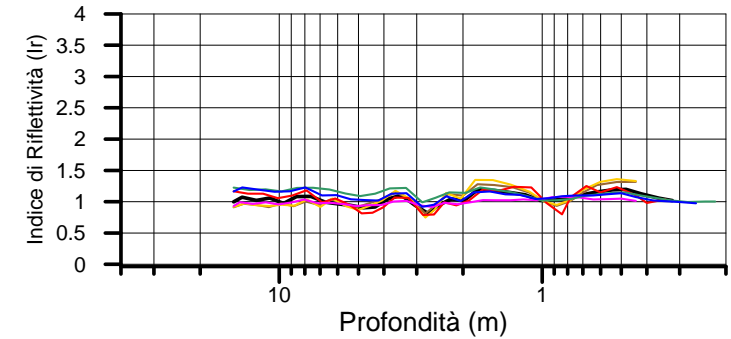
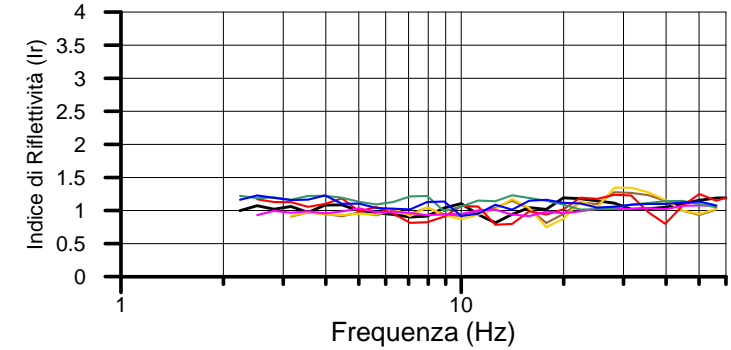
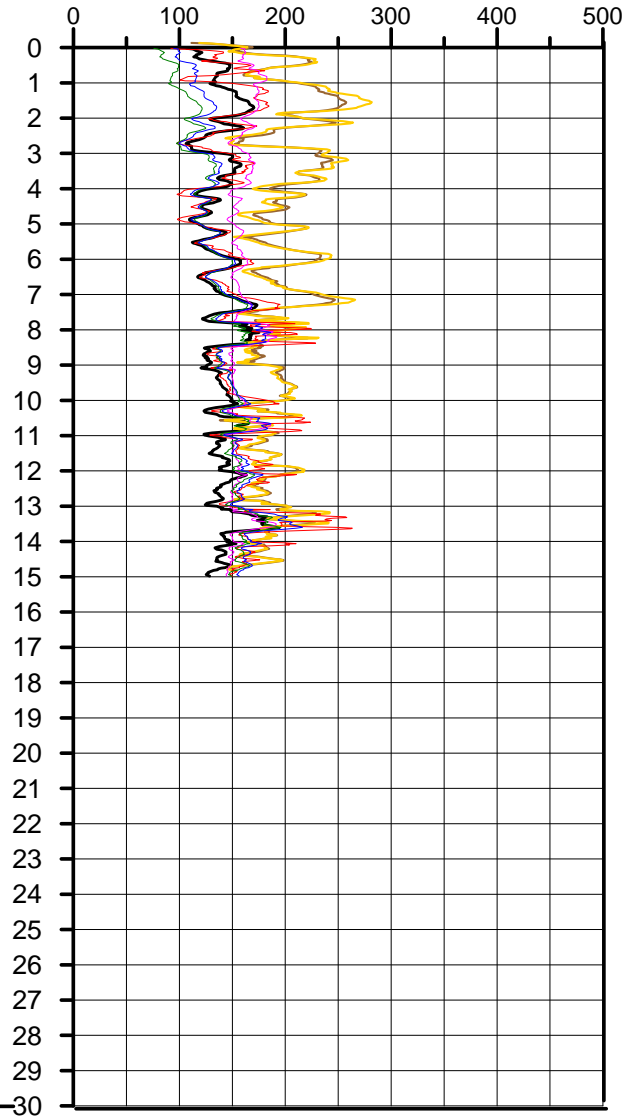
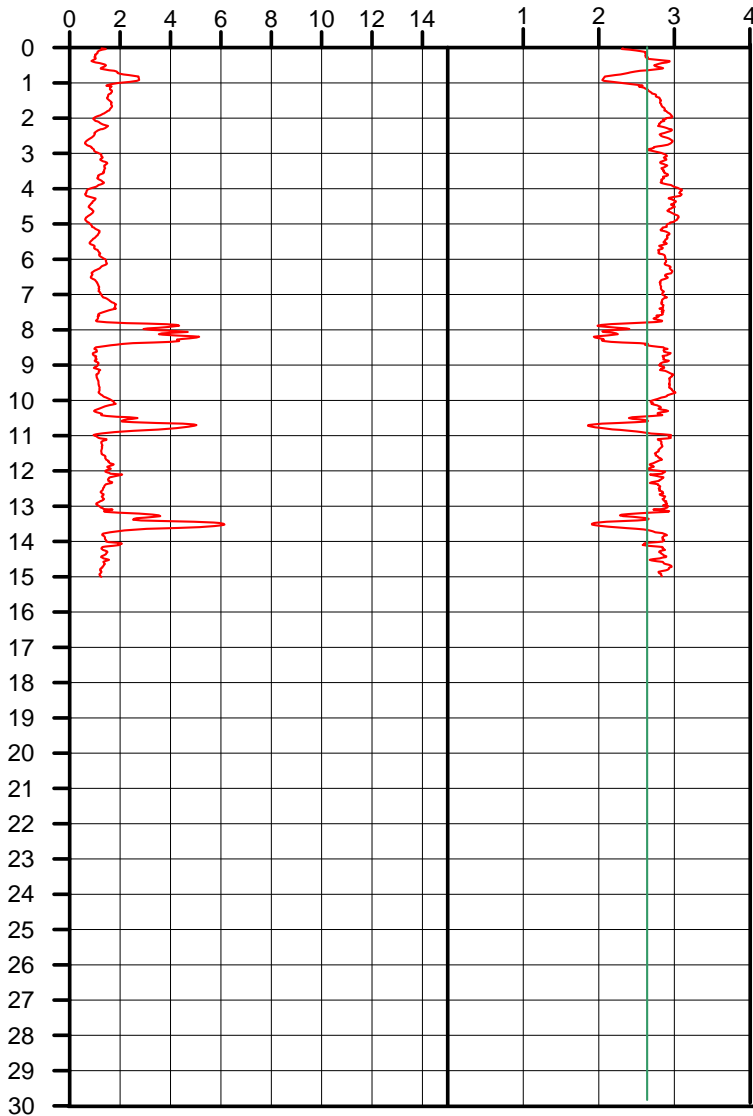
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madi ai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	141
Piratheepan 2002	134
Madi ai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	152
Hegazy & Mayne 1995	193
Mayne 2006	192
Robertson Cabal 2010	140

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 2



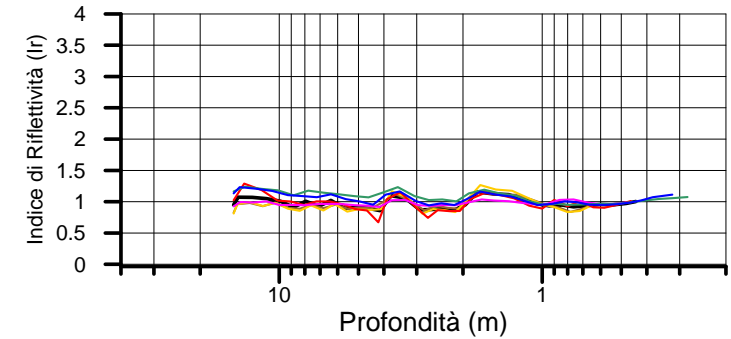
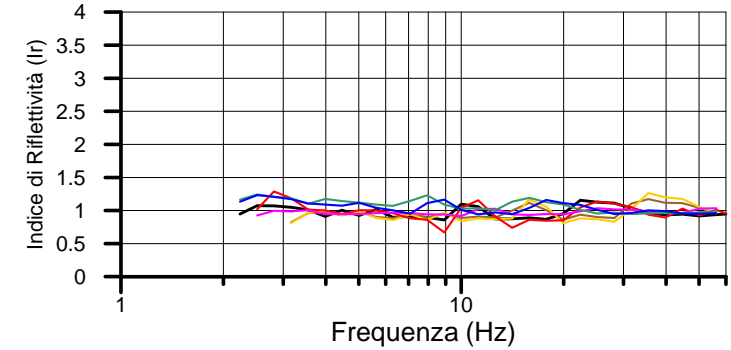
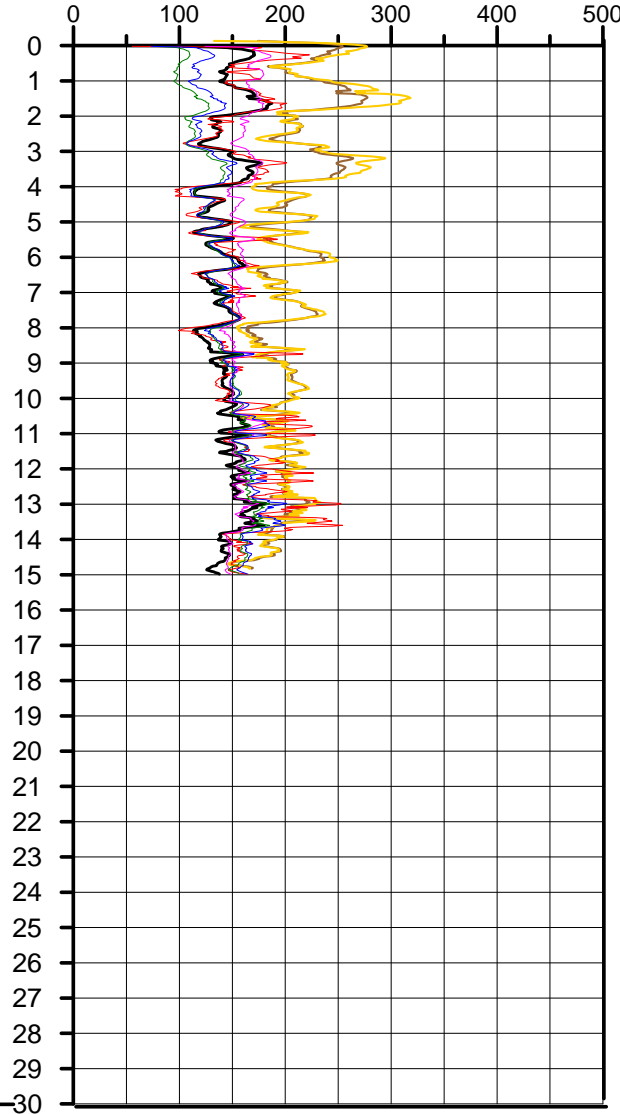
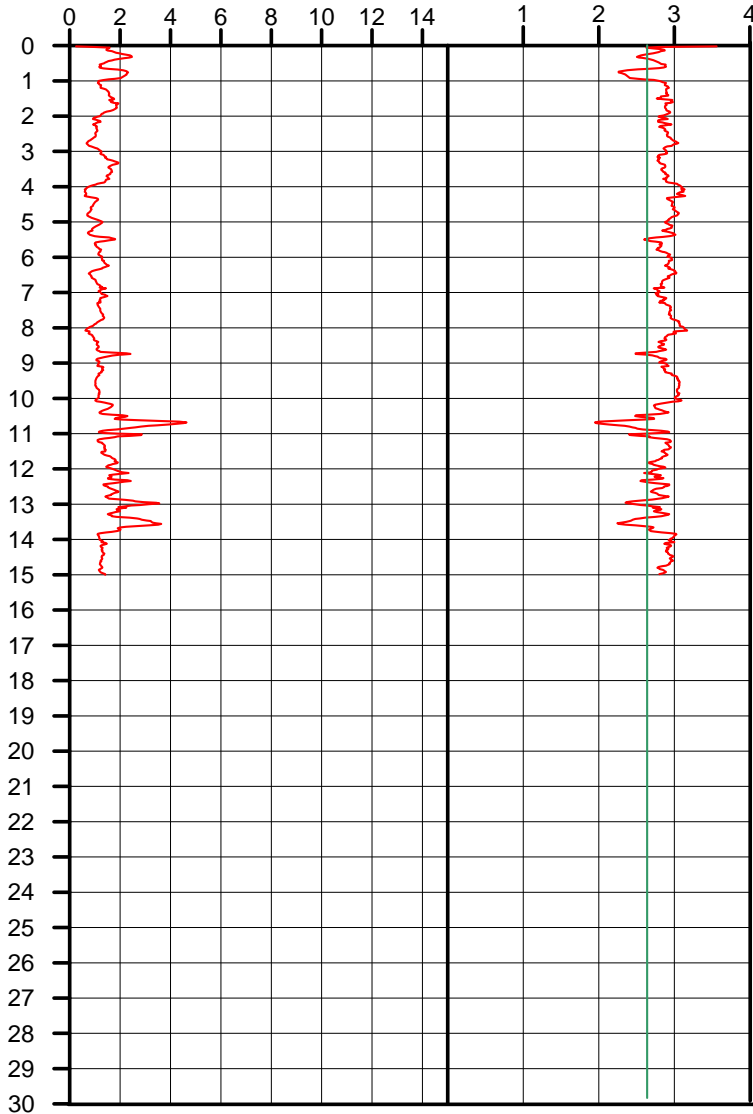
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

Qc (MPa)

Ic

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	144
Piratheepan 2002	138
Madiai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	154
Hegazy & Mayne 1995	205
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	145

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

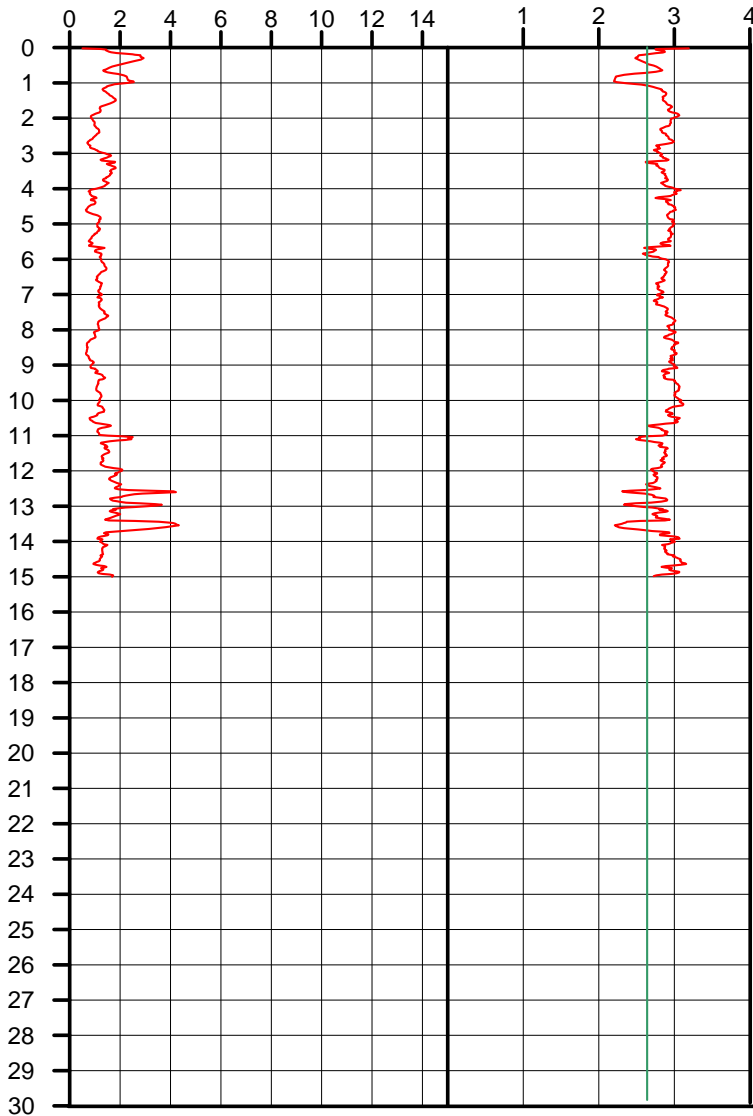
### CPT 3



Società di Geologia Territoriale S.G.T. sas  
 www.geo55.com

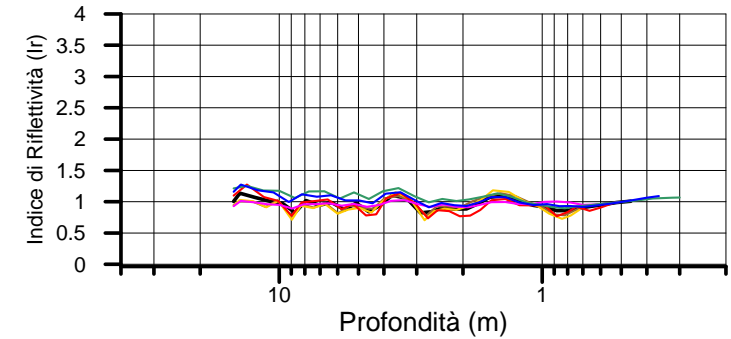
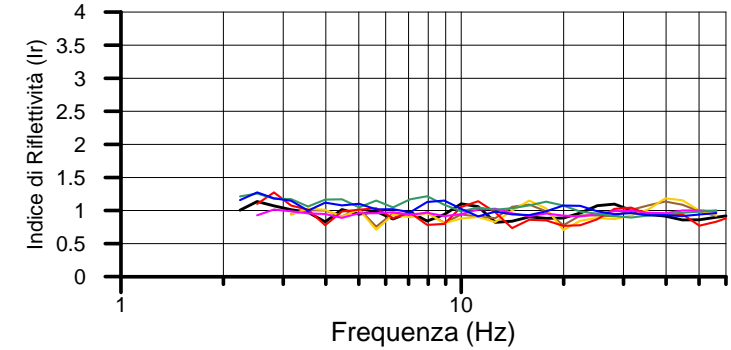
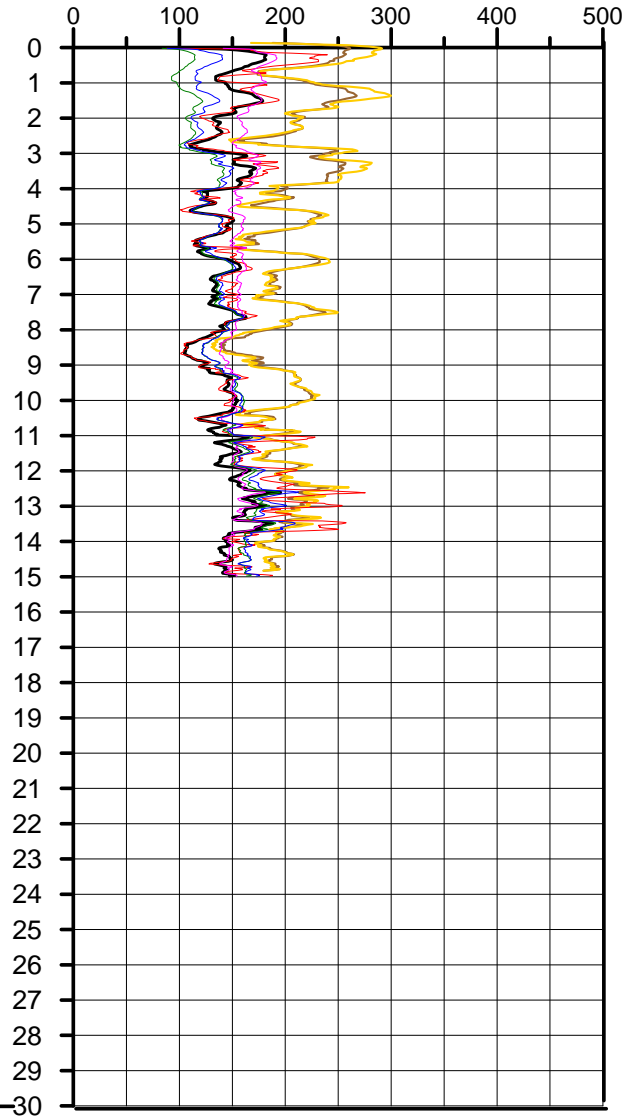
Qc (MPa)

Ic



### Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	143
Piratheepan 2002	137
Madiai 2002	158
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	152
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	201
Robertson Cabal 2010	143

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 4



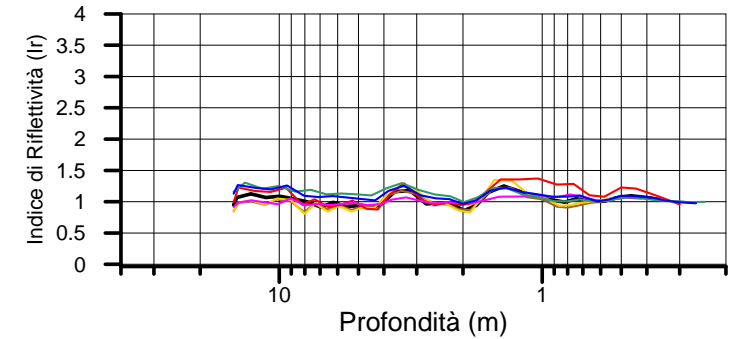
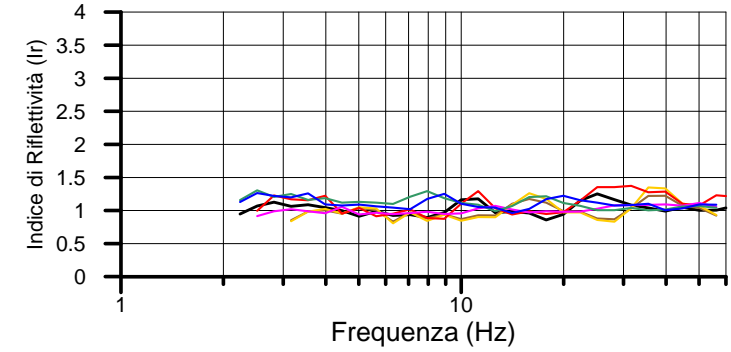
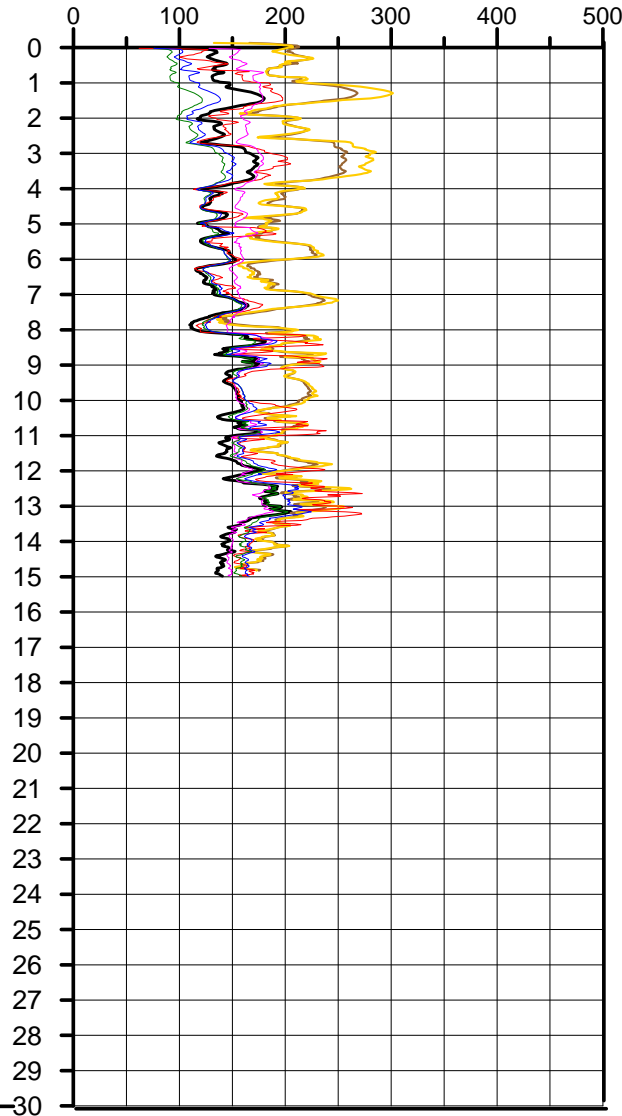
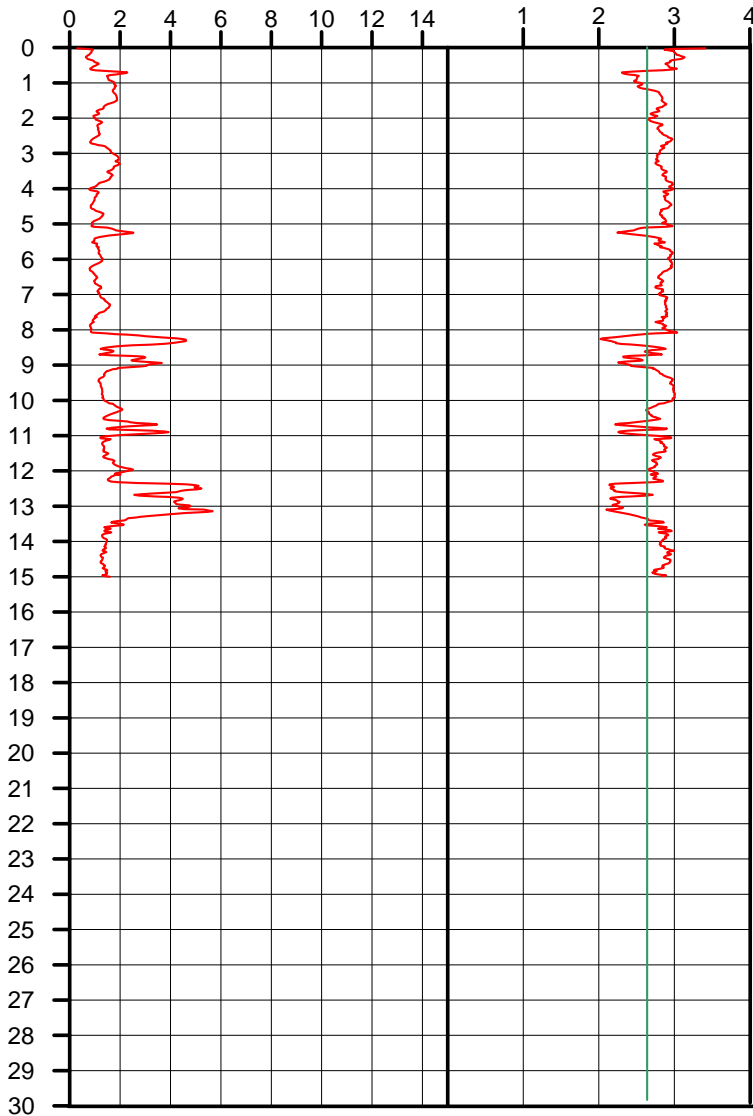
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	138
Madiai 2002	162
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	203
Robertson Cabal 2010	146



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 5



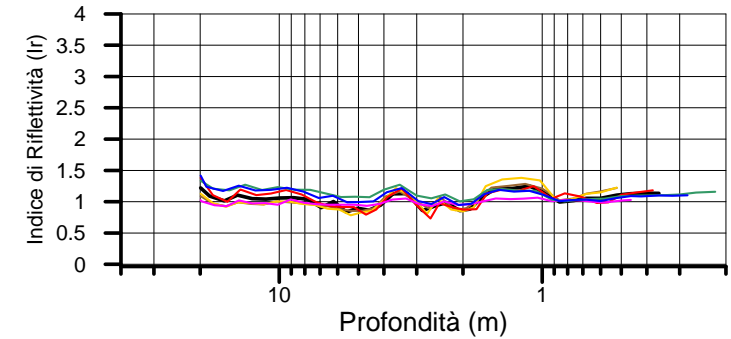
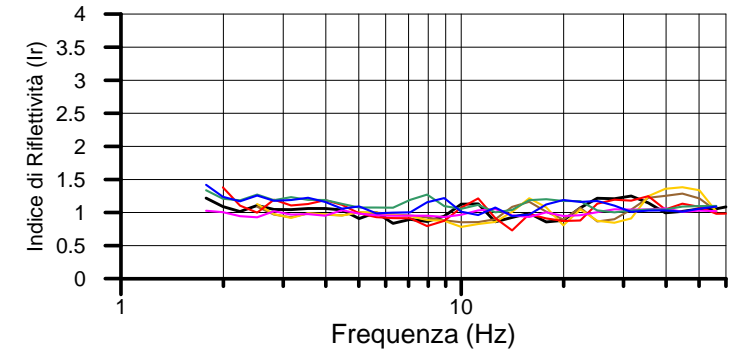
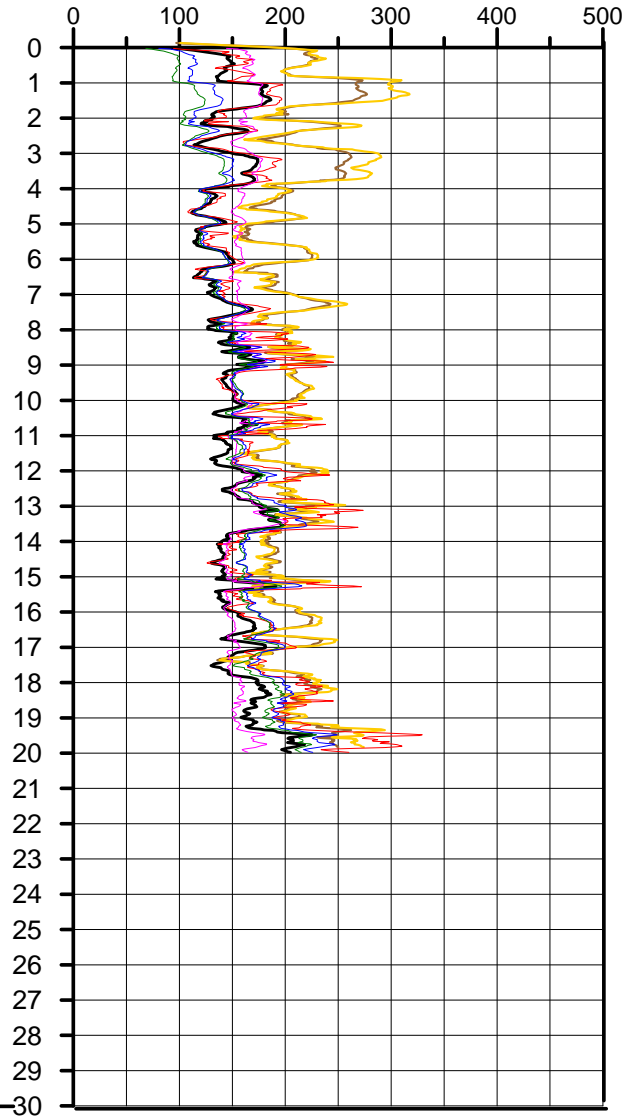
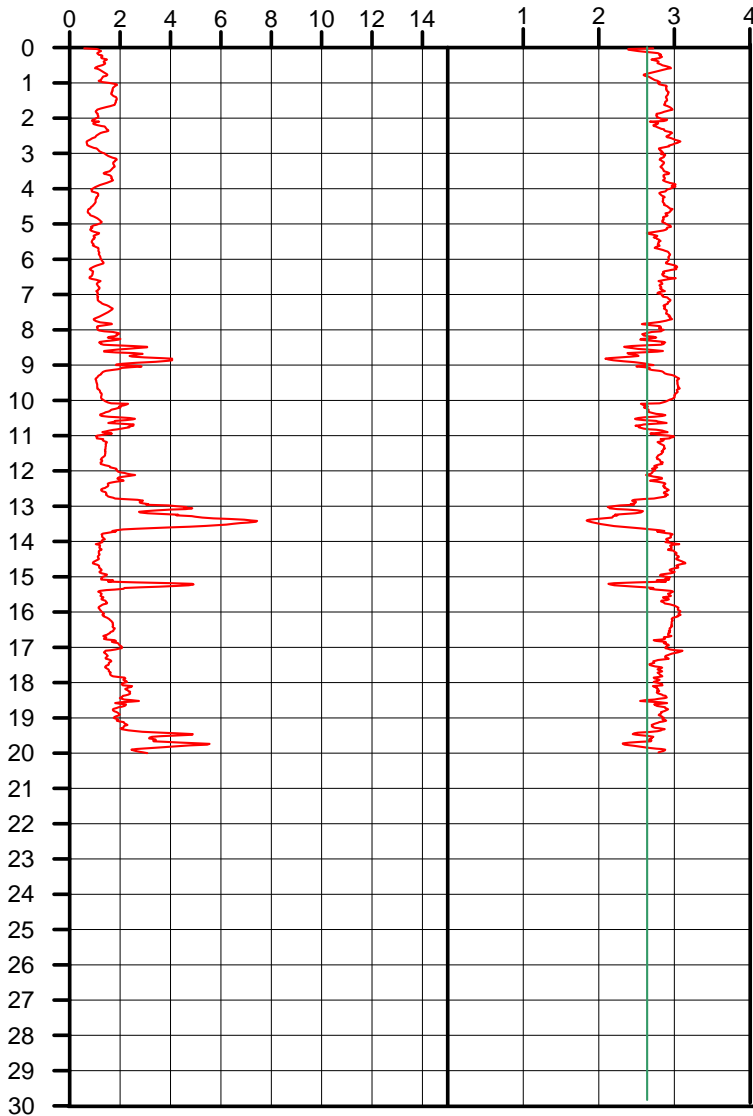
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs19.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	154
Piratheepan 2002	147
Madiai 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	166
Hegazy & Mayne 1995	204
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	150

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

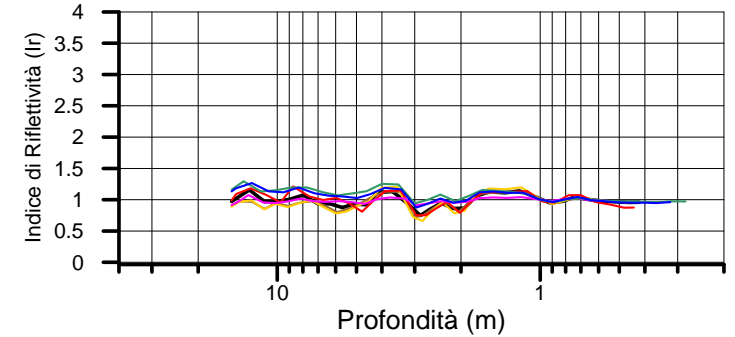
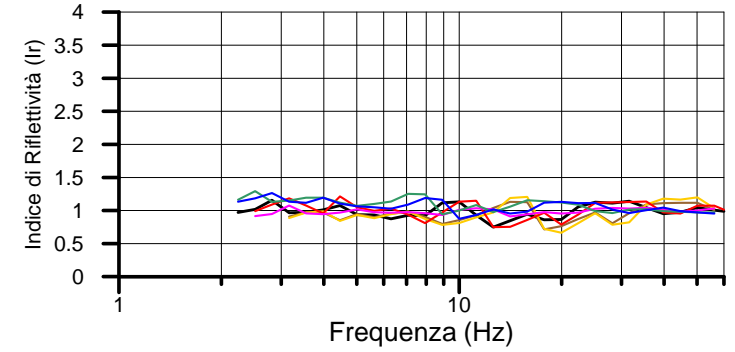
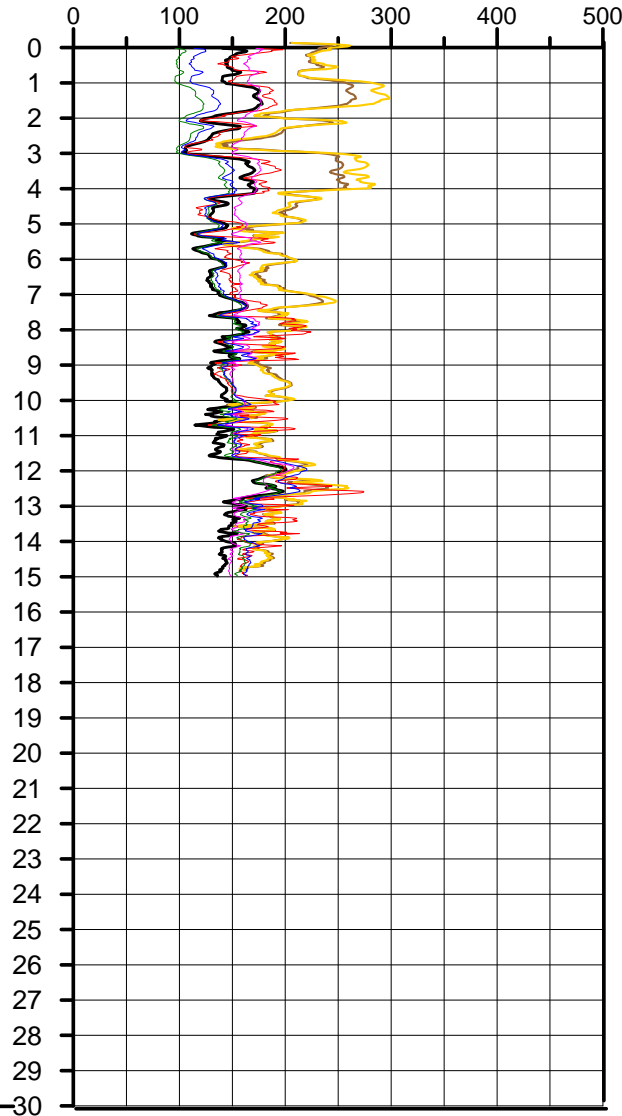
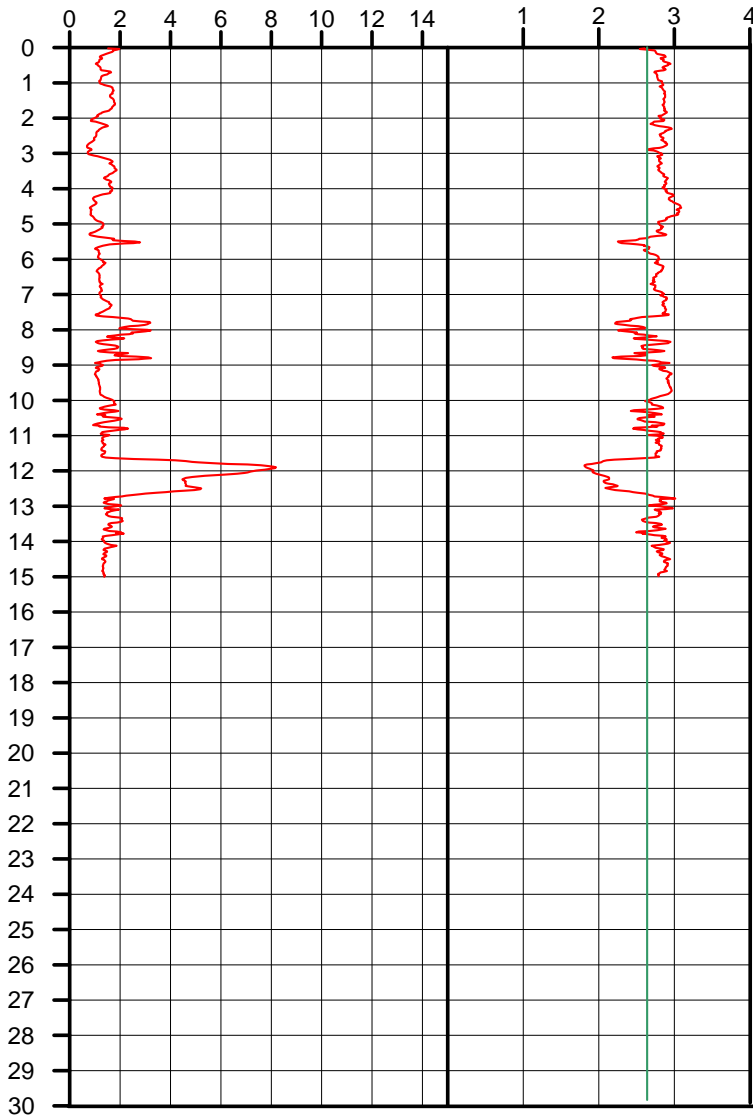
# CPT 6

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madii 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	138
Madii 2002	162
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	198
Mayne 2006	199
Robertson Cabal 2010	145

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 7



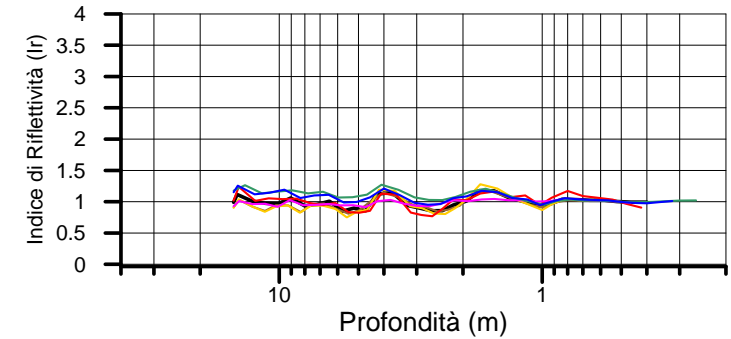
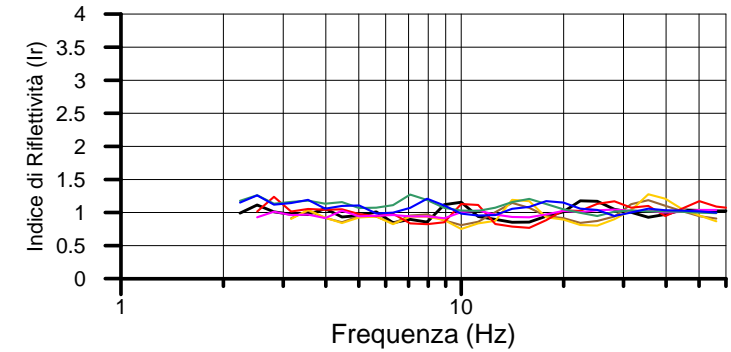
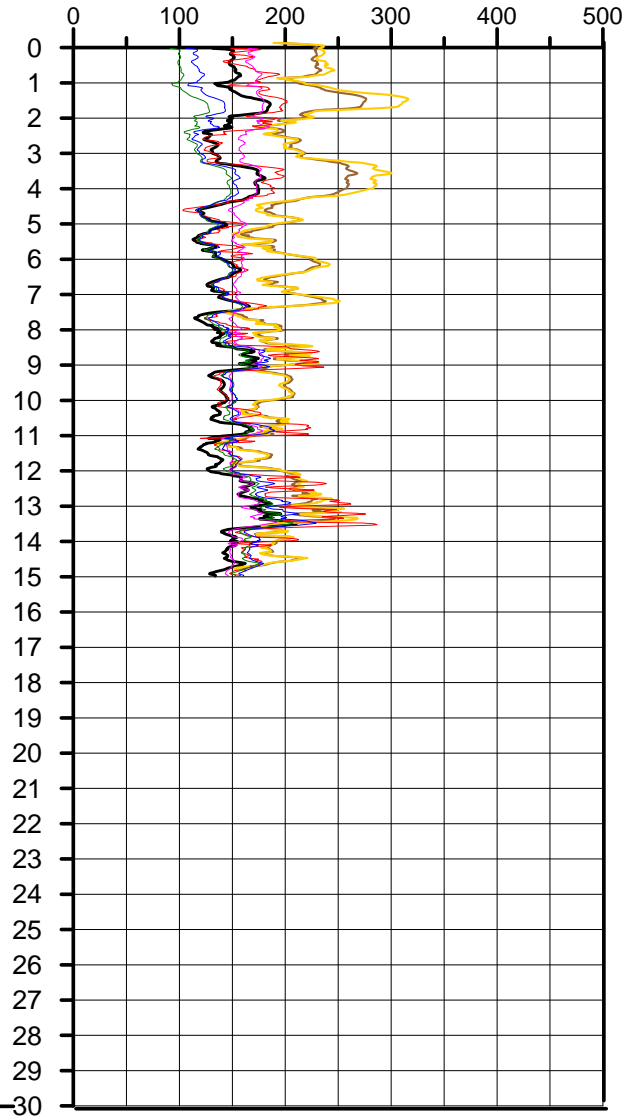
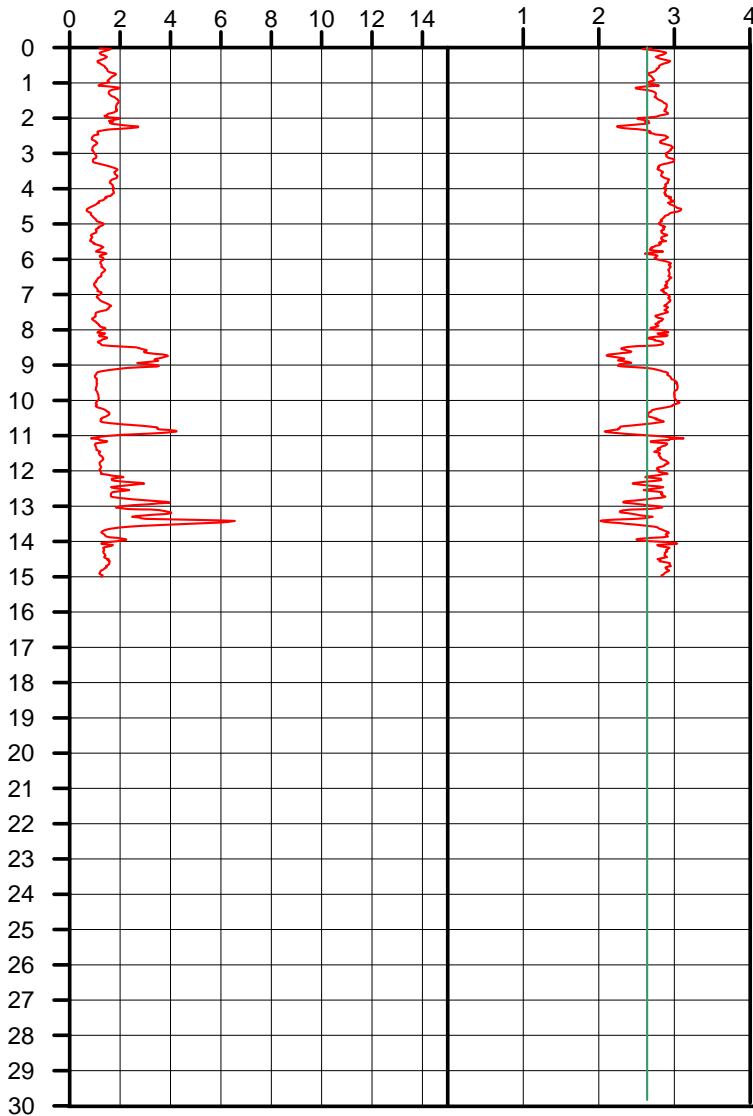
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	139
Madiai 2002	161
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	162
Hegazy & Mayne 1995	202
Mayne 2006	203
Robertson Cabal 2010	146

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

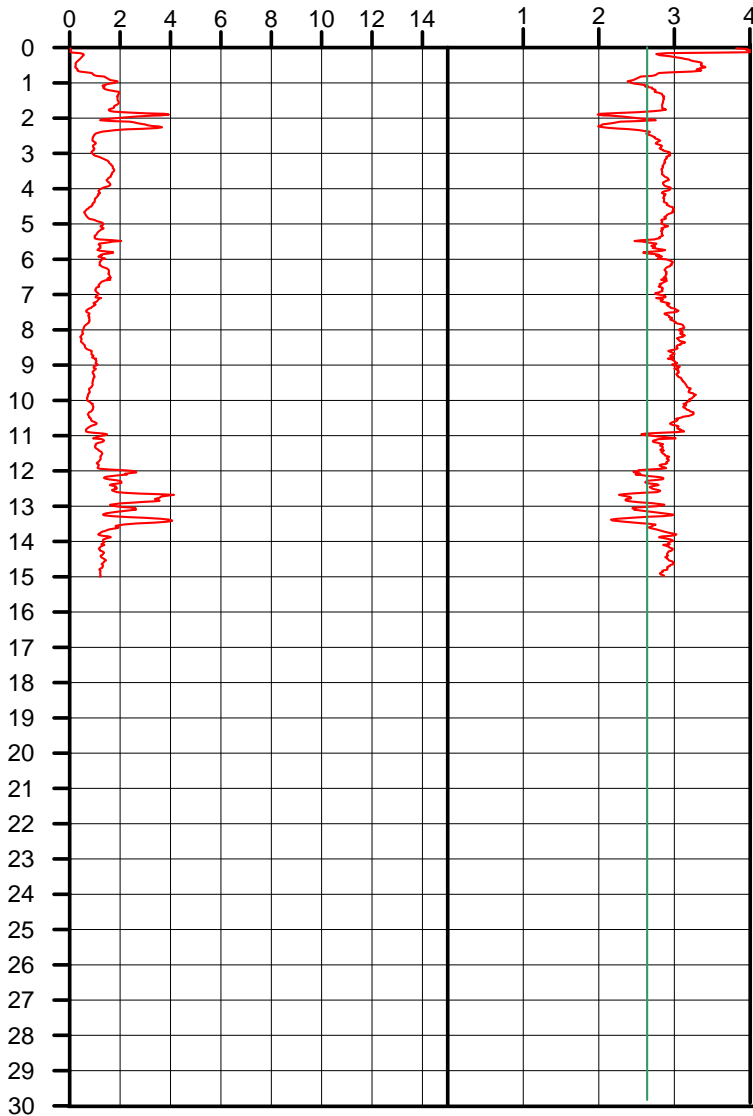
# CPT 8



Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

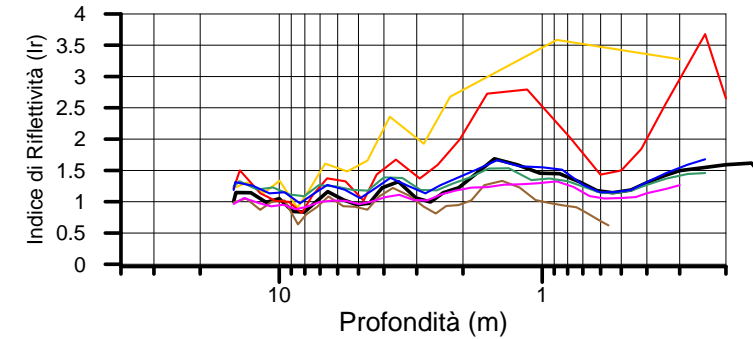
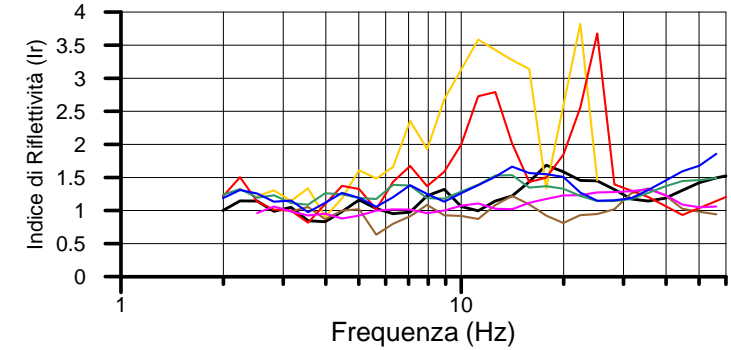
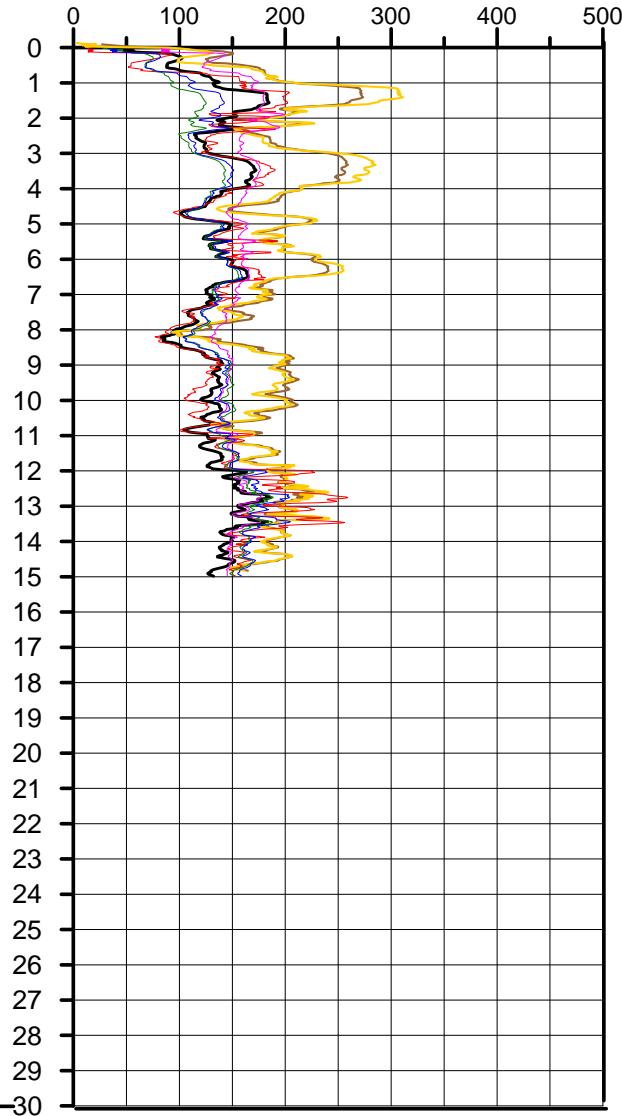
Qc (MPa)

Ic



## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	133
Piratheepan 2002	129
Madiai 2002	154
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	128
Hegazy & Mayne 1995	190
Mayne 2006	154
Robertson Cabal 2010	132

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Data 7-mag-18

# CPT 9



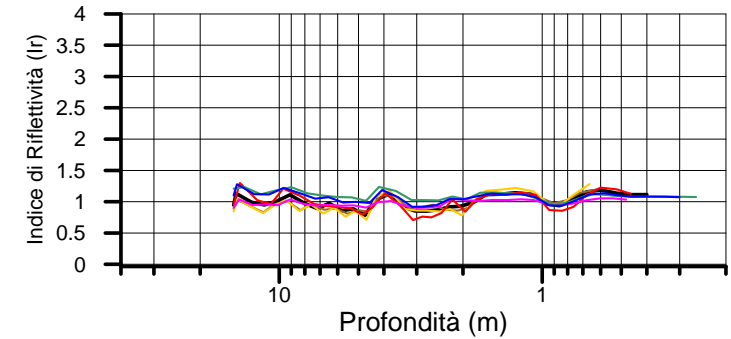
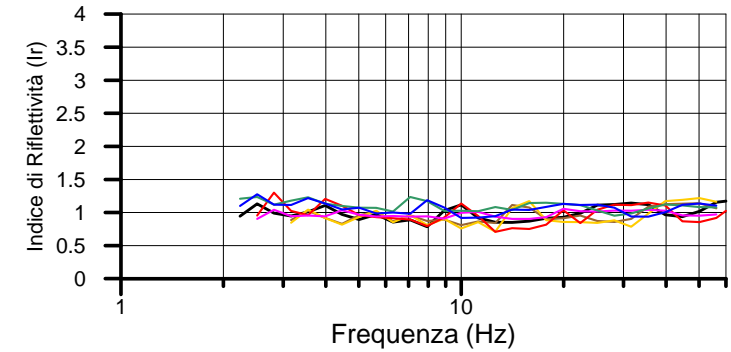
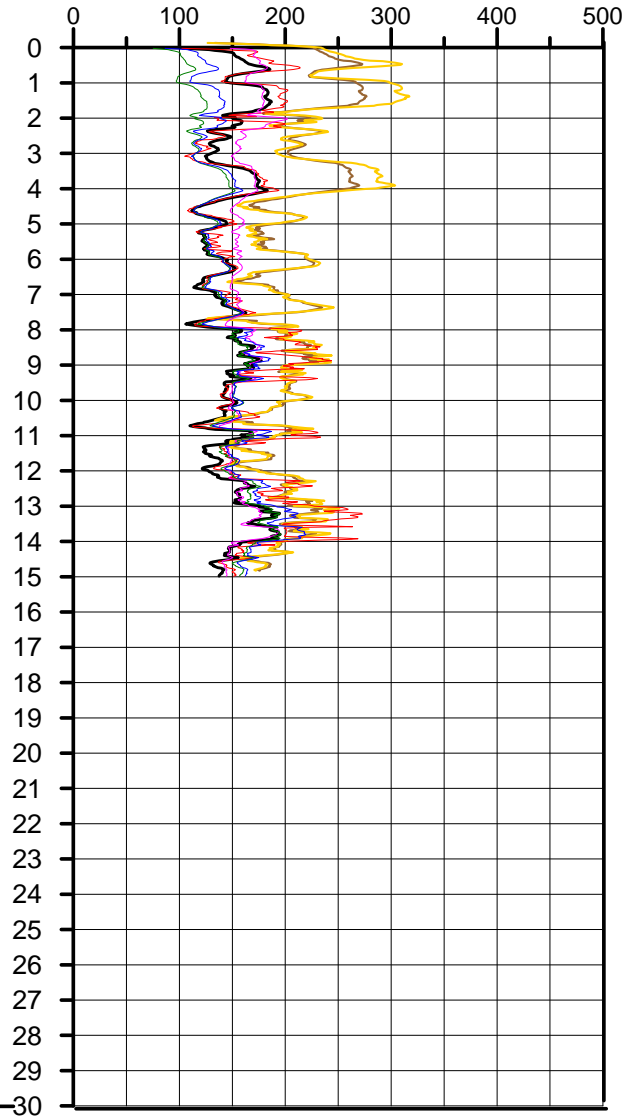
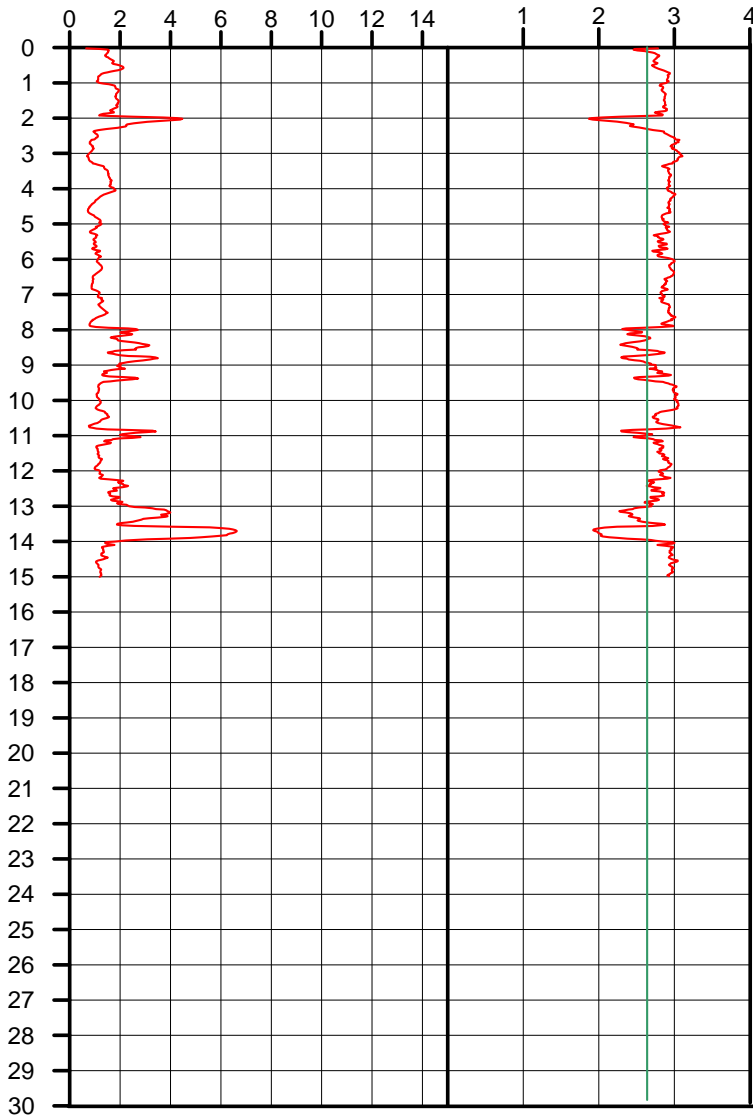
Società di S.G.T. sas  
 Geologia  
 Territoriale www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie);  
 Madiai 2002; Piratheepan 2002; Andrus 2001;  
 Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

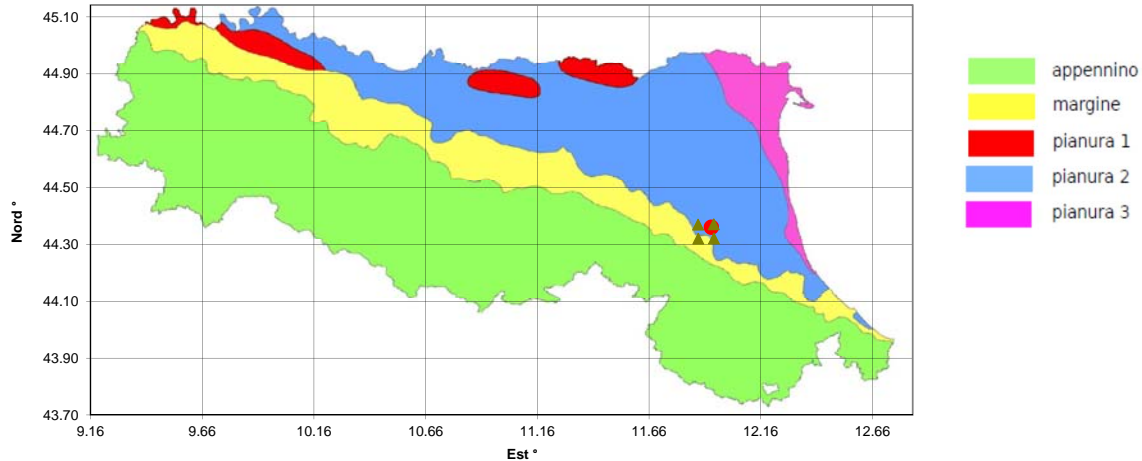
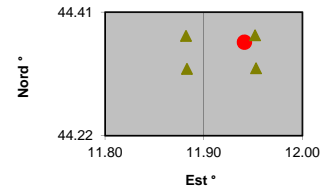
Ic



Autore	Vs14.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	147
Piratheepan 2002	140
Madiai 2002	161
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	160
Hegazy & Mayne 1995	204
Mayne 2006	205
Robertson Cabal 2010	147

**Ubicazione del sito**

Comune Faenza  
 Località Granarolo Faentino  
 Google Earth (WSG84) NTC2008 (ED50)  
 Longitudine (° decimali) **11.9396** **11.9412**  
 Latitudine (° decimali) **44.3639** **44.3646**



**I 4 nodi del reticolo di riferimento per l'azione sismica intorno il punto di interesse**

ID	Distanza al punta di interesse di (m)	Longitudine	Latitudine
17405	1.440	11.952	44.375
17627	4.502	11.953	44.325
17404	4.819	11.882	44.374
17626	6.465	11.883	44.324

Tipi di Costruzione			
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	< = 10	<b>50</b>
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	> = 50	
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali ed dighe di grande dimensioni o di importanza strategica	> = 100	

Classe d'uso	Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1 Occasionali presenza di persone	0.7	<b>1</b>
2 Normali affollamenti	1	
3 Affollamenti significativi	1.5	
4 Edifici con funzioni pubbliche o strategiche importanti	2	

**Periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_r = V_n * C_u = 50$  anni**

Stati Limiti		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_r = 50$ anni $P_{vr}$	Periodo di ritorno dell'azione sismica $T_r$ (anni)
SLO	Stato Limite di Operatività	81%	30
SLD	Stato Limite di Danno	63%	50
SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	475
SLC	Stato Limite di prevenzione del Colasso	5%	975

**Valori sismici** Decreto Ministeriale 14-01-2008

	$a_g$ (m/sec <sup>2</sup> )	$a_g/g$	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.600	0.061	2.438	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.765	0.078	2.416	0.270
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	<b>1.910</b>	<b>0.195</b>	2.414	0.309
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.443	0.249	2.446	0.320

Valori applicati	$a_g$	$a_g/g$	Fo	TC*
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	<b>1.910</b>	<b>0.195</b>	<b>2.414</b>	<b>0.309</b>

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 1**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.87 / 1.95
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	134 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	152 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	193 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	193 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	140 m/sec	D o S1
Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	9.3	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	73 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.42	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
<b>S totale</b>	<b>Ss * ST</b>	<b>1.42</b>	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g
ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00

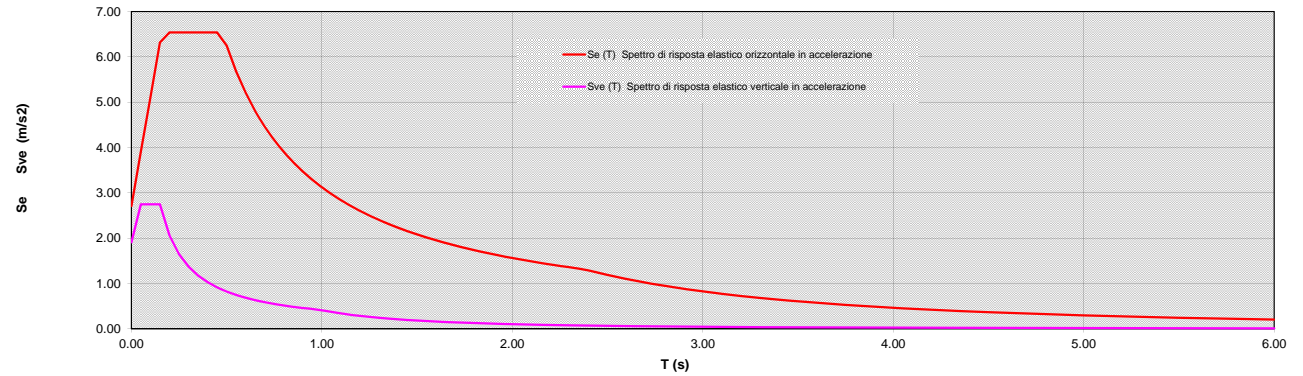
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

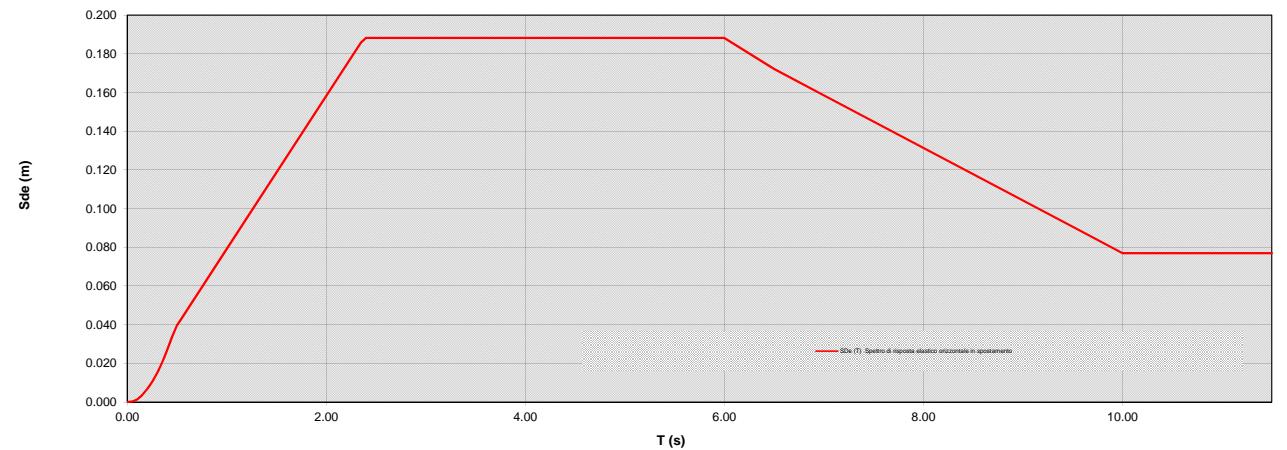
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 2**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.61 / 1.21
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	144 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	145 m/sec	D o S1
Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	9.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	75 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss		1.42
Amplificazione topografica		ST		1.00
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g
ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η		1.00

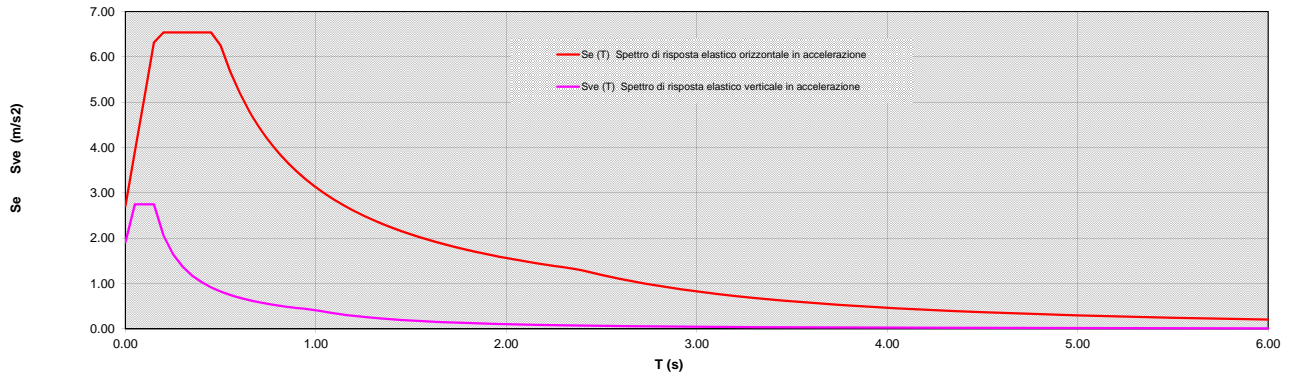
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

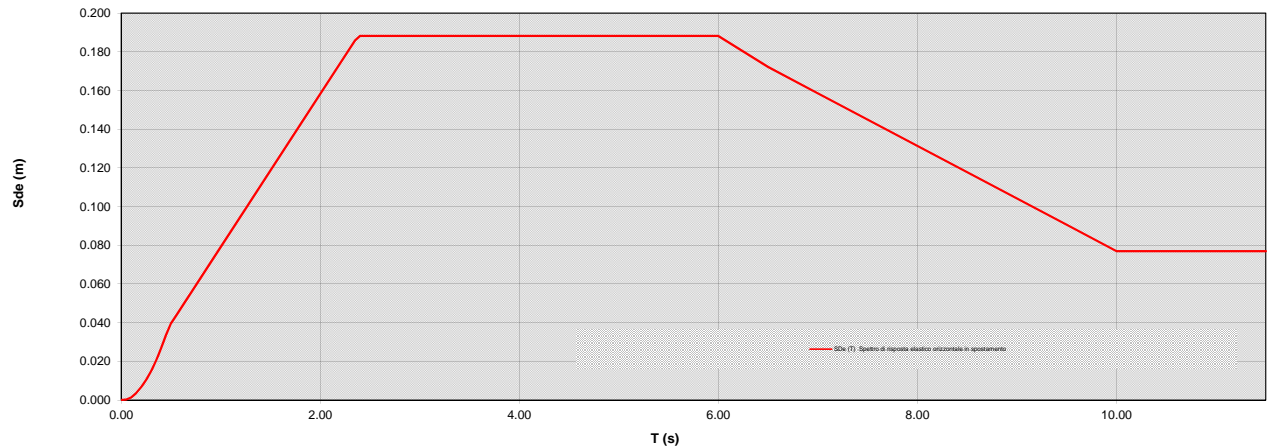
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052



**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 3**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.67 / 1.15
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	143 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	137 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madiai 2002)	158 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	152 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	201 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	143 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	9.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	74 kPa	C

<b>TIPO DI SUOLO STIMATO</b>	C
------------------------------	---

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss		1.42
Amplificazione topografica		ST		1.00
<b>S totale</b>		<b>Ss * ST</b>	<b>1.42</b>	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

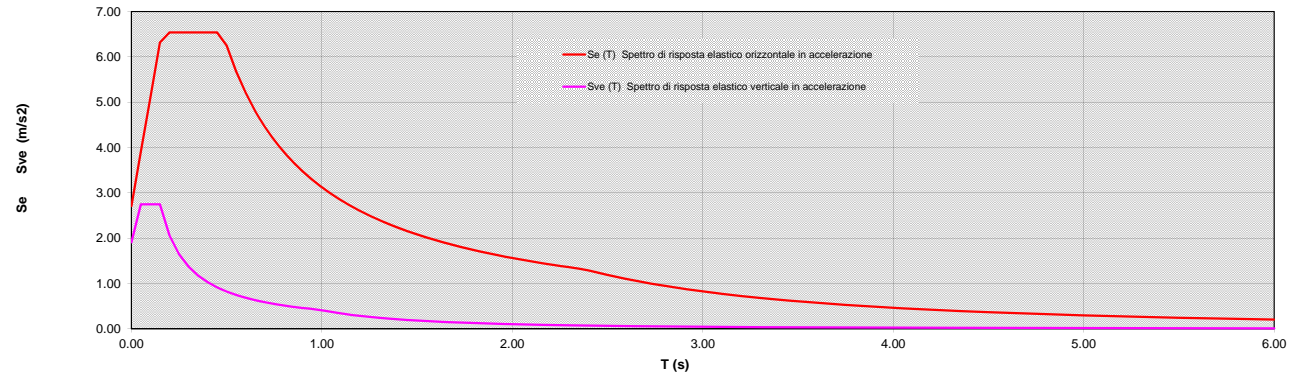
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

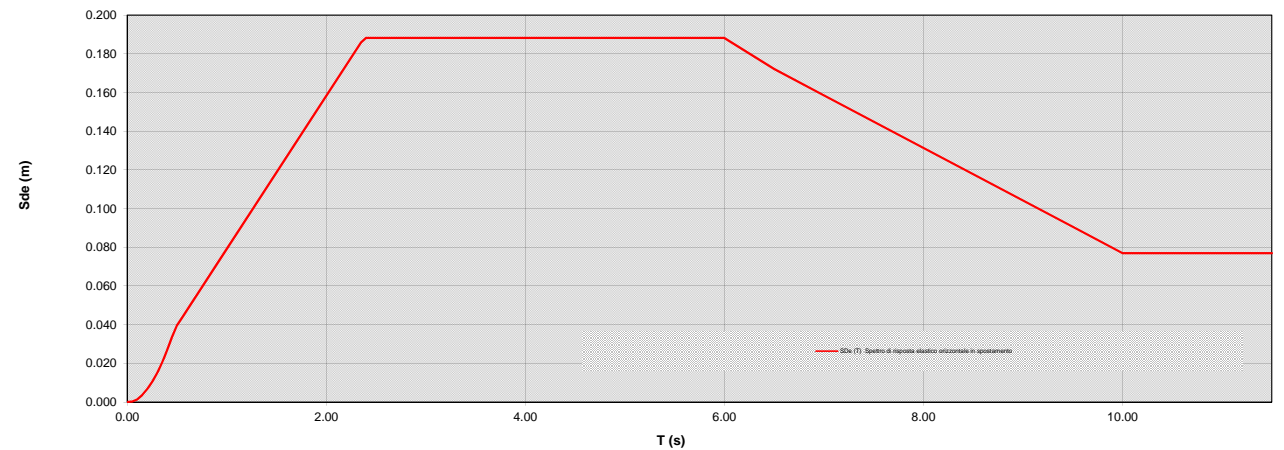
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 4**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.29 / 2.52
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madiai 2002)	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	163 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	203 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	146 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.1	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	77 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss		1.42
Amplificazione topografica		ST		1.00
<b>S totale</b>		<b>Ss * ST</b>	<b>1.42</b>	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

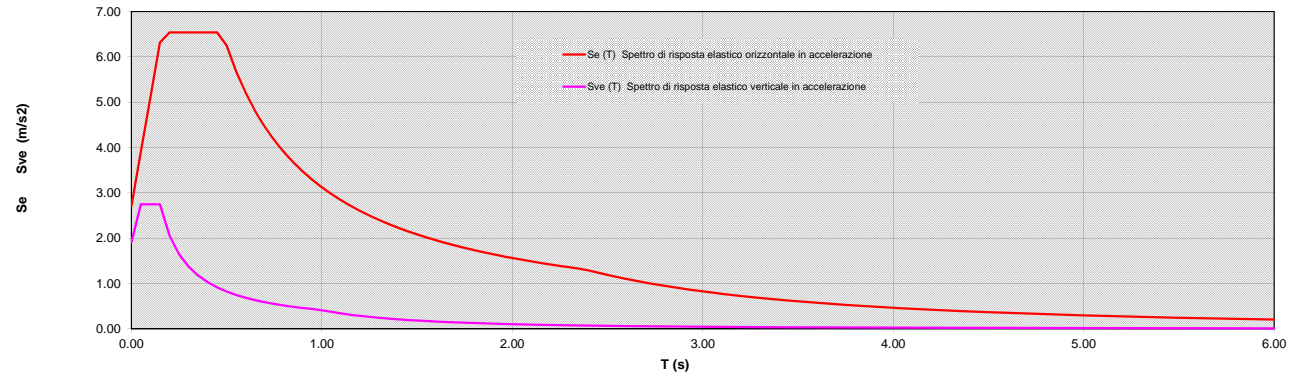
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

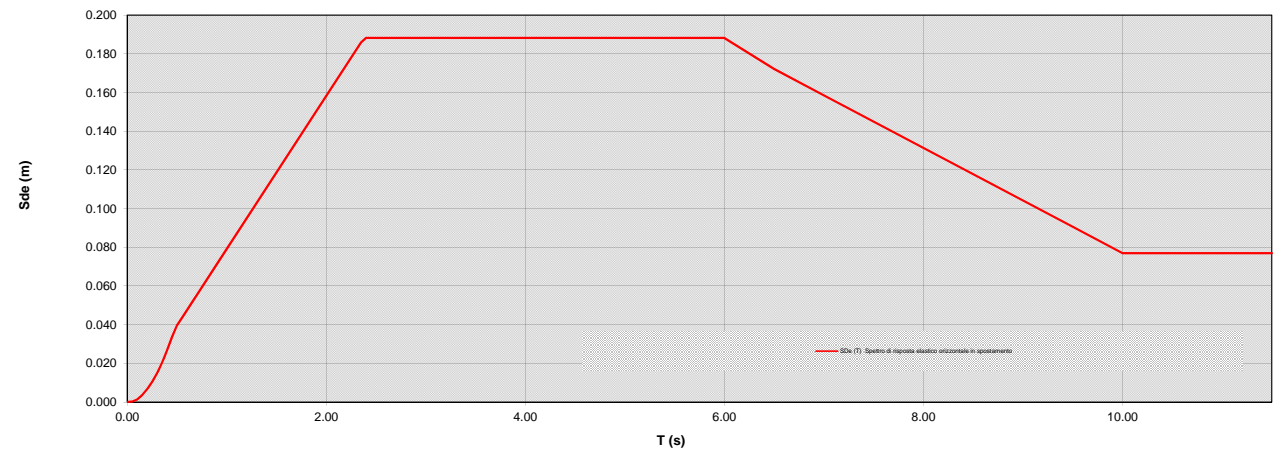
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 5**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	17.59 / 2.2
Massimo profondità indagato (m)	19.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	147 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	159 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	165 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	204 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	150 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	10.7	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	81 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.42	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
<b>S totale</b>	<b>Ss * ST</b>	<b>1.42</b>	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

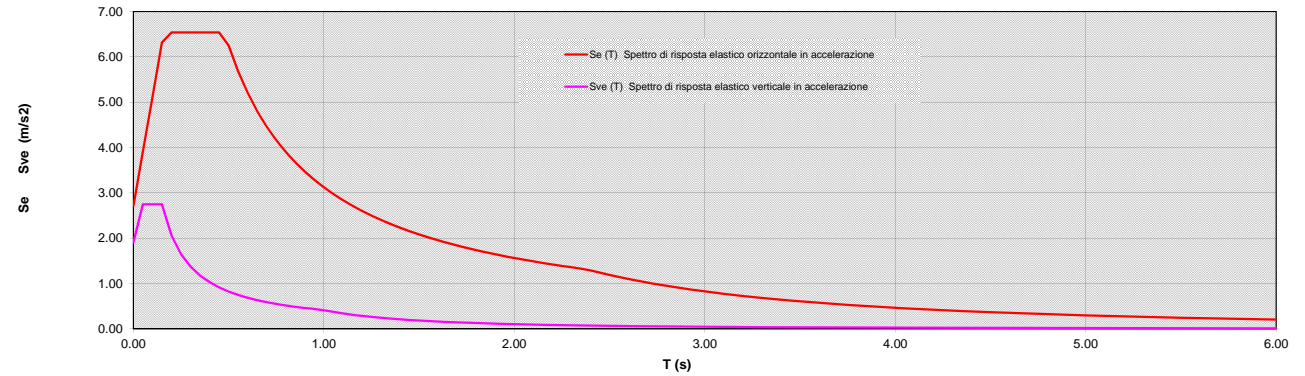
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

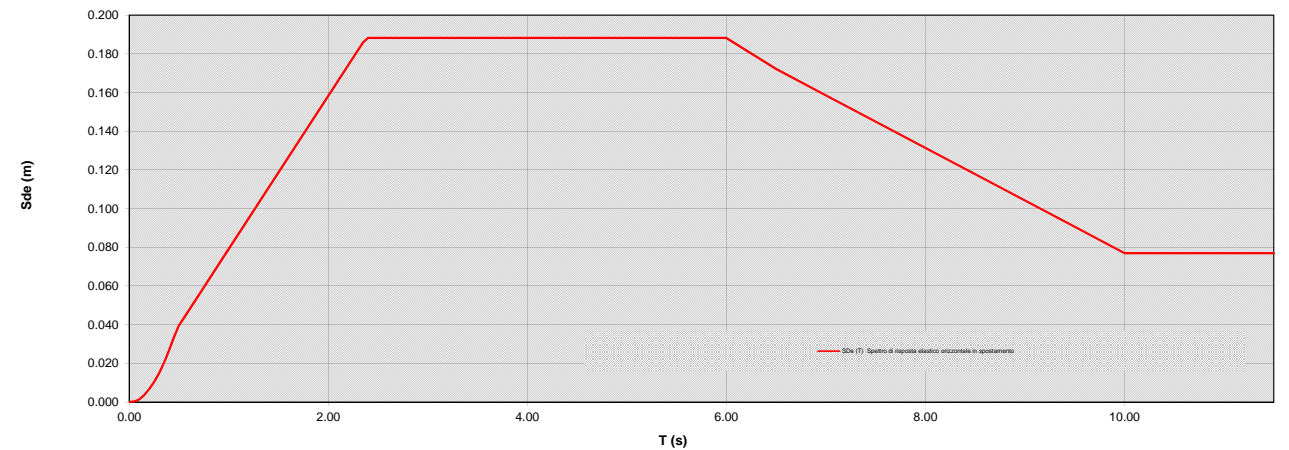
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 6**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	12.43 / 2.38
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	138 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madiai 2002)	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	162 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	198 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	198 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	145 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	9.9	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	78 kPa	C

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.42	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
<b>S totale</b>	<b>Ss * ST</b>	<b>1.42</b>	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

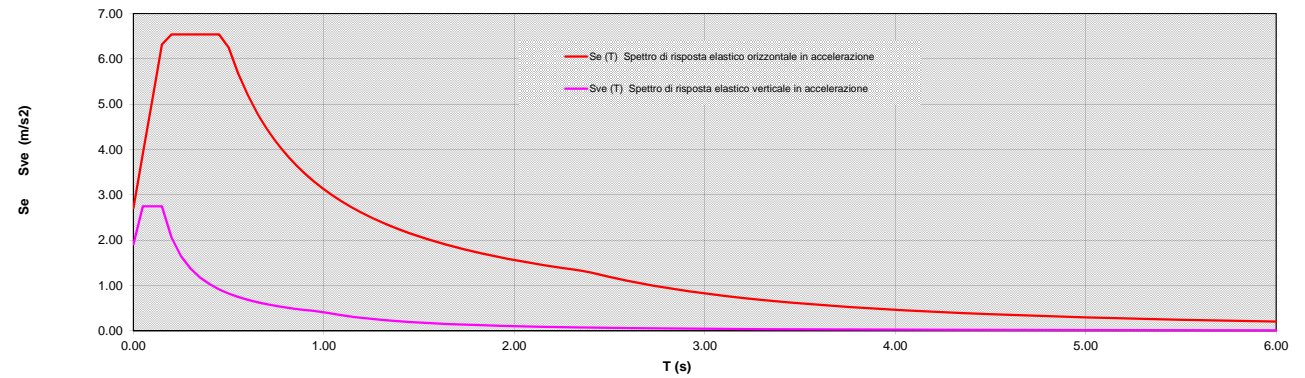
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.38	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

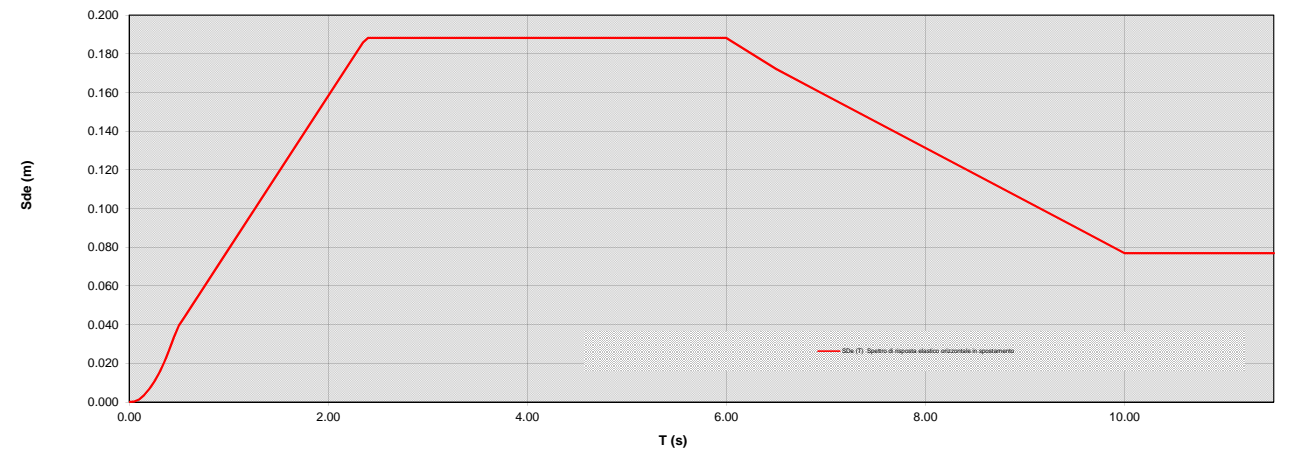
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 7**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)		12.83 / 1.99
Massimo profondità indagato (m)		14.90
<b>TIPO DI SUOLO SUGGERITO</b>		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	146 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	139 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	161 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	163 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	203 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	202 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	146 m/sec	D o S1
Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.3	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	78 kPa	C
<b>TIPO DI SUOLO STIMATO</b>		
C		

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g
ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η		1.00

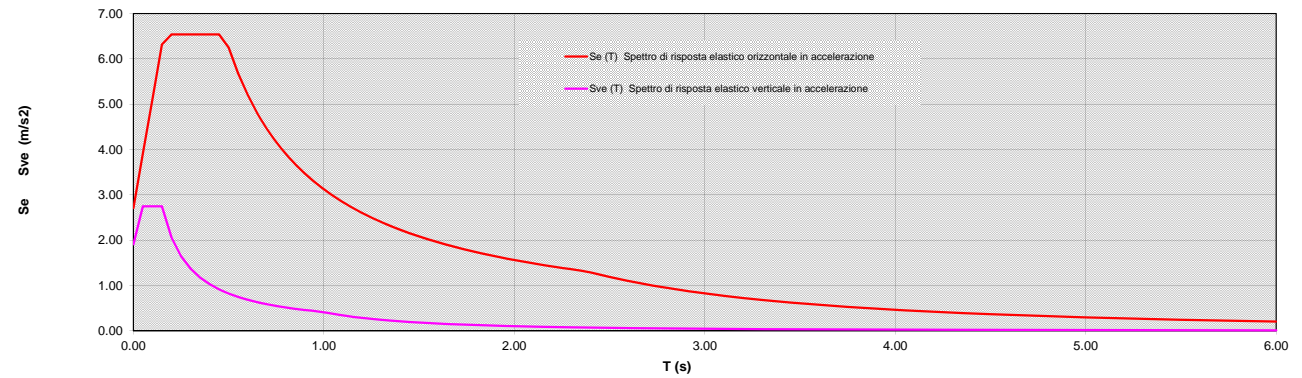
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

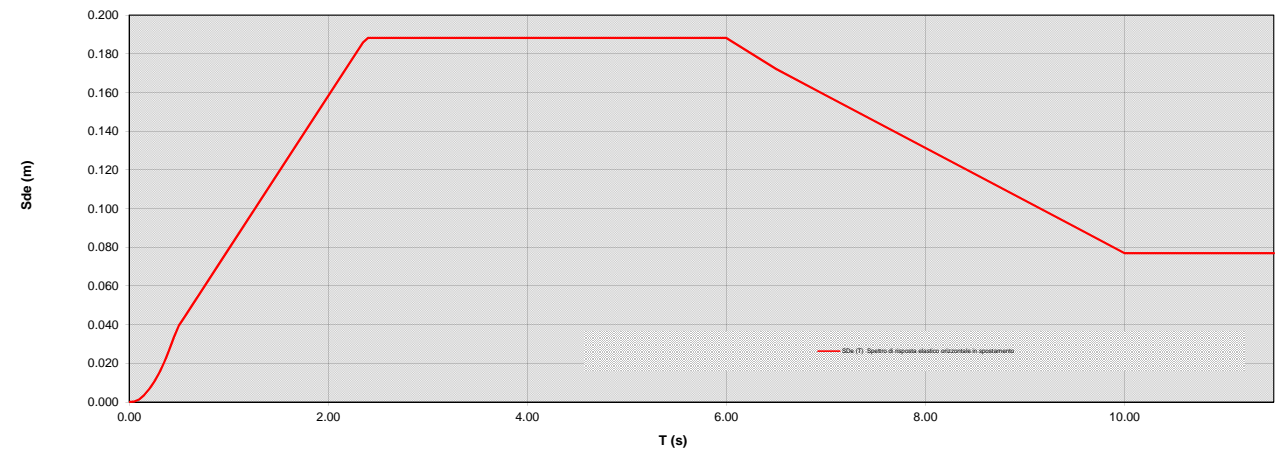
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 8**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	13.27 / 1.55
Massimo profondità indagato (m)	14.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	133 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	129 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	128 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	154 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	190 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	132 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	8.6	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	51 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss	1.42	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g

ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η	1.00
---	---	-----------	------

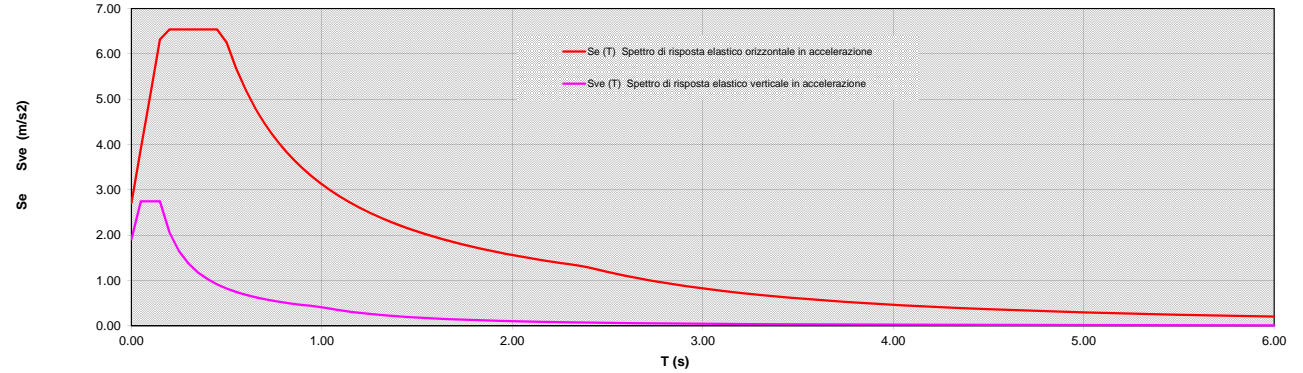
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

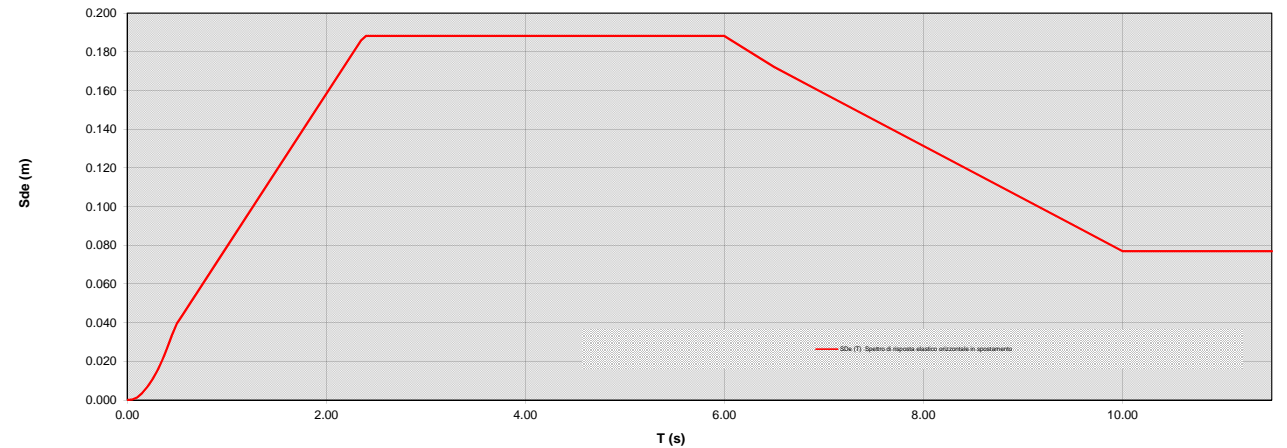
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 9**

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)		12.69 / 2.12
Massimo profondità indagato (m)		14.90
<b>TIPO DI SUOLO SUGGERITO</b>		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	147 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	140 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	161 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Riz 1995 (argille) / Bakli 1989 (sabbie))	160 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	205 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	204 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertston Cabal 2009) (m/sec)	147 m/sec	D o S1
Resistenza penetrometrica equivalente Nspt (Norme AGI per terreni granulari)	10.4	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	76 kPa	C
<b>TIPO DI SUOLO STIMATO</b>		
C		

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.91 m/sec <sup>2</sup>	0.195 g
Amplificazione per tipo di suolo C		Ss		1.42
Amplificazione topografica		ST		1.00
S totale		Ss * ST	1.42	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.709 m/sec <sup>2</sup>	0.276 g
ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso equivalente	5	fattore η		1.00

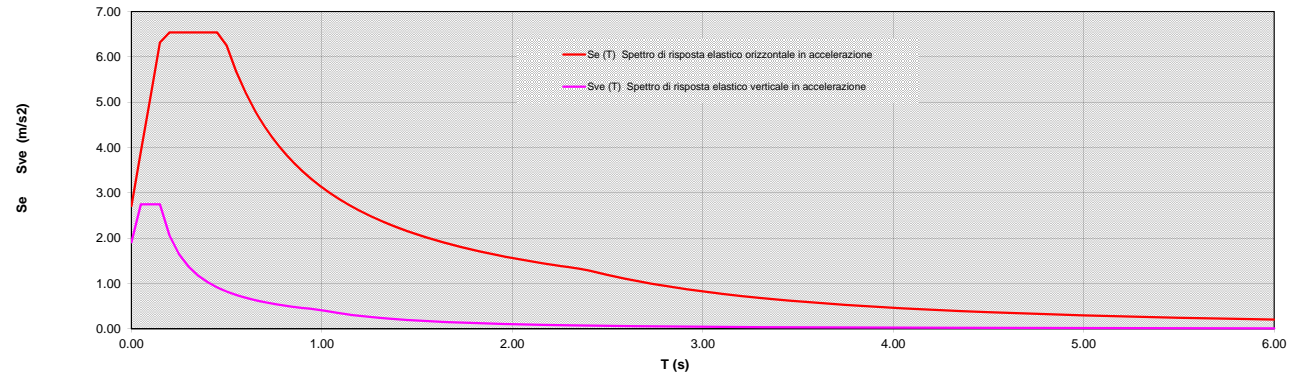
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.48	0.15
Td	2.38	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

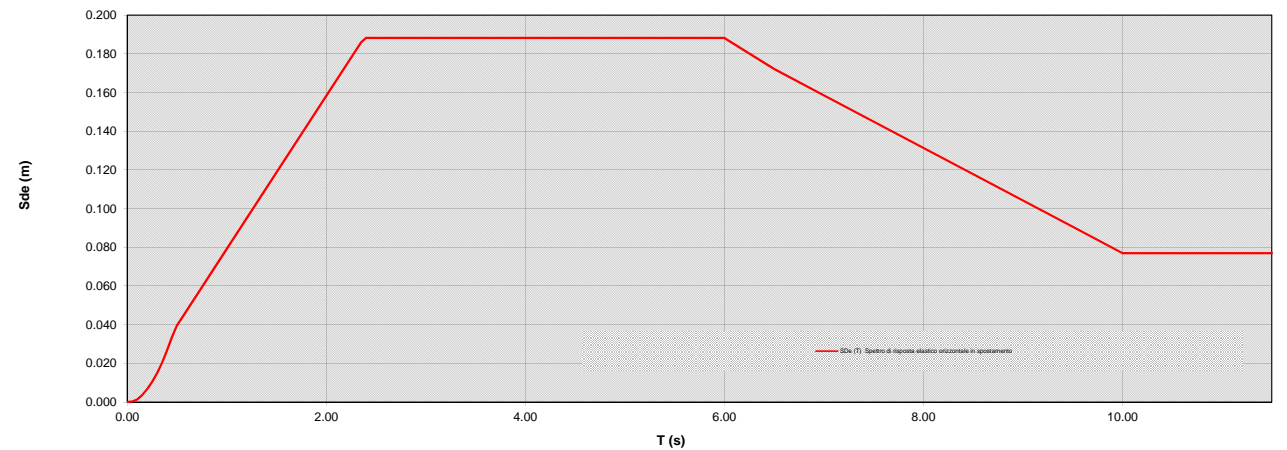
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.709 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in spostamento (m)**



**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ay/g	Kh terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.061	2.438	0.260	1.50	1.00	0.092	0.13	0.39	1.84	6.00	10.00	0.20	0.018	0.009	0.18	0.017	0.008
del Danno	0.078	2.416	0.270	1.50	1.00	0.117	0.15	0.44	1.91	6.00	10.00	0.20	0.023	0.012	0.24	0.028	0.014
Salvaguardia della Vita	0.195	2.414	0.309	1.42	1.00	0.276	0.16	0.48	2.38	6.00	10.00	0.24	0.066	0.033	0.31	0.086	0.043
Prevenzione del Colasso	0.249	2.446	0.320	1.33	1.00	0.332	0.16	0.49	2.60	6.00	10.00	0.28	0.093	0.047	0.31	0.103	0.052

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

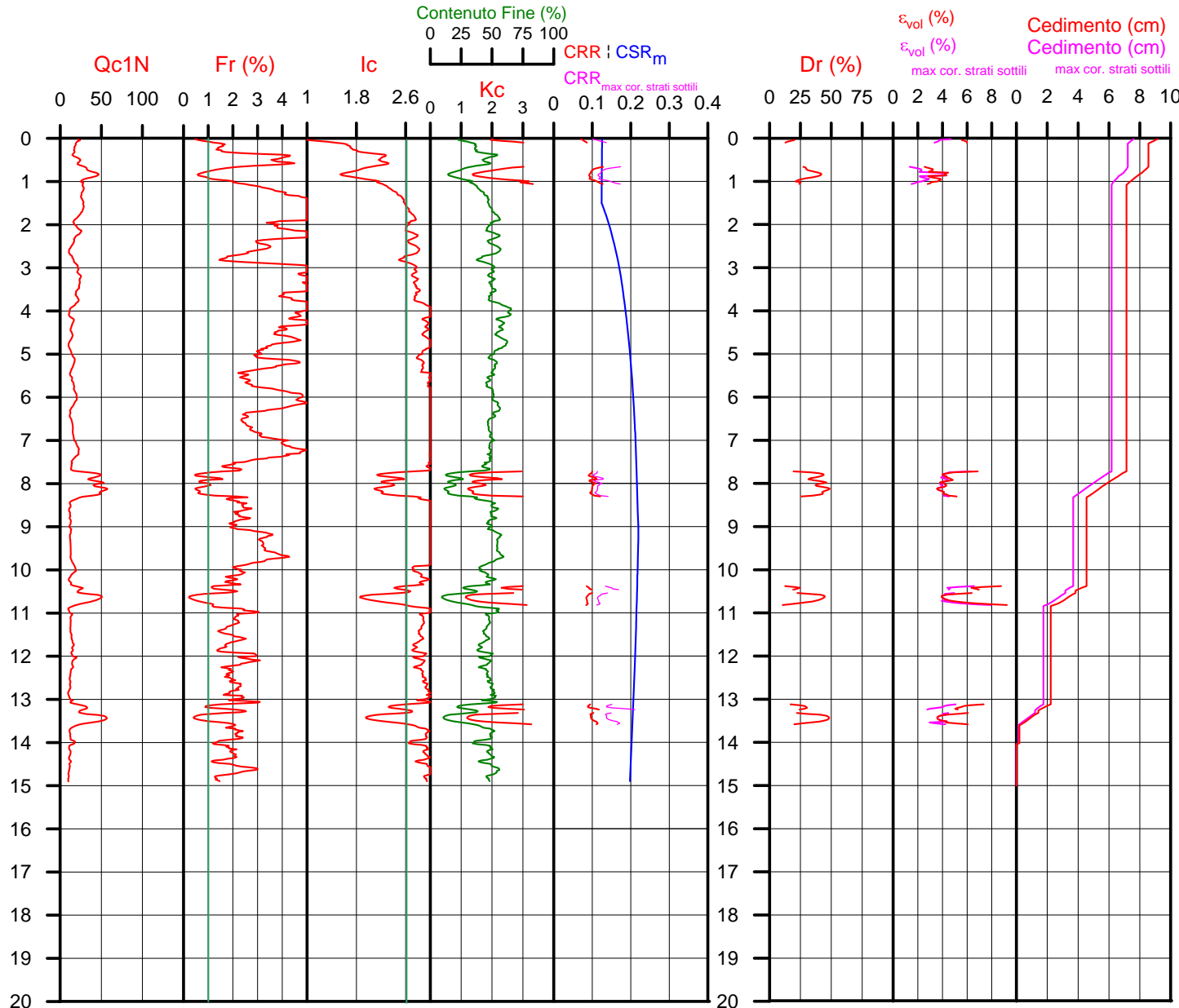
**CPT 1**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>9</b>	<b>86</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>8</b>	<b>80</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.8	3.0	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.8	3.0	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
10	8	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA



Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 7-mag-18

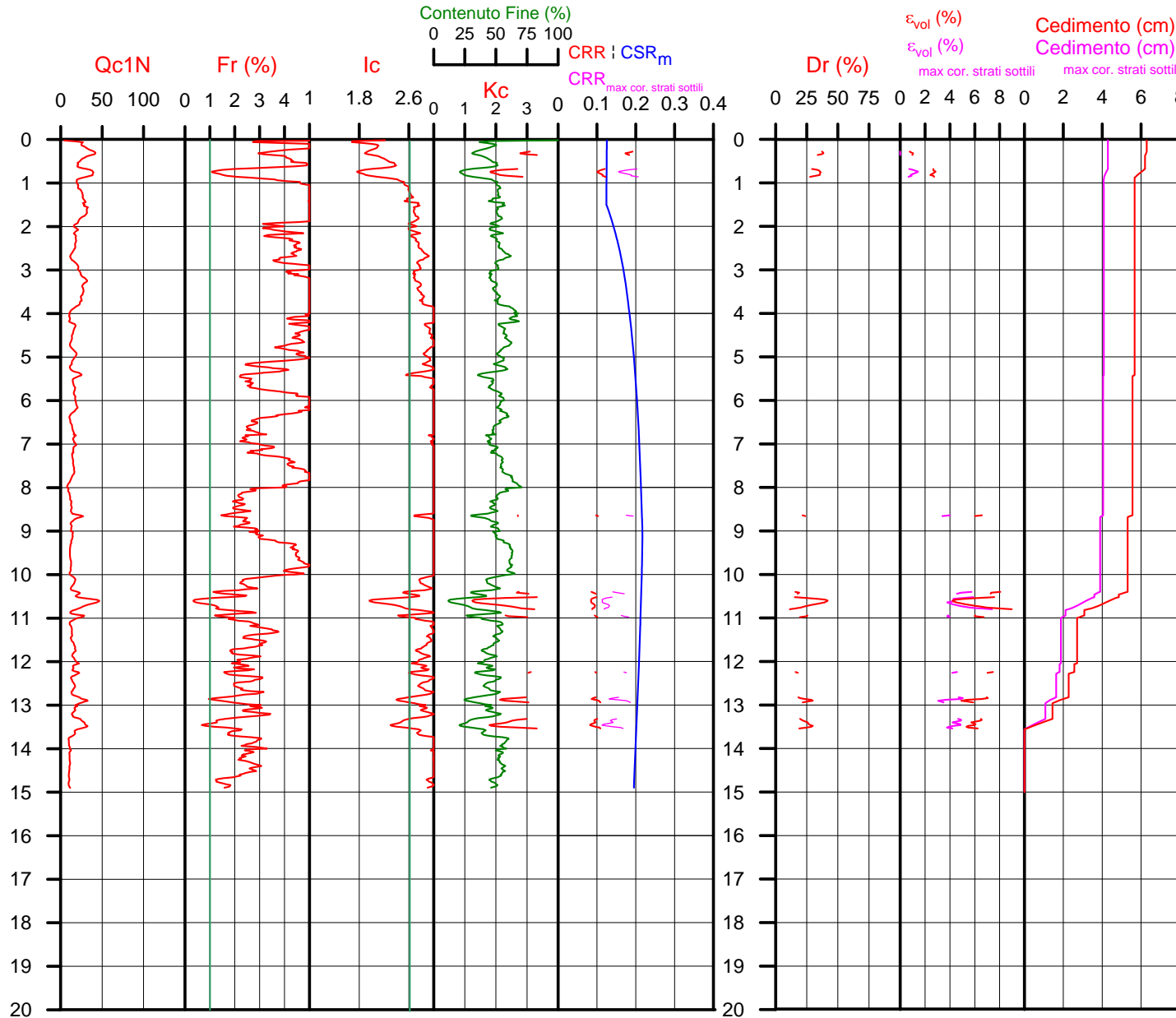
**CPT 2**  
 Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
  - \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>6</b>	<b>13</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>4</b>	<b>11</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005		POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
2.3	1.1	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
	1.1	IL <= 2 BASSA
2.3		2 < IL <= 5 MODERATA
		5 < IL <= 15 ELEVATA
		IL > 15 MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
5	3	PPbl <= 15 NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35 LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65 LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85 LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85 LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

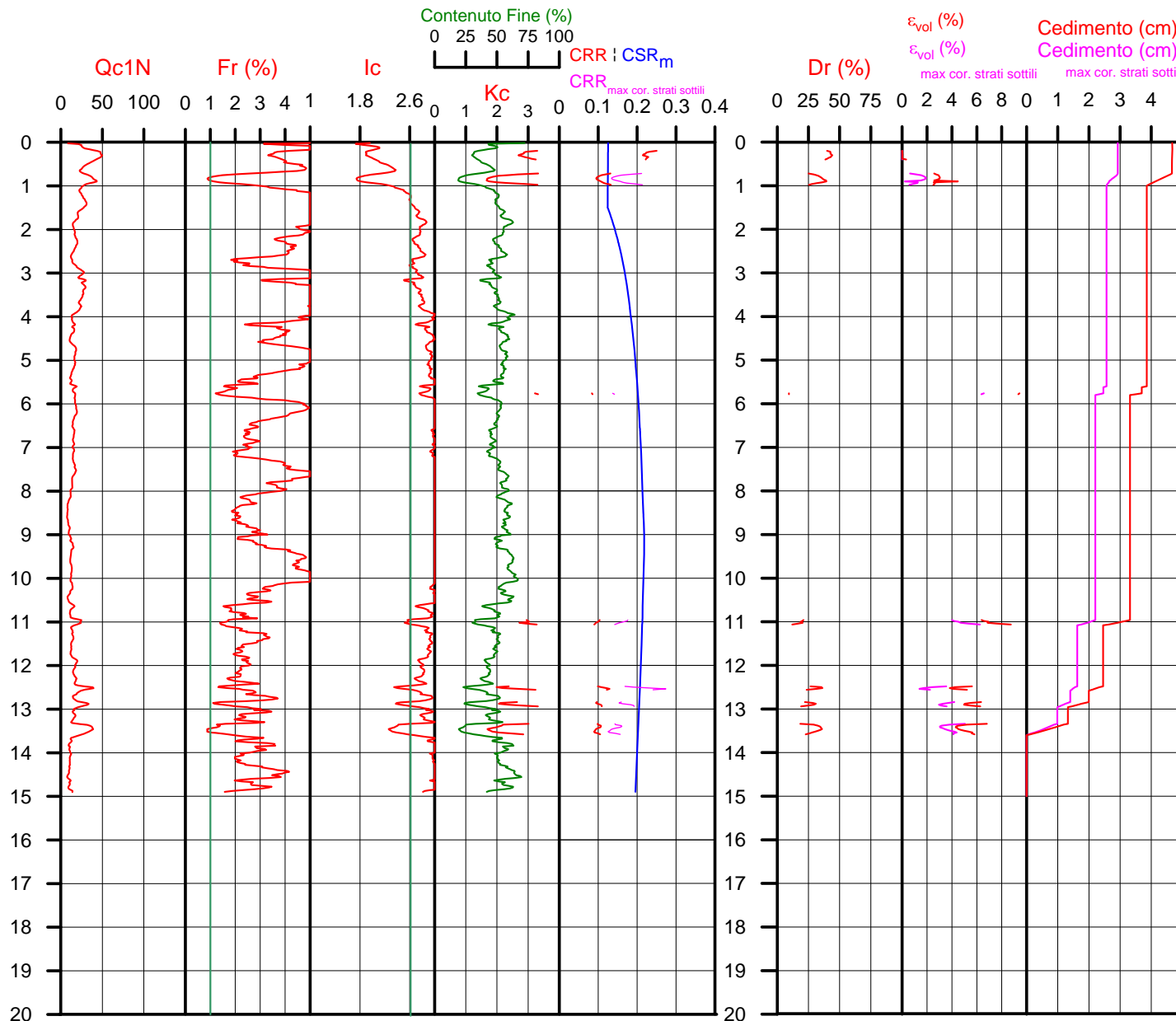
Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 3**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**  
S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
  - \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>5</b>	<b>8</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.7	0.6	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.7	0.6	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
4	3	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
7-mag-18

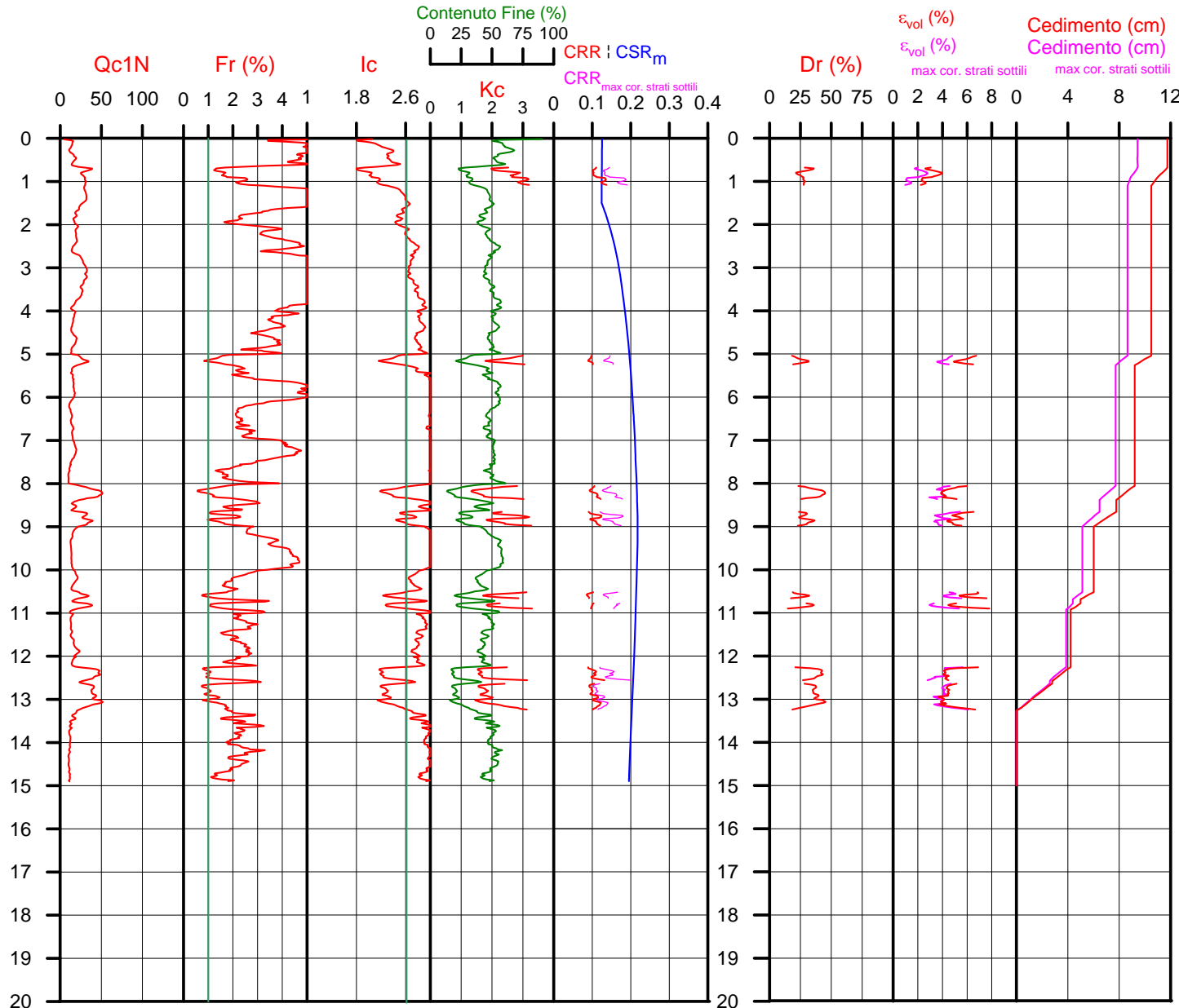
**CPT 4**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>12</b>	<b>61</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>9</b>	<b>58</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	<b>3.3</b>	IL <= 5	BASSO
<b>5.5</b>		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	<b>3.3</b>	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
<b>5.6</b>		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
<b>12</b>	<b>9</b>	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Pasolini  
Granarolo Faentino  
F.A.M. srl  
7-mag-18

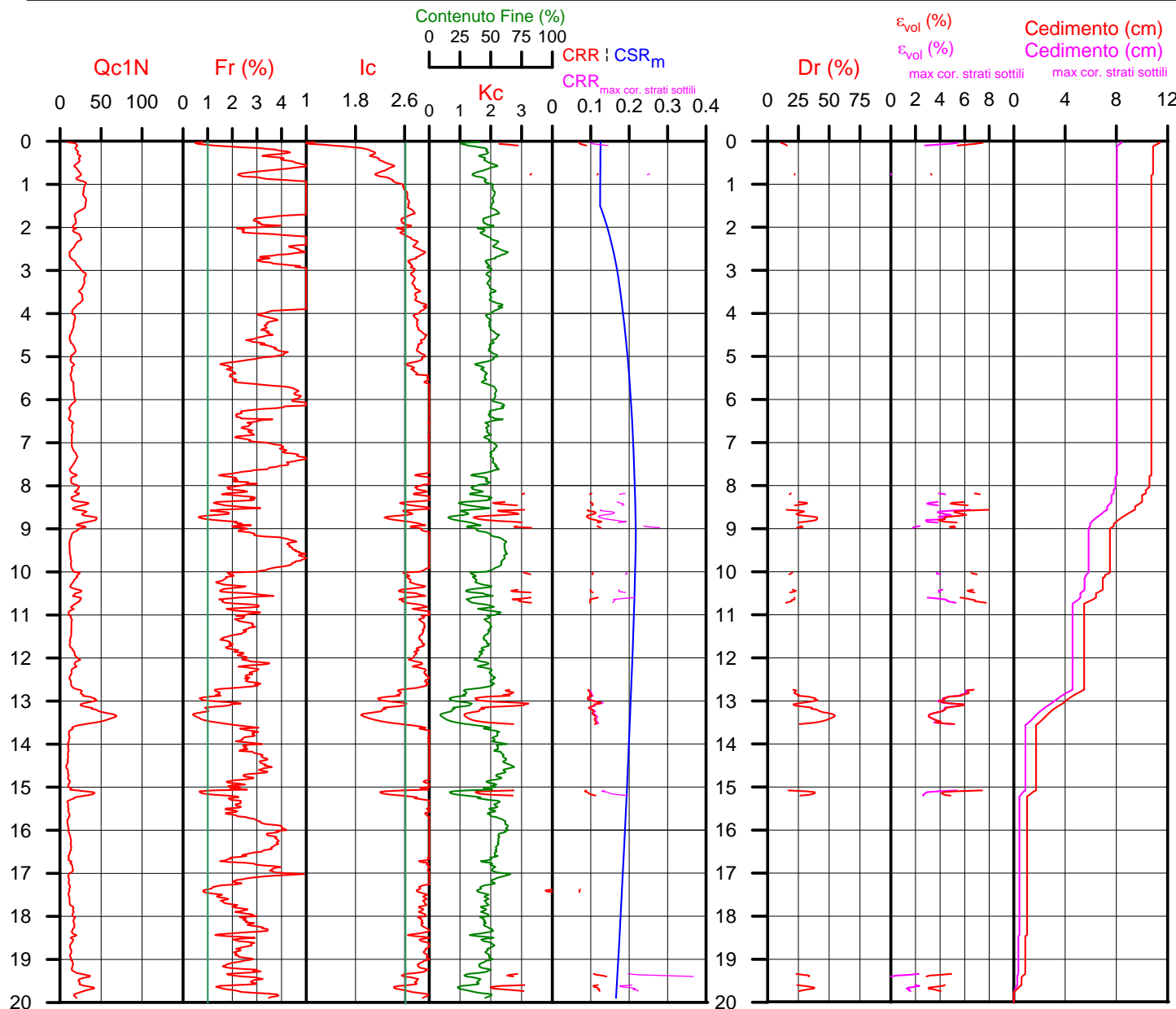
**CPT 5**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - lc > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

- Parametri utilizzati:
- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
  - \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>11</b>	<b>50</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>8</b>	<b>47</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.5	2.5	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.5	2.5	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
8	6	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.E.M. srl  
Data 7-mag-18

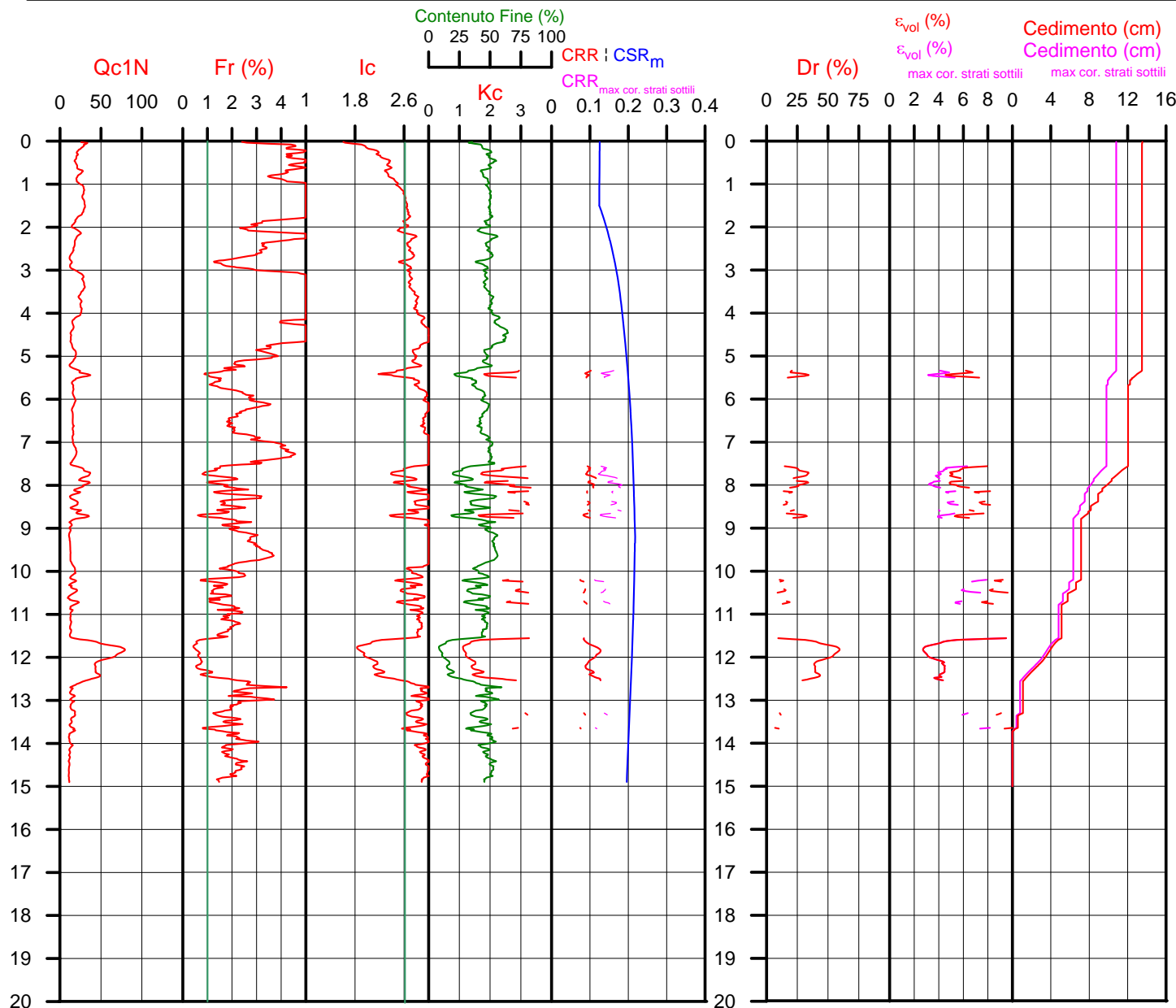
**CPT 6**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>14</b>	<b>90</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>11</b>	<b>87</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	<b>4.3</b>	IL <= 5	BASSO
<b>6.3</b>		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	<b>4.3</b>	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
<b>6.3</b>		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
<b>11</b>	<b>10</b>	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

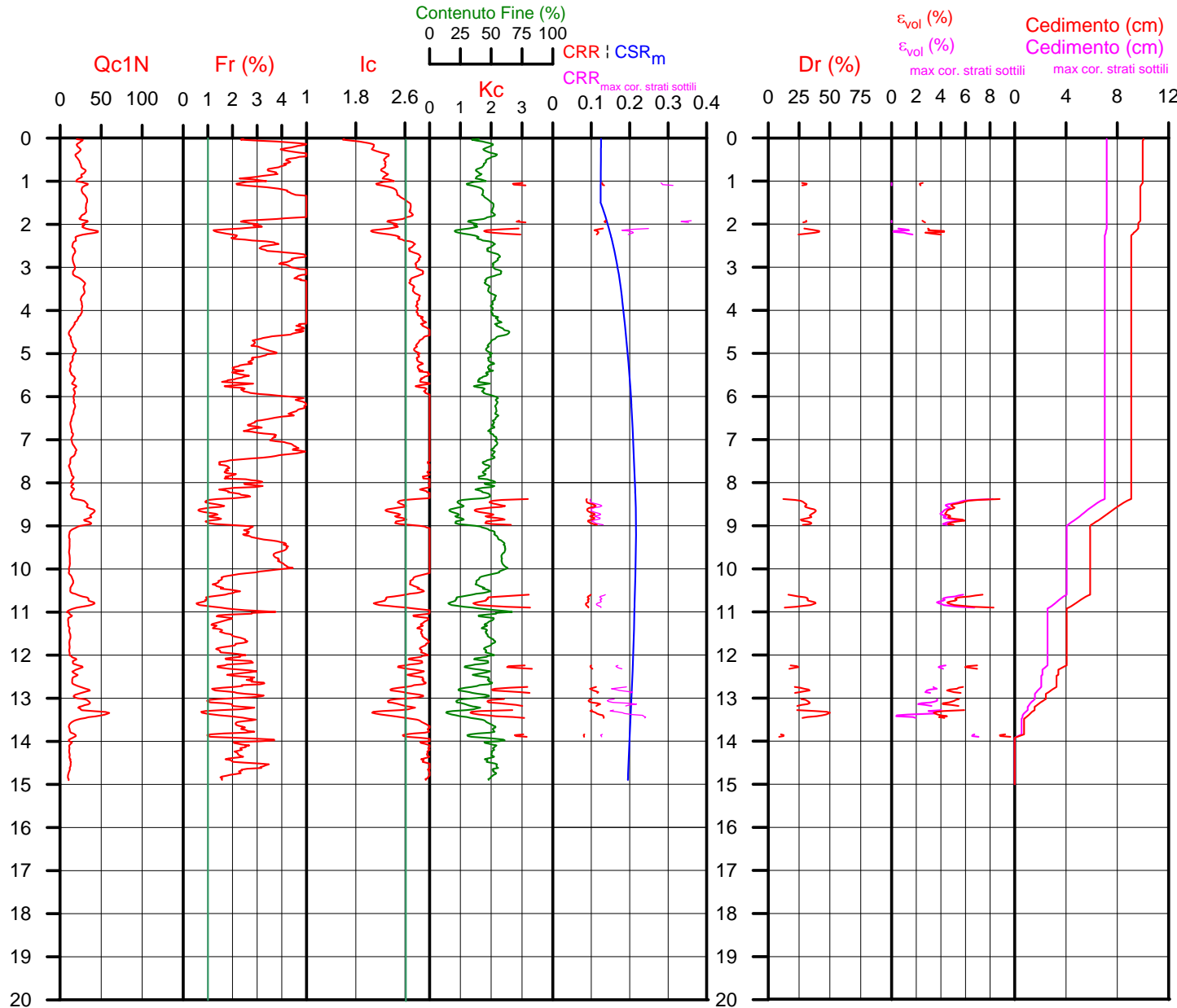
Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

CPT 7  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**  
S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: F<sub>liq</sub> = CRR 7.5 / CSR 6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>10</b>	<b>29</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>7</b>	<b>12</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F<sub>liq</sub> e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.3	2.7	IL ≤ 5	BASSO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F<sub>liq</sub> e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.3	2.7	IL ≤ 2	BASSA
		2 < IL ≤ 5	MODERATA
		5 < IL ≤ 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
9	6	PPbl ≤ 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl ≤ 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl ≤ 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl ≤ 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

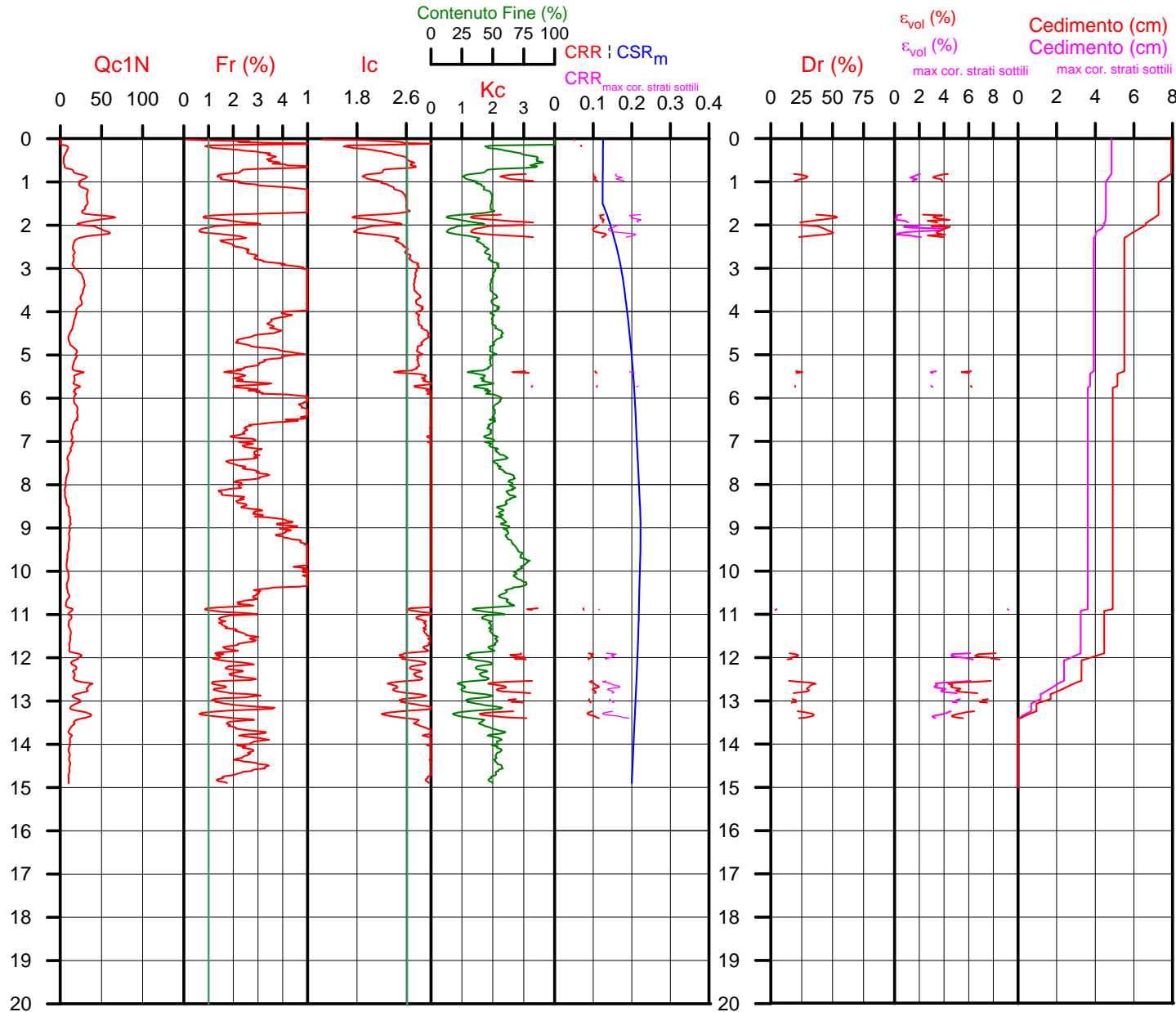
**CPT 8**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>8</b>	<b>37</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>5</b>	<b>7</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
3.5	0.9	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
3.5	0.9	IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
8	5	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

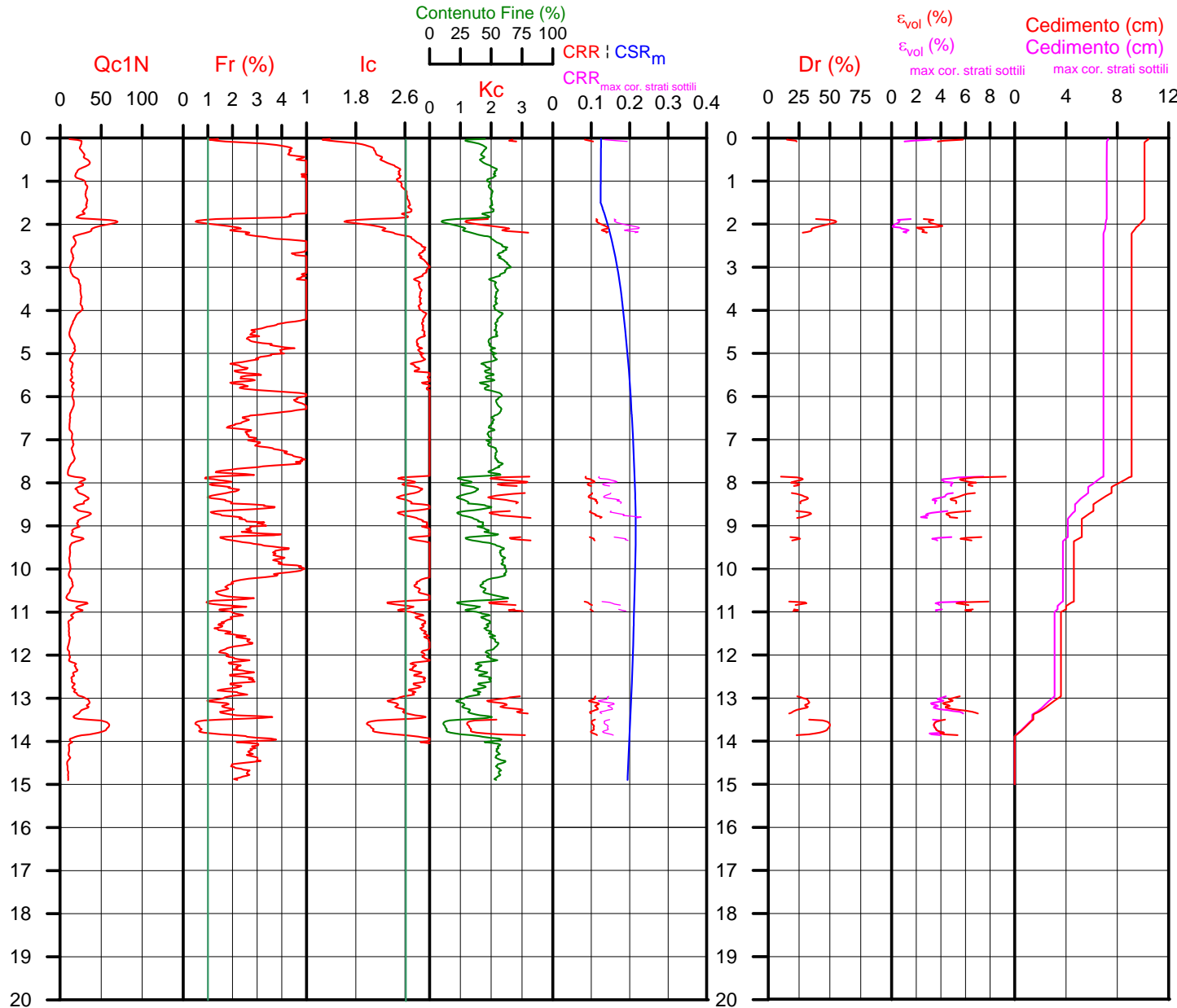
**CPT 9**  
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.418	Suolo di riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.709	amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo 6.140		magnitudo 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDA AGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - lc > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
<b>Cedimento totale</b>	<b>10</b>	<b>61</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>7</b>	<b>38</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
4.4	2.1	IL <= 5	BASSO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSA
4.5	2.1	2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
9	7	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA



Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 1**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

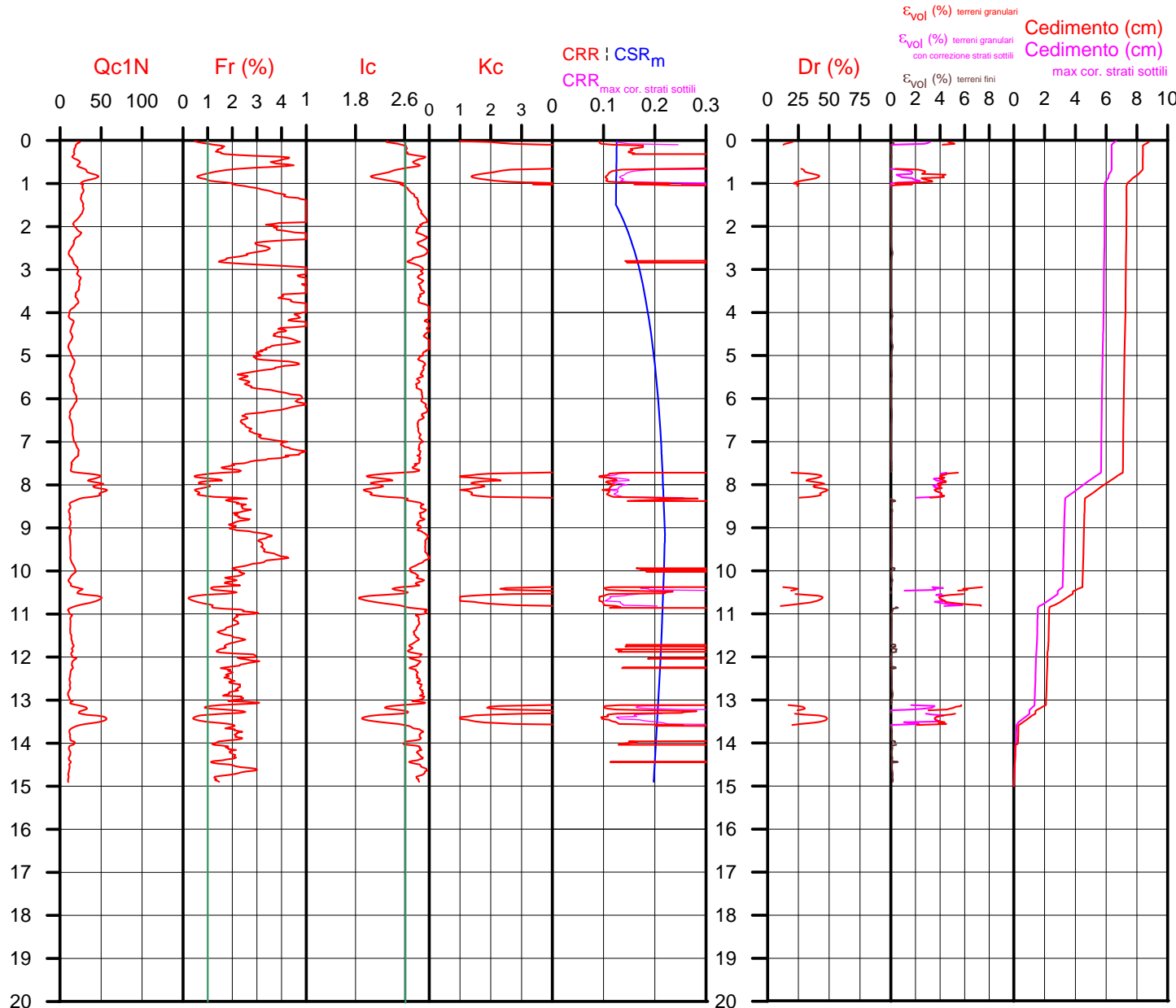


**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento</b>	8	84
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	6	72

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
<b>Cedimento</b>	1	9
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	7

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
3.9	2.2	2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 2**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

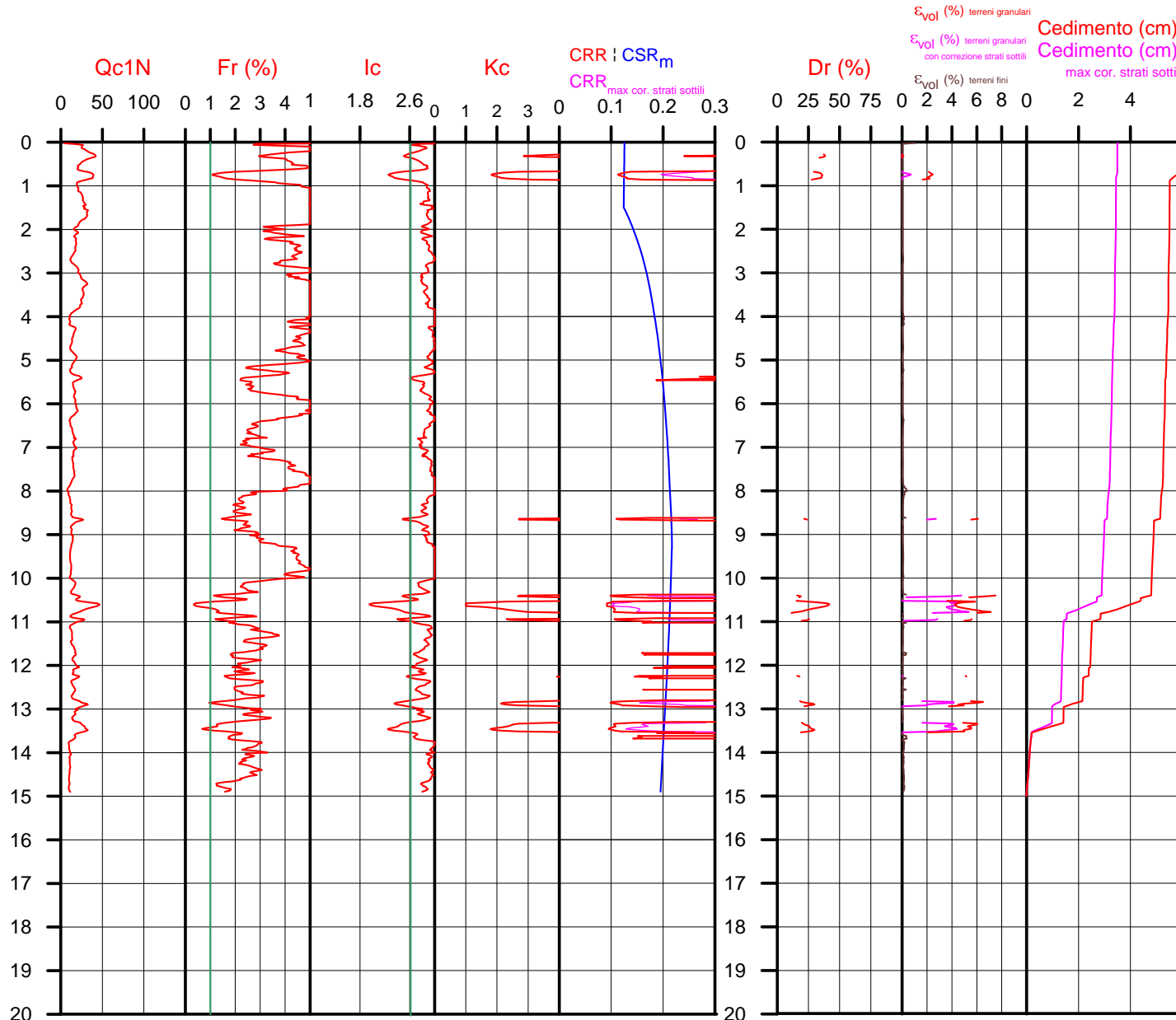


**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	5	12
Cedimento considerando strati sottili	3	9

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	6
Cedimento considerando strati sottili	1	4

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.9	0.7	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 3**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

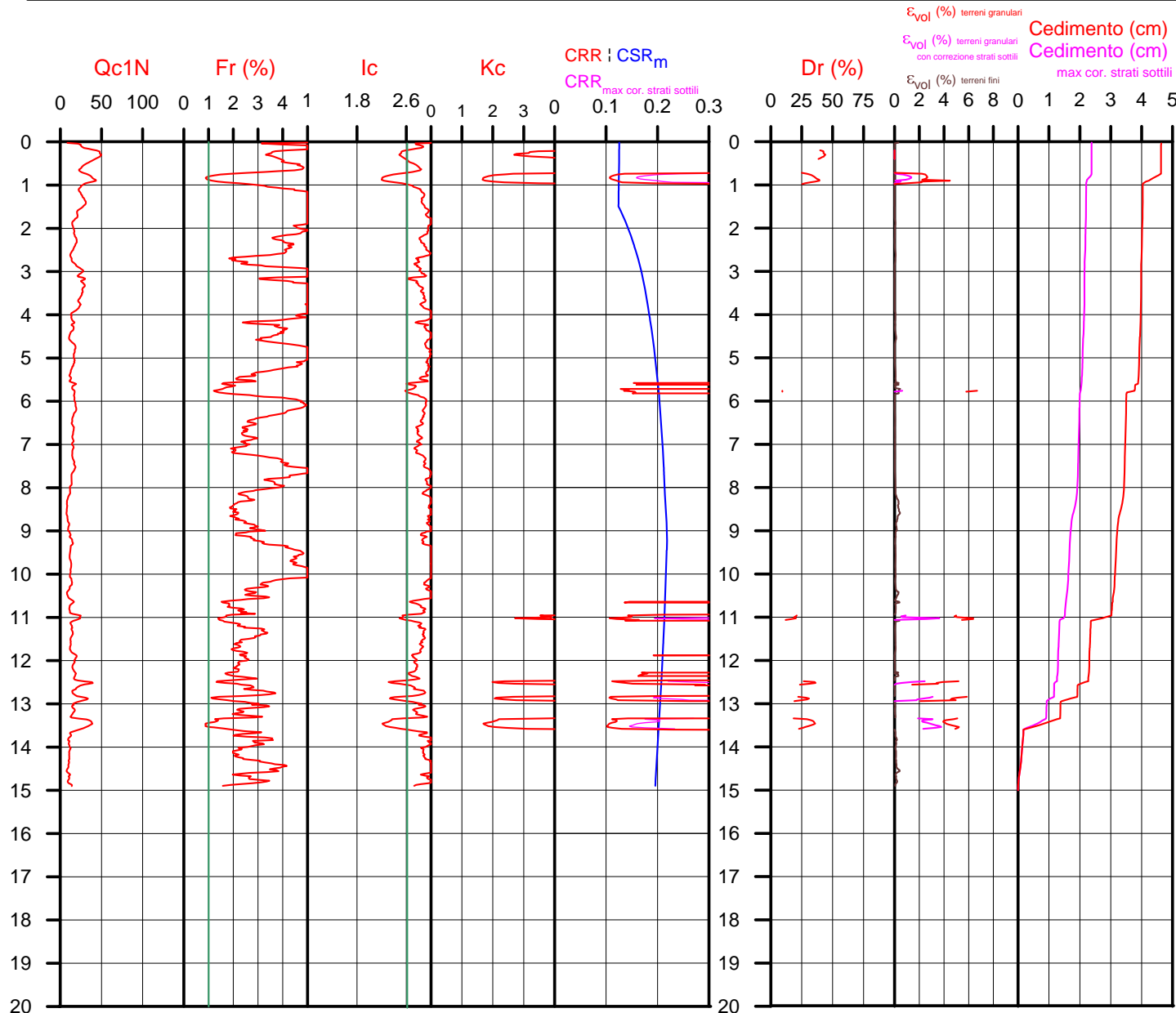


**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fsl<sub>iq</sub> = CRR 7.5 / CSR 6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	4	5
Cedimento considerando strati sottili	1	2

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	5
Cedimento considerando strati sottili	1	2

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>iq</sub> e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
1.3	0.1	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 7-mag-18

**CPT 4**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140

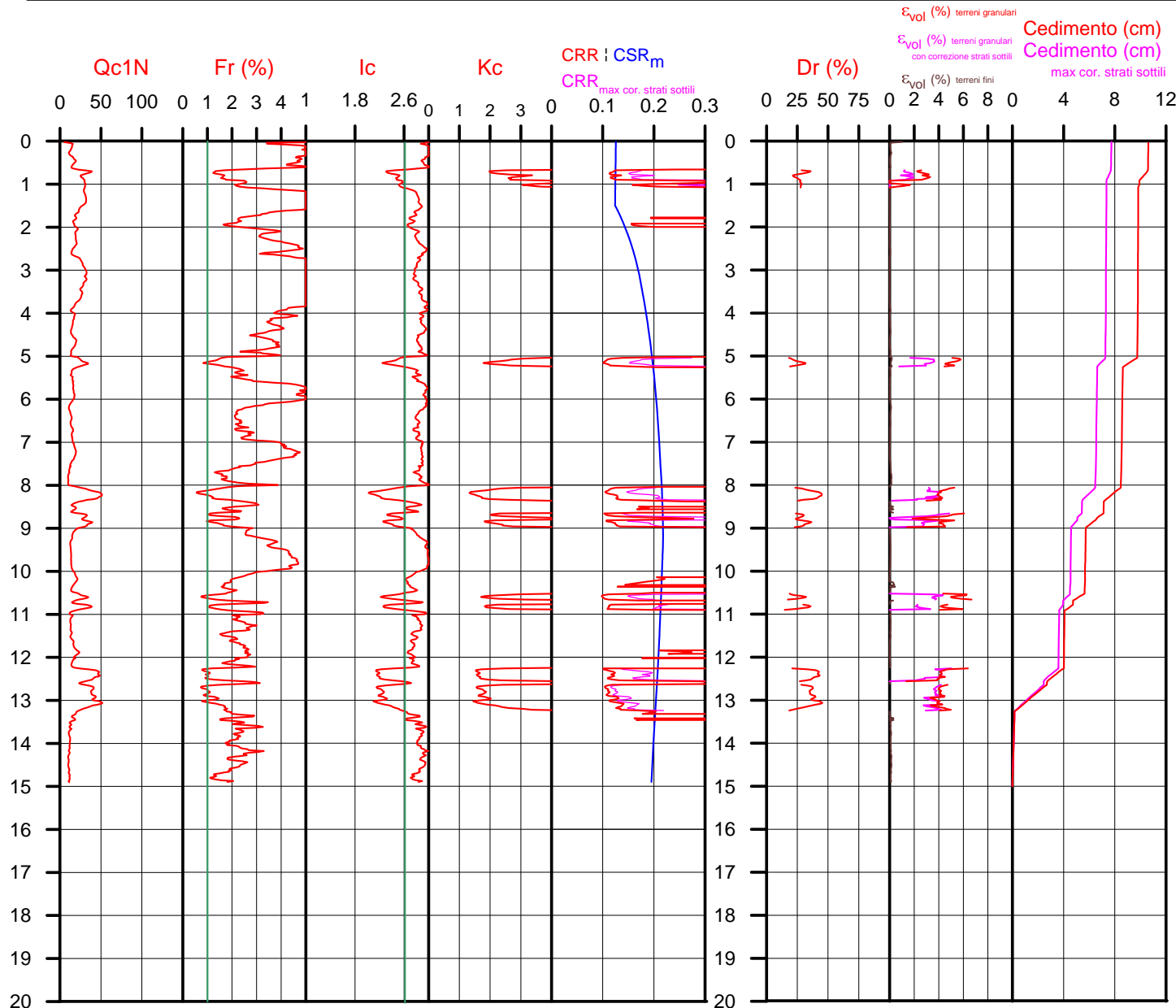


**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento</b>	10	59
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	7	48

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
<b>Cedimento</b>	1	11
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	8

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.7	IL <= 2	BASSO
4.5		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 5**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
tipo di suolo C	fattore amplificazione	1.418
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine	6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2)	1.910
longitudine 11.9412°		
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.865
	magnitudine	6.140

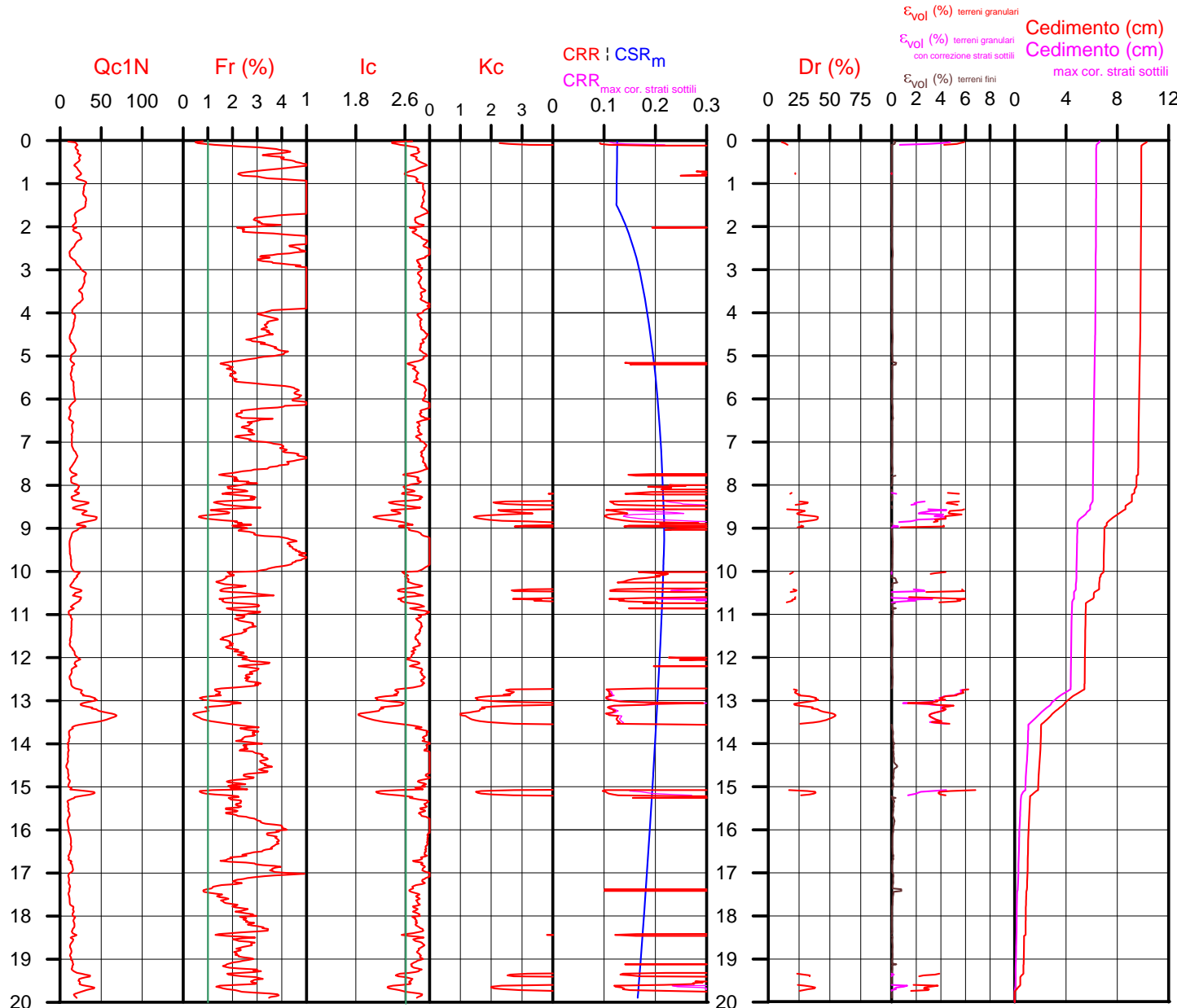


**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fsl_{liq} = CRR / CSR$  6.14

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento</b>	9	48
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	5	43

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
<b>Cedimento</b>	1	10
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	7

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>liq</sub> e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.3	IL <= 2	BASSO
3.3		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.E.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 6**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

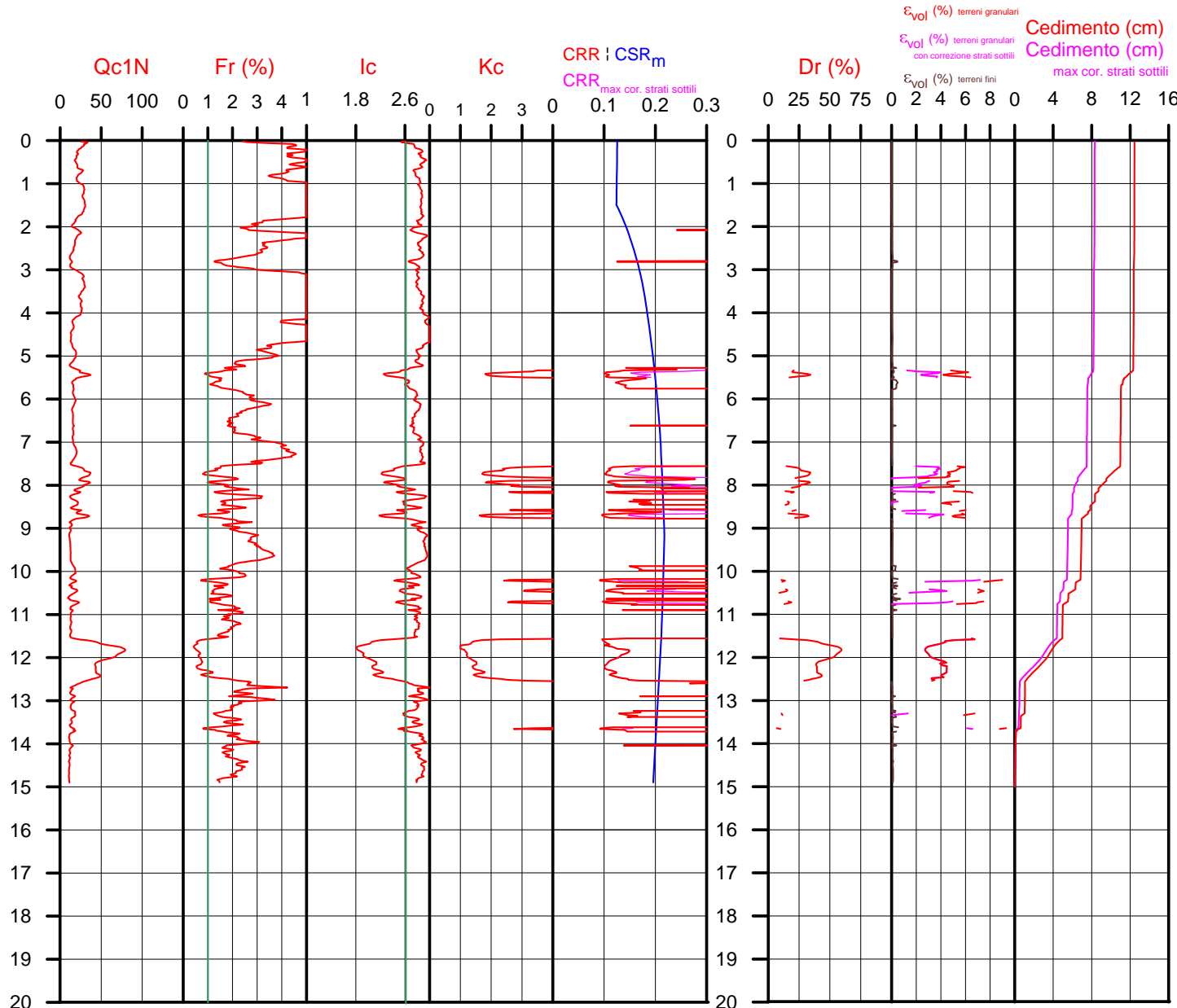
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	12	88
Cedimento considerando strati sottili	8	91

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	12
Cedimento considerando strati sottili	1	8

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
	2.5	2 < IL <= 5	MODERATO
6.3		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 7-mag-18

**CPT 7**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

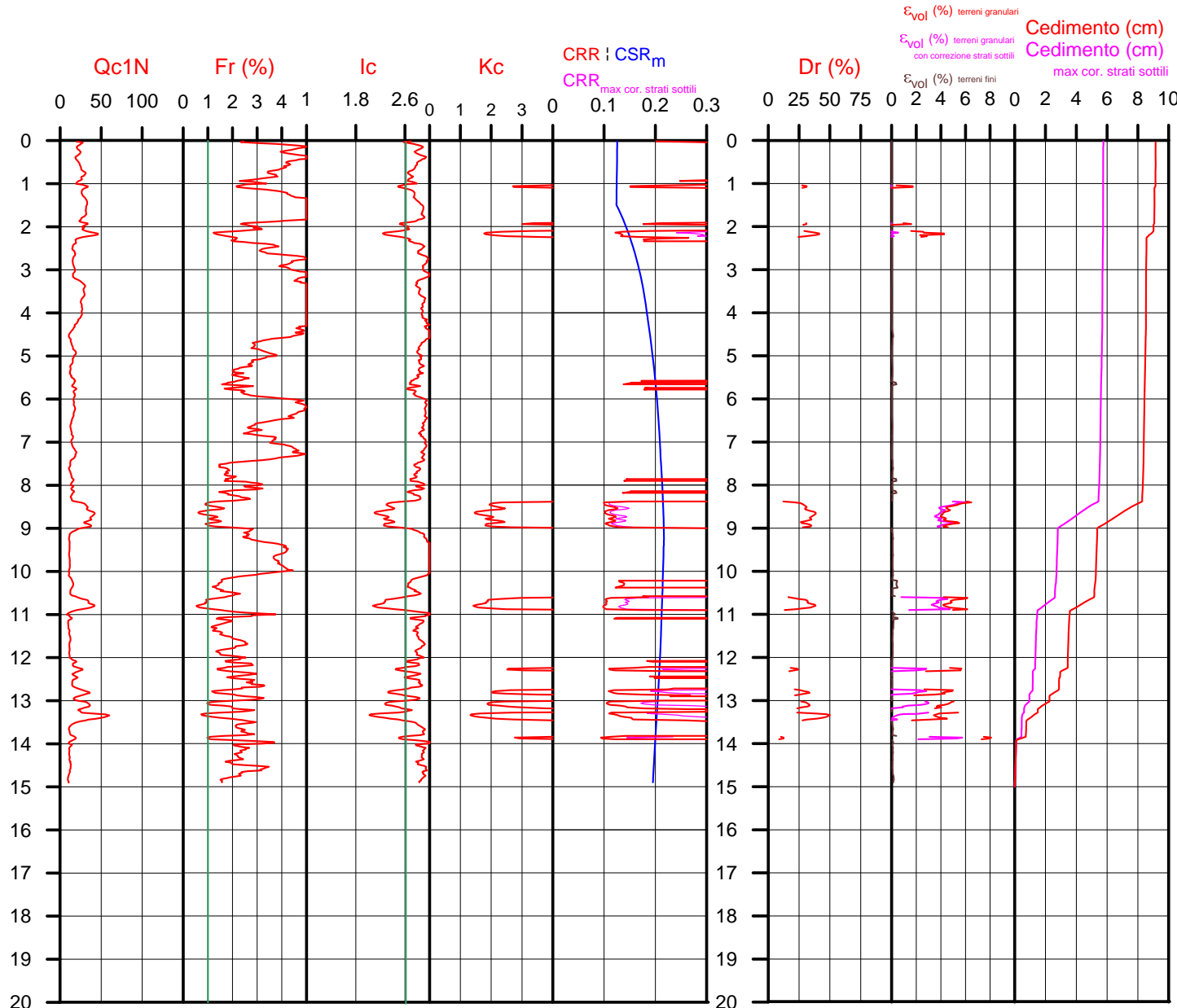
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	1.910
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento</b>	8	27
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	5	7

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
<b>Cedimento</b>	1	9
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	6

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	1.9	IL <= 2	BASSO
4.2		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 8**

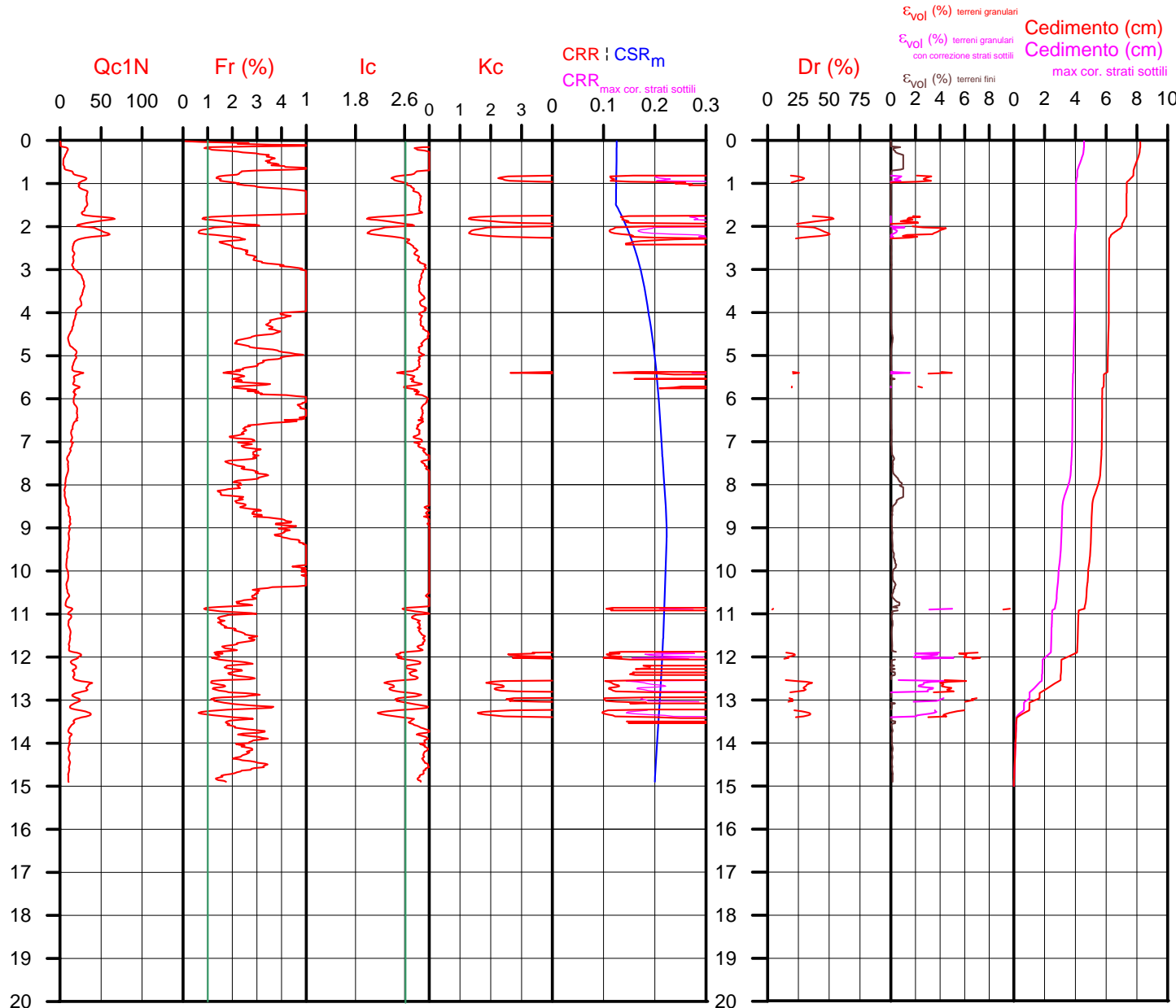
Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910	latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°		longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418	Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709	amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140	magnitudine	6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fsl_{liq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
<b>Cedimento</b>	6	21
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	3	3

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
<b>Cedimento</b>	2	8
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	2	5

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>liq</sub> e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.3	IL <= 2	BASSO
2.1		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Faenza  
Via Pasolini  
Localita' Granarolo Faentino  
Committente F.A.M. srl  
Data 7-mag-18

**CPT 9**

Falda presunta 1.5 metri

NTC 2018

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.418
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.709
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

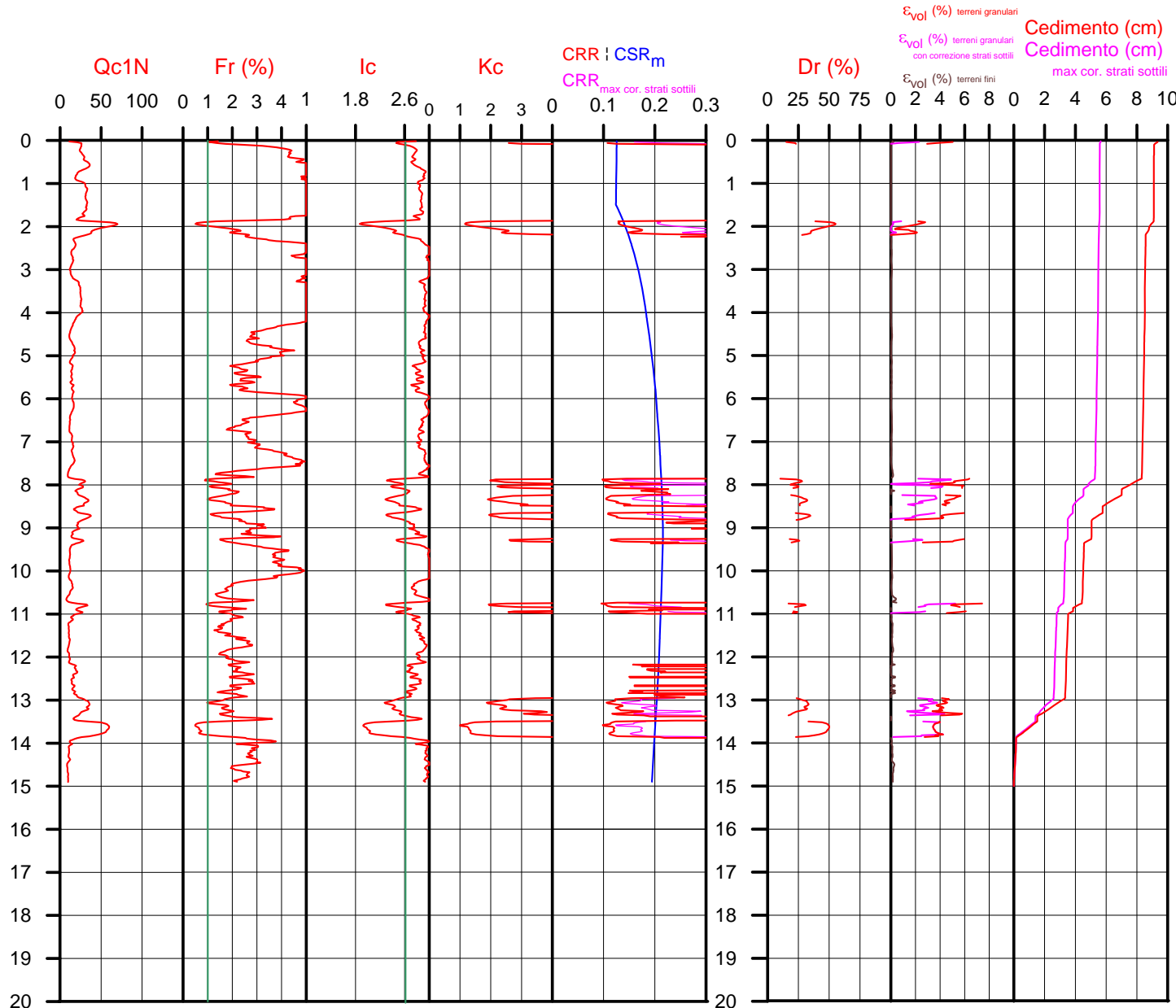
LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3646°	amax substrato (m/sec2) 1.910
longitudine 11.9412°	
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000	2.865
	magnitudine 6.140



**Società di Geologia Territoriale**

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
Via Matteotti 50  
48012 Bagnacavallo (RA)  
www.geo55.com



## PROCEDURA

### VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 6.14$

### CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE PER TERRENI GRANULARI (ISHIHARA & YOSEMINE 1993)

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa Dr secondo Tutsaoki 1990
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	9	40
Cedimento considerando strati sottili	5	35

### CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

- \* Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	1	9
Cedimento considerando strati sottili	1	6

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità,

- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
- \* Profondità

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.8	IL <= 2	BASSO
3.5		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

**RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)**

Comune Localita'	Faenza Granarolo Faentino
Committente	F.A.M. srl
Fondazione rettangolare	4 X 4 m
Piano di posa	1 -- 1 m
Carico applicato	1.2 daN/cm2

Distanza fondazione tra (m)	spigolo			
	angolo	corto	lungo	centro
angolo		2.00	2.00	2.83
spigolo corto	2.00		2.83	2.00
spigolo lungo	2.00	2.83		2.00
centro	2.83	2.00	2.00	

Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variabilità litotecnica (m)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		8	8	8	8
Prova 2	8		8	8	8	8
Prova 3	8	8		8	8	8
Prova 4	8	8	8		8	8
Prova 5	8	8	8	8		8
Prova 6	8	8	8	8	8	



Pianta rettangolare rigida	Cedimenti cumulativo in cm		
	Elastici	Edometrici	Totale
Prova 1	1.77	5.27	7.04
Prova 2	1.68	5.03	6.71
Prova 3	1.77	5.30	7.07
Prova 4	1.62	4.80	6.42
Prova 5	1.68	4.99	6.67
Prova 6	1.69	5.05	6.74

Cedimento differenziali Edometrici (cm)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.245	0.032	0.471	0.281
Prova 2	0.245		0.276	0.226	0.036	0.021
Prova 3	0.032	0.276		0.503	0.313	0.255
Prova 4	0.471	0.226	0.503		0.190	0.248
Prova 5	0.281	0.036	0.313	0.190		0.058
Prova 6	0.223	0.021	0.255	0.248	0.058	

Cedimenti differenziali Edometrici massimi		
cm	%	L / Δ
0.50	0.06	1591

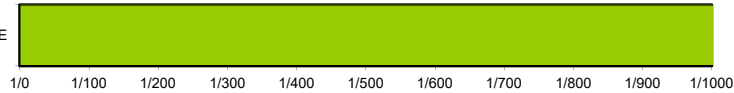
Cedimento differenziali Edometrici (%)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1		0.031	0.004	0.059	0.035
Prova 2	0.031		0.035	0.028	0.005	0.003
Prova 3	0.004	0.035		0.063	0.039	0.032
Prova 4	0.059	0.028	0.063		0.024	0.031
Prova 5	0.035	0.005	0.039	0.024		0.007
Prova 6	0.028	0.003	0.032	0.031	0.007	

**LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)**

DISTORSIONE MASSIMA TRA PROVE

D / L

TRA PROVE



D / L - 1/130  
Pericolo generale per la struttura; forti fessurazioni in pareti e murature  
D / L - 1/230  
Inclinazione visibile di edifici

D / L - 1/300  
Prime fessurazioni su pareti di pannelli; Limite per carriponte

D / L - 1/500  
Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono fessurazioni  
D / L - 1/600  
Limite di pericolo per strutture con diagonali

D / L - 1/730  
Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti

**LIMITI DEI CEDIMENTI E DISTORSIONI ANGOLARI AMMISSIBILE (WILUN & STARZEWSKI 1975)**

Classe edificio e struttura	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo totale ammissibile (cm)	Deformazione angolare massima ammissibile calcolata per tre punti allineati e connessi della fondazioni di una struttura
1	strutture massicce di notevole rigidità rispetto agli assi orizzontale, con fondazioni massicce in calcestruzzo non armato o fondazioni cellulari o graticci rigidi in calcestruzzo armato.	15 - 20	Le differenze massimi tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni della fondazioni maggiori di 1/100 - 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura.
2	strutture isostatiche con giunti e cerniere e strutture in legno.	10 - 15	1/100 - 1/200
3	strutture iperstatiche in acciaio e strutture portanti in laterizio con cordoli in cementi armati ad ogni piano, con fondazioni continue in cemento armato e con pareti trasversali con almeno 25 cm di spessore con interassi minori di 6 m e strutture a telaio in calcestruzzo armato con le colonne ad interassi minori di 6 m, con fondazioni continue o a platea.	8 - 10	1/200 - 1/300
4	strutture della classe 3, ma che non soddisfano una della condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 07/05/2018

# VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

Profondità Z sotto  
 piano di posa fondazione

Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 1 (daN/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 2 (daN/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 3 (daN/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 4 (daN/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 5 (daN/cm <sup>2</sup> )	Modulo Edometrico M Modulo Elastico E CPT 6 (daN/cm <sup>2</sup> )	Rapporto di tensione Ip (Steinbrenner 1934) verticale per una pianta rettangolare di 4 x 4 m
E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	E Autori Vari M Benassi M Autori Vari M Kulhawy & Maine	angolo pianta flessibile centro pianta flessibile pianta rigida

Profondità Z sotto  
 piano di posa fondazione

Cedimento (cm) CPT 1 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>	Cedimento (cm) CPT 2 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>	Cedimento (cm) CPT 3 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>	Cedimento (cm) CPT 4 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>	Cedimento (cm) CPT 5 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>	Cedimento (cm) CPT 6 con carico effettivo di 1,05 daN/cm <sup>2</sup>
elastico pianta rigida 1,77 cm angolo pianta flessibile 2,46 cm centro pianta flessibile 5,75 cm edometrico pianta rigida 5,27 cm totale pianta rigida (M+E) 7,04 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,47 cm pianta rigida 5,02 cm totale pianta rigida (M+E) 6,71 cm	elastico pianta rigida 1,77 cm angolo pianta flessibile 2,46 cm centro pianta flessibile 5,76 cm pianta rigida 5,3 cm totale pianta rigida (M+E) 7,07 cm	elastico pianta rigida 1,62 cm angolo pianta flessibile 2,24 cm centro pianta flessibile 5,22 cm pianta rigida 4,79 cm totale pianta rigida (M+E) 6,42 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,43 cm pianta rigida 4,98 cm totale pianta rigida (M+E) 6,67 cm	elastico pianta rigida 1,68 cm angolo pianta flessibile 2,35 cm centro pianta flessibile 5,5 cm pianta rigida 5,04 cm totale pianta rigida (M+E) 6,74 cm

## CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b)	4.00 m
Lunghezza fondazione (l)	4.00 m
Carico applicato	1.200 daN/cm <sup>2</sup>

### PROVA A 1

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.77 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	5.27 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	7.04 cm

### PROVA B 2

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.68 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	5.03 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.71 cm

### PROVA C 3

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.77 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	5.30 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	7.07 cm

### PROVA D 4

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.62 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.80 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.42 cm

### PROVA E 5

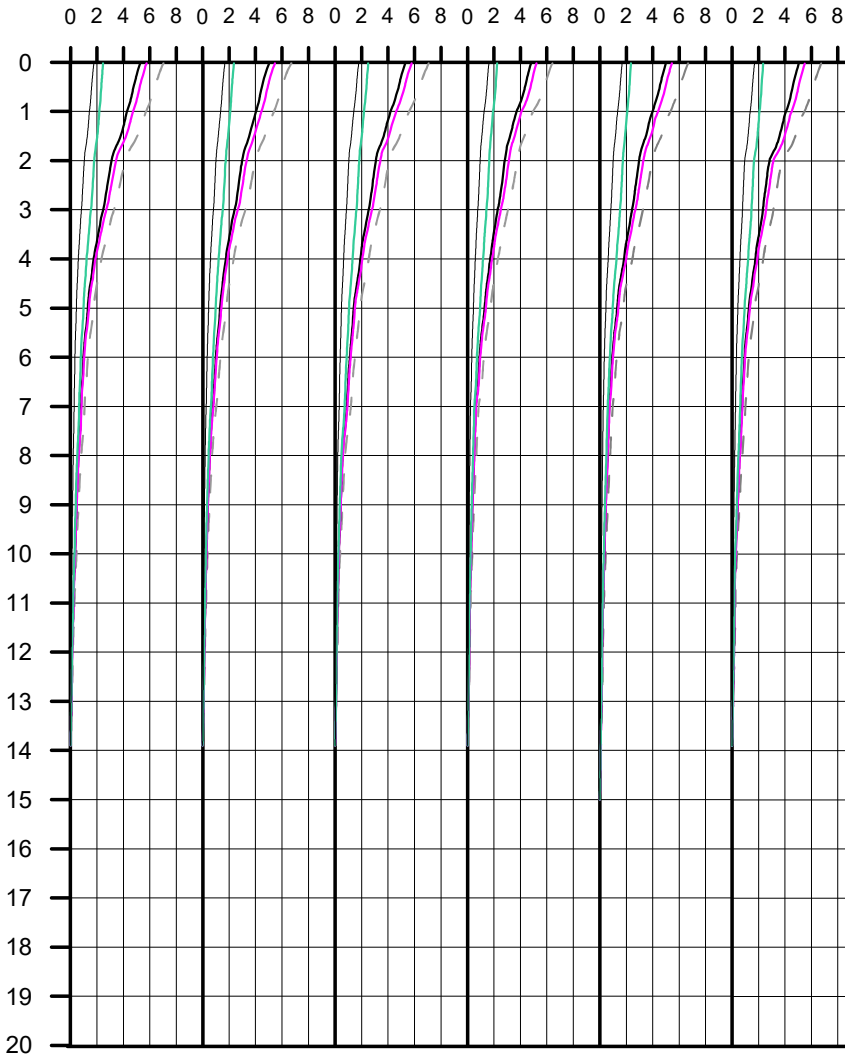
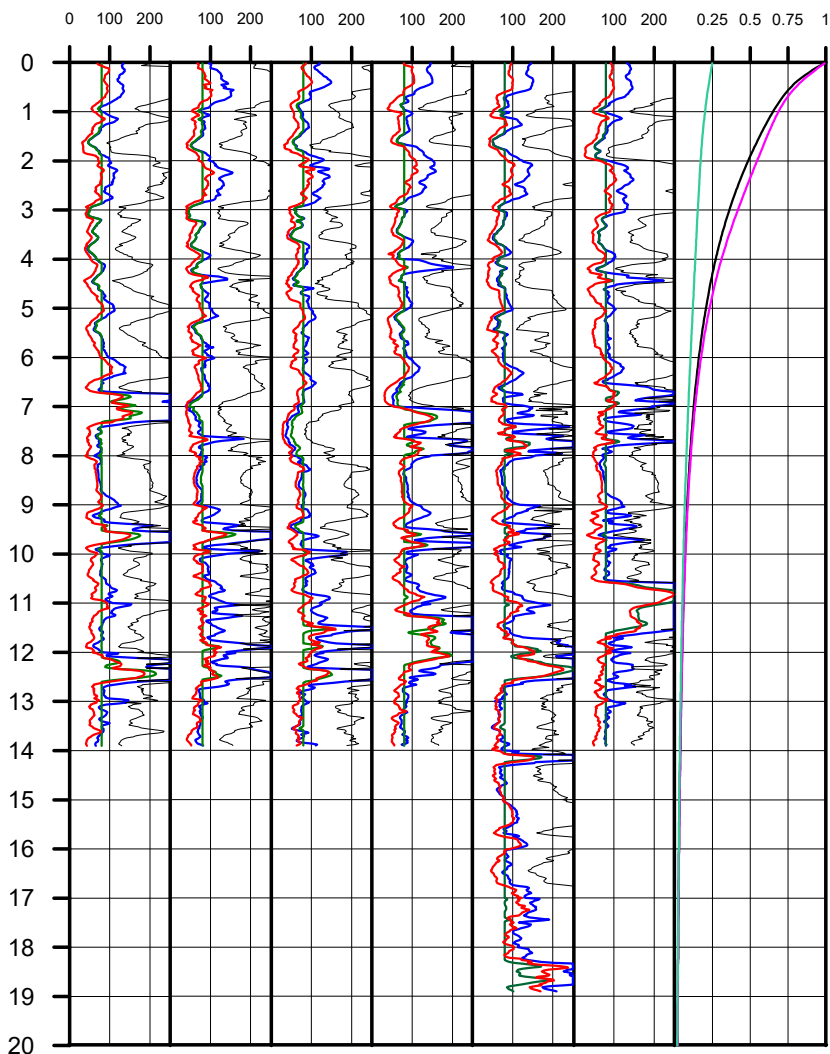
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.68 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.99 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.67 cm

### PROVA F 6

Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm <sup>2</sup>
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.050 daN/cm <sup>2</sup>

Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.69 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	5.05 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.74 cm



**RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)**

Comune Localita'	Faenza Granarolo Faentino
Committente	F.A.M. srl
Fondazione rettangolare	3 X 3 m
Piano di posa	1 -- 1 m
Carico applicato	1.4 daN/cm2

Distanza fondazione tra (m)	spigolo			
	angolo	corto	lungo	centro
angolo	1.50	1.50	2.12	
spigolo corto	1.50	2.12	1.50	
spigolo lungo	1.50	2.12	1.50	
centro	2.12	1.50	1.50	

Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variabilità litotecnica (m)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1	8	8	8	8	8
Prova 2	8	8	8	8	8	8
Prova 3	8	8	8	8	8	8
Prova 4	8	8	8	8	8	8
Prova 5	8	8	8	8	8	8
Prova 6	8	8	8	8	8	8



Pianta rettangolare rigida	Cedimenti cumulativo in cm		
	Elastici	Edometrici	Totale
Prova 1	1.62	4.84	6.47
Prova 2	1.54	4.62	6.16
Prova 3	1.63	4.87	6.50
Prova 4	1.49	4.42	5.91
Prova 5	1.54	4.57	6.11
Prova 6	1.56	4.65	6.20

Cedimento differenziali Edometrici (cm)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1	0.228	0.228	0.029	0.422	0.269
Prova 2	0.228	0.257	0.195	0.041	0.031	
Prova 3	0.029	0.257	0.452	0.298	0.226	
Prova 4	0.422	0.195	0.452	0.154	0.226	
Prova 5	0.269	0.041	0.298	0.154	0.072	
Prova 6	0.197	0.031	0.226	0.226	0.072	

Cedimenti differenziali Edometrici massimi		
cm	%	L / Δ
0.45	0.06	1771

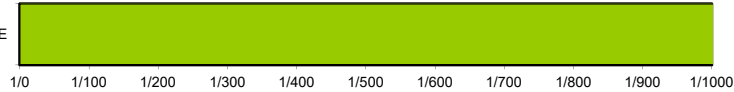
Cedimento differenziali Edometrici (%)	Prova 1	Prova 2	Prova 3	Prova 4	Prova 5	Prova 6
	Prova 1	0.028	0.028	0.004	0.053	0.034
Prova 2	0.028	0.032	0.024	0.005	0.004	
Prova 3	0.004	0.032	0.056	0.037	0.028	
Prova 4	0.053	0.024	0.056	0.019	0.028	
Prova 5	0.034	0.005	0.037	0.019	0.009	
Prova 6	0.025	0.004	0.028	0.028	0.009	

**LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)**

DISTORSIONE MASSIMA TRA PROVE

D / L

TRA PROVE



D / L - 1/130  
Pericolo generale per la struttura; forti fessurazioni in pareti e murature D / L - 1/200  
Inclinazione visibile di edifici

D / L - 1/300  
Prime fessurazioni su pareti di pannelli, Limite per carpente

D / L - 1/500  
Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono fessurazioni  
D / L - 1/600  
Limite di pericolo per strutture con diagonali

D / L - 1/730  
Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti

**LIMITI DEI CEDIMENTI E DISTORSIONI ANGOLARI AMMISSIBILE (WILUN & STARZEWSKI 1975)**

Classe edificio e struttura	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo totale ammissibile (cm)	Deformazione angolare massima ammissibile calcolata per tre punti allineati e connessi della fondazioni di una struttura
1	strutture massicce di notevole rigidità rispetto agli assi orizzontale, con fondazioni massicce in calcestruzzo non armato o fondazioni cellulari o graticci rigidi in calcestruzzo armato.	15 - 20	Le differenze massimi tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni della fondazioni maggiori di 1/100 - 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura.
2	strutture isostatiche con giunti e cerniere e strutture in legno.	10 - 15	1/100 - 1/200
3	strutture iperstatiche in acciaio e strutture portanti in laterizio con cordoli in cementi armati ad ogni piano, con fondazioni continue in cemento armato e con pareti trasversali con almeno 25 cm di spessore con interassi minori di 6 m e strutture a telaio in calcestruzzo armato con le colonne ad interassi minori di 6 m, con fondazioni continue o a platea.	8 - 10	1/200 - 1/300
4	strutture della classe 3, ma che non soddisfano una della condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

Comune Faenza  
 Via Pasolini  
 Localita' Granarolo Faentino  
 Committente F.A.M. srl  
 Data 07/05/2018

# VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari

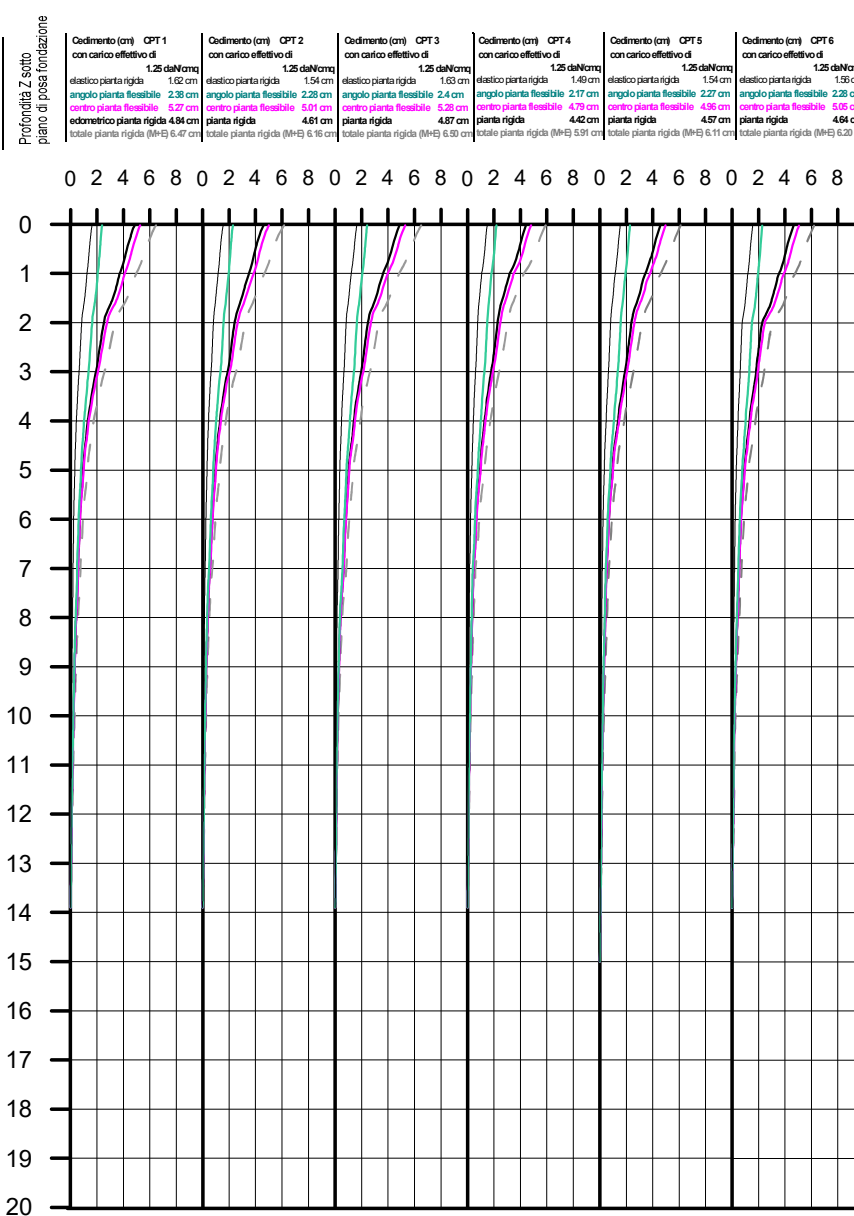
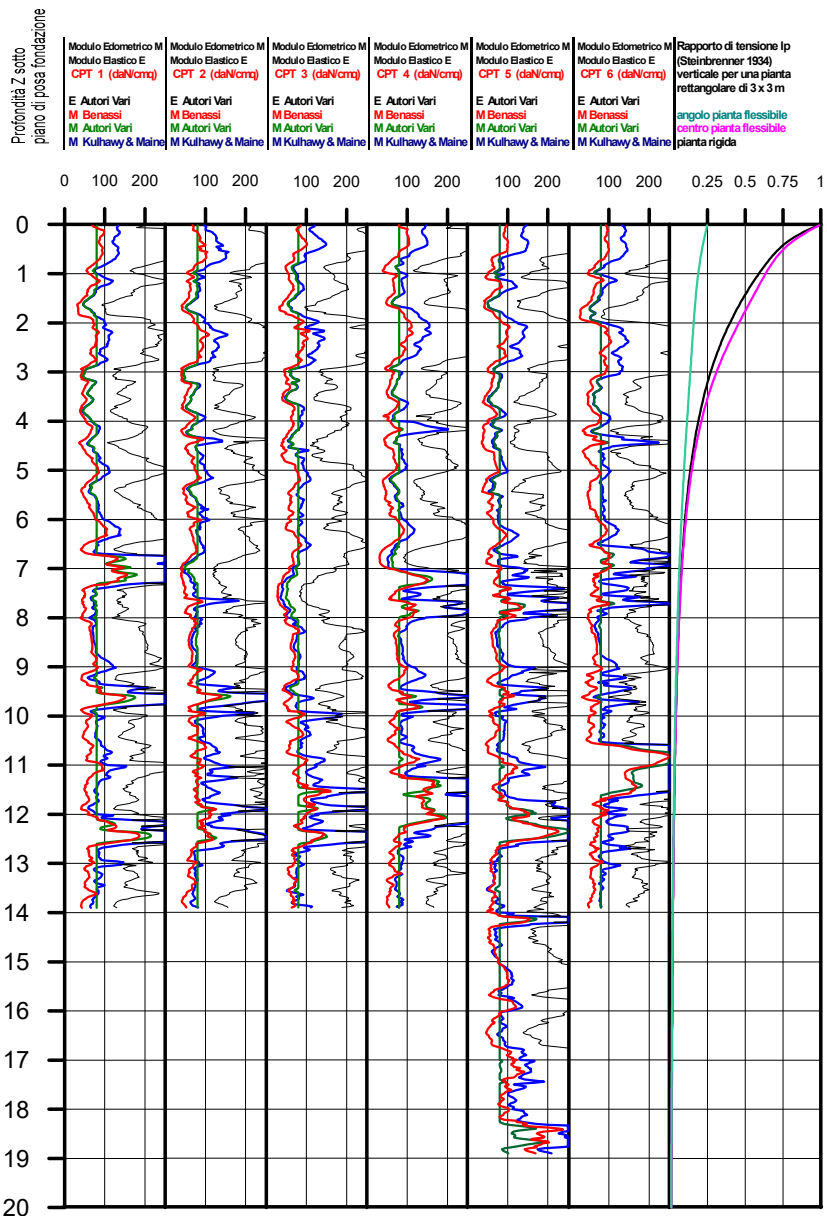


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



## CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b)	3.00 m
Lunghezza fondazione (l)	3.00 m
Carico applicato	1.400 daN/cm²

PROVA A	1
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.62 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.84 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.47 cm

PROVA B	2
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.54 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.62 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.16 cm

PROVA C	3
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.63 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.87 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.50 cm

PROVA D	4
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.49 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.42 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	5.91 cm

PROVA E	5
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.54 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.57 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.11 cm

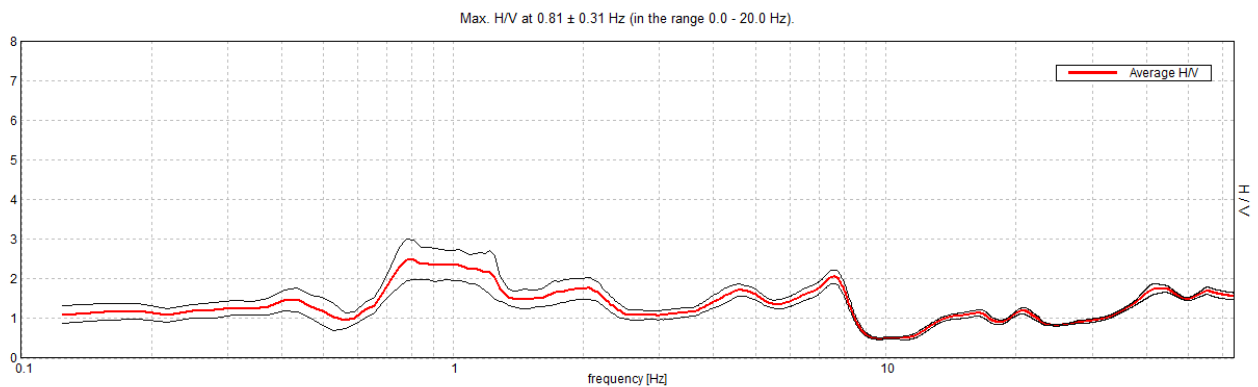
PROVA F	6
Profondità fondazione	1.00 m
Densità terreno sopra la fondazione	1500 daN/cm²
Applicare detrazione per terreno asportato	si
Carico effettivo sulle fondazione	1.250 daN/cm²
Cedimenti per pianta rigida <b>Elastici</b>	1.56 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Edometrici</b>	4.65 cm
Cedimenti per pianta rigida <b>Totale</b>	6.20 cm

## FAENZA GRANAROLO VIAPASOLINI, F.A.M. SRL T1

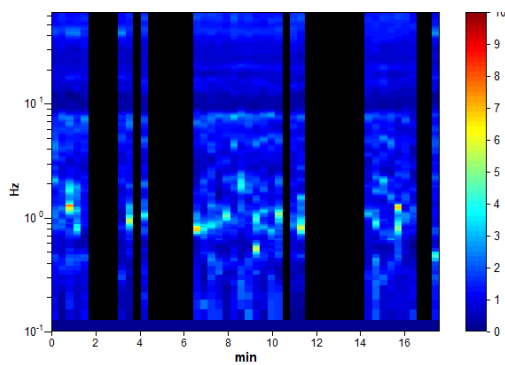
Instrument: TEN-0017/01-07  
Data format: 16 byte  
Full scale [mV]: n.a.  
Start recording: 07/05/18 17:10:09      End recording: 07/05/18 17:27:48  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

Trace length: 0h17'36".      Analyzed 58% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

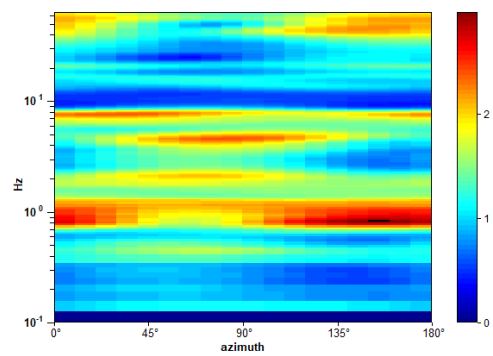
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



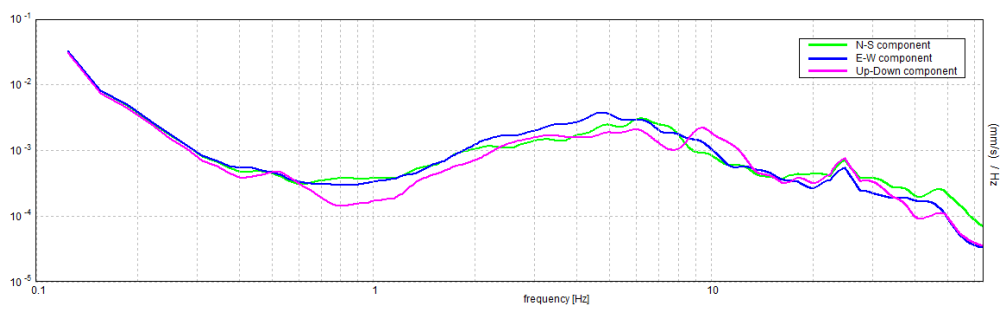
### H/V TIME HISTORY



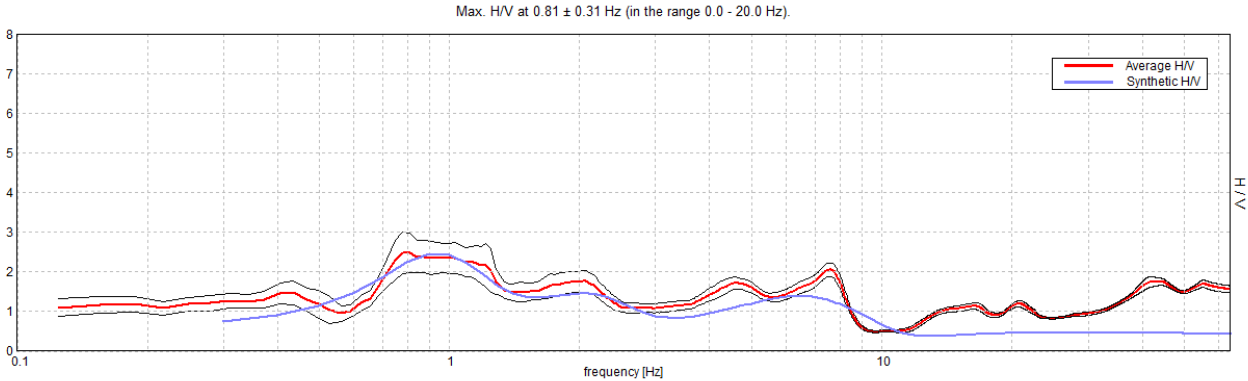
### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA

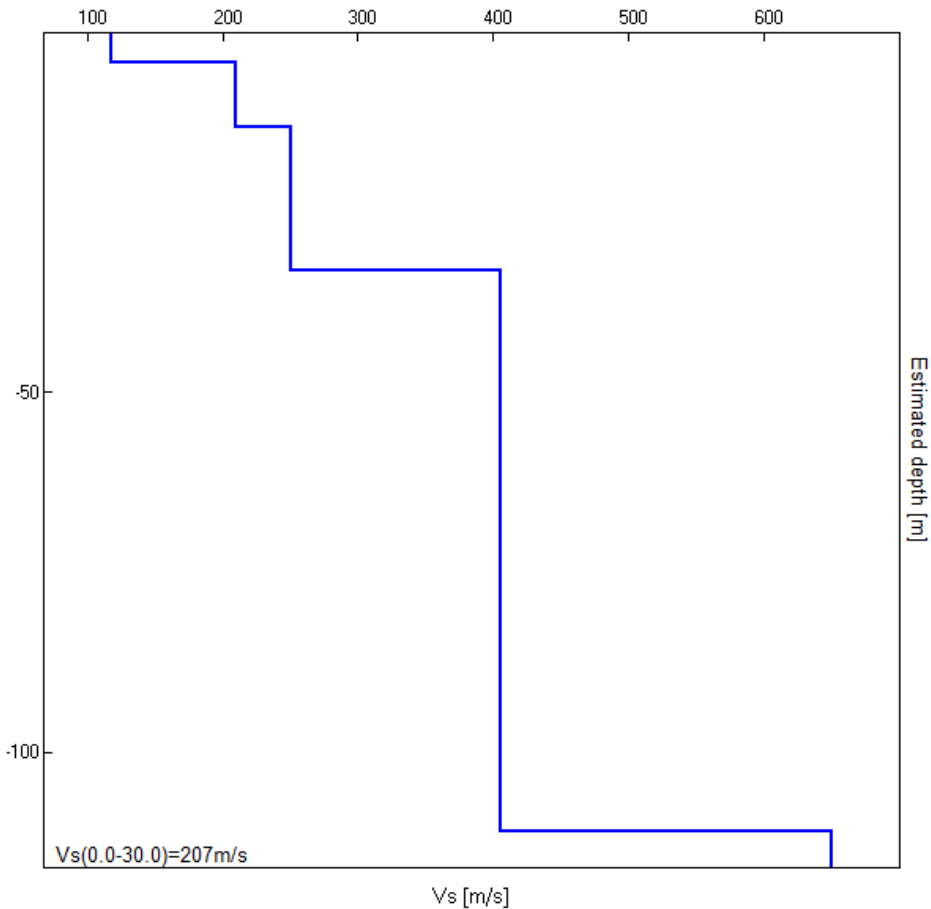


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.00	4.00	118	0.40
13.00	9.00	210	0.40
33.00	20.00	250	0.40
111.00	78.00	405	0.35
inf.	inf.	650	0.35

Vs(0.0-30.0)=207m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 0.81 ± 0.31 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**  
[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	487.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 40 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**  
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.625 Hz	OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.48 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.38004  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.30878 < 0.12188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4964 < 2.0$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$

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