



COMMITTENTE

EUROCOMPANY S.R.L.

Via Faentina, 280 Godo - 48026 Russi (RA) Italy
Tel 0544416711 Fax 0544414230

Italo Zani

FIRMA

RELAZIONE:

- GEOLOGICA SULLE INDAGINI,
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE
DEL SITO

- MODELLAZIONE SISMICA

- GEOTECNICA SULLE INDAGINI,
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE
DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

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



PROPOSTA DI VARIANTE URBANISTICA al PRG

ai sensi dell'art. 8 del DPR 160/2010, art.14 bis LR 20/2000 ed in
applicazione degli articoli da 14 a 14 quinquies legge 7 agosto 1990 n.241

EUROCOMPANY SRL - AMPLIAMENTO

COD.

RG

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

Via Faentina, 280/286 Godo - 48026 Russi (RA) Italy LUOGO

10-giu-18 DATA

COMUNE DI RUSSI

(Provincia di Ravenna)

RELAZIONE

- **GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL SITO**
- **MODELLAZIONE SISMICA**
- **GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO**

Progetto per ampliamento con realizzazione di nuovo magazzino da realizzarsi presso lo stabilimento Euro Company srl, sito in via Faentina 280/286, nella località di Godo di Russi

Committente:

Euro Company srl - Via Faentina, 280/286 - Godo - 48026 Russi (RA) - Codice Fiscale e Iscr. Reg. Impr.0044406 – P.IVA 00444060396 R.E.A. RA n.91682/96 - Cod. Ident. C.E.E. 00444060396 –NMECC RA 005362



Dicembre, 2017

SGT Società di
Geologia
Territoriale

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



INDICE DELLE RELAZIONI di cui al DM 14.01.2008

Capitoli di cui alle suddette relazioni

- 2. Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del sito** (di cui al § 6.2.1 del DM 14.01.2008)
- 3. Relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base del sito di costruzione** (di cui al § 3.2 del DM 14.01.2008)
- 4. Caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno** (di cui al § 6.2.2 del DM 14.01.2008)

Indice

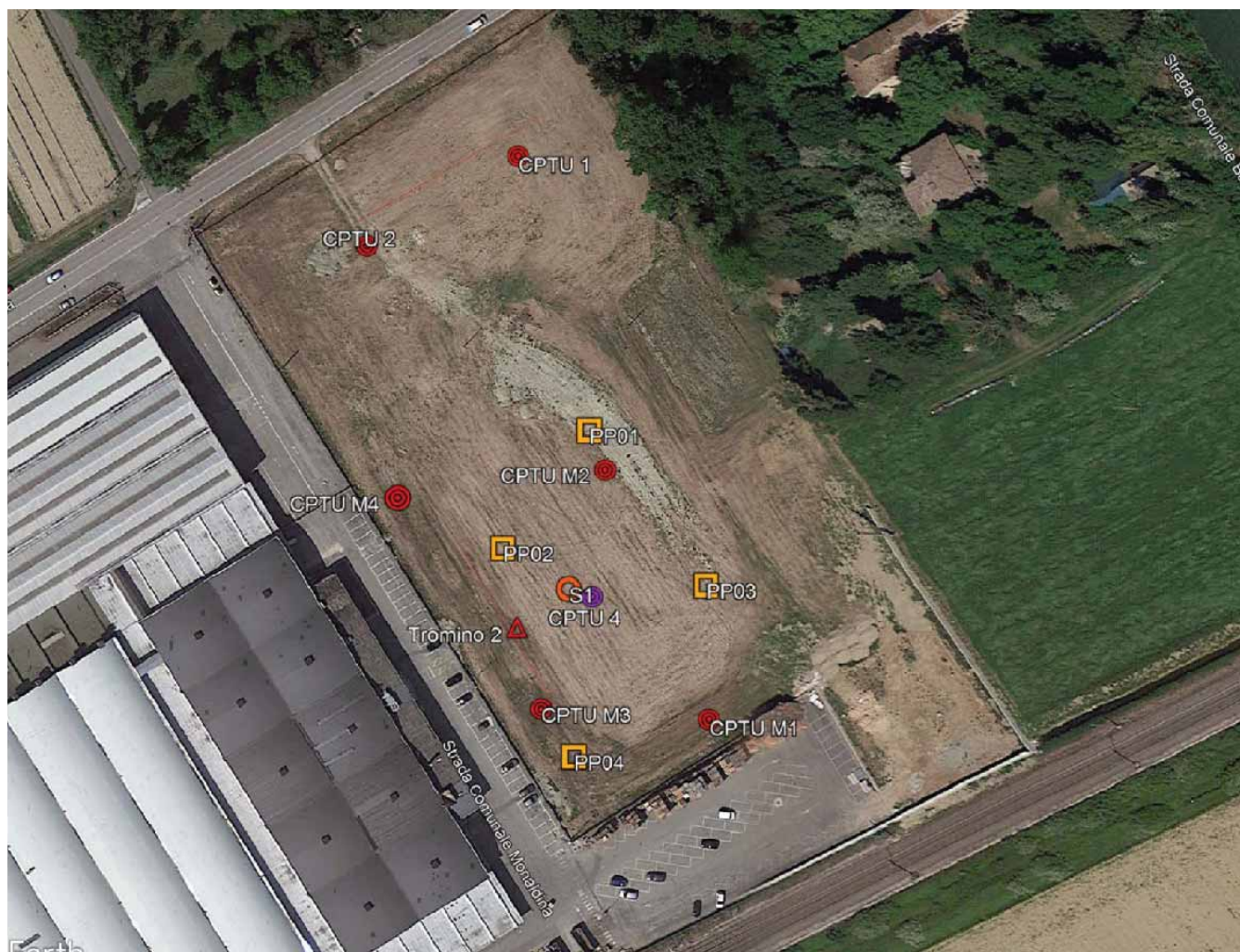
Committente:	0
1. PREMESSA	2
2. RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL SITO...4	4
2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	4
2.2. PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	6
2.3. INDAGINI GEOGNOSTICHE	8
2.3.1. PROVE PENETROMETRICHE E SONDAGGIO.....	8
2.3.2. LABORATORIO GEOTECNICO.....	10
2.3.3. MISURE DEI MICROTREMORI (HVSr) E SASW-MASW.....	12
3. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE.....	16
3.1. EFFETTI DI SISMA DI PROGETTO SUI TERRENI DEL SITO DI INTERESSE.....	16
3.2. VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE.....	20
4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.....	21
4.1. METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	21
4.1.1. Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto	23
4.1.2. Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato	28
4.2. VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO	33
4.2.1. Calcolo del carico limite dell’insieme fondazione-terreno - premessa	34
4.2.2. Collasso per carico limite dell’insieme “fondazione-terreno” – approccio 2.....	36
4.3. VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI	40
5. CONCLUSIONI	41
INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE ESECUTIVO E PROGETTUALE.....	42
APPENDICE.....	44
ALLEGATI.....	56

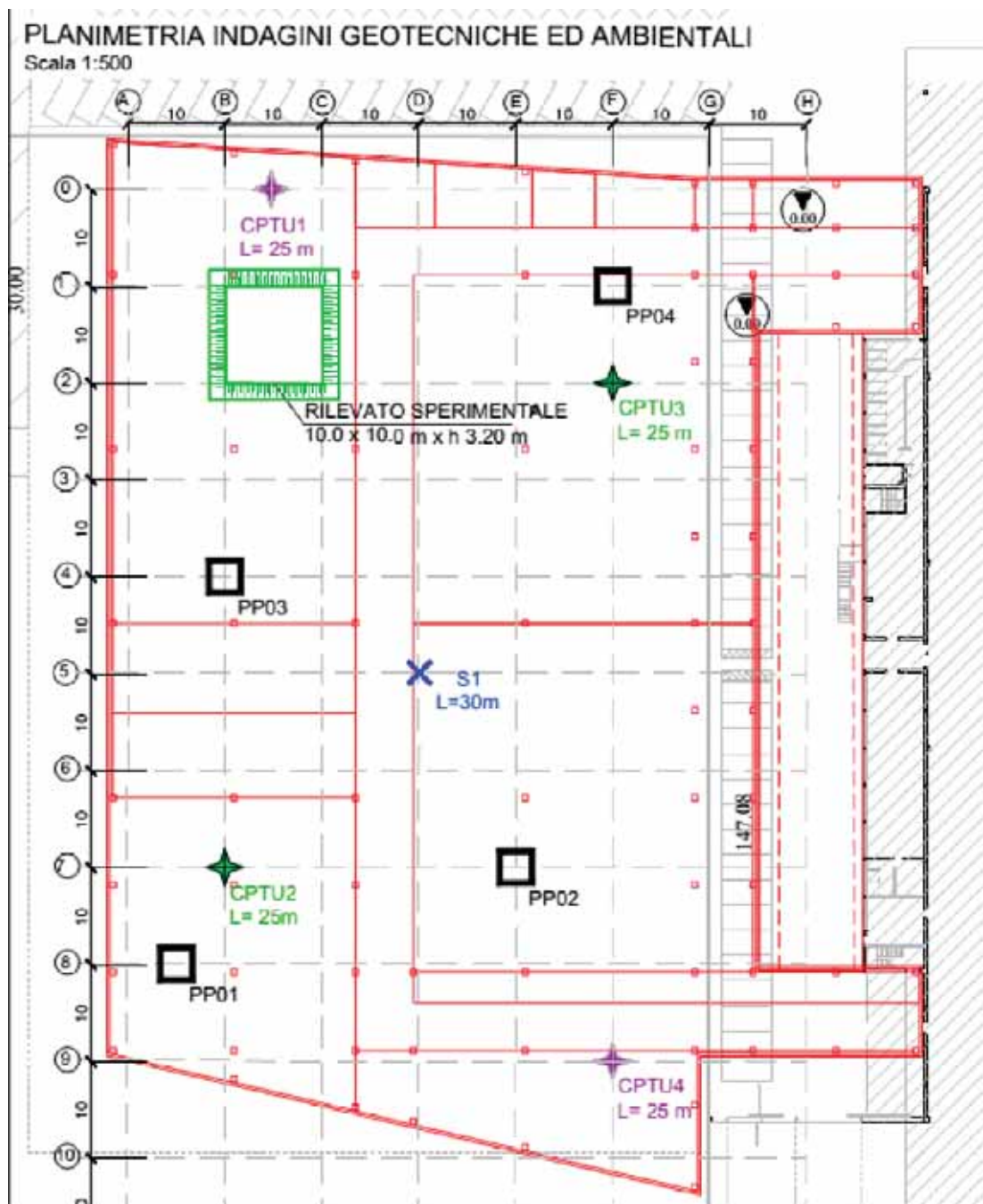
1. PREMESSA


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. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

La relazione in oggetto è stata realizzata allo scopo di predisporre il progetto dell'ampliamento dello stabilimento dell'Eurocompany con realizzazione di un nuovo magazzino da realizzarsi su un lotto libero in adiacenza alla proprietà Euro Company srl in Godo di Russi.





LEGENDA INDAGINI	
 Sondaggio c.c	 Pozzetti per prova di carico su piastra
 Prova penetrometrica CPTU	 Assestmetro tubo in acciaio
 Prova penetrometrica CPTU attrezzata per prova di dissipazione	

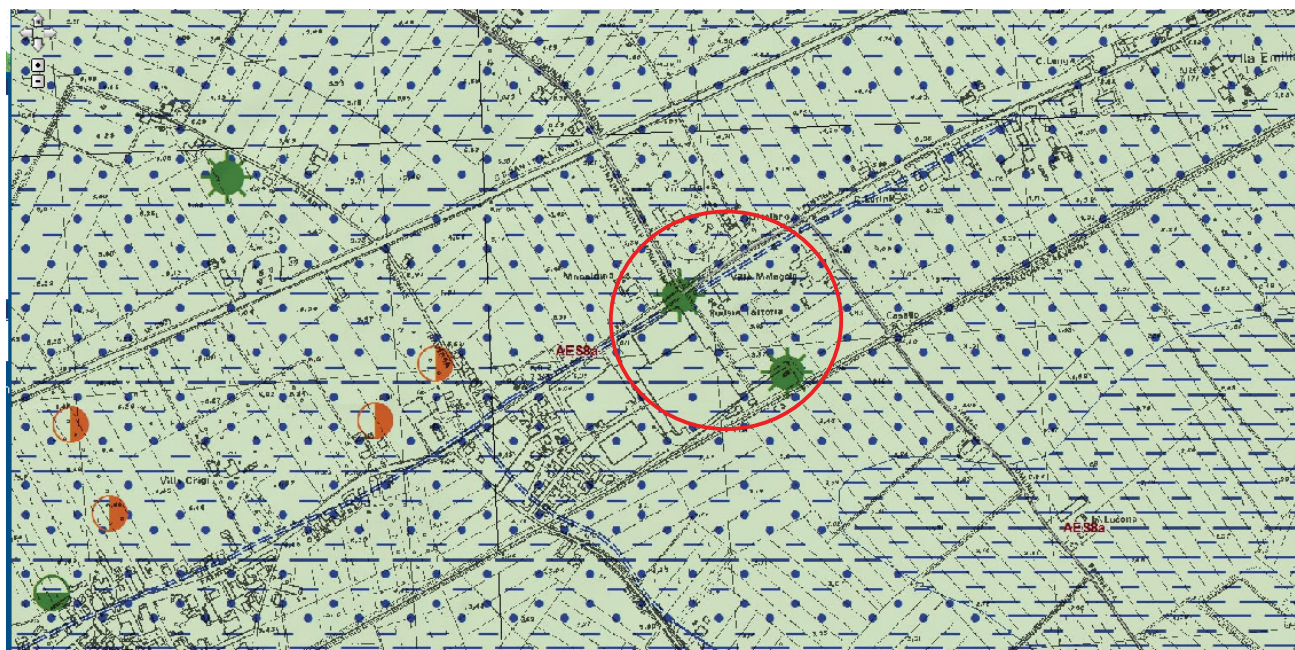
2. RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL SITO

2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

L'area di progetto si trova nella zona industriale della località di Godo nel comune di Russi, in via Faentina Nord 280-286, si presenta morfologicamente pianeggiante, si trova a circa 3.5÷3.9 m sul livello mare, come risulta dalla CTR, e non si riscontrano particolari degni di nota. Comunque si osserva che il piano campagna originale risulta posto ad una quota inferiore di circa 2.1÷2.4 m rispetto a quello della via Faentina.

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

La geologia dell'area è caratterizzata da coperture quaternarie appartenenti all'Unità di Modena (AES8a): Sabbie limoso argillose - Piana alluvionale – Deposito di canale, argine e rotta fluviale. In corrispondenza della via Faentina Nord, la carta geologica segnala la presenza di un paleoalveo, con andamento coincidente con la strada.



Legenda

Province



Comuni



Griglia 10.000



Prove puntuali

- pozzo per acqua
- prova CPT con punta meccanica
- prova dinamica generica

Linee geomorf./antrop. (10K)

- traccia di alveo fluviale abbandonato
- ventaglio di esondazione

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

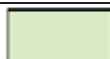
- Argilla Limosa - Piana alluvionale
- Sabbia Limoso Argillosa - Piana alluvionale

Coperture quaternarie (10K)

- AES8a - Unità di Modena



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.

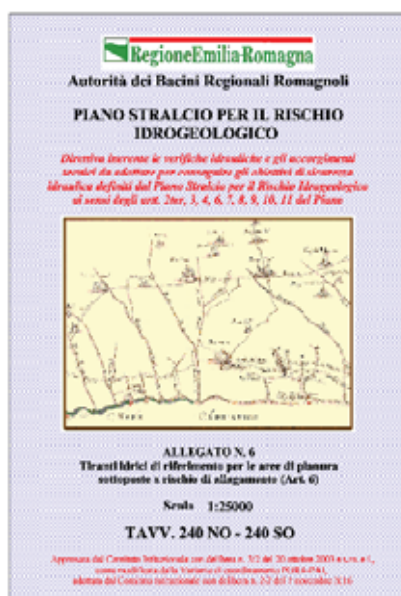
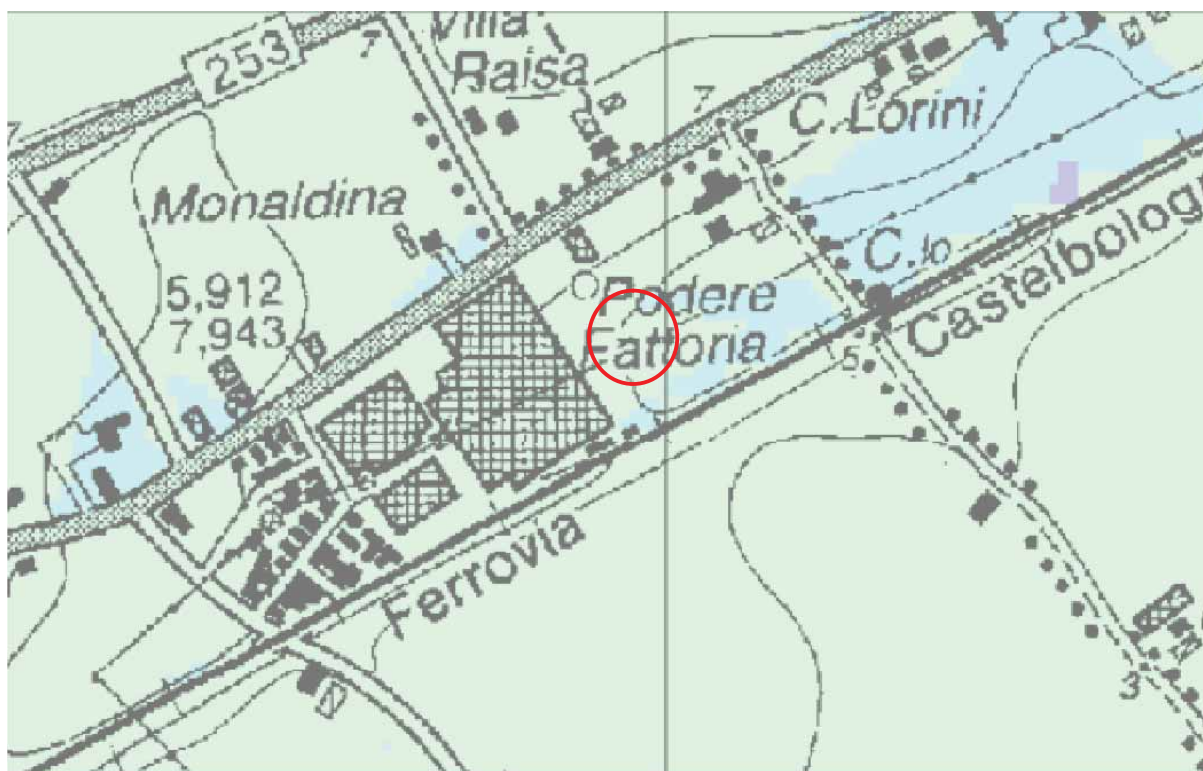
Olocene

2.2. PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

Il sito in esame ricade in una zona inserita nelle aree potenzialmente allagabili (art.6) delle Norme del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico redatto dall'ex Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli.

Per la valutazione della pericolosità idraulica l'art.6 rimanda alla Direttiva Idraulica la quale individua dei tiranti idrici attesi nella zona in esame rispetto a quali risulta necessario porre in atto misure di mitigazione del rischio idraulico.

In base alla carta dei tiranti idrici in scala 1:25000, l'area in esame ricade all'interno della classe di tirante idrico compreso tra 0 e 50 cm sopra al piano di campagna.



Art. 6: Aree di potenziale allagamento

Tirante idrico di riferimento

- Fino a 50 cm
- Da 50 a 150 cm
- Oltre 150 cm

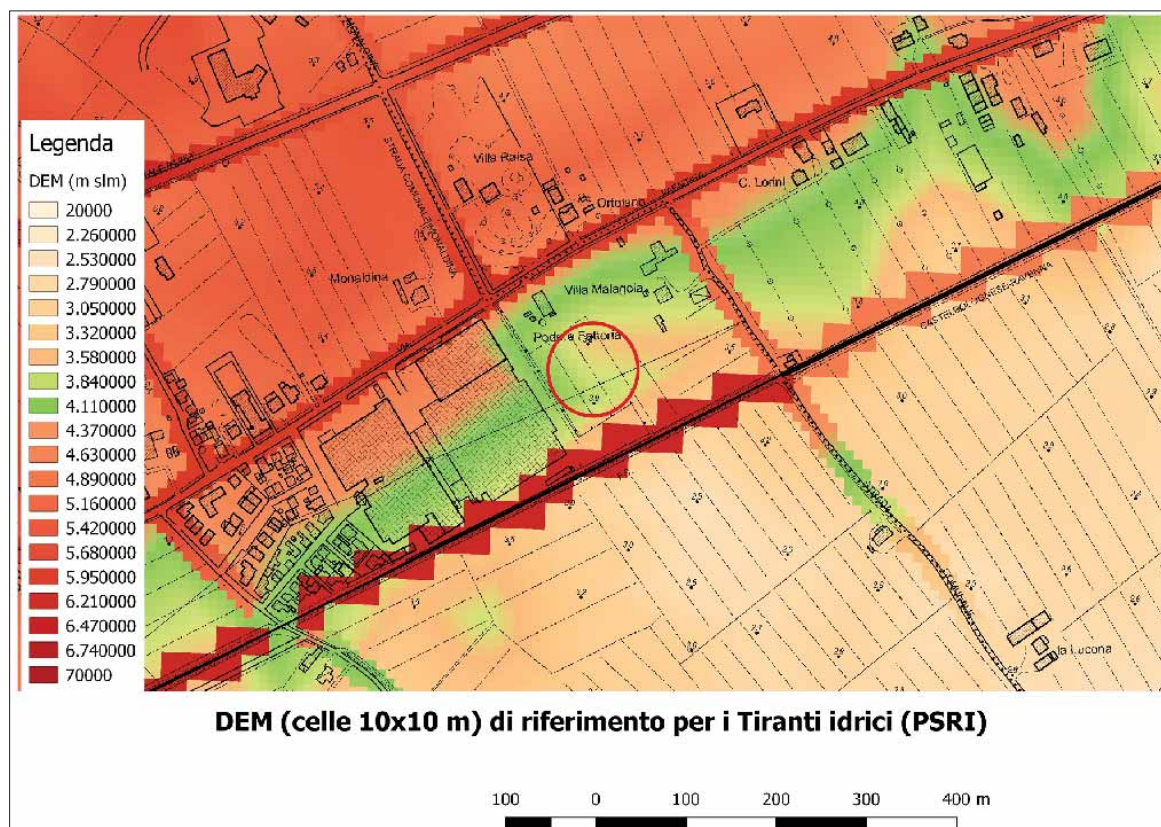
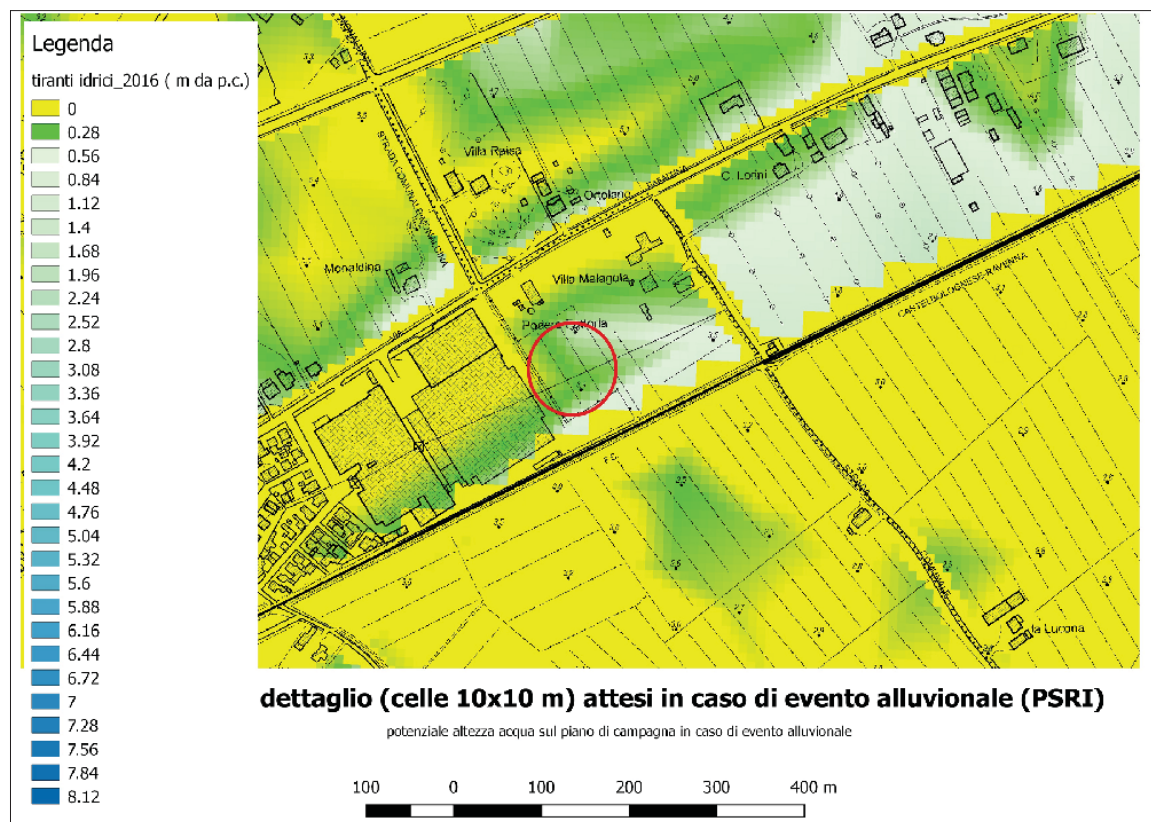
Tirante idrico convenzionale

- 20 cm
- 50 cm

Art. 10: Distanze di rispetto dai corpi arginali

-
- Confine A.d.B.R.R.

L'analisi di dettaglio, per il sito in esame, evidenzia un valore del tirante idrico compreso tra circa 0.54 m, verso Est, e circa 0.15÷0.2 m verso Ovest.
Il tirante idrico è riferito ad un piano di campagna variabile tra circa 3.9 m slm verso Ovest e circa 3.6 m slm verso Est. Mentre in corrispondenza della via Faentina la quota del piano di campagna di riferimento corrisponde a circa 6.0 m slm.



2.3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche del terreno interessato al progetto ed in considerazione del rilievo effettuato, sono state realizzate n.4 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono spinte fino a -25 m dal p.c. e n.1 prova penetrometrica spinta fino a -30 m dal p.c., n.1 sondaggio a carotaggio continuo, con prelievo di campioni indisturbati, atti ad essere sottoposti a prove di laboratorio geotecnico, e prove SPT.

Inoltre, sono stati eseguiti anche n. 4 pozzetti geognostici all'interno dei quali è stata realizzata una prova su piastra alla profondità di -0.6 m dal piano di campagna e sono stati prelevati campioni atti ad essere sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico per valutare il trattamento a calce. Ulteriormente su n.3 pozzetti si è provveduto a prelevare un campione ambientale e per tutti i pozzetti geognostici si è provveduto ad eseguire una stratigrafica fino alla profondità di -1.0÷1.5 m dal piano di campagna. sondaggi ambientali spinti fino a -1.0 m, di cui si riporta in allegato la stratigrafia.

Mentre per la valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della V_{s30} si è fatto riferimento a n. 1 misura HVSR ed e ad uno stendimento MASW realizzati in precedenza.

2.3.1. PROVE PENETROMETRICHE E SONDAGGIO

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.

Le prove sono state spinte fino alla profondità di -20 m dal piano di campagna.

La punta rispetta le dimensioni standard europee:

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

Per il sondaggio è stata utilizzata una perforatrice elettari EK200/STR e la perforazione è avvenuta con un carotiere semplice del diam. 101 mm.

Il sondaggio è stato spinto fino alla profondità di -15.0 m e sono stati prelevati n.2 campioni indisturbati alle profondità comprese tra -9.0 m e 9.5 m e tra 14.0 m e 14.5 m. Inoltre è stata eseguita anche una prova SPT alla profondità di 1.5 m, prelevando il relativo campione, inviato poi al laboratorio geotecnico.

Dall'esame dei dati di lettura delle prove penetrometriche 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.

Dal sondaggio è stato possibile definire e correlare la stratigrafia con quanto emerso dalla prove penetrometriche.

Unità A	<i>Da 0.0 m a -1.0 m dal piano campagna.</i>
	Terreno agrario di natura limoso-argilloso con variabile contenuto sabbioso
Unità B	<i>Da -1.0 m a circa -4÷5 m dal piano campagna.</i>
	Limo argilloso con livelli di sabbia limosa. In particolare in corrispondenza del sondaggio si osserva un livello sabbioso-limoso tra -1.5 m e -3.1 m dal p.c. I livelli sabbioso-limosi presentano un assetto litostratigrafico lentiforme. Consistenza prevalentemente molle-plastica, per i terreni fini e addensamento sciolto per i livelli granulari. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra 0.7 MPa e 1.1÷1.2 MPa per i terreni fini. Mentre per i terreni granulari si osservano valori compresi tra 1.3 MPa e 1.9÷2 MPa.
Unità C	<i>Da -4÷5 m a circa -30 m dal piano campagna.</i>
	Argille limose di colore grigio con intercalazioni di livelli organici. Consistenza da molle-plastica a plastica, tendenzialmente in aumento con la profondità. A partire da circa 16÷17 m dal p.c., presenza di intercalazioni sabbioso-limose. Da -23 m aumenta la consistenza e della frequenza dei livelli sabbioso-limoso. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra 0.7÷0.8 MPa e 1.6 MPa; verso il basso si osservano valori anche di 2÷2.5 MPa per i terreni fini.

All'interno della CPTU n.1 e CPTU n.4 si è provveduto a realizzare una dissipazione rispettivamente alla quota di -7.0 m e -10 m. Le dissipazioni hanno evidenziato una permeabilità rispettivamente dell'ordine CPTU n.1 $k=5 \cdot 10^{-8}$ cm/s e CPTU n.4 $k=1.1 \cdot 10^{-8}$ cm/s, corrispondente ad un litotipo argilloso.

Il livello della falda freatica, misurata all'interno dei fori penetrometrici alla data delle prove, presentava un livello compreso tra circa -1.3÷1.2 m dal piano di campagna attuale di riferimento per le verticali eseguite.

In generale, dal confronto tra le prove eseguite e altre prove realizzate nella zona, 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.

2.3.2. LABORATORIO GEOTECNICO

Dal sondaggio sono stati prelevati n. 2 campioni indisturbati e n.1 campione rimaneggiato estratto con il campionatore SPT.

I campioni indisturbati sono stati prelevati alla profondità di 8÷8.6 m e di 14÷14.6 m.

Il campione SPT è stato prelevato alla profondità di 1.8 m.

In allegato si riportano i certificati di prova.

2.3.3. MISURE DEI MICROTREMORI (HVSr) E SASW-MASW

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, e, inoltre, è stato eseguito uno stendimento sismico SASW-MASW passante per la misura HVSr eseguita con il "Tromino".

Metodo dei microtremori HVSr

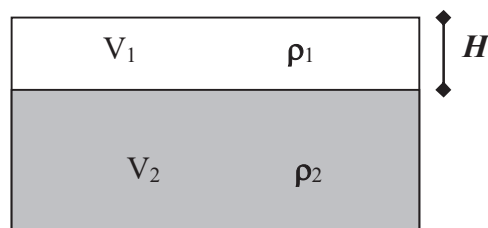
Il tremore sismico, comunemente definito "rumore sismico", esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è 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 (ρ_1 e ρ_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 (λ) 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.

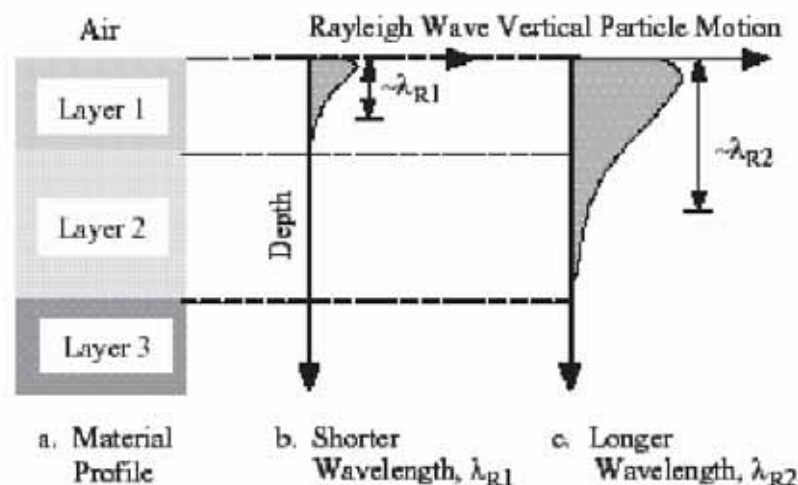
Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore.

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.

Metodo dei MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.



Le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo SASW-MASW si mantiene fisso il sensore di misura e si sposta a intervalli regolari il punto di generazione delle onde.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente circa 8÷15 m, in funzione della rigidezza del suolo.

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002): (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson μ), la densità di massa ρ degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Combinazione del metodo HVSr e MASW e risultati.

La combinazione tra le misure HVSr e quelle MASW permettono di ottimizzare la ricostruzione del modello di velocità delle onde di taglio V_{s30} .

Infatti le MASW permettono di ottenere le misure di velocità di taglio nei primi metri che servono da base per interpretare gli strati più profondi osservabili solo dalle misure HVSR.

Inoltre si è provveduto ad eseguire anche la calibrazione delle misure HVSR e MASW in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine.

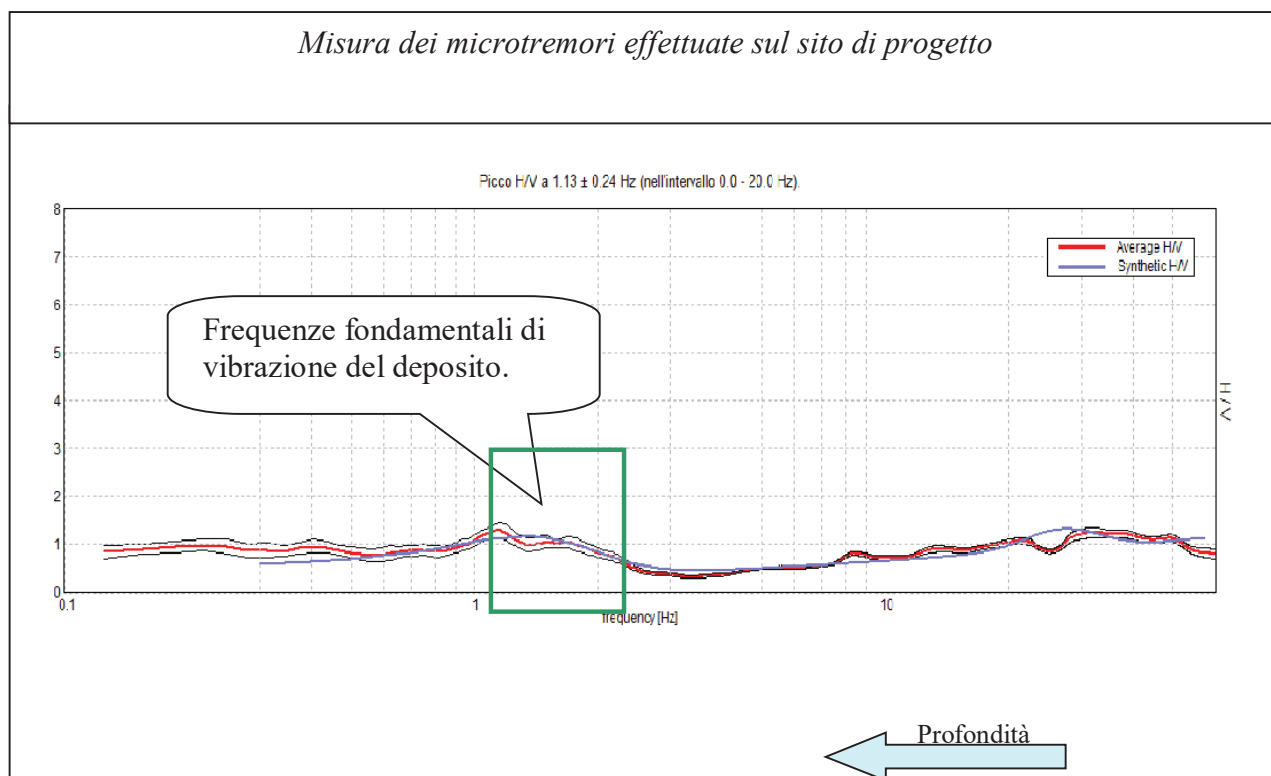
La prova eseguita impiegando la suddetta metodologia dei microtremori, combinata con la MASW, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), ha evidenziato una **$V_{s30} = 172 \text{ m/s}$**

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. Comunque, dall'osservazione della curva HVSR si evidenzia un basso valore del contrasto sismico, quindi basse amplificazioni.

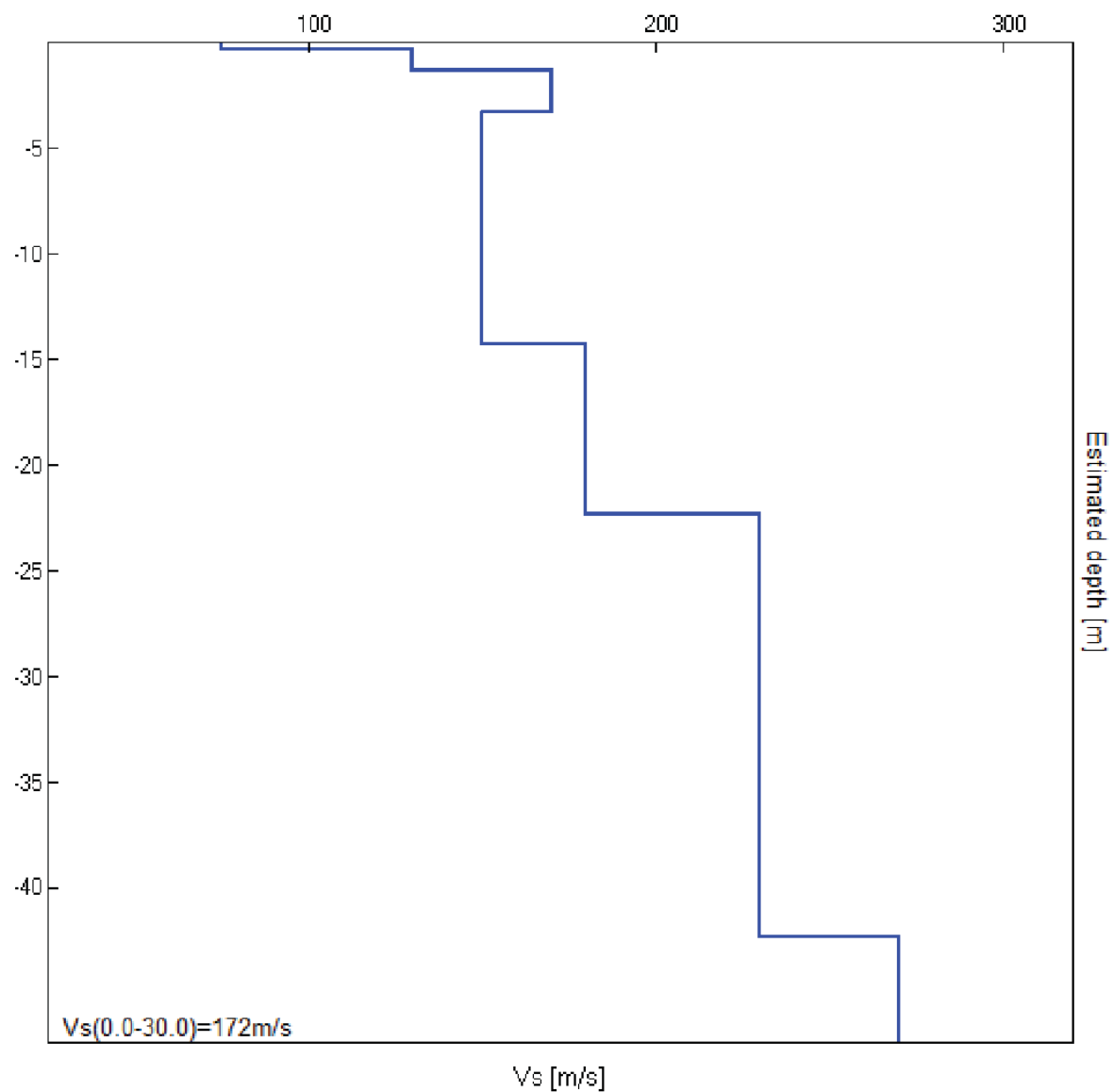
Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito	
Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
1.1÷1.4	0.9÷0.71

Le verifiche del modello sismico delle opere in esame 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
0.30	0.30	75	0.40
1.30	1.00	130	0.40
3.30	2.00	170	0.40
14.30	11.00	150	0.40
22.30	8.00	180	0.40
42.30	20.00	230	0.40
inf.	inf.	270	0.35

Vs(0.0-30.0)=172m/s

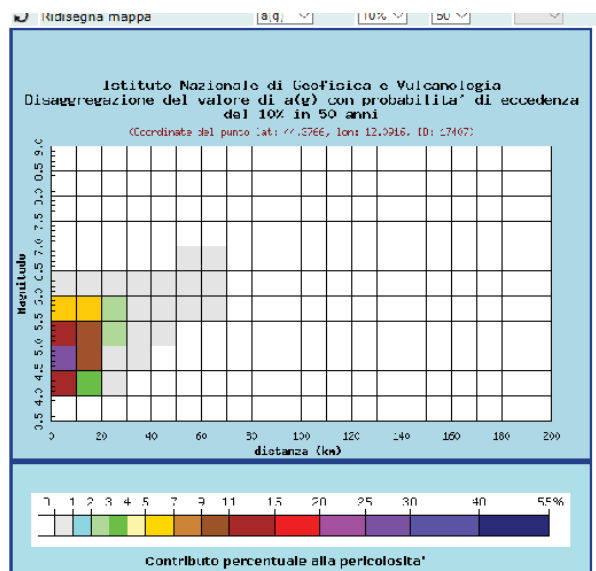
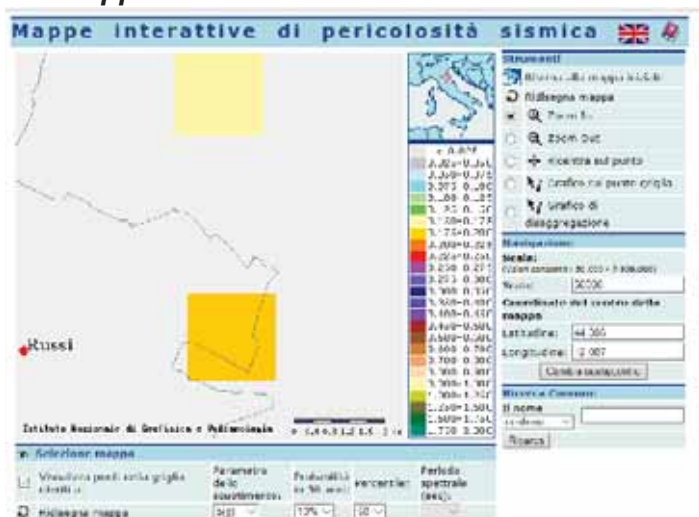


3. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA “PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE

3.1. EFFETTI DI SISMA DI PROGETTO SUI TERRENI DEL SITO DI INTERESSE

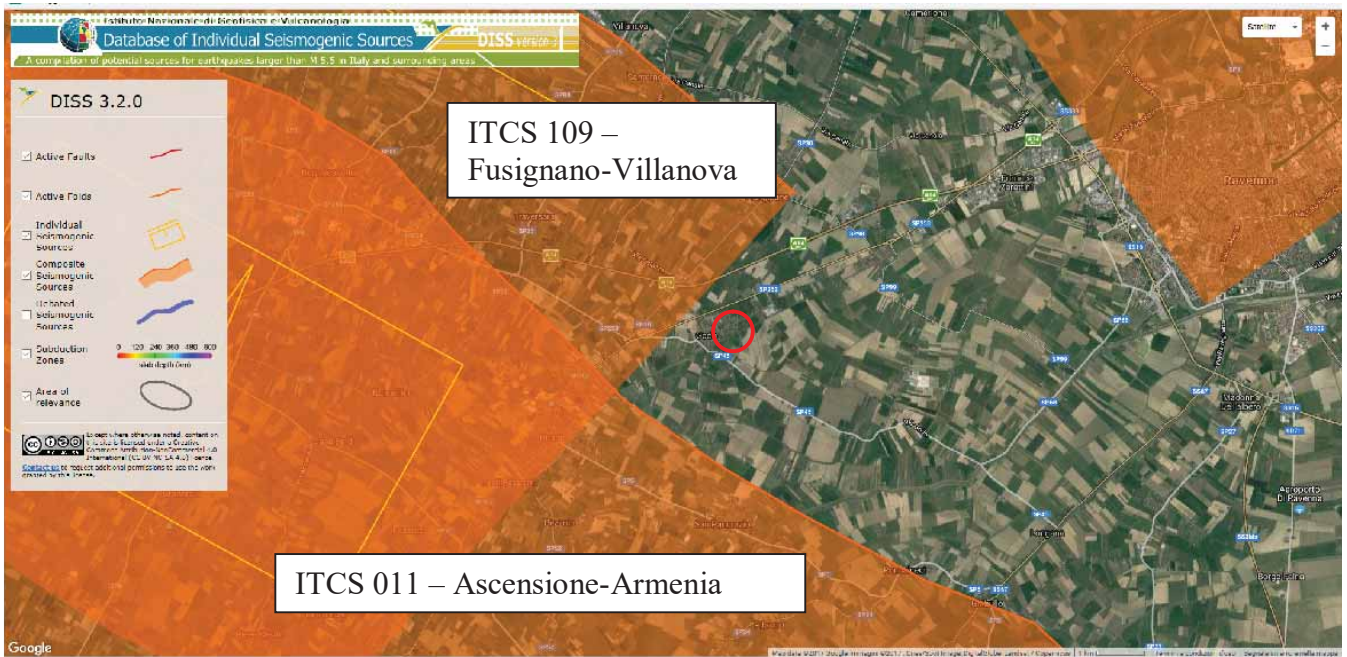
PERICOLOSITA' SISMICA

Mappe di Pericolosità Sismica



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.3766, lon: 12.0916, ID: 17407)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	14.300	26.300	14.700	6.950	0.771	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.180	9.790	9.690	6.600	0.662	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.027	0.788	2.220	2.450	0.307	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.002	0.233	0.689	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.004	0.131	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.023	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Valori medi											
Magnitudo	Distanza	Epsilon									
5.000	9.330	0.904									

Zone Sismogenetiche



Database of Individual Seismogenic Sources

DISS 3.2.0

Active Faults

Active Folios

Individual Seismogenic Sources

Composite Seismogenic Sources

Unlabeled Seismogenic Sources

Subduction Zones

Area of relevance

General Information

DISS-ID: ITCS109

Name: Fusignano-Villanova

Compiler(s): Durato P.(1), Maessano F.C.(2)

Contributor(s): Durato P.(1), Maessano F.C.(2), D'Amico G.(3), Rinaldi R.(1)

Affiliation(s): 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio di Teramo, Via di Vigna Murata, 605, 66142 Teramo, Italy; 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Via Villanova, 605, 66142 Teramo, Italy

Created: 07-Dec-2007

Updated: 18-Jun-2015

Display map...

Related sources: ITCS00

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Value	Quality	Comment
Min depth [km]	2.5	LD	Inferred from regional tectonic data from various Authors
Max depth [km]	10.0	LD	Inferred from geological data from various Authors
Strike [deg] min... max	110...140	LD	Based on geological data from various Authors
Dip [deg] min... max	20...40	LD	Based on geological data from various Authors
Slake [deg] min... max	85...100	LD	Inferred from regional tectonic data
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.33	LD	Inferred from geological data on regional tectonic (Maessano et al., 2015)
Max Magnitude (Mw)	6.0	LD	Inferred from geological data on regional tectonic (Maessano et al., 2015)

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLIOS

Database of Individual Seismogenic Sources

DISS 3.2.0

General Information

DISS-ID: ITCS011

Name: Ascensione-Armenia

Compiler(s): Durato P.(1), Maessano F.C.(2)

Contributor(s): Durato P.(1), Maessano F.C.(2), D'Amico G.(3), Rinaldi R.(1)

Affiliation(s): 1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio di Teramo, Via di Vigna Murata, 605, 66142 Teramo, Italy; 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Via Villanova, 605, 66142 Teramo, Italy; 3) Università di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy

Created: 15-Nov-2013

Updated: 18-Jun-2015

Display map...

Related sources: ITCS00

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Value	Quality	Comment
Min depth [km]	> 6	LD	Inferred from geological data from various Authors
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors
Strike [deg] min... max	110...140	LD	Inferred from geological data from various Authors
Dip [deg] min... max	20...40	LD	Based on geological data from various Authors
Slake [deg] min... max	80...100	LD	Inferred from regional tectonic data
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.33	LD	Based on geological data from Maessano et al. (2015)
Max Magnitude (Mw)	6.0	LD	Based on the strongest earthquake occurred in the region

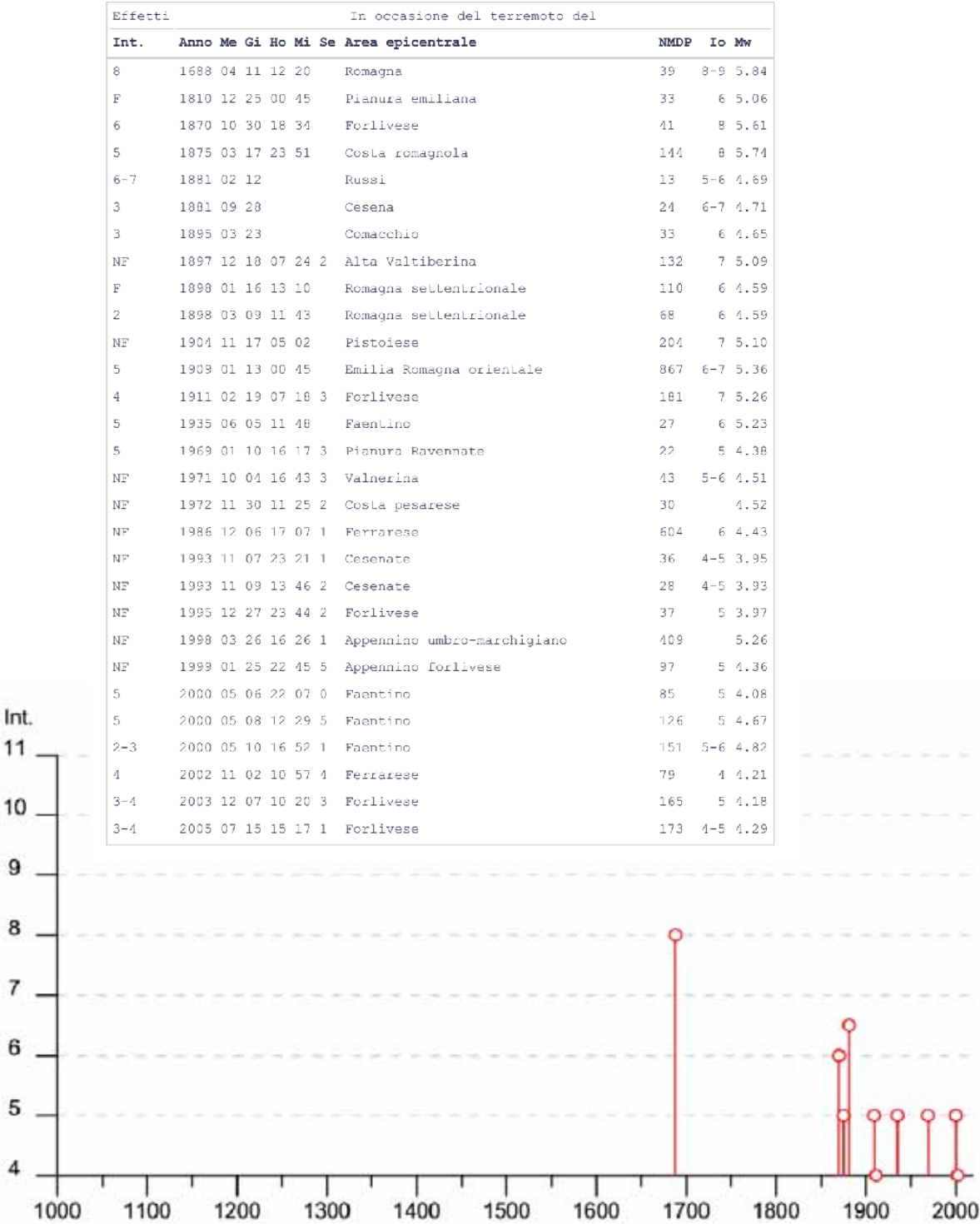
ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLIOS

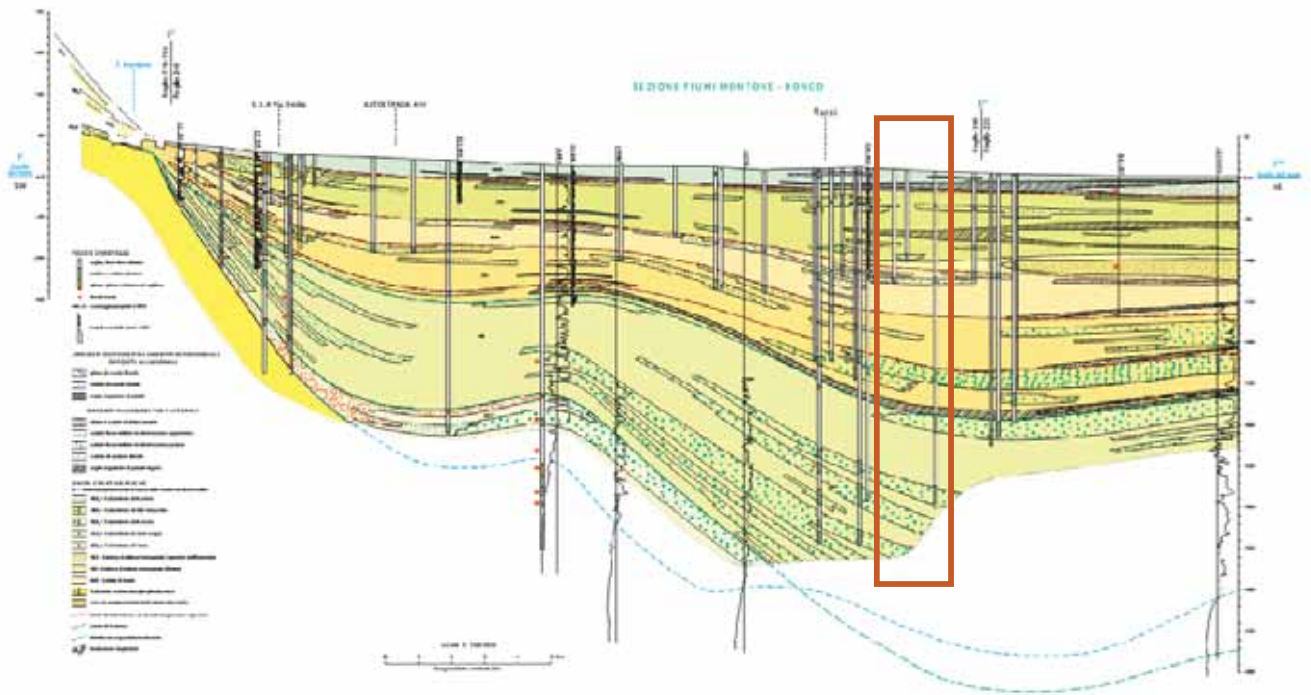
Storia sismica della località

Russi

PlaceID IT_41439
Coordinate (lat, lon) 44.371, 12.033
Comune (ISTAT 2015) Russi
Provincia Ravenna
Regione Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati 29



Sezione di riferimento per l'analisi di RSL



NTC – 14-01-2008

In base alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M del 14-01-2008 l'area, considerando tempi di ritorno di 475 anni, presenta un'accelerazione al bedrock sismico di $a_g/g=0.179g$.

Dalle misure di sismica passiva risulta che il sito di indagine è caratterizzato da $V_{s30}=172\div174$ m/s, risulterebbe categoria D per il sito in esame, con relativo coefficiente di amplificazione stratigrafico pari a $S_s=1.74$.

Inoltre, essendo la morfologia del terreno pianeggiante, il coefficiente di amplificazione topografica risulta $S_T=1.0$. Pertanto con il metodo semplificato l'accelerazione massima al suolo sarà pari a $a_{g_{max}} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = 0.312 g$

In ogni caso, a norma delle NTC2008, si è provveduto ad eseguire una analisi di Risposta Sismica Locale la quale ha evidenziato che può utilizzarsi lo spettro elastico relativo alla categoria C con coefficiente di amplificazione $S_s=1.44$, essendo poi la morfologia pianeggiante l'accelerazione, massima al suolo sarà pari a $a_{g_{max}} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = 0.257g$.

Pertanto negli allegati si riporta lo spettro elastico semplificato riferito alla categoria di suolo C.

In appendice si riporta la valutazione della Risposta Sismica Locale eseguita con il metodo monodimensionale utilizzando il software STRATA

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 taglienti 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 una bassa pericolosità inerenti i fenomeni di liquefazione del sito indagato (come proposto dai sopra citati autori risulta un giudizio di pericolosità: “**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. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

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.

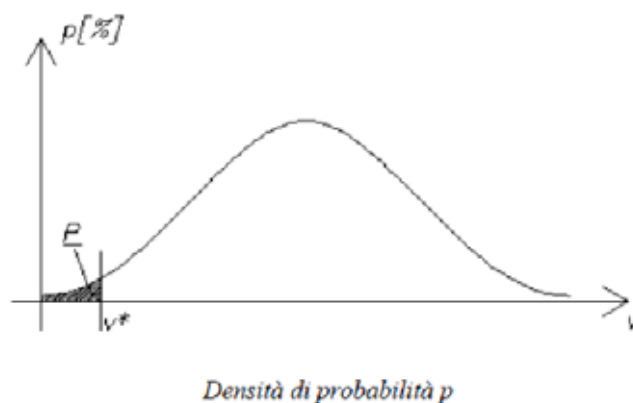
In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

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.



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- α =0.95 o alternativamente, α =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.

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

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%

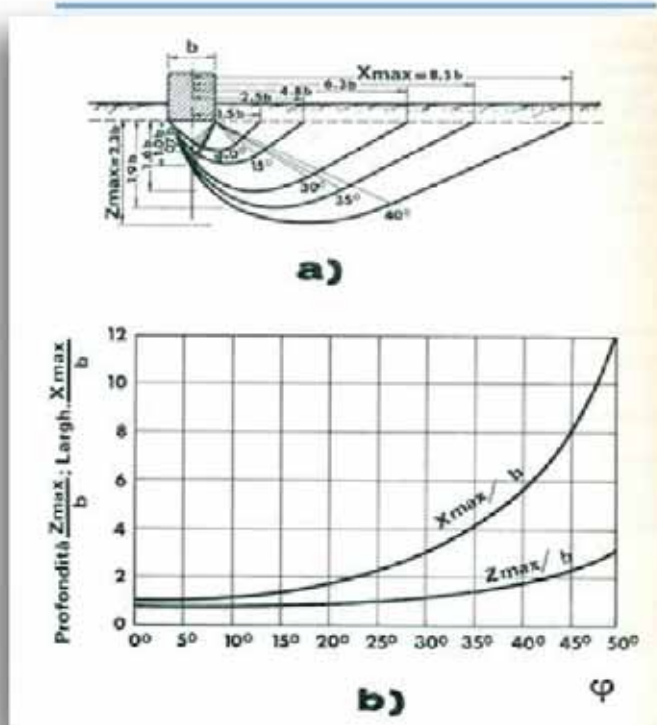
4.1.1. Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto

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'involuppo 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.

		Condizioni drenate / non drenate			
Parametri per valutazione scorrimento profondità di posa $D = 1.2 \sim 1.5 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	27.0 °	19.1 °	27.6 °	5.2 °
COESIONE DRENATA	C'	0.45 daN/cm ²	0.34 daN/cm ²	0.46 daN/cm ²	0.07 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.67 daN/cm ²	0.52 daN/cm ²	0.67 daN/cm ²	0.09 daN/cm ²

PER FONDAZIONE SUPERFICIALI A PLINTI POSTA A PROFONDITA' DI CIRCA 1.2÷1.5 m DAL PIANO DI CAMPAGNA ATTUALE.

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate

B = 4m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	547.01	998.90	540.92	
in cui:				
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	245	128	250 daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.272	0.001	0.283 daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	=	0.360	0.360	0.360 daN/cm ²
φ = Angolo d'attrito drenato	=	26.2	19.5	26.4
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	48.49	28.22	49.55	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000		
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

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

B = 4m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	489.01	858.49	480.96	
in cui:				
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	220	118	224 daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.262	0.000	0.277 daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	=	0.360	0.360	0.360 daN/cm ²
φ = Angolo d'attrito drenato	=	27.5	20.9	27.8
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	55.02	31.40	56.53	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	1.000		
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

		Condizioni non drenate			
Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 4 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 1.2 \sim 1.2 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	C'	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.55 daN/cm ²	0.35 daN/cm ²	0.56 daN/cm ²	0.12 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.05
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	220 daN/cm ²	118 daN/cm ²	224 daN/cm ²	65 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	152 daN/cm ²	16 daN/cm ²	158 daN/cm ²	86 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			1.71 daN/cm ³	0.65 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PERFONDAZIONE $B = 4 \text{ m}$	K_w			0.46 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1661 daN/m ³	1539 daN/m ³	1667 daN/m ³	78 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1261 daN/m ³	1139 daN/m ³	1267 daN/m ³	78 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			5.09	2.64

		Condizioni drenate			
Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 4 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 1.2 \sim 1.2 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	26.2 °	19.5 °	26.4 °	4.2 °
COESIONE DRENATA	C'	0.27 daN/cm ²	0.00 daN/cm ²	0.28 daN/cm ²	0.17 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.38	0.04
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	245 daN/cm ²	128 daN/cm ²	250 daN/cm ²	74 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	168 daN/cm ²	41 daN/cm ²	172 daN/cm ²	80 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			1.98 daN/cm ³	0.72 daN/cm ³
K_w DI WINKLER VERTICALE PERFONDAZIONE $B = 4 \text{ m}$	K_w			0.50 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1693 daN/m ³	1557 daN/m ³	1698 daN/m ³	86 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1293 daN/m ³	1157 daN/m ³	1298 daN/m ³	86 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			4.75	2.23

PER FONDAZIONE SUPERFICIALI A PLATEA CON DIMENSIONI EQUIVALENTI DI CIRCA 26x95 m POSTA A PROFONDITA' DI CIRCA 1.0 m DAL PIANO DI CAMPAGNA ATTUALE.

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI NON DRENATE B = 26m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	415.65	364.06	413.70	
in cui:				
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	246	150	248 daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.075	0.000	0.080 daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	1.088	1.088	1.088 daN/cm ²
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))				
φ = Angolo d'attrito drenato	=	25.5	20.7	25.6
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	76.55	49.55	77.25	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	0.274		
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI DRENATE B = 26m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	415.65	364.06	413.70	
in cui:				
Go = Modulo di Taglio iniziale	=	246	150	248 daN/cm ²
C' = Coesione Drenata	=	0.075	0.000	0.080 daN/cm ²
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2	=	1.088	1.088	1.088 daN/cm ²
(D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))				
φ = Angolo d'attrito drenato	=	25.5	20.7	25.6
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$				
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media	
	76.55	49.55	77.25	
in cui:				
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	=	0.274		
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale	

		Condizioni non drenate			
Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 26 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 1 \sim 1 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	C'	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.63 daN/cm ²	0.45 daN/cm ²	0.63 daN/cm ²	0.11 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.39	0.03
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_o	G_o	246 daN/cm ²	150 daN/cm ²	248 daN/cm ²	60 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	151 daN/cm ²	61 daN/cm ²	153 daN/cm ²	56 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.12 daN/cm ²	0.53 daN/cm ²
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 26 \text{ m}$	K_w			0.07 daN/cm ²	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1676 daN/m ³	1575 daN/m ³	1677 daN/m ³	62 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1276 daN/m ³	1175 daN/m ³	1277 daN/m ³	62 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			2.64	2.06

		Condizioni drenate			
Parametro per fondazioni superficiali di larghezza $B = 26 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 1 \sim 1 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	25.5 °	20.7 °	25.6 °	3 °
COESIONE DRENATA	C'	0.07 daN/cm ²	0 daN/cm ²	0.08 daN/cm ²	0.16 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.39	0.03
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_o	G_o	246 daN/cm ²	150 daN/cm ²	248 daN/cm ²	60 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	151 daN/cm ²	61 daN/cm ²	153 daN/cm ²	56 daN/cm ²
K_i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.12 daN/cm ²	0.53 daN/cm ²
K_w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 26 \text{ m}$	K_w			0.07 daN/cm ²	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1676 daN/m ³	1575 daN/m ³	1677 daN/m ³	62 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1276 daN/m ³	1175 daN/m ³	1277 daN/m ³	62 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			2.64	2.06

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 restituito nelle sorprastanti 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

μ = 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 $q_u < 2 \text{ Kg/cm}^2$	1.20	2.40
Terreno argilloso con $2 < q_u < 4 \text{ Kg/cm}^2$	2.20	4.80
Terreno argilloso con $q_u > 2 \text{ Kg/cm}^2$	>4.80	

Valori indicativi della costante di Winkler K in Kg/cm³

Il progettista potrà valutare il valore più opportuno anche in base alle caratteristiche dell'opera di fondazione in progetto, oltre alle caratteristiche del 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.

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.

ANGOLO DI ATTRITO (sabbie) Searly (argille) e Kulhawy Mayne	ANGOLO DI ATTRITO 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

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ^q	daN/cm ^q		daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/mc	
17.9			0.43	0.41	0.25	222	102	35	1.25	0.005	1766	1366	60.86
20.2			0.44	0.49	0.34	212	76	36	0.82	0.003	1731	1331	10.34
21.7			0.00	0.30	0.38	106	27	6	0.60	0.002	1646	1246	4.35
21.9			0.02	0.45	0.40	200	121	40	1.83	0.007	1765	1365	4.11
21.4			0.00	0.37	0.40	173	94	31	1.59	0.006	1685	1285	2.13
23.7			0.00	0.44	0.40	192	97	32	1.91	0.008	1651	1251	1.56
22.4			0.00	0.35	0.40	200	108	36	1.79	0.007	1705	1305	1.52
20.6			0.00	0.48	0.40	348	192	65	2.56	0.010	1835	1435	2.04

UNITA' GEOTECNICA	CPT 1M		CPT 2 M		CPT 3M		CPT 4M		ZONA	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	1.00	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
B	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.20	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.20	2.20	5.10	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.00	7.10	5.00	6.80	5.20	7.00	5.10	7.00	4	limo argilloso-argilla limosa
E	7.10	11.00	6.80	11.00	7.00	10.80	7.00	11.80	3	argilla-argilla limosa
F	11.00	18.00	11.00	18.80	10.80	18.00	11.80	18.00	3	argilla-argilla limosa
G	18.00	21.00	18.80	22.00	18.00	22.80	18.00	22.00	3	argilla-argilla limosa
H	21.00	25.00	22.00	25.00	22.80	25.00	22.00	25.00	3	argilla-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI[illegible][illegible]**VALORI MEDI**

UNIDAD GEOTECNICA	CPT 1M		CPT 2 M		CPT 3M		CPT 4M		Ic	ZONA	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	1.00	2.79	4	limo argiloso-argilla limosa
B	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.20	2.63	4	limo argiloso-argilla limosa
C	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.20	2.20	5.10	2.81	4	limo argiloso-argilla limosa
D	5.00	7.10	5.00	6.80	5.20	7.00	5.10	7.00	2.87	4	limo argiloso-argilla limosa
E	7.10	11.00	6.80	11.00	7.00	10.80	7.00	11.80	2.99	3	argilla-argilla limosa
F	11.00	18.00	11.00	18.80	10.80	18.00	11.80	18.00	2.97	3	argilla-argilla limosa
G	18.00	21.00	18.80	22.00	18.00	22.80	18.00	22.00	3.00	3	argilla-argilla limosa
H	21.00	25.00	22.00	25.00	22.80	25.00	22.00	25.00	2.96	3	argilla-argilla limosa

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ^s valori medie	OCR valori medie
$^{\circ}$	$^{\circ}$	%	daN/cmq	daN/cmq		daN/cmq	daN/cmq	daN/cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³	
24.5			0.49	0.80	0.25	323	203	67	2.38	0.010	1766	1366	60.86
29.1			0.49	0.79	0.34	281	229	65	1.97	0.008	1731	1331	10.34
27.3			0.24	0.56	0.38	206	130	42	1.65	0.007	1646	1246	4.35
24.3			0.28	0.73	0.40	302	202	67	2.56	0.010	1765	1365	4.11
23.9			0.00	0.51	0.40	236	142	47	2.03	0.008	1685	1285	2.13
25.2			0.00	0.57	0.40	236	134	45	2.24	0.009	1651	1251	1.56
25.7			0.00	0.72	0.40	314	187	63	2.69	0.011	1705	1305	1.52
23.5			0.00	1.11	0.40	517	339	114	3.69	0.015	1935	1435	2.04

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

VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P <i>valori medie</i>	Go	E	M	Ki	Kh	γ <i>valori medie</i>	γ_s <i>valori medie</i>	OCR <i>valori medie</i>
$^{\circ}$	$^{\circ}$	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	
18.4			0.41	0.41	0.23	228	116	38	1.43	0.006	1762	1362	39.83
20.1			0.36	0.42	0.35	183	49	27	0.77	0.003	1684	1284	9.41
22.7			0.00	0.33	0.38	142	48	21	0.60	0.002	1635	1235	4.19
22.5			0.05	0.56	0.40	228	144	48	2.13	0.009	1748	1348	3.99
23.0			0.00	0.55	0.40	219	131	44	2.09	0.008	1723	1323	2.70
24.7			0.00	0.63	0.40	215	112	35	2.03	0.008	1673	1273	1.96
23.8			0.00	0.59	0.39	264	132	44	1.95	0.008	1718	1318	1.76
20.1			0.00	0.78	0.39	427	218	85	2.10	0.008	1858	1458	2.32
22.8			0.00	0.94	0.38	340	99	41	1.75	0.007	1846	1446	2.31

UNITA' GEOTECNICA	CPT 4	IC	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
A	0.00	2.85	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
B	1.00	2.63	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	2.78	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.70	2.80	4	limo argilloso-argilla limosa
E	7.80	2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
F	11.20	2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
G	19.00	2.90	4	limo argilloso-argilla limosa
H	22.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
I	28.00	2.70	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ^s valori medie	OCR valori medie
$^{\circ}$	$^{\circ}$	%	daN/cm ^q	daN/cm ^q		daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/m ^c	
21.8			0.47	0.63	0.23	283	166	55	2.10	0.008	1762	1362	39.83
26.2			0.44	0.57	0.35	226	154	46	1.51	0.006	1684	1284	9.41
27.0			0.18	0.54	0.38	189	114	35	1.49	0.006	1635	1235	4.19
23.8			0.25	0.76	0.40	280	197	66	2.57	0.010	1748	1348	3.99
24.2			0.03	0.69	0.40	274	181	60	2.47	0.010	1723	1323	2.70
26.6			0.00	0.80	0.40	269	147	49	2.62	0.010	1673	1273	1.96
26.5			0.00	0.89	0.39	333	193	66	2.88	0.012	1718	1318	1.76
24.9			0.01	1.39	0.39	579	379	137	3.78	0.015	1858	1458	2.32
27.2			0.01	1.69	0.38	594	351	143	3.73	0.015	1846	1446	2.31

UNITA' GEOTECNICA	CPT 4	DA	A	Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
A	0.00	1.00		2.85	4	ROBERTSON 1990 limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	2.00		2.63	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.70		2.78	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.70	7.80		2.80	4	limo argilloso-argilla limosa
E	7.80	11.20		2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
F	11.20	19.00		2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
G	19.00	22.00		2.90	4	limo argilloso-argilla limosa
H	22.00	28.00		2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
I	28.00	30.00		2.70	4	limo argilloso-argilla limosa

VALORI MEDI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ^s valori medie	OCR valori medie
$^{\circ}$	$^{\circ}$	%	daN/cm ^q	daN/cm ^q		daN/cm ^q	daN/cm ^q	daN/cm ^q	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/cm ^c	kg/m ^c	
22.6			0.48	0.68	0.23	295	177	58	2.24	0.009	1762	1362	39.83
27.7			0.46	0.62	0.35	237	182	51	1.70	0.007	1684	1284	9.41
27.4			0.21	0.56	0.38	194	120	37	1.58	0.006	1635	1235	4.19
24.0			0.28	0.78	0.40	286	204	68	2.63	0.011	1748	1348	3.99
24.3			0.03	0.70	0.40	280	186	62	2.50	0.010	1723	1323	2.70
26.7			0.00	0.81	0.40	272	150	50	2.66	0.011	1673	1273	1.96
26.8			0.00	0.92	0.39	341	200	69	2.98	0.012	1718	1318	1.76
25.3			0.02	1.44	0.39	591	392	141	3.91	0.016	1858	1458	2.32
27.9			0.04	1.83	0.38	636	393	160	4.06	0.016	1846	1446	2.31

UNITA' GEOTECNICA	CPT 4	DA	A	Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
A	0.00	1.00		2.85	4	ROBERTSON 1990 limo argilloso-argilla limosa
B	1.00	2.00		2.63	4	limo argilloso-argilla limosa
C	2.00	5.70		2.78	4	limo argilloso-argilla limosa
D	5.70	7.80		2.80	4	limo argilloso-argilla limosa
E	7.80	11.20		2.89	4	limo argilloso-argilla limosa
F	11.20	19.00		2.83	4	limo argilloso-argilla limosa
G	19.00	22.00		2.90	4	limo argilloso-argilla limosa
H	22.00	28.00		2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
I	28.00	30.00		2.70	4	limo argilloso-argilla limosa

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

Nel caso specifico si considerano gli approcci delle NTC 2008, nei termini agli SLU. Considerando i seguenti simboli, riportati nelle NTC 2008.

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

Approccio 1 – combinazione 1, A1+M1+R1, nel caso specifico si amplificano le azioni A1 in condizioni statiche e non si riducono i parametri geotecnici M1 e le resistenze R1

AZIONI: secondo tab. 6.2.I (A1) delle NTC 2008: $G1 \times 1.3 + G2 \times 1.5 + Q \times 1.5$

PARAMETRI: secondo tab. 6.2.II (M1) delle NTC 2008

peso unità di volume $= \gamma_k = 1$
 Coesione non drenata $= c_{u,k} = \gamma_{cu} = 1$
 Coesione drenata $c'_{k} = \gamma_{cu} = 1$
 Angolo di attrito interno $= \tan(\phi'_k) = \gamma_\phi = 1$

PARAMETRI: secondo tab. 6.4.I (R1) delle NTC 2008

capacità portante: $\gamma_R = 1$
 scorrimento: $\gamma_R = 1$

Approccio 1 – combinazione 2, A2+M2+R2, nel caso specifico si amplificano le azioni A2 in condizioni statiche, si riducono i parametri geotecnici M1 e non si riducono le resistenze R1

AZIONI: secondo tab. 6.2.I (A1) delle NTC 2008: $G1 \times 1.0 + G2 \times 1.3 + Q \times 1.3$

PARAMETRI: secondo tab. 6.2.II (M2) delle NTC 2008

$\gamma_k = 1$
 $c_{u,k} = \gamma_{cu} = 1.4$
 $c'_{k} = \gamma_{cu} = 1.25$
 $\tan(\phi'_k) = \gamma_\phi = 1.25$

PARAMETRI: secondo tab. 6.4.I (R1) delle NTC 2008

capacità portante: $\gamma_R = 1$
 scorrimento: $\gamma_R = 1$

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

AZIONI: secondo tab. 6.2.I (A1) delle NTC 2008: $G1 \times 1.3 + G2 \times 1.5 + Q \times 1.5$

PARAMETRI: secondo tab. 6.2.II (M1) delle NTC 2008

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

PARAMETRI: secondo tab. 6.4.I (R3) delle NTC 2008

capacità portante: $\gamma_R = 2.3$
 scorrimento: $\gamma_R = 1.1$

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

Le presenti valutazioni sono solo indicative, di prima analisi unicamente di guida per la progettazione.

Il progettista dovrà verificare la congruenza delle presenti valutazioni sulla base della peculiarità dell'opera in progetto.

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:

per condizioni drenate: $Q_{ult} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$

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_{γ}, N_c, N_q = fattori di capacità portante, s_{γ}, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione, i_{γ}, i_c, i_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del carico, b_{γ}, b_c, b_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione della base della fondazione, g_{γ}, 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:

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

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

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

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.

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 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.

Per la presente verifica si ipotizzano:

- fondazioni a plinti con dimensioni equivalenti di 4x4 m con incastro terreno-fondazione di almeno 1.2 metri;
- fondazioni a platea con dimensioni equivalenti di 26x92 m con incastro terreno-fondazione di almeno 1.0 metri

Dall'esame dei valori geotecnici caratteristici, per la verifica si utilizzano a favore della sicurezza i seguenti valori:

Fondazione a plinti con dimensioni in pianta di 4x4 m

Verifica rottura generale

- in condizioni non drenate si utilizza il valore di coesione non drenata $c_u=55$ kPa;
- in condizioni drenate si utilizzano i valori $\phi'=26^\circ$ e $c'=20$ kPa;

Fondazione a platea con dimensioni equivalenti in pianta di 26x92 m

Verifica rottura generale

- in condizioni non drenate si utilizza il valore di coesione non drenata $c_u=60$ kPa;
- in condizioni drenate si utilizzano i valori $\phi'=25^\circ$ e $c'=7$ kPa;

Verifica scorrimento per entrambe le fondazioni

- per la verifica allo scorrimento si utilizza
 - il valore di $c_u=50$ kPa
 - i valori di $\phi'=19^\circ$ e $c'=34$ kPa
tali valori sono a favore della sicurezza essendo riferiti ai "volumi minimi", cioè sono considerati i valori più bassi del volume di terreno interessato dalle azioni di scorrimento.

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

FONDAZIONI A PLINTI

ipotesi fondazioni a plinti di 4x4m con incastro terreno fondazione di almeno 1.2 m.

CONDIZIONI NON DRENATE

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	c_{uk}	55.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_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	$M\%$	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	c_{ak}	50.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	$MC\%$	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE DI 1.2 M			
Verifiche in condizioni non drenate			
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	391 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	170 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$T_{lim} =$	33 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	30 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	403 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	175 [kPa] x B * L	

CONDIZIONI DRENATE

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	26.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.49
Coesione efficace (kPa)	C'_k	20.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	19.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.34
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	$M\%$	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	C'_k	34.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	$M\%$	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 4 X 4 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE DI 1.2 M		
Verifiche in condizioni drenate		
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico		
Carico Limite	$N_{lim} =$	971 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	422 [kPa] x B * L
Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico		
Carico Limite	$T_{lim} =$	69 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	63 [kPa] x B * L
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico		
Carico Limite	$N_{lim} =$	1238 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	538 [kPa] x B * L

FONDAZIONI A PLATEA

ipotesi fondazioni a platea di 26x95 m con incastro terreno fondazione di almeno 1.2 m.

CONDIZIONI DRENATE

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	c_{uk}	60.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_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	$M\%$	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	c_{ak}	50.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	$M\%$	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 26 X 95 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE DI 1 M			
Verifiche in condizioni non drenate			
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	302 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	131 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$T_{lim} =$	33 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	30 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	347 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	151 [kPa] x B * L	

CONDIZIONI DRENATE

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	25.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.47
Coesione efficace (kPa)	C'_k	7.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00
PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	19.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.34
Fattore riduttivo del angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	$M\%$	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	C'_k	34.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	$M\%$	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 26 X 95 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE DI 1 M			
Verifiche in condizioni drenate			
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	553 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	240 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto allo scorrimento 'terreno+fondazione'; approccio 2 dinamico			
Carico Limite	$T_{lim} =$	51 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	47 [kPa] x B * L	
Resistenza di progetto verticale 'terreno+fondazione'; approccio 2 statico			
Carico Limite	$N_{lim} =$	1032 kPa	
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3	
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	448 [kPa] x B * L	

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

Per la verifica dei cedimenti, in base al progetto sono state ipotizzate fondazioni a plinti con dimensioni equivalente rispettivamente di 4x4 m poste alla profondità di circa 1.2÷1.5 m.

Inoltre, è stata valutata anche una fondazione a platea con dimensioni equivalenti di circa 26x95 m posta a circa 1.0 m dal piano campagna attuale.

La valutazione dei carichi per lo Stato Limite di Esercizio è stata condotta in modo iterativo sulla base degli ipotizzati cedimenti ammissibili dalla struttura.

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 $\Sigma s = \Sigma(\Delta h \cdot m_v \cdot \Delta p)$

con

s = entità del cedimento (cm)

Δh = spessore del terreno sottoposto al calcolo (cm)

Δp = carico agente sullo spessore considerato (Kg/cmq)

M_v = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/Kg)

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle allegate.

Come si può osservare dalle tabelle allegate, i cedimenti assoluti, e di conseguenza quelli differenziali, risultano perfettamente compatibili con il tipo di struttura in progetto.

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> Tipologia fondazioni: a plinti 4x4 m	$N_k \leq$	Cd = 90 [kPa] x B*L
<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili</i> Tipologia fondazioni: a platea 26x95 m	$N_k \leq$	Cd = 40 [kPa] x B*L

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

5. CONCLUSIONI

La morfologia dell'area d'interesse è pianeggiante e non presenta particolari degni di nota. Si osserva unicamente che il piano di campagna originale si trovava ad una quota di circa 2.0÷2.5 m sotto al piano stradale della via Faentina.

Uno sguardo complessivo ai risultati della prova effettuata evidenzia la presenza di un substrato caratterizzato da terreno di riporto per circa 1.0 m; seguono fino a circa -4÷5 dall'attuale piano di campagna, terreni limoso-argillosi con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi; oltre tale profondità, fino alla massima profondità indagata di -30 m dal piano di campagna, si osservano terreni prevalentemente limoso-argillosi, con comparsa di intercalazioni sabbiose e sabbioso-limose a partire dalla profondità di circa 16÷17 m dal piano di campagna. L'assetto litostratigrafico dei livelli sabbiosi risulta di tipo lentiforme.

Il livello della falda freatica, misurato alla data delle prove penetrometriche e del sondaggio, si trovava a circa -1.2÷1.3 m dal piano di campagna. Tale livello freatico può considerarsi valore di massimo idrogeologico con variazioni di circa 0.5÷1.0 m in considerazione del regime idrogeologico rispettivamente di massimo o di minimo.

La tipologia di fondazione a plinti o a travi rovesce o a platea è idonea.

NTC – 14-01-2008

In base alla NTC 2008 il sito in esame è caratterizzato, considerando tempi di ritorno di 475 anni, da accelerazione al bedrock sismico di $a_{rif} = 0.179g$ e da $V_{s30} = 172$ m/s. Comunque in base alle analisi di RSL è possibile assimilare il sito ad un suolo di categoria C. Pertanto si è fatto riferimento al spettro elastico semplificato per categoria C. Considerando quindi un fattore stratigrafico pari a $S_s = 1.44$ e un fattore topografico pari ad uno, l'accelerazione massima alla superficie del sito in esame sarà pari $a_{max} = 0.257g$.

In appendice si riporta l'analisi di RSL qualora il progettista voglia fare riferimento al relativo spettro elastico di riferimento per il sito in esame.

Le misure dei microtrempi hanno evidenziato frequenze significative per l'ingegneria nei confronti dei fenomeni di risonanza del substrato, anche se poco accentuati, del sito in esame pari a

Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito	
Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
1.1÷1.4	0.9÷0.71

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

Le resistenze del terreno, considerando indicativamente fondazioni a plinti con dimensioni equivalenti di 4x4 m e fondazioni a platea con dimensioni equivalenti di 26x95 m, per gli SLU – GEO – stato limite di resistenza del terreno, risultano le seguenti:

Ipotesi fondazione a plinti di 4x4 m con incastro terreno-fondazioni di almeno 1.2 m			
<i>Approccio 2 – condizioni dinamiche (drenate)</i>	Nlim ≤ 391 kPa	Nd ≤	Rd = 170 [kPa] x B*L
<i>Approccio 2 – scorrimento (non drenate)</i>	Elim ≤ 33 kPa	Ed ≤	Rd = 30 [kPa] x B*L
<i>Approccio 2 – condizioni statiche (non drenate)</i>	Nlim ≤ 403 kPa	Nd ≤	Rd = 175 [kPa] x B*L

<i>Ipotesi fondazione a platea di 26x95 m con incastro terreno-fondazioni di almeno 1.0 m</i>			
<i>Approccio 2 – condizioni dinamiche (non drenate)</i>	Nlim ≤ 302 kPa	Nd ≤	Rd = 131 [kPa] x B*L
<i>Approccio 2 – scorrimento (non drenate)</i>	Elim ≤ 33 kPa	Ed ≤	Rd = 30 [kPa] x B*L
<i>Approccio 2 – condizioni statiche (non drenate)</i>	Nlim ≤ 347 kPa	Nd ≤	Rd = 151 [kPa] x B*L

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 Tipologia fondazioni: plinti 4x4 m prof. 1.2÷1.5 m</i>	N_k ≤	Cd = 90 [kPa] x B*L
--	------------------------	----------------------------

<i>Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili Tipologia fondazioni: platea 26x95 m prof. 1.0 m</i>	N_k ≤	Cd = 40 [kPa] x B*L
--	------------------------	----------------------------

In ogni caso il progettista, in funzione delle peculiarità della struttura di progetto, dovrà verificare più opportunamente le resistenze del terreno in condizioni statiche e dinamiche, rispettivamente agli SLV, SLU e SLE.

In generale, per fondazioni a plinti potrà essere previsto un piano di posa a partire da circa -1.2÷1.3 m dal piano di campagna attuale, maggiori profondità risultano ugualmente utili.

Mentre per fondazioni a platea risulta sufficiente asportare il terreno di riporto ed alterato e realizzare un riporto di materiale inerte costipato a rifiuto fino al piano di posa della fondazione.

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 esecutivo e progettuale

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 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. Si deve 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.
- In merito alla esecuzione di eventuali significativi scavi per la realizzazione delle opere, il progettista o il direttore lavori o il responsabile della sicurezza dovrà valutare la stabilità dei fronti di scavo a norma di legge, e/o la necessità di prevedere opere di sostegno temporaneo degli scavi accompagnate da adeguate verifiche a norma di legge, soprattutto degli scavi eseguiti nei pressi delle gru per la realizzazione dell'edificio e nei pressi dei percorsi delle macchine e mezzi operatrici.
- La regimazione delle acque corrive superficiali dovrà essere garantita e garantita la buona tenuta delle condotte interrate 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.

Dicembre, 2017

Appendice

LA MODELLAZIONE STRATA

La modellazione numerica dei dati ottenuti dalle diverse prove dirette ed indirette, è stata realizzata tramite l'ausilio del software STRATA (2008), sviluppato da Albert Kottke.

Nel corso dei passati terremoti, si è osservato che il comportamento dei terreni dipende dalle condizioni locali. Le amplificazioni dovute agli effetti locali, sono simulate usando numerosi programmi che assumono condizioni di suolo semplificate, come strati di terreno orizzontali ed estesi infinitamente.

Uno dei programmi sviluppati per questo scopo è stato STRATA che calcola la risposta dinamica monodimensionale (1D) di una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà variabili in funzione del livello deformativo. Il programma permette di eseguire analisi lineari elastiche (EL), dove le proprietà elastiche e lo smorzamento sono mantenuti costanti, o analisi equivalenti lineari (EQL) dove le proprietà elastiche e lo smorzamento vengono fatti variare in funzione del livello deformativo.

Il progenitore dei programmi 1D che utilizzano il metodo EQL è il programma SHAKE di Schnabel et al. (1972).

La verifica monodimensionale dell'amplificazione locale, tramite l'utilizzo di STRATA si compone di due fasi: elaborazione del modello, simulazione degli effetti indotti dal sisma di progetto. La prima fase consiste nell'inserire i dati (accelerazione, intervalli di tempo), relativi ai segnali di riferimento.

Le analisi di RSL sono state condotte considerando sia lo SLV sia lo SLD.

Per lo SLV si è fatto riferimento ai sette accelerogrammi, di cui 4 scaricati dal data base dell'European Strong Motion compatibili con lo spettrogramma di riferimento e gli altri tre selezionati dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motion database" dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale e forniti per le analisi regionali di RSL, le cui tracce sismiche sono rappresentative del territorio della Regione Emilia-Romagna e che possono verificarsi sul sito oggetto di indagine.

I tre accelerogrammi di riferimento, forniti dalla RER, sono relativi a tre diversi possibili scenari:

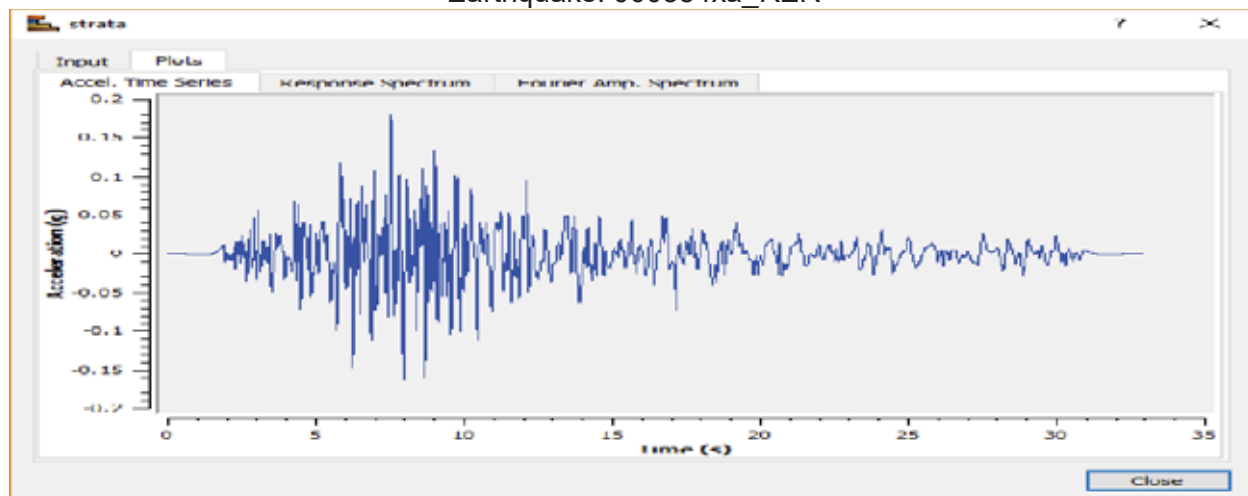
- 1) impulsivo;
- 2) con componente predominante alle alte frequenze;
- 3) con ampio contenuto in frequenze.

Dopo aver determinato gli input sismici, si è proceduto alla costruzione della colonna di sottosuolo di riferimento rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (V_s).

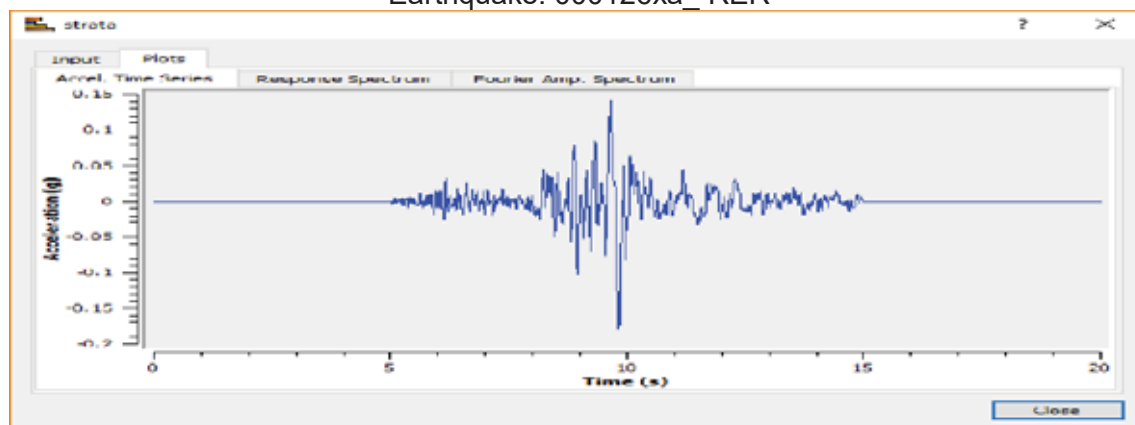
La stratigrafia che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito di interesse e ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame riportati in letteratura. In particolare la modellazione si è basata sulle curve H/V e dalle V_s ottenute dal tromino e dalla MASW. Inoltre per la stratigrafia profonda si è fatto riferimento a quella di un pozzo profondo realizzato sulla proprietà della profondità di 353 m dal piano di campagna.

Sismogrammi per SLV

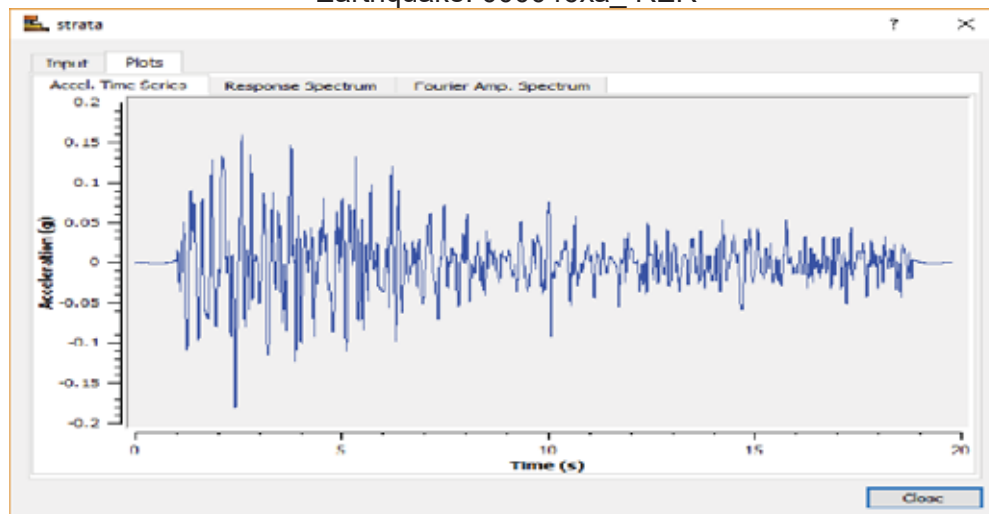
Earthquake: 000354xa_RER



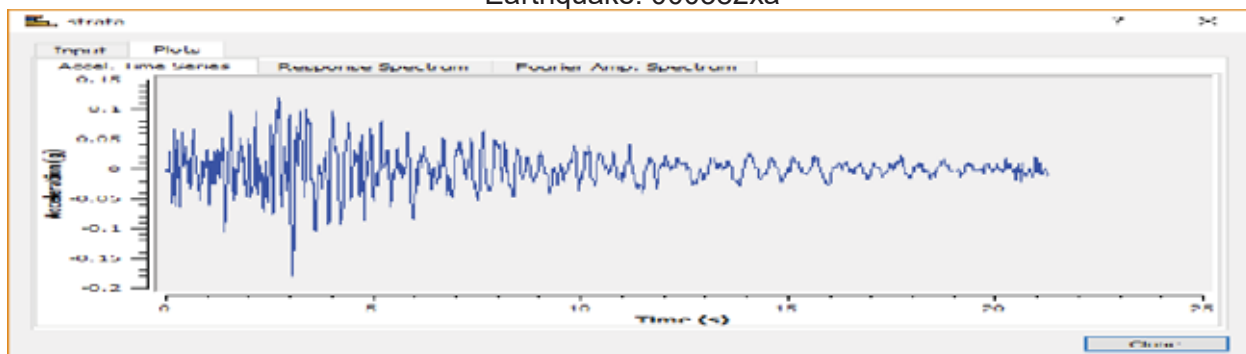
Earthquake: 000126xa_RER



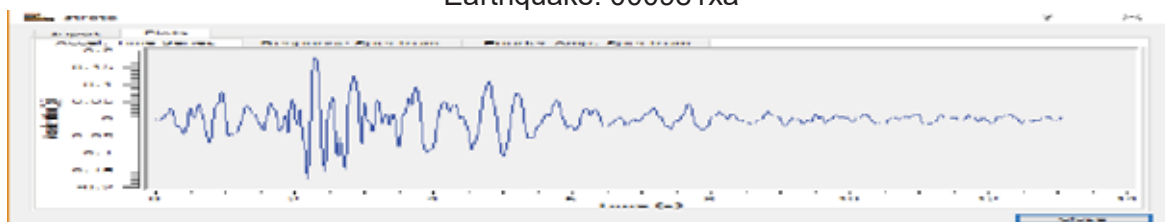
Earthquake: 000046xa_RER



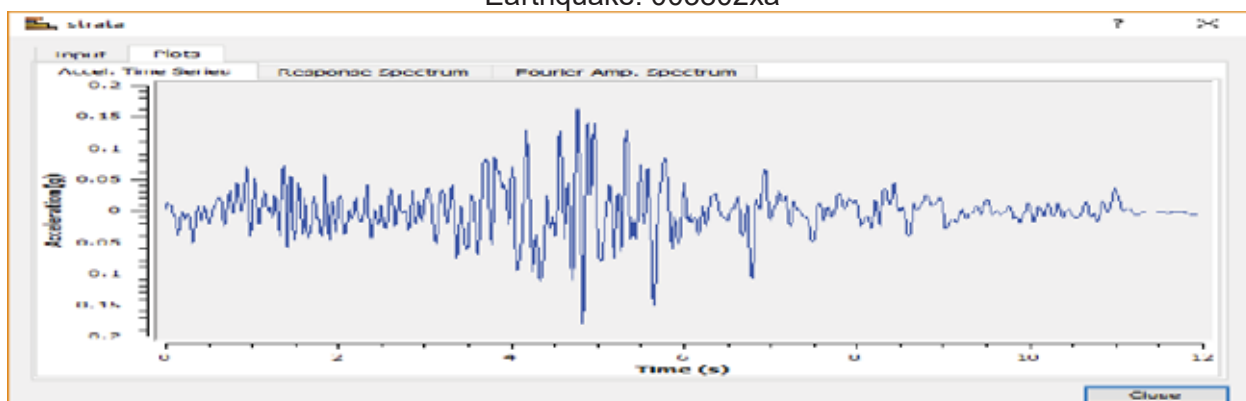
Earthquake: 000382xa



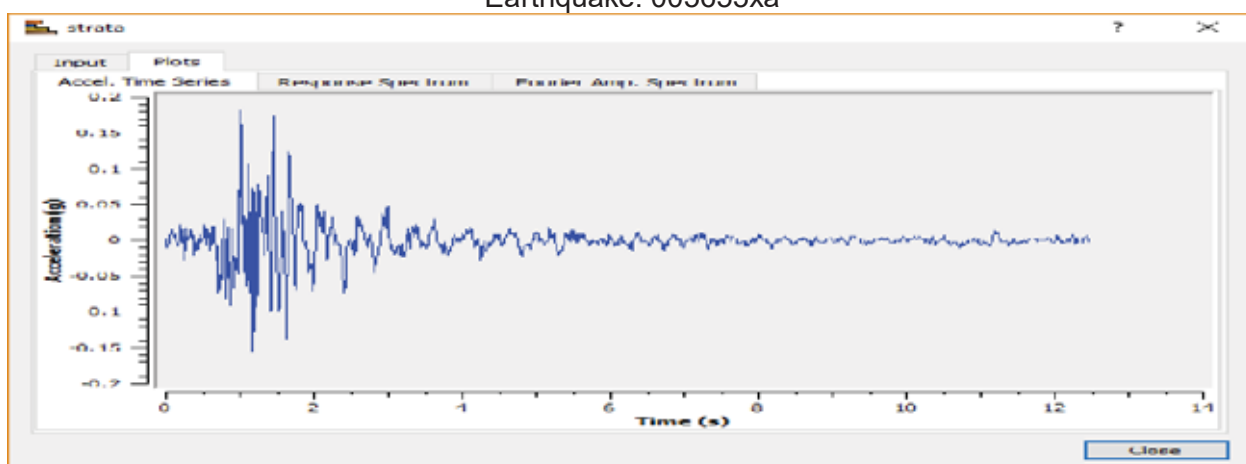
Earthquake: 000981xa

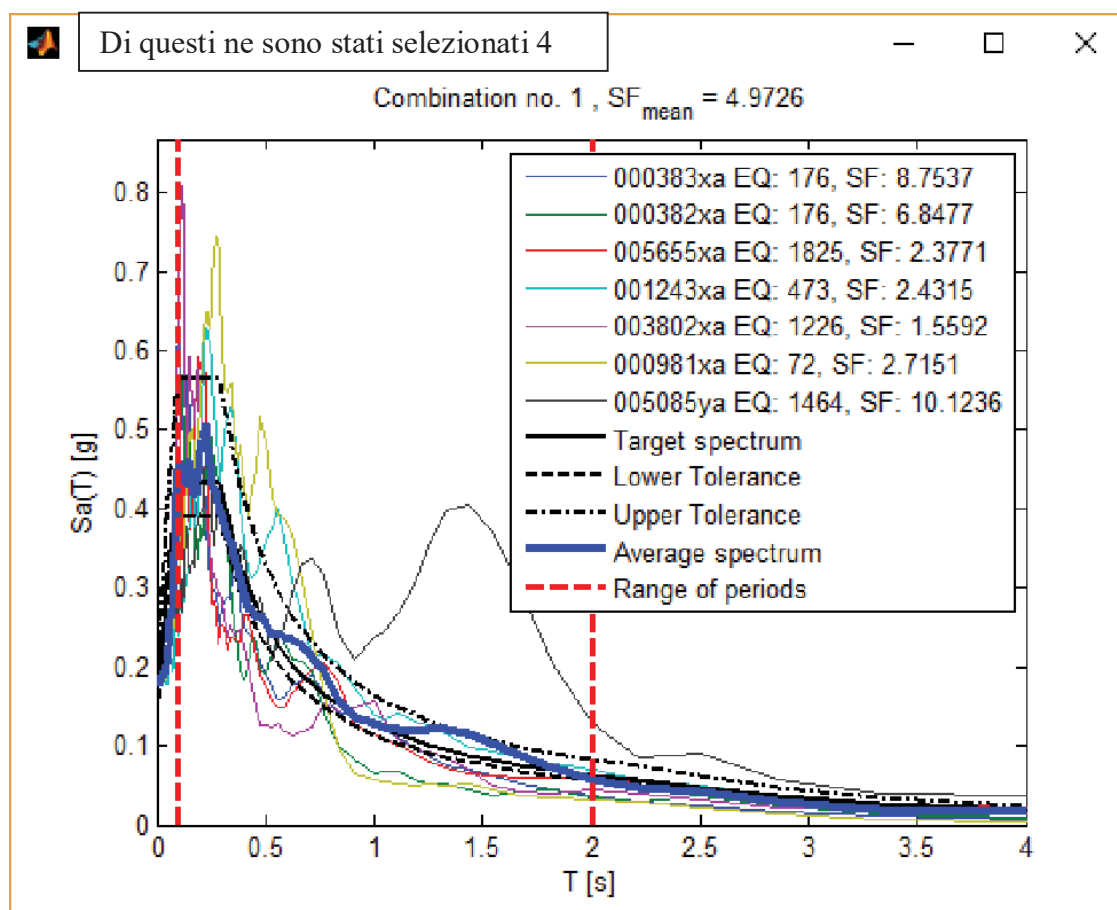


Earthquake: 003802xa



Earthquake: 005655xa

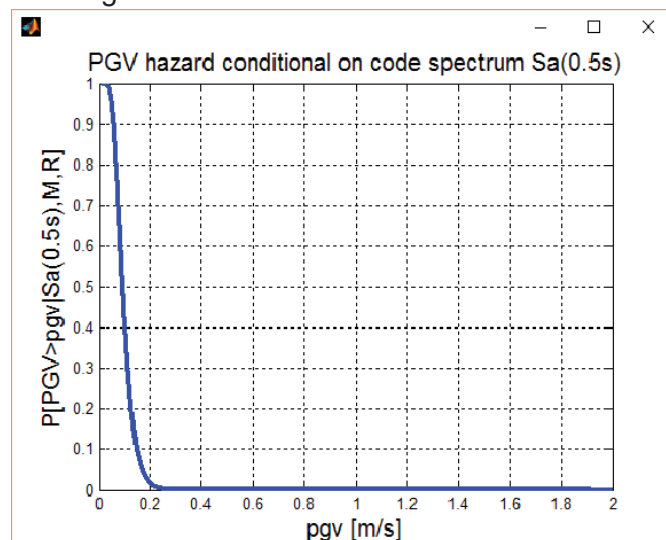
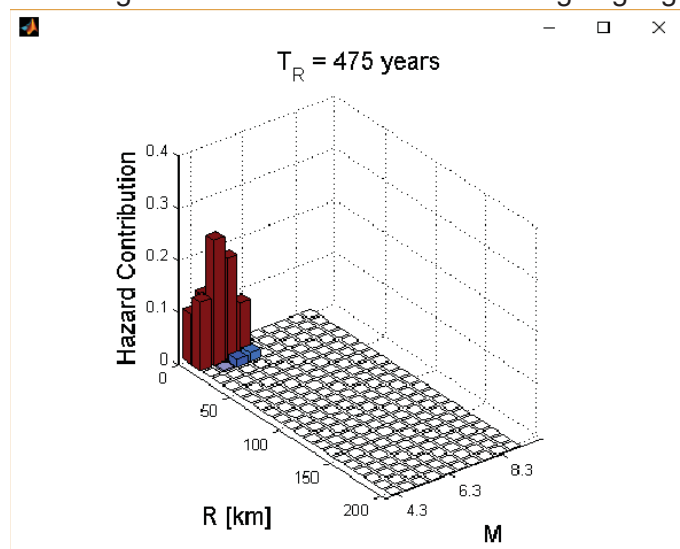




Dopo aver determinato gli input sismici, si è proceduto alla costruzione della colonna di riferimento rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (V_s).

La stratigrafia di input che caratterizza il profilo

stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito di interesse e



ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame

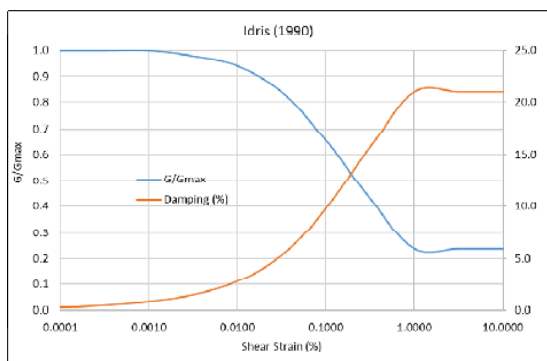
riportati in letteratura. **In particolare la modellazione si è basata sulle curve H/V ottenute dal tromino, dalle velocità delle onde di taglio nei primi metri riscontrate dalla MASW e dalla quelle ricavate con la prova SCPT.**

Nel caso specifico, in considerazione delle caratteristiche litologiche delle formazioni della zona di interesse, i litotipi utilizzati sono stati quelli sotto riportati.

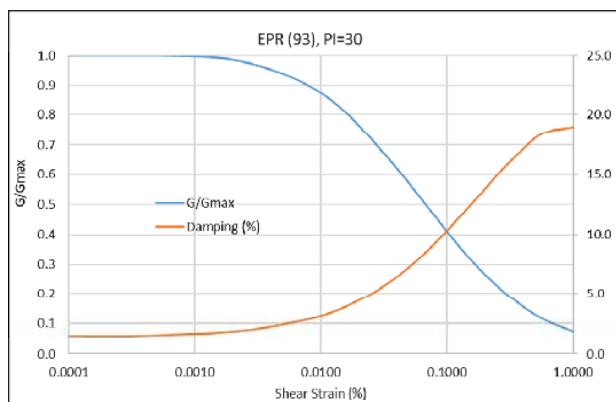
Stratigrafia di input:

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia prevalente	Tipo curve modulo di taglio e smorzamento
0.00	1.00	Limi argillosi – argille limose	EPR (93), PI=30
1.00	10.00	Limi argillosi – argille limose	EPR (93), PI=30
11.00	9.00	Limi argillosi – argille limose	clay - Idriss (1990)
20.00	10.00	Limi argillosi – argille limose	clay - Idriss (1990)
30.00	30.00	Limi argillosi – argille limose	EPR (93), PI=30
60.00	40.00	Limi argillosi – argille limose	EPR (93), 120-250 ft
100.00	8.00	sabbie	sand - Idriss (1990)
108.00	14.00	Sabbie con ghiaia	gravel
122.00	140.00	Limi argillosi – argille limose	GEI>500
262.00	18.00	Sabbie	Sand-Seed&Idriss
280.00	41.00	Limi argillosi – argille limose	GEI>500
321.00	32.00	Sabbie	Sand-Seed&Idriss
353.00	Half-Space	Limi argillosi – argille limose	Bedrock-like

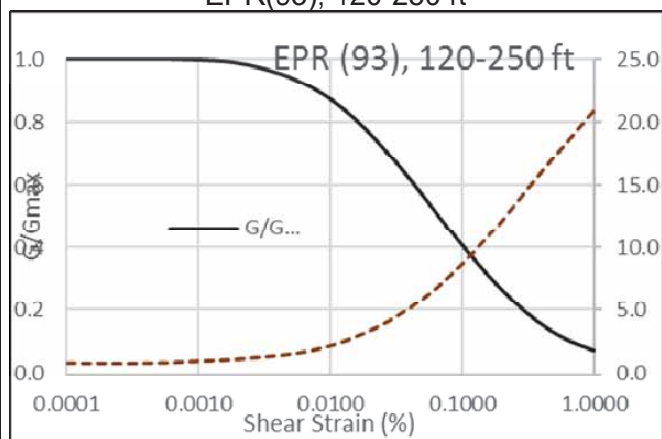
Clay Idriss (1990)



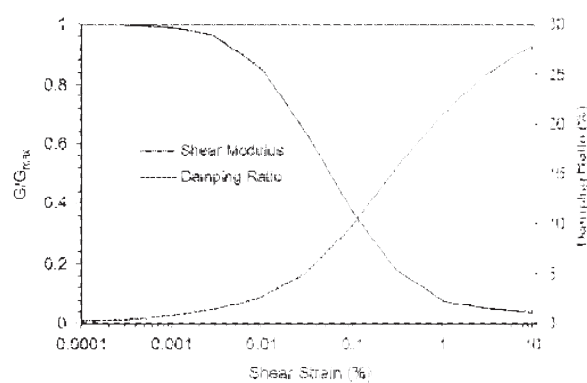
EPRI (93), PI=30



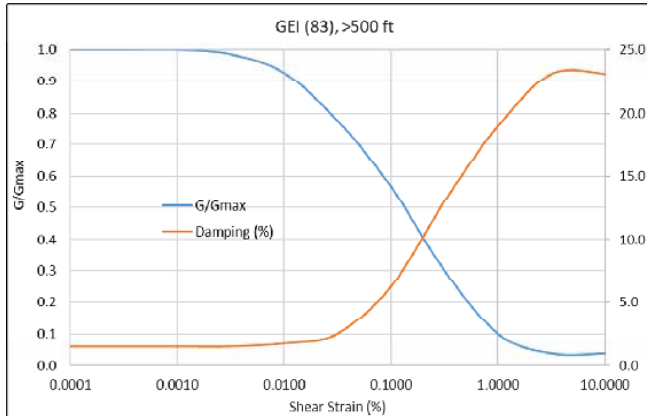
EPR(93), 120-250 ft



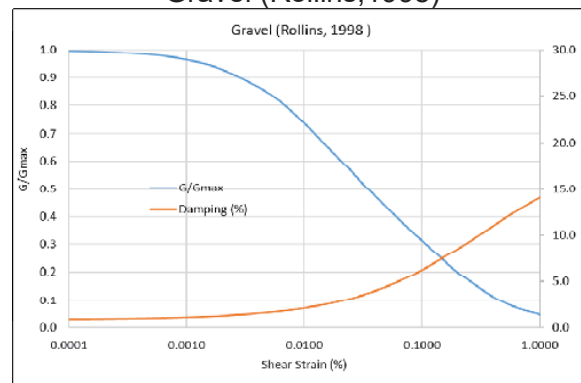
Sand Idriss (1990)



GEI > 500



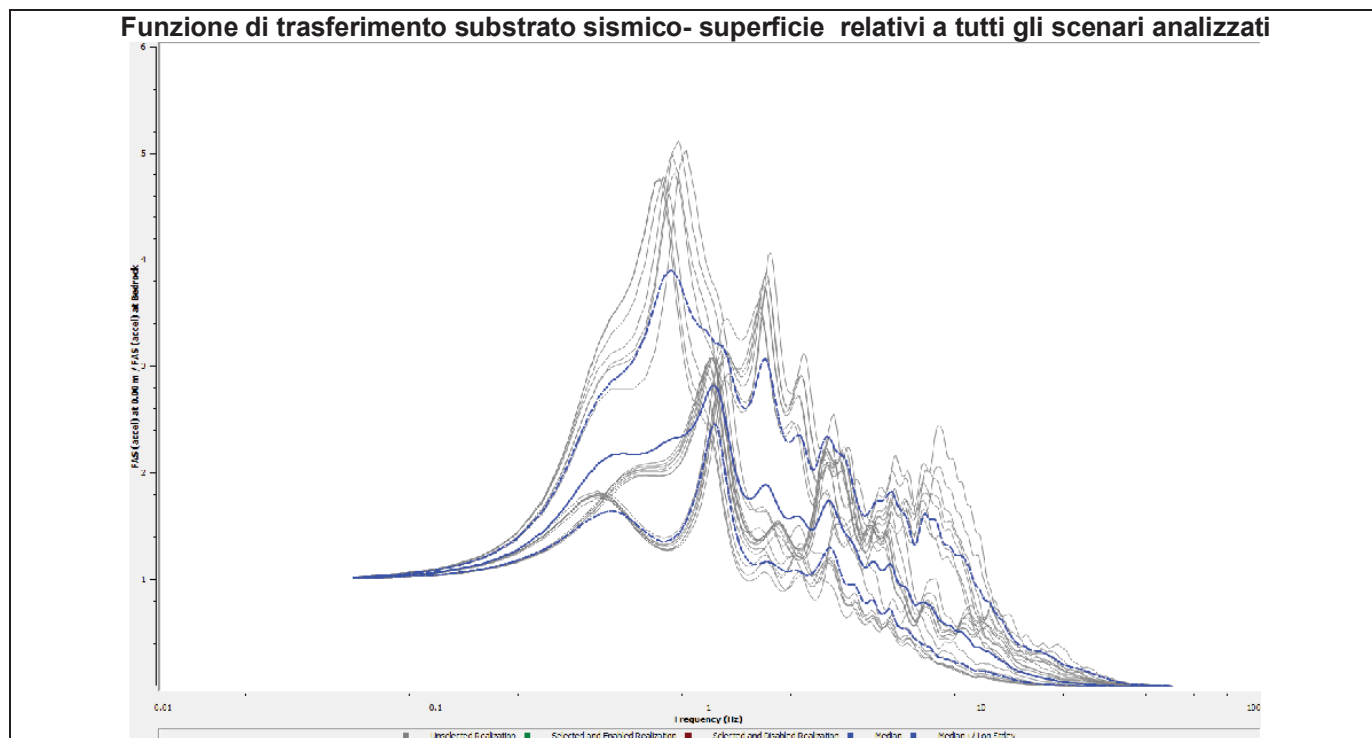
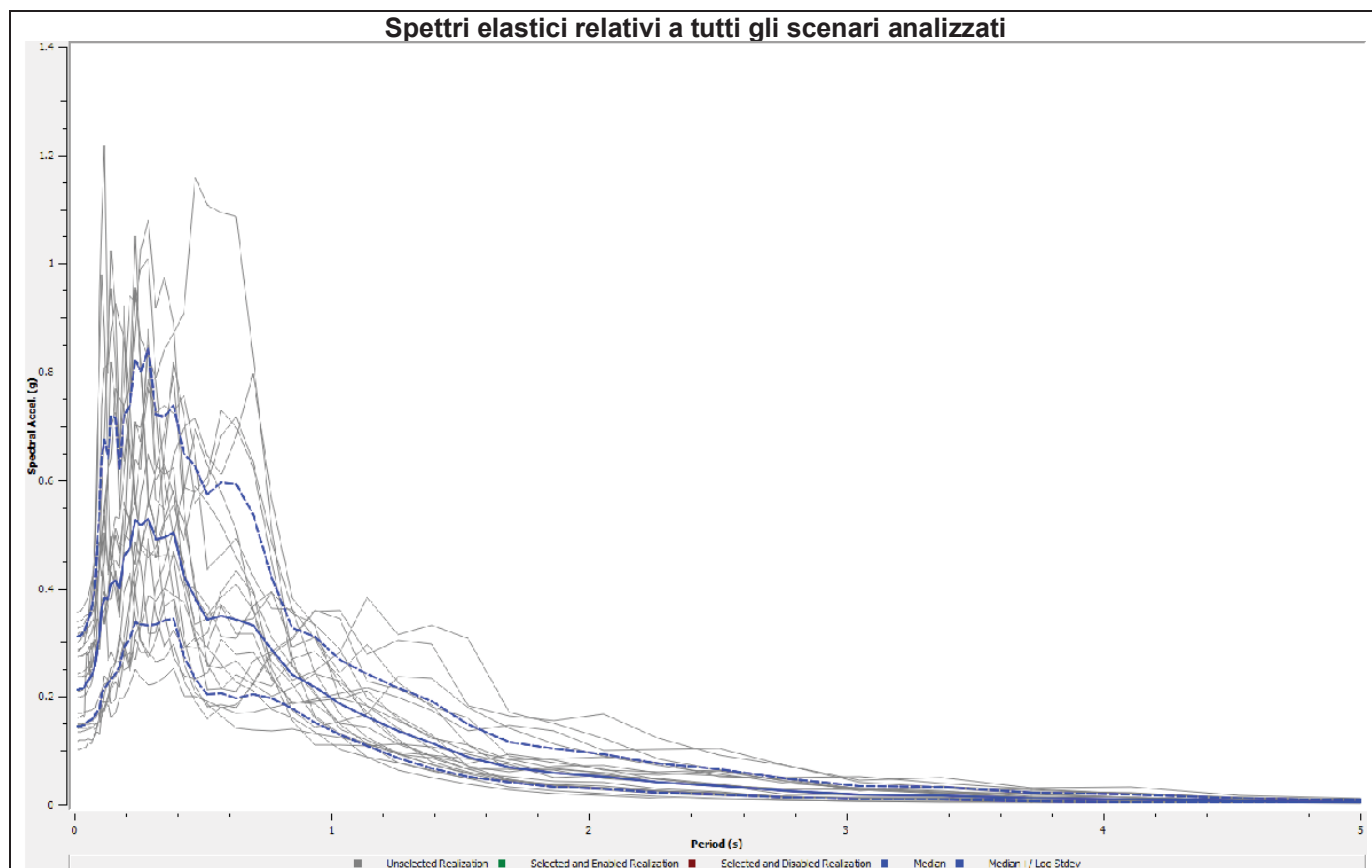
Gravel (Rollins,1998)



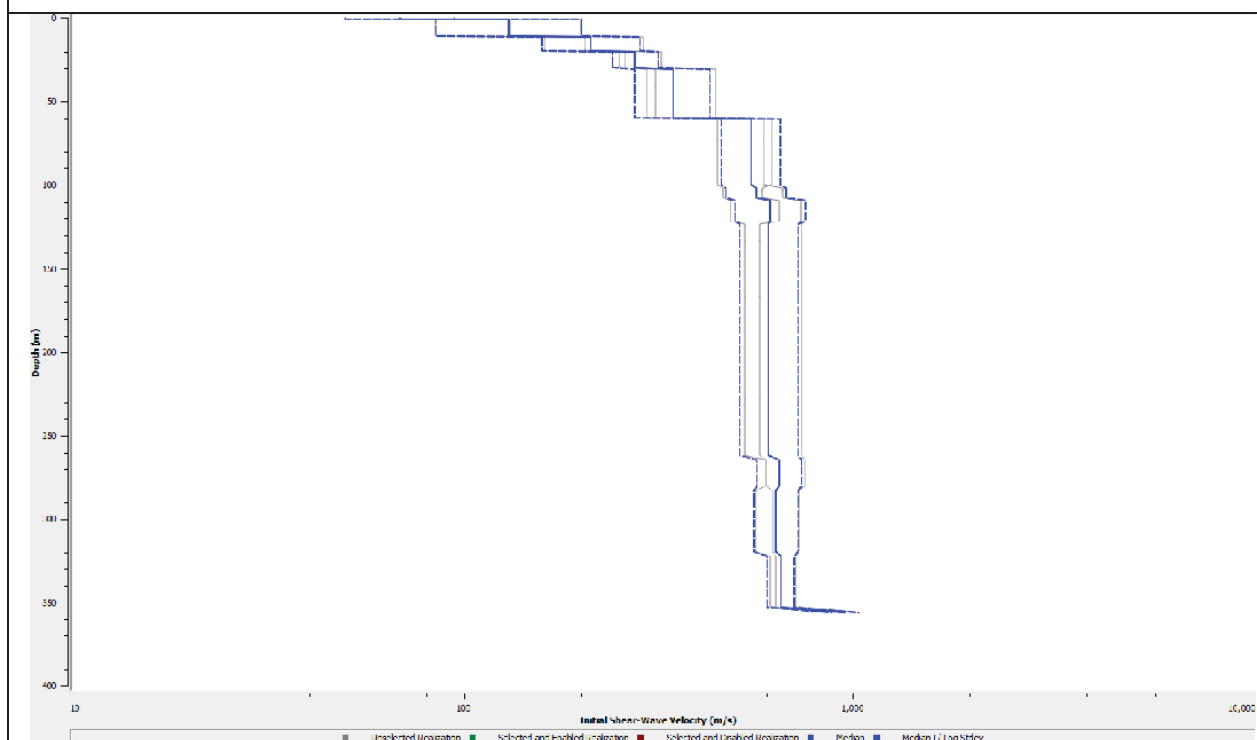
Utilizzando il programma STRATA si riportano i dati ricavati dalla modellazione numerica monodimensionale. Nella modellazione si è proceduto ad una analisi probabilistica facendo variare in modo automatico le velocità delle onde di taglio per ogni strato, il profilo stratigrafico, le caratteristiche dei terreni e le caratteristiche e la profondità del bedrock (tra 573 m e 250). Sono poi stati scelti i profili con scenario più conservativo e coerente con l'assetto sismostratigrafico del sito in esame.

In particolare, nello spettro elastico medio, 90° e medio più deviazione standard, si osservano il picco a circa $T=0.3$ sec, corrispondente al contrasto riscontrato nelle indagini geognostiche e geofisiche alla profondità di circa 8÷9 m, che potrebbe dare importanti amplificazioni in caso di un sisma di progetto importante.

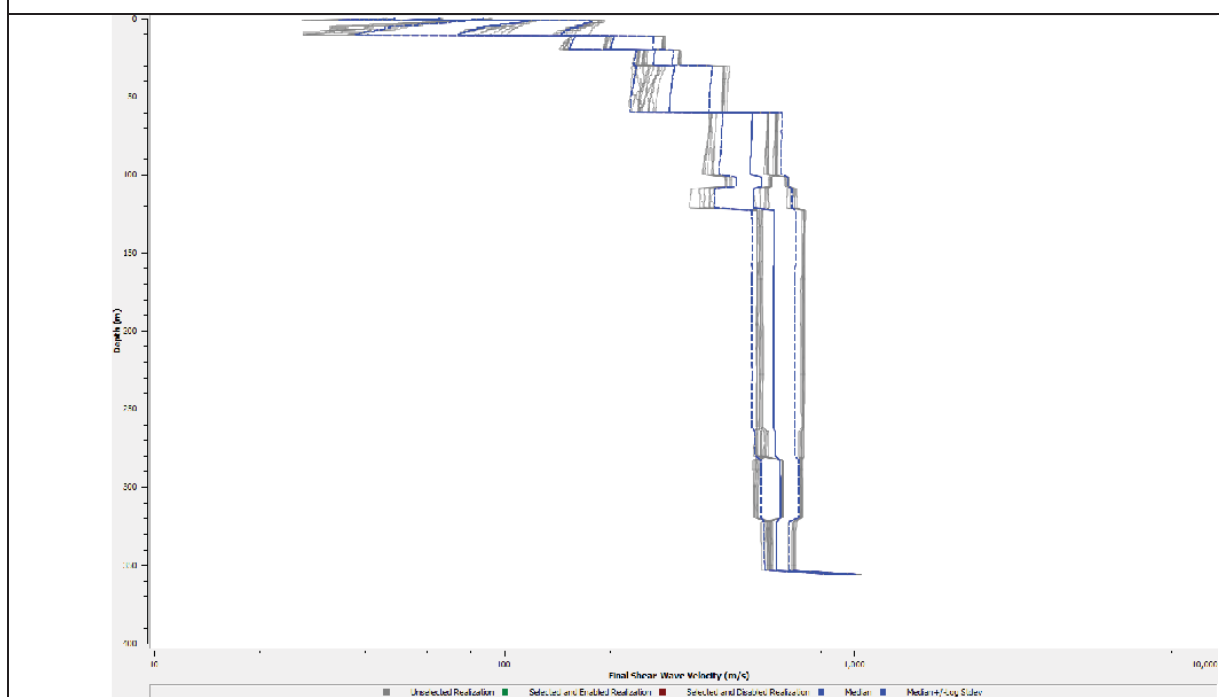
Stato Limite della Vita – SLV –



Profilo di Vs iniziale considerato nel Modello STRATA



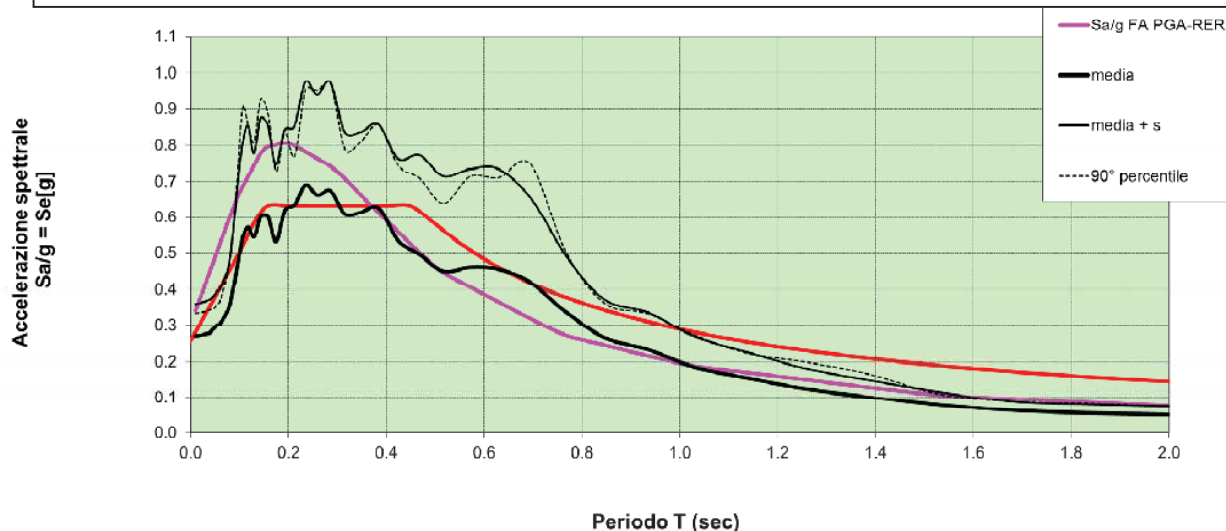
Profilo di Vs finale considerato nel Modello STRATA Scenario n.1



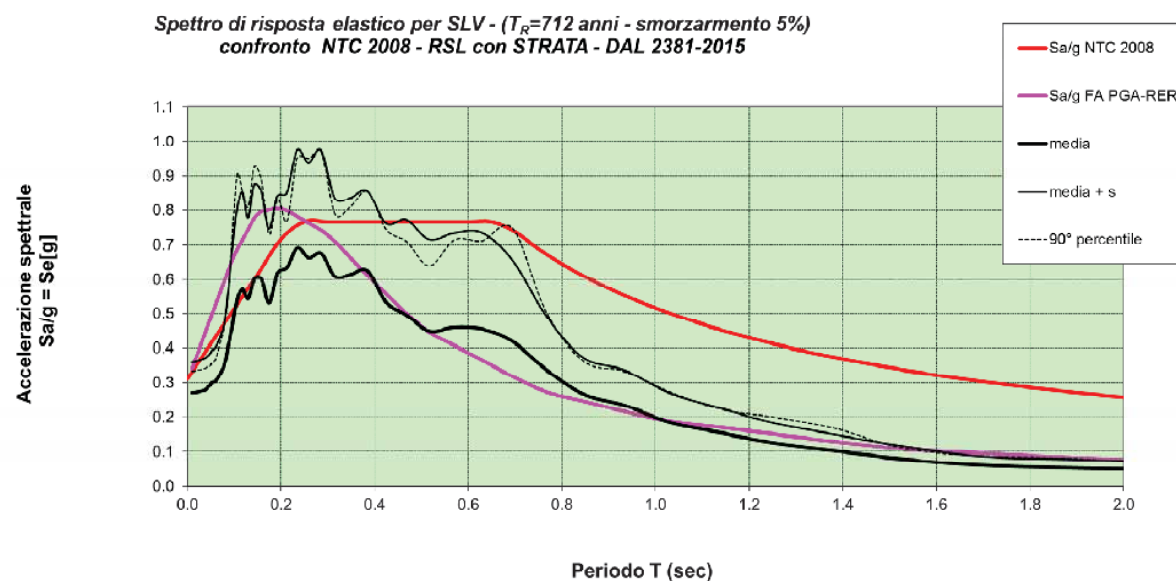
Si riporta lo spettro di risposta elastico più severo ricavato dall'analisi RSL, considerando n. 7 accelerogrammi e i valori statistici di 14 output (7+7) più severi.

Confronto tra spettri elastici da analisi RSL e semplificato considerando categoria C come da NTC2008. Come si può osservare lo spettro medio risulta appena sotto alla categoria di suolo C, pertanto per le verifiche può essere assunto un spettro elastico relativo ad un suolo di categoria C. Ovvero può essere utilizzato gli spettri elastici ricavati dalla RSL, elaborati statisticamente in funzione delle strategie progettuali.

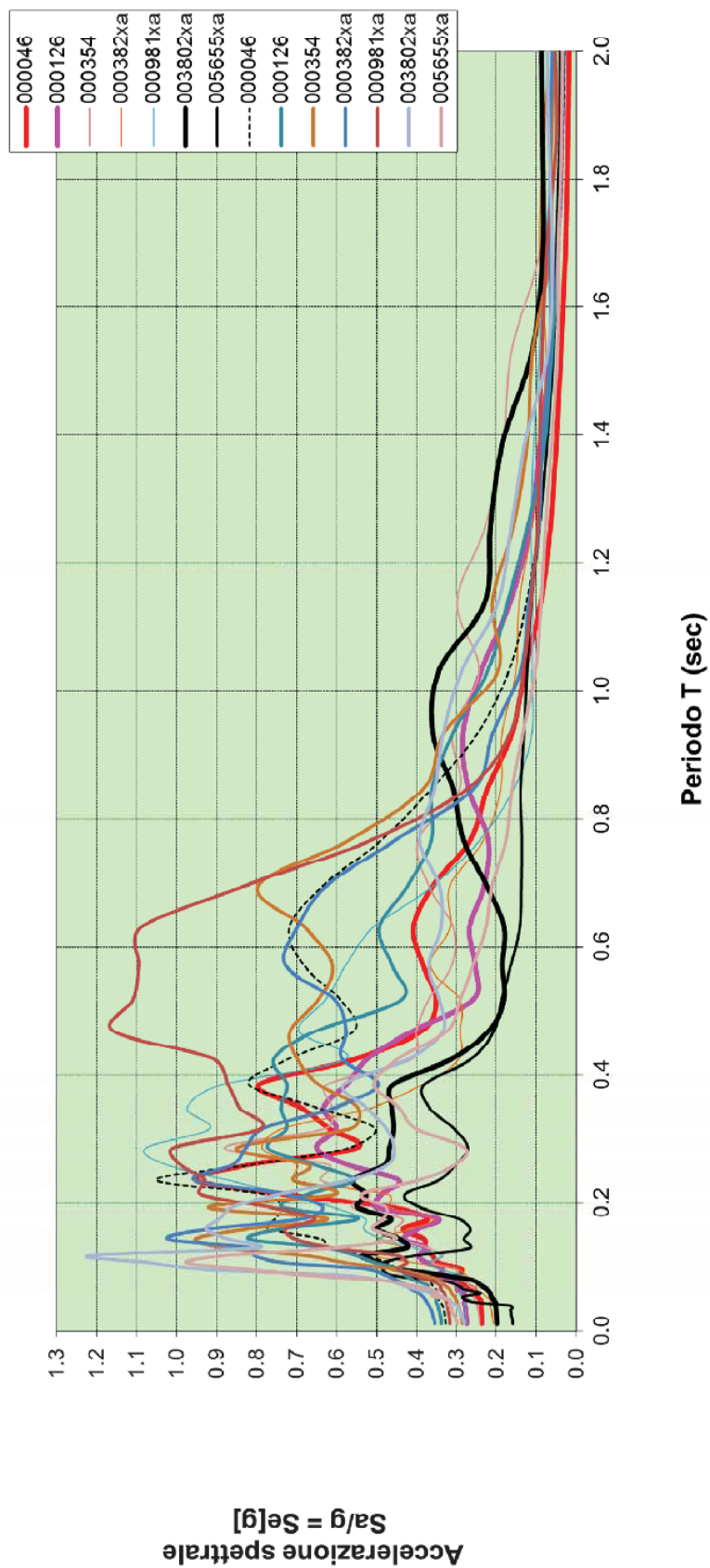
Confronto spettri elastici da RSL, elaborati statisticamente, e spettro categoria di suolo C. Inoltre si riporto lo spettro elastico derivato dalle DAL n.2193/2015 regionale per analisi di pianificazione.



Confronto spettri elastici da RSL, elaborati statisticamente, e spettro categoria di suolo D. Inoltre si riporto lo spettro elastico derivato dalle DAL n.2193/2015 regionale per analisi di pianificazione.

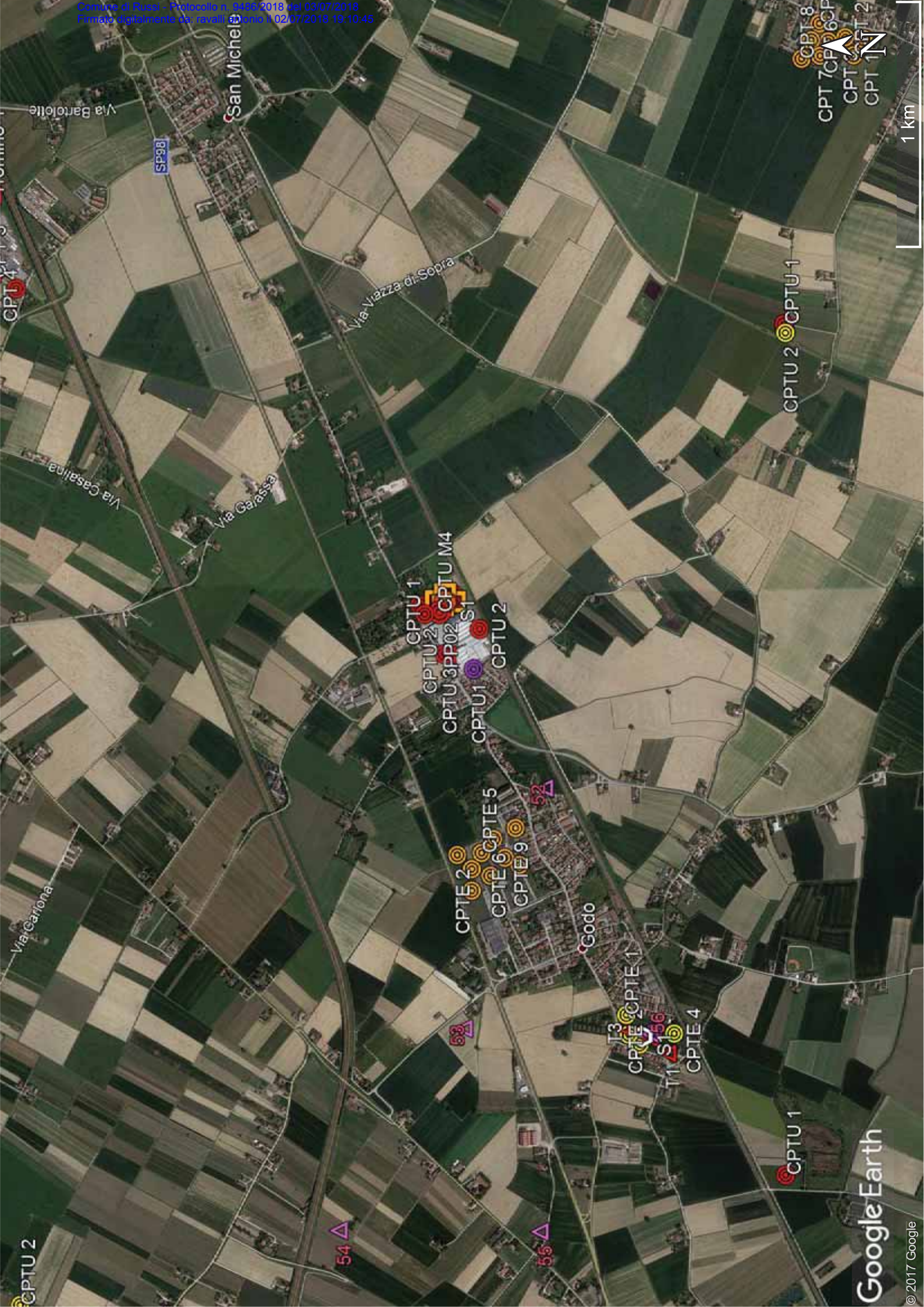


Risposta Sismica Locale- scenari più severi - analisi con 7 accelerogrammi - output 7+7 scenari
Spettro di risposta elastico per SLV - ($T_R=712$ anni - smorzamento 5%) -




MODELLO STRATA Se/g (T) = Sa (T) : ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE per 7 tracce - n 2 scenari più severi																			
T (sec)	000046	000126	000354	000382xa	000981xa	003802xa	005655xa	000046	000126	000354	000382xa	000981xa	003802xa	005655xa	mediana	media	Stdev (σ)	media + σ	90° percentile
0.0100	0.236402	0.273383	0.241518	0.209122	0.274363	0.198499	0.159322	0.326588	0.337681	0.285553	0.35475	0.316092	0.281165	0.298705	0.278	0.271	0.089	0.360	0.334
0.0110	0.236434	0.273453	0.241593	0.209211	0.274425	0.198554	0.159476	0.326705	0.337805	0.285705	0.354964	0.316188	0.281479	0.298999	0.278	0.271	0.089	0.360	0.334
0.0122	0.23648	0.273539	0.241702	0.209321	0.2745	0.198622	0.159666	0.326876	0.337956	0.285887	0.355225	0.316305	0.281863	0.299361	0.278	0.271	0.089	0.360	0.335
0.0134	0.236527	0.273649	0.241834	0.209395	0.274591	0.198705	0.1599	0.327051	0.338124	0.286108	0.355507	0.316447	0.282333	0.299806	0.278	0.271	0.089	0.360	0.335
0.0148	0.236585	0.273778	0.241996	0.209558	0.274702	0.198809	0.16019	0.327265	0.338344	0.286379	0.355897	0.316621	0.282712	0.300358	0.279	0.272	0.089	0.360	0.335
0.0164	0.236654	0.273935	0.242195	0.209756	0.274871	0.198932	0.160507	0.327526	0.338619	0.28671	0.356374	0.316847	0.283418	0.300925	0.279	0.272	0.089	0.361	0.335
0.0181	0.236737	0.274126	0.242439	0.209999	0.275029	0.199084	0.160938	0.327847	0.338959	0.287116	0.356955	0.317107	0.284287	0.301774	0.280	0.272	0.089	0.361	0.336
0.0199	0.236837	0.274359	0.242739	0.210298	0.275221	0.199271	0.161495	0.328239	0.339375	0.287614	0.357667	0.317426	0.285358	0.30289	0.280	0.273	0.089	0.362	0.336
0.0220	0.236957	0.274643	0.243079	0.210665	0.275452	0.199502	0.162276	0.328721	0.339884	0.288221	0.35854	0.317817	0.286679	0.30437	0.281	0.273	0.089	0.363	0.337
0.0243	0.237126	0.27498	0.243546	0.211119	0.275732	0.199788	0.163978	0.329202	0.340506	0.288982	0.359612	0.318297	0.288312	0.307002	0.282	0.274	0.090	0.364	0.337
0.0268	0.237287	0.275448	0.244131	0.211596	0.276069	0.200145	0.163817	0.329957	0.341307	0.289923	0.360623	0.318887	0.290326	0.309642	0.283	0.275	0.090	0.365	0.338
0.0296	0.237471	0.275973	0.244869	0.212301	0.276472	0.200448	0.164282	0.330889	0.342248	0.291095	0.362232	0.319613	0.291773	0.311178	0.284	0.276	0.090	0.366	0.339
0.0327	0.237671	0.276628	0.245811	0.213217	0.277062	0.201017	0.165233	0.332046	0.343411	0.29257	0.364254	0.320186	0.294638	0.315331	0.285	0.277	0.091	0.368	0.340
0.0361	0.237863	0.277475	0.247017	0.214441	0.27762	0.201762	0.166030	0.333496	0.344869	0.294463	0.366833	0.321314	0.297123	0.311698	0.286	0.278	0.092	0.369	0.341
0.0398	0.237994	0.278734	0.248253	0.215658	0.278247	0.202619	0.166639	0.335455	0.346777	0.297038	0.37013	0.322748	0.298938	0.319669	0.288	0.280	0.092	0.372	0.343
0.0439	0.236471	0.280013	0.249078	0.217218	0.279602	0.202344	0.2429	0.339882	0.350218	0.298855	0.373666	0.32423	0.312315	0.316682	0.289	0.287	0.090	0.377	0.347
0.0485	0.240743	0.276902	0.253007	0.215966	0.281795	0.208099	0.27821	0.344633	0.350247	0.301557	0.378662	0.325992	0.322572	0.317033	0.292	0.293	0.090	0.383	0.349
0.0535	0.247681	0.282422	0.259815	0.226248	0.287496	0.213688	0.283273	0.34482	0.354589	0.3063	0.38539	0.327412	0.338814	0.361389	0.297	0.301	0.093	0.394	0.359
0.0590	0.250841	0.279784	0.266068	0.235133	0.29352	0.216377	0.239582	0.35127	0.357045	0.313383	0.396105	0.330532	0.368479	0.346481	0.303	0.303	0.095	0.399	0.365
0.0652	0.255876	0.298527	0.252825	0.251427	0.286065	0.224268	0.278465	0.350114	0.370009	0.317138	0.413738	0.338781	0.400611	0.366936	0.308	0.315	0.100	0.414	0.391
0.0719	0.278114	0.293687	0.270716	0.249704	0.301475	0.240982	0.298448	0.361814	0.37332	0.331989	0.425661	0.342279	0.439619	0.421683	0.317	0.331	0.106	0.437	0.424
0.0794	0.305742	0.326036	0.272144	0.256834	0.296912	0.258129	0.333943	0.368186	0.405652	0.341558	0.448073	0.36772	0.476638	0.487735	0.338	0.353	0.118	0.471	0.468
0.0876	0.293633	0.343636	0.294087	0.276681	0.282831	0.336377	0.461028	0.413072	0.428179	0.384092	0.478377	0.406362	0.599373	0.678448	0.395	0.405	0.156	0.561	0.563
0.0967	0.287584	0.334301	0.299907	0.298687	0.342146	0.452553	0.485606	0.447402	0.440268	0.462499	0.525357	0.446645	0.941976	0.83323	0.447	0.471	0.223	0.694	0.741
0.1067	0.346303	0.374668	0.360078	0.398938	0.372393	0.493267	0.485071	0.473503	0.504566	0.58115	0.73585	0.423708	1.06968	0.977875	0.479	0.543	0.261	0.804	0.905
0.1178	0.398549	0.394834	0.333473	0.503619	0.337165	0.536426	0.406024	0.53299	0.551279	0.679876	0.807272	0.447223	1.218667	0.878395	0.518	0.570	0.283	0.854	0.857
0.1300	0.37974	0.375453	0.371581	0.432698	0.402074	0.42509	0.266451	0.620404	0.62611	0.886865	0.815601	0.610959	0.797513	0.603711	0.518	0.544	0.233	0.767	0.810
0.1435	0.380963	0.430564	0.442097	0.496706	0.483829	0.443193	0.282119	0.637892	0.819643	0.953622	1.023536	0.703302	0.872514	0.453302	0.490	0.602	0.274	0.875	0.929
0.1583	0.433902	0.396273	0.452704	0.416731	0.532263	0.499557	0.265285	0.769979	0.736908	0.821363	0.915401	0.72675	0.926579	0.510968	0.522	0.600	0.256	0.856	0.887
0.1747	0.370903	0.345804	0.364626	0.359522	0.528551	0.464428	0.294873	0.752688	0.545078	0.623687	0.679057	0.654365	0.891276	0.483773	0.506	0.531	0.215	0.746	0.731
0.1929	0.464168	0.500652	0.560674	0.465502	0.608139	0.548397	0.390392	0.735115	0.735224	0.920589	0.834657	0.766627	0.861641	0.476589	0.584	0.619	0.223	0.843	0.833
0.2128	0.729163	0.486664	0.519089	0.469509	0.722175	0.527203	0.429255	0.779605	0.672781	0.604031	0.726259	0.939988	0.744655	0.538004	0.638	0.635	0.216	0.851	0.769
0.2349	0.952037	0.443702	0.639415	0.701577	0.87053	0.55987	0.344931	0.105127	0.55646	0.70908	0.956331	0.928758	0.570072	0.393183	0.670	0.691	0.284	0.975	0.955
0.2593	0.816309	0.57248	0.618954	0.697746	1.024981	0.480136	0.302434	0.811491	0.658068	0.670902	0.860016	0.99108	0.472381	0.303533	0.663	0.663	0.277	0.940	0.952
0.2861	0.548885	0.649322	0.879474	0.786213	1.079456	0.468227	0.271527	0.570774	0.771789	0.850297	0.82741	1.008746	0.456339	0.27974	0.711	0.675	0.299	0.974	0.970
0.3158	0.618493	0.600056	0.627228	0.736776	0.91841	0.457325	0.305605	0.503346	0.724948	0.564548	0.784983	0.788958	0.476063	0.402657	0.609	0.608	0.227	0.835	0.788
0.3486	0.687482	0.631613	0.610419	0.515673	0.974835	0.462051	0.366512	0.647156	0.73866	0.546192	0.605723	0.842192	0.525467	0.444387	0.608	0.614	0.222	0.836	0.811
0.3847	0.793393	0.574093	0.623367	0.386311	0.889281	0.45901	0.38111	0.81995	0.723692	0.645017	0.495497	0.871248	0.582481	0.507392	0.603	0.625	0.232	0.857	0.856
0.4246	0.545953	0.621534	0.408466	0.292428	0.576412	0.311043	0.263427	0.718323	0.75643	0.698665	0.590624	0.41892	0.445924	0.536	0.533	0.230	0.763	0.745	
0.4686	0.386329	0.408459	0.399859	0.290817	0.694865	0.219455	0.207077	0.556202	0.650576	0.716144	0.576765	1.159112	0.334438	0.323685	0.404	0.495	0.277	0.772	0.710
0.5172	0.350845	0.25707	0.368773	0.29157	0.628112	0.180713	0.187405	0.591134	0.435846	0.645329	0.605737	1.10871	0.343893	0.290991	0.360	0.449	0.266	0.715	0.640
0.5708	0.383481	0.25299	0.310586	0.365793	0.577112	0.185379	0.164589	0.682597	0.461402	0.610834	0.728855	1.094069	0.370082	0.258528	0.377	0.460	0.274	0.734	0.715
0.6300	0.407308	0.266393	0.307619	0.315802	0.508839	0.18059	0.142001	0.718134	0.492388	0.68017	0.698211	1.087625	0.339155	0.226519	0.373	0.455	0.280	0.735	0.712
0.6953	0.358719	0.230172	0.368697	0.316963	0.359747	0.22409	0.138217	0.634338	0.421854	0.796265	0.625464	0.8293	0.343241	0.211631	0.359	0.418	0.237	0.655	0.748
0.7674	0.264331	0.219957	0.394763	0.232167	0.240683	0.282993	0.13715	0.486077	0.362143	0.565986	0.450752	0.509422	0.393026	0.176262	0.323	0.337	0.155	0.492	0.502
0.8469	0.222208	0.269538	0.291247	0.189412	0.155766	0.30871	0.139726	0.36199	0.361214	0.382488	0.256688	0.270851	0.354774	0.161425	0.270	0.266	0.105	0.371	0.362
0.9347	0.160396	0.282805	0.308807	0.186089	0.110719	0.359653	0.131464	0.246091	0.307753	0.33141	0.209344	0.164348	0.33357	0.134289	0.228	0.233	0.103	0.336	0.333
1.0316	0.128353	0.236902	0.243005	0.15122	0.111255	0.343612	0.12338	0.167848	0.220594	0.195939	0.139418	0.132151	0.286435	0.102642	0.160	0.185	0.085	0.269	0.273

ALLEGATI






100 m

 <div>INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di LUIGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-sti.com Concessione: Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010</div>	COMMITTENTE: S.G.T. Società di Geologia Territoriale s.a.s.			SOND.N°: S.1	PROF.(m): 30.00
	CANTIERE: Godo (RA) - Strada Comunale Monaldina			QUOTA (m): p.d.c.	
	PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR			LATITUDINE (°):	
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo			LONGITUDINE (°):	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm			DATA INIZ-FINE: 27/11/2017-27/11/2017
PIEZOMETRO:					SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 242-17	CERTIFICATO N°: C17-096-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 28/11/2017	PAGINA N°: 1 di 2	

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro
1	1.6	0.60			Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore marrone-grigio						
	1.2	0.20									
2	0.6	0.20	1.50		Limo sabbioso e limo e sabbia debolmente limosa di colore marrone-grigio			1.80 2/2/4 2.25			
3	1.7	0.70									
	0.6	0.20	3.10								
4					Sabbia limosa, debolmente argillosa, di colore grigio						
5	1.4	0.80	4.80								
6	2.0	1.00									
	2.1	1.00									
7	2.3	1.10			Limo argilloso, con livelli centimetrici a componente sabbiosa. Colore grigio						
	0.6	0.20									
8	1.2	0.60									
			8.00		Campione indisturbato	8.00					
9	1.4	0.60	8.50								
	0.9	0.40									
	1.2	0.60	9.50		Limo argilloso con livelli centimetrici a componente sabbiosa. Colore grigio						
10	1.3	0.90									
	1.0	0.60			Limo argilloso di colore grigio, ricco di sostanza organica localizzata in livelli decimetrici di colore più scuro						
11	1.3	0.80	11.20								
12	0.5	0.40									
	0.6	0.50									
13	0.6	0.50			Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio						
	0.5	0.40									
14	0.5	0.50	14.00								
	0.7	0.40	14.60		Campione indisturbato	14.00					
15	0.6	0.40									
	0.6	0.40									
16	0.5	0.40			Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio						
	0.6	0.50	16.40								
17	1.0	0.40									
	0.9	0.50									
18	0.8	0.50									
	0.9	0.30			Limo sabbioso e argilloso di colore grigio. La componente sabbiosa si concentra in livelli decimetrici						
19	1.0	0.40									
20	0.9	0.20	20.70								
21	2.5	0.70			Limo argilloso di colore grigio, con livelli decimetrici ricchi in sostanza organica (frammenti di legno) in stato di decomposizione, da -21.30 a -21.60 m e da -21.90 a -22.10 m						
22	2.7										
23	3.5										
24	4.5		23.50								
	4.3										
25	1.6	0.60									
	0.5	0.10									
26	3.1										
27	2.0	0.80			Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio con zonature marroni						
	1.4	0.60									
28	1.8	0.70									
	0.8	0.20									
29	2.7										
	3.1		29.30								
30			30.00		Sabbia debolmente limosa di colore grigio						

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

 SOGEO <small>INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534434 - E-mail: sogeo@sogeo-sti.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010</small>	COMMITTENTE: S.G.T. Società di Geologia Territoriale s.a.s.			SOND.N°: S.1	PROF.(m): 30.00
	CANTIERE: Godo (RA) - Strada Comunale Monaldina			QUOTA (m): p.d.c.	
	PERFORATRICE: Elettrari EK200/STR			LATITUDINE (°):	
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo			LONGITUDINE (°):	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm			DATA INIZ-FINE: 27/11/2017-27/11/2017
PIEZOMETRO:					SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 242-17	CERTIFICATO N°: C17-096-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 28/11/2017	PAGINA N°: 2 di 2	

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz.Norton	Inclinometro
31			30.00								

C.I. = campione indisturbato

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



SOGEO s.r.l.
INDAGNI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI
Via S. Pietro n. 43 - 48022 S. Pietro di Lupo (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.
RIF. N° : 242-17

LOCALITA': Godo (RA)
ALLEGATO A: C17-096-1

SONDAGGIO N.: S.1
DATA: 27/11/2017

0 1 2 3 4



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m

1 2 3 4 5

10 11 12 13 14



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

11 12 13 14 15

5 6 7 8 9



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m

6 7 8 9 10

15 16 17 18 19



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m

16 17 18 19 20



SOGEO
s.r.l.
INDAGNI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI
Via S. Pietro n. 43 - 48022 S. Pietro di Lugo (RA)
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.

RIF. N° : 242-17

LOCALITA': Godo (RA)

ALLEGATO A: C17-096-1

SONDAGGIO N: S.1

DATA: 27/11/2017

25 26 27 28 29



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m

26 27 28 29 30



Posizionamento

20 21 22 23 24



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

21 22 23 24 25



Campionatore Raymond: prova S.P.T. Da 1.80 a 2.25 m

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15/12/2017

Falda

1.20 m

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

Tecnopenta 010104
Inizio prova
1-dic-2017
1-dic-2017



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

1M

Profondità
(m)

Attrito Laterale corretto FT (MPa)

Attrito Laterale Fs (MPa)

Resistenza alla Punta corretta QT (MPa)

Resistenza alla Punta Qc (MPa)

Pressione Interstiziale

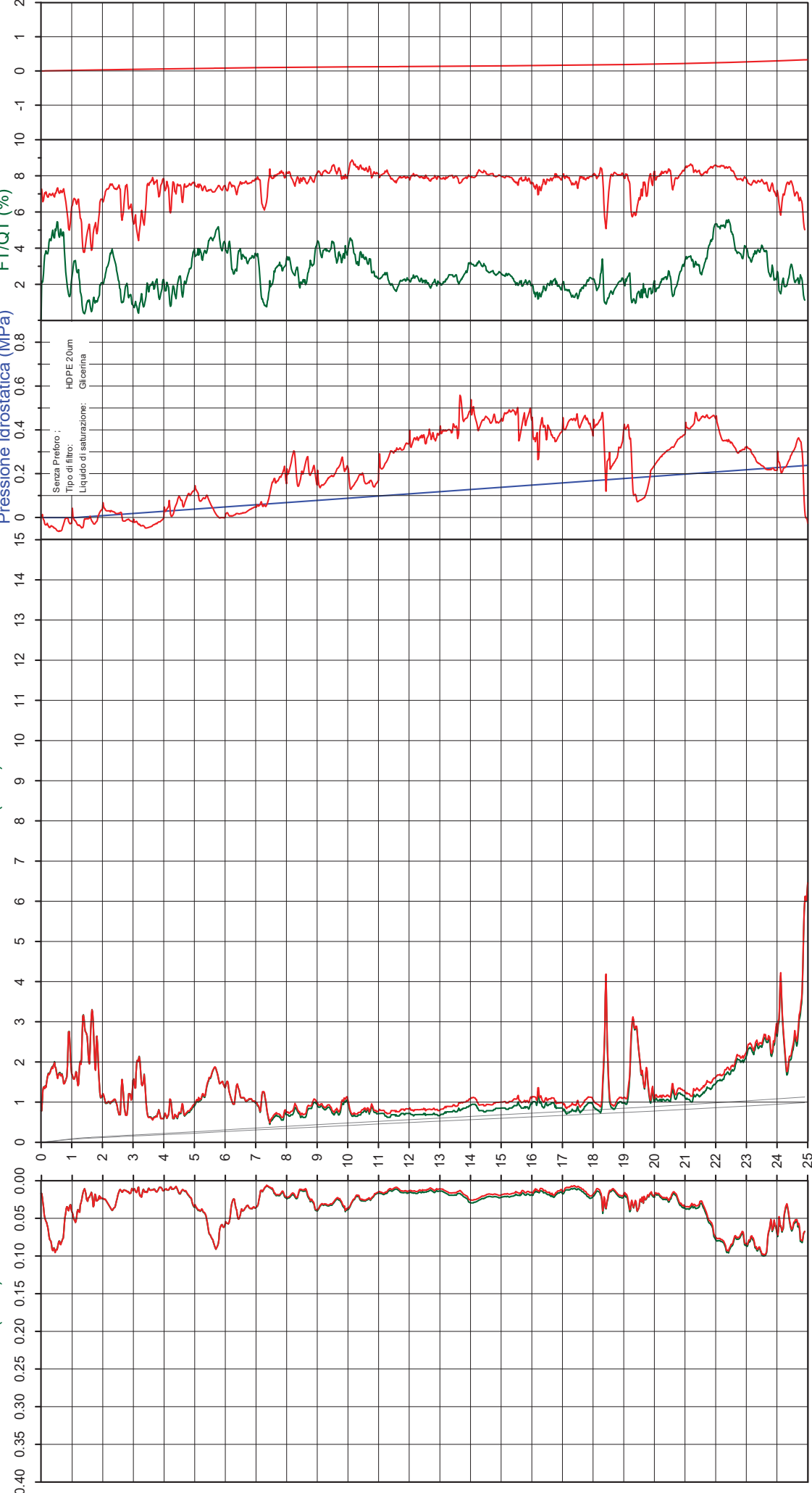
Penetrometrica (MPa)

Pressione Idrostatica (MPa)

Indice di Comportamento Ic

FT/QT (%)

Deviazione (m)





Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

1M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15/12/2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.20

Vs25
131

qt	Qc1N russi α Boulanger 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 Kulhavy & 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						daN/cm²		daN/cm²	
16.1	27.3	0.70	4.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	0.80			Plastica	.	.	0.93	36.12	92.7	157
21.2	36.1	0.36	1.8	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			Scioltà	33.3	36.5	.	.	83.2	147
16.7	28.4	0.44	2.7	2.60	limo argilloso-argilla limosa	1.30		H2O	Plastica	.	.	0.95	17.50	88.3	146
25.1	42.6	0.22	0.9	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90			Mediamente Addensata	38.8	36.3	.	.	80.4	136
10.0	17.0	0.27	2.8	2.79	limo argilloso-argilla limosa	2.60			Plastica	.	.	0.65	8.28	54.6	125
13.2	22.5	0.14	1.1	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	2.70			Scioltà	17.8	32.6	.	.	43.7	118
9.1	15.4	0.14	1.8	2.72	limo argilloso-argilla limosa	2.90			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	4.46	35.1	112
15.8	26.9	0.15	1.0	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	3.40			Scioltà	23.6	33.3	.	.	51.3	121
7.3	12.3	0.14	2.2	2.84	limo argilloso-argilla limosa	5.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.50	3.66	31.7	106
14.2	22.2	0.59	4.3	2.82	limo argilloso-argilla limosa	6.10			Plastica	.	.	0.85	3.85	82.0	149
10.8	15.7	0.35	3.6	2.88	limo argilloso-argilla limosa	7.20			Plastica	.	.	0.69	3.75	63.0	133
12.3	16.9	0.11	1.0	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	7.30			Molto Scioltà	8.4	30.7	.	.	40.3	116
7.5	10.0	0.16	2.6	2.96	argilla-argilla limosa	8.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.30	38.1	110
10.2	12.7	0.32	3.7	2.96	argilla-argilla limosa	9.00			Plastica	.	.	0.66	2.48	59.2	133
8.7	10.5	0.30	4.2	3.06	argilla-argilla limosa	9.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	2.20	50.3	128
10.8	12.6	0.35	3.9	2.98	argilla-argilla limosa	10.00			Plastica	.	.	0.69	2.38	62.7	138



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

1M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15/12/2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.20

Vs25
131

qt	Qc1N russi α Boulanger 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 Kulhavy & 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						daN/cm²		daN/cm²	
8.0	8.5	0.16	2.7	3.02	argilla-argilla limosa	13.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	1.71	41.7	115
8.8	8.6	0.14	2.2	2.98	argilla-argilla limosa	13.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.44	38.9	117
10.4	9.8	0.21	2.6	2.96	argilla-argilla limosa	14.20			Plastica	.	.	0.67	1.65	52.4	128
9.7	8.7	0.19	2.6	3.01	argilla-argilla limosa	15.40			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.51	49.7	125
10.8	9.2	0.15	1.8	2.91	limo argilloso-argilla limosa	16.80			Plastica	.	.	0.69	1.57	42.8	124
9.4	7.6	0.10	1.6	2.95	limo argilloso-argilla limosa	17.70			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.62	1.34	34.5	114
11.0	8.7	0.18	2.2	2.98	argilla-argilla limosa	18.00			Plastica	.	.	0.70	1.42	49.0	129
9.7	7.6	0.15	2.2	3.03	argilla-argilla limosa	18.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.30	43.7	121
26.1	21.1	0.28	1.4	2.55	sabbia limosa-limo sabbioso	18.50			Sciolta	15.7	32.4	.	.	91.6	166
10.5	8.0	0.16	2.2	3.00	argilla-argilla limosa	19.10			Plastica	.	.	0.68	1.37	46.0	125
14.3	10.9	0.30	2.7	2.94	limo argilloso-argilla limosa	19.20			Plastica	.	.	0.85	1.79	74.6	149
27.4	21.5	0.33	1.4	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	19.50			Sciolta	16.3	32.6	.	.	96.5	169
16.7	12.6	0.24	1.8	2.79	limo argilloso-argilla limosa	19.80			Plastica	.	.	0.95	2.27	65.6	148
11.6	8.4	0.20	2.5	3.01	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.73	1.35	55.8	133



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

1M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15/12/2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.20

Vs25
131

qt	Qc1N russi α Boulanger 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 Kulhavy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
12.8	9.1	0.17	1.9	2.92	limo argilloso-argilla limosa	20.50			Plastica	.	.	0.79	1.52	51.8	134
12.7	8.9	0.31	3.4	3.07	argilla-argilla limosa	20.70			Plastica	.	.	0.78	1.48	74.0	146
						21.50									
16.4	11.2	0.67	5.2	3.10	argilla-argilla limosa	22.60			Plastica	.	.	0.94	1.48	93.4	174
						23.9									
23.9	16.0	0.78	3.9	2.90	limo argilloso-argilla limosa	24.00			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.20	2.12	138.6	193
						27.2									
27.2	17.7	0.56	2.5	2.75	limo argilloso-argilla limosa	24.80			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.29	3.16	132.2	187
						50.2									
50.2	34.8	0.72	1.6	2.40	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	32.2	34.8	.	.	188.4	215

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15/12/2017

Numero prova 1M
Quota falda 1.20

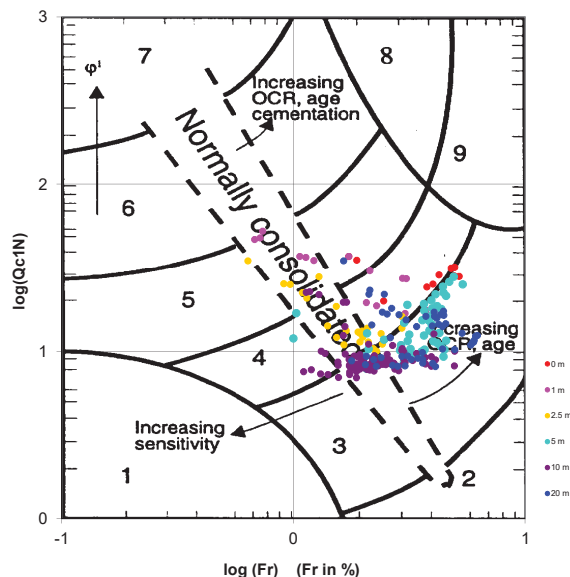


**Società di
Geologia
Territoriale**

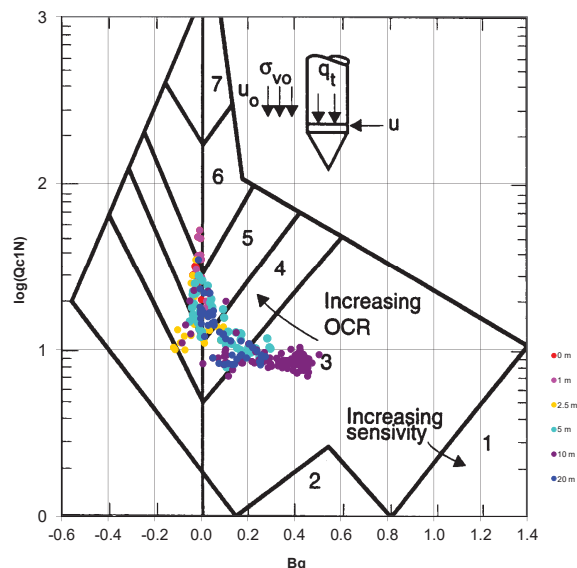
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

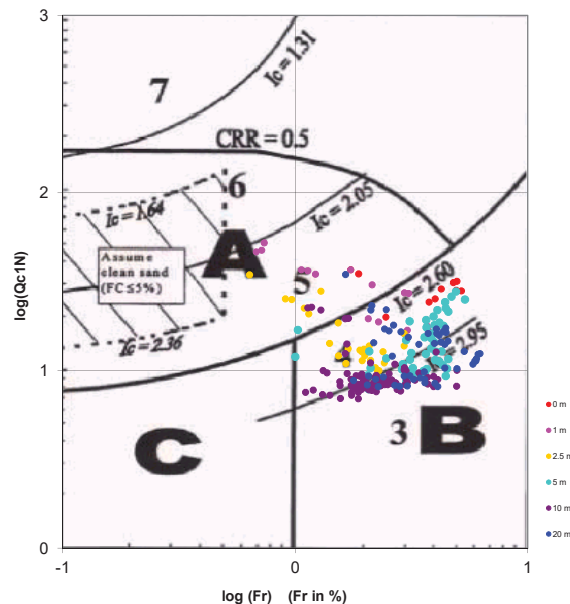
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



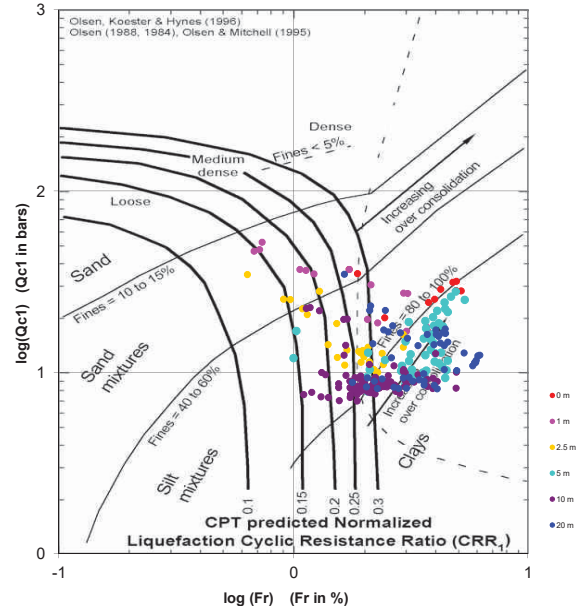
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 liquefacibilit 

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 plasticit� e sensitivit�, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15-dic-17

Falda

1.30 m

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

Tecnopenta 010104
Inizio prova
1-dic-2017
1-dic-2017

CPTU

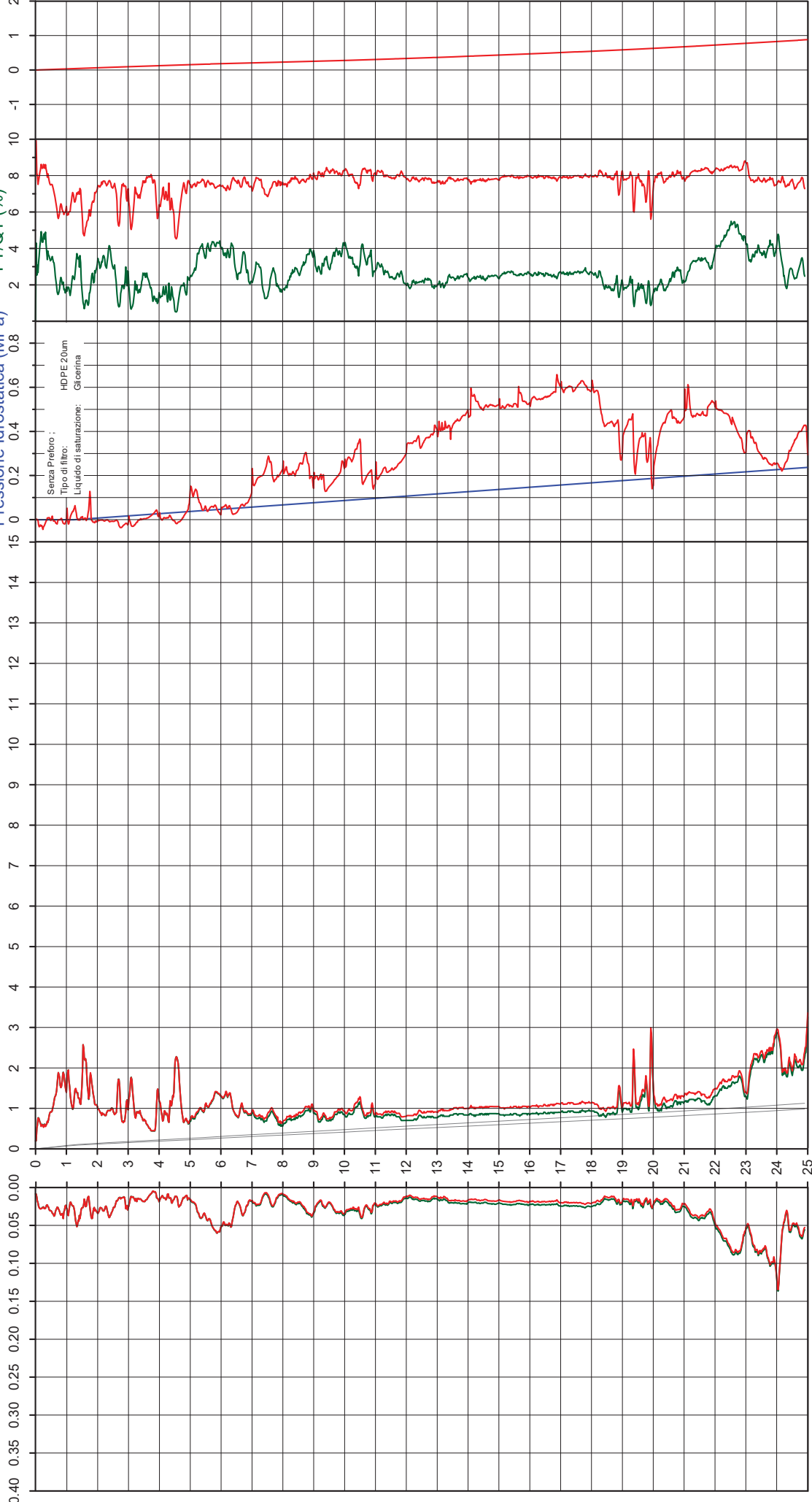
2 M

Profondità (m)

Attrito Laterale corretto FT (MPa)
Attrito Laterale Fs (MPa)

Resistenza alla Punta corretta QT (MPa)
Resistenza alla Punta Qc (MPa)

Pressione Interstiziale
Penetrometrica (MPa)
Pressione Idrostatica (MPa)
Indice di Comportamento Ic
FT/QT (%)
Deviazione (m)



Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30




**Società di
Geologia
Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs25
130

qt	Qc1N Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	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 daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
6.5	11.0	0.25	4.0	3.04	argilla-argilla limosa	0.50		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.46	29.53	40.5	120	
12.1	20.5	0.33	2.8	2.73	limo argilloso-argilla limosa	0.70		Plastica	-	-	0.75	22.73	66.3	134	
17.0	29.0	0.32	1.9	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10		Sciolta	26.1	35.6	-	-	68.2	138	
12.6	21.4	0.34	2.7	2.70	limo argilloso-argilla limosa	1.50		Plastica	-	-	0.78	11.98	66.4	134	
22.8	38.7	0.22	1.0	2.23	sabbia limosa-limo sabbioso	1.60		Mediamente Addensata	35.7	35.9	-	-	73.8	135	
17.1	29.1	0.23	1.3	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	1.80		Sciolta	26.3	34.4	-	-	59.3	131	
12.5	21.2	0.32	2.7	2.71	limo argilloso-argilla limosa	2.00		Plastica	-	-	0.77	11.42	65.4	133	
9.1	15.4	0.30	3.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa	2.60		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.60	6.75	52.9	126	
14.1	24.0	0.16	1.3	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	2.70		Sciolta	19.9	33.0	-	-	48.5	122	
9.3	15.8	0.18	2.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa	3.00		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.61	6.40	40.3	116	
14.0	23.8	0.15	1.2	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	3.20		Sciolta	19.6	32.7	-	-	47.1	120	
7.9	13.4	0.16	2.3	2.82	limo argilloso-argilla limosa	3.60		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.54	4.58	36.2	112	
5.1	8.7	0.08	1.9	2.94	limo argilloso-argilla limosa	3.90		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.37	2.79	20.3	93	
13.3	22.5	0.15	1.2	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	4.00		Sciolta	17.8	32.1	-	-	45.0	119	
9.1	15.5	0.13	1.6	2.69	limo argilloso-argilla limosa	4.40		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.61	4.63	33.9	110	
17.6	28.9	0.18	1.2	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	4.70		Sciolta	26.1	33.3	-	-	59.0	126	
8.4	14.2	0.24	3.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	5.50		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.57	3.32	49.3	116	
12.6	19.3	0.50	4.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa	6.40		Plastica	-	-	0.78	3.76	72.7	144	
9.1	13.4	0.25	3.1	2.90	limo argilloso-argilla limosa	7.00		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.61	2.77	53.2	122	
8.2	11.7	0.16	2.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa	7.50		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.56	2.69	37.6	112	
9.5	13.1	0.18	2.2	2.81	limo argilloso-argilla limosa	7.70		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.63	2.61	41.5	117	
7.5	10.2	0.13	2.0	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.30		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.52	2.32	31.5	107	
8.7	11.3	0.21	2.8	2.94	limo argilloso-argilla limosa	8.70		Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.58	2.09	48.0	120	
10.4	13.0	0.33	3.8	2.96	argilla-argilla limosa	9.00		Plastica	-	-	0.67	2.60	60.1	134	
8.8	10.5	0.26	3.7	3.03	argilla-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)	-	-	0.59	2.16	50.9	125	

qt	Qc1N <small>(atras & Boulanger 2004</small>	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 <small>basato su Fr vs Qc1N</small>	H	Litologia grafica	Falda <small>idrica</small>	Addensamento (Sabbia) <small>Consistenza (Argilla)</small>	Densità Relativa <small>Tatsuoka 1990 %</small>	Angolo Attrito ϕ <small>Kulhawy & Mayne 1990</small>	Coesione non drenato Cu <small>Benassi daN/cmq</small>	OCR <small>Marchi / SGT</small>	Modulo Edometrico M <small>Benassi daN/cmq</small>	Velocità Vs <small>Robertson & Cabal 2009 m/sec</small>
daN/cm ^q		daN/cm ^q	%	Robertson		m									
						10.30									
11.4	12.9	0.32	3.3	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.60		Plastica	.	.	0.72	2.42	66.5	137	
8.9	9.6	0.22	3.1	3.02	argilla-argilla limosa	11.90		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.70	51.8	123	
8.2	8.5	0.12	1.9	2.95	argilla-argilla limosa	12.30		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.51	33.5	112	
9.1	9.1	0.15	2.1	2.95	limo argilloso-argilla limosa	12.80		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	1.60	39.2	118	
10.0	9.4	0.16	2.1	2.93	limo argilloso-argilla limosa	15.00		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.65	1.54	42.6	122	
10.8	8.9	0.19	2.4	2.98	argilla-argilla limosa	18.30		Plastica	.	.	0.69	1.44	50.7	129	
10.0	7.6	0.13	1.9	2.99	argilla-argilla limosa	18.80		Plastica	.	.	0.65	1.28	40.6	121	
13.2	10.1	0.17	1.8	2.87	limo argilloso-argilla limosa	18.90		Plastica	.	.	0.81	1.67	51.9	135	
11.4	8.5	0.17	2.1	2.97	argilla-argilla limosa	19.30		Plastica	.	.	0.72	1.52	48.7	130	
19.2	14.7	0.20	1.4	2.67	limo argilloso-argilla limosa	19.40		Plastica	.	.	1.05	2.37	67.3	150	
15.1	11.2	0.19	1.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	20.00		Plastica	.	.	0.89	1.42	58.4	140	



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

2 M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30

Vs25
130

qt	Qc1N russi o Boulanger 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 Kulhavy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
12.2	8.7	0.21	2.4	2.99	argilla-argilla limosa	21.00			Plastica	.	.	0.76	1.40	57.1	136
13.5	9.3	0.33	3.4	3.05	argilla-argilla limosa	21.90			Plastica	.	.	0.82	1.52	78.9	150
16.8	11.3	0.69	5.2	3.09	argilla-argilla limosa	22.90			Plastica	.	.	0.96	1.55	96.0	177
14.8	9.6	0.54	5.0	3.14	argilla-argilla limosa	23.10			Plastica	.	.	0.87	1.49	84.3	167
23.1	15.3	0.81	4.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	23.80			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.17	2.07	133.3	194
27.4	18.1	1.08	4.6	2.91	limo argilloso-argilla limosa	24.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.30	2.49	157.1	210
21.2	13.4	0.52	3.1	2.90	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	2.08	126.7	179

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

Numero prova 2 M
Quota falda 1.30

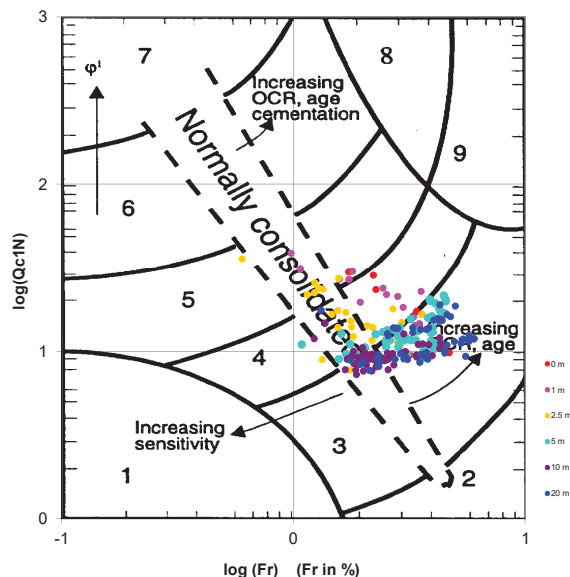


**Società di
Geologia
Territoriale**

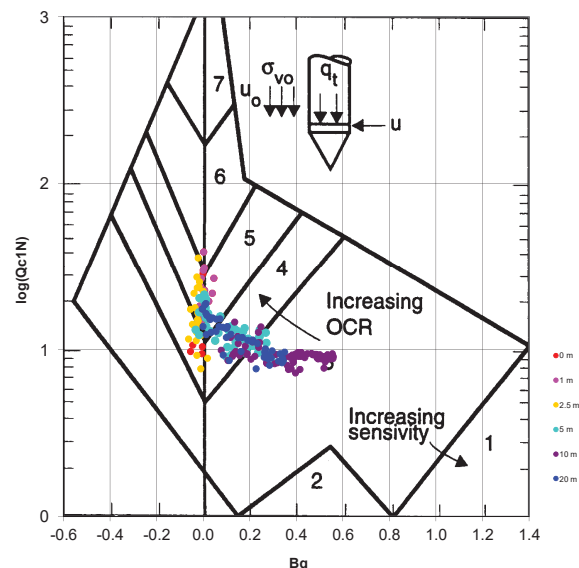
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

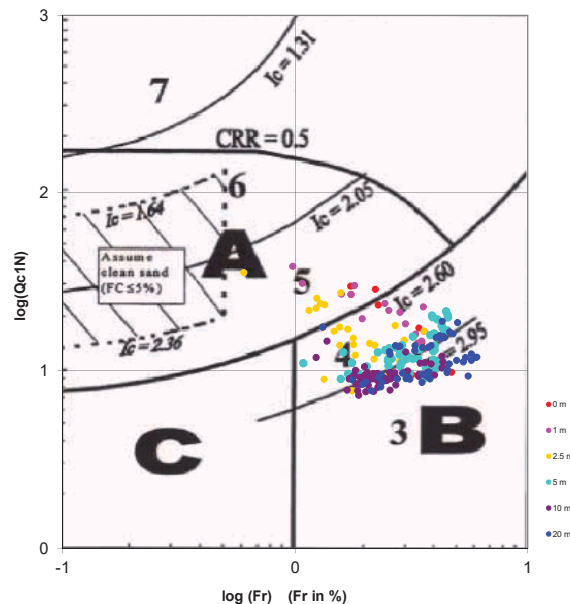
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



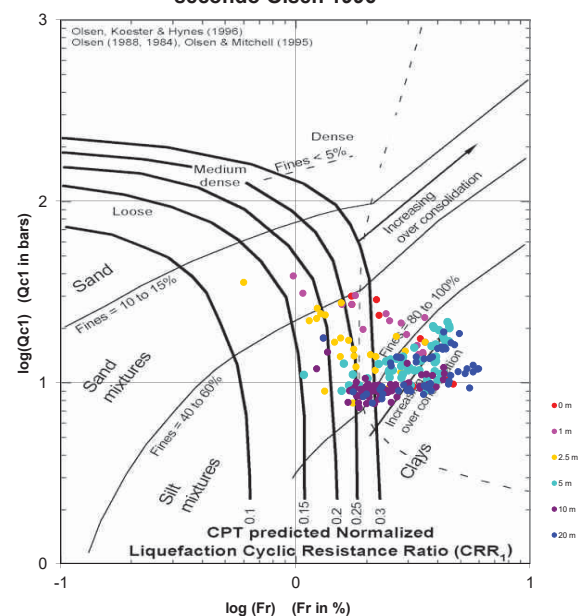
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 liquefacibilit 

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 plasticit� e sensitivit�, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15-dic-17

Falda

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

foro chiuso a 0.90m

Tecnopenta 010104
Inizio prova
1-dic-2017
1-dic-2017



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

3M

Profondità
(m)

Attrito Laterale corretto FT (MPa)

Attrito Laterale Fs (MPa)

Resistenza alla Punta corretta QT (MPa)

Resistenza alla Punta Qc (MPa)

Pressione Interstiziale

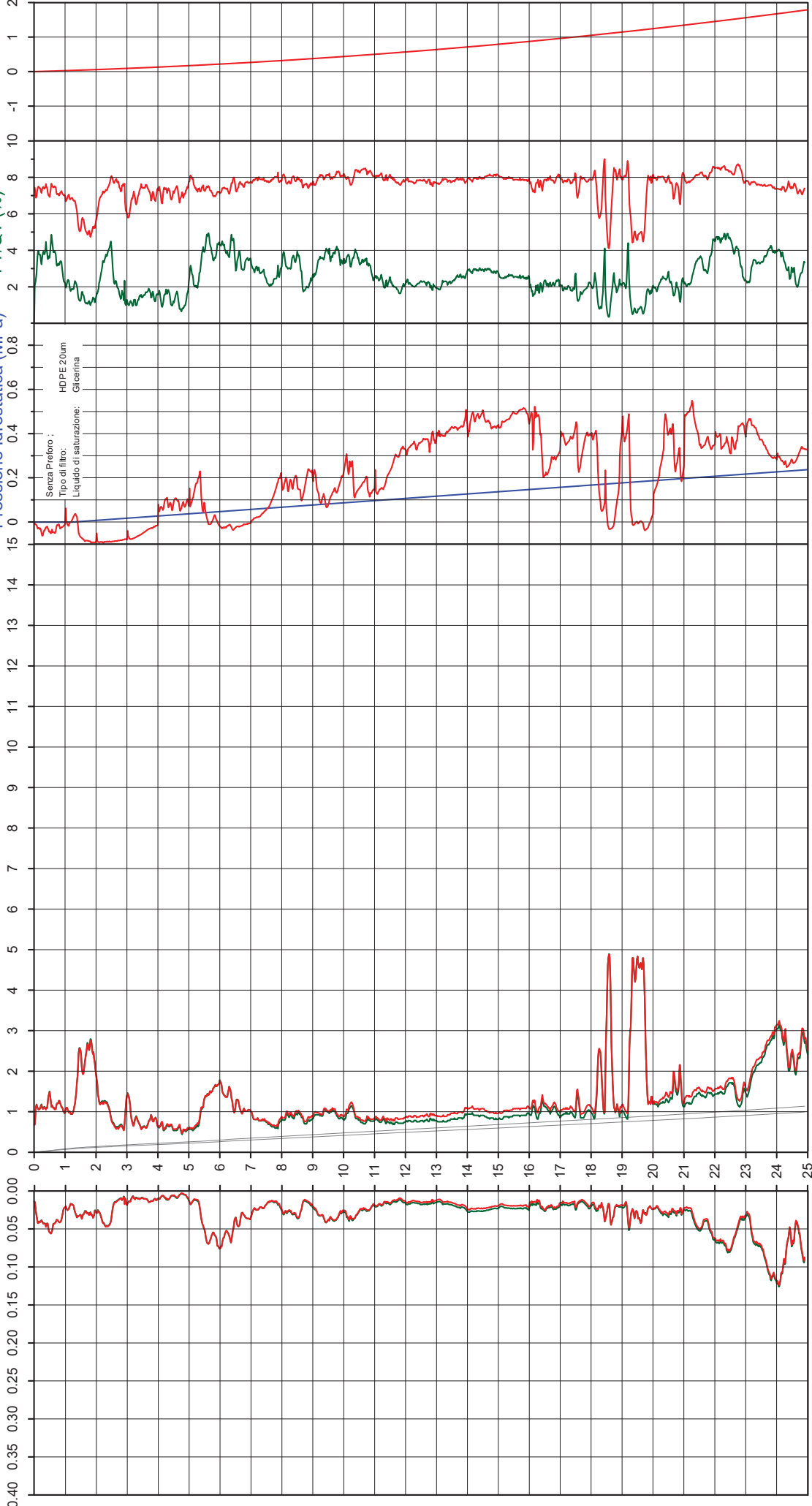
Penetrometrica (MPa)

Pressione Idrostatica (MPa)

Indice di Comportamento Ic

FT/QT (%)

Deviazione (m)





Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

3M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30
foro chiuso a 0.90m

Vs25
132

qt	Qc1N russi α Boulanger 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						daN/cm²		daN/cm²	
11.0	18.7	0.36	3.2	2.79	limo argilloso-argilla limosa	1.30		<u>H2O</u>	Plastica	.	.	0.70	19.77	64.2	133
21.5	36.5	0.31	1.5	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	2.10			Sciolta	33.8	35.5	.	.	77.9	141
12.0	20.4	0.42	3.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Plastica	.	.	0.75	8.57	69.7	138
6.9	11.7	0.19	2.8	2.92	limo argilloso-argilla limosa	2.90			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.48	5.96	37.7	110
10.6	18.1	0.15	1.6	2.63	limo argilloso-argilla limosa	3.00			Plastica	.	.	0.68	6.34	39.3	116
13.3	22.5	0.15	1.2	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	3.10			Sciolta	17.8	32.4	.	.	44.5	119
7.3	12.5	0.11	1.7	2.78	limo argilloso-argilla limosa	4.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.51	4.19	27.5	104
6.4	10.9	0.10	1.7	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.40			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.45	2.86	24.1	97
14.8	22.6	0.61	4.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	6.40			Plastica	.	.	0.87	4.25	85.1	153
10.5	15.4	0.36	3.9	2.91	limo argilloso-argilla limosa	7.10			Plastica	.	.	0.68	3.30	60.8	133
7.9	11.2	0.21	3.1	2.96	argilla-argilla limosa	7.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	2.39	46.1	116
6.7	9.4	0.14	2.6	2.98	argilla-argilla limosa	7.90			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.47	1.92	33.9	107
9.0	12.0	0.25	3.3	2.96	argilla-argilla limosa	8.30			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	2.27	52.6	124
9.7	12.5	0.31	3.8	2.98	argilla-argilla limosa	8.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	2.37	56.2	131
8.7	11.0	0.17	2.3	2.90	limo argilloso-argilla limosa	9.10			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	2.24	40.3	116
10.1	12.3	0.35	4.1	3.00	argilla-argilla limosa	9.70			Plastica	.	.	0.66	2.31	58.6	135
9.4	11.0	0.30	3.9	3.03	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.62	2.24	54.2	131



**Società di
Geologia
Territoriale**

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

www.geo55.com

CPTU

3M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30
foro chiuso a 0.90m

Vs25
132

qt	Qc1N russi o Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	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 Kulhavy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						10.10	=====								
11.5	13.2	0.35	3.6	2.95	limo argilloso-argilla limosa	10.30	=====		Plastica	.	.	0.73	2.42	67.1	140
8.3	9.1	0.19	3.0	3.02	argilla-argilla limosa		=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.98	47.7	119
						11.90	=====								
8.7	9.0	0.14	2.1	2.95	limo argilloso-argilla limosa		=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.59	36.9	115
						12.40	=====								
9.3	9.0	0.15	2.1	2.95	limo argilloso-argilla limosa		=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.61	1.55	39.8	119
						13.90	=====								
10.5	9.4	0.21	2.6	2.99	argilla-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.68	1.71	53.1	129
						16.00	=====								
11.7	9.8	0.17	1.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.73	1.62	46.3	128
						16.50	=====								
10.9	8.9	0.18	2.2	2.97	argilla-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.70	1.61	48.8	128
						17.50	=====								
14.3	11.5	0.17	1.5	2.78	limo argilloso-argilla limosa	17.60	=====		Plastica	.	.	0.85	1.93	51.7	136
10.6	8.3	0.15	2.0	2.97	argilla-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.68	1.34	44.2	125
						18.10	=====								
13.4	10.5	0.22	2.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa	18.20	=====		Plastica	.	.	0.82	1.76	61.6	141
24.6	19.8	0.21	1.0	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	18.30	=====		Molto Sciolta	13.6	32.2	.	.	79.8	155
18.2	14.4	0.27	2.4	2.80	limo argilloso-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	1.01	2.11	87.1	158
						18.50	=====								
37.2	30.5	0.31	1.1	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso		=====		Sciolta	27.8	34.1	.	.	124.3	175
						18.70	=====								
10.8	8.1	0.21	2.8	3.05	argilla-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.69	1.38	58.3	132
						19.20	=====								
40.1	32.0	0.33	1.0	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso		=====		Sciolta	29.4	34.3	.	.	130.8	179
						19.80	=====								
13.0	9.3	0.25	2.6	2.99	argilla-argilla limosa		=====		Plastica	.	.	0.79	1.47	65.2	142



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

3M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30
foro chiuso a 0.90m

Vs25
132

qt	Qc1N russi α Boulanger 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 Kulhavy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
						20.50									
14.5	10.3	0.27	2.5	2.94	limo argilloso-argilla limosa	20.60			Plastica	-	-	0.86	1.67	70.2	148
17.9	12.9	0.25	1.7	2.78	limo argilloso-argilla limosa	20.70			Plastica	-	-	1.00	2.06	69.0	153
15.7	11.1	0.28	2.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa	20.80			Plastica	-	-	0.91	1.80	71.2	151
19.1	13.7	0.24	1.6	2.73	limo argilloso-argilla limosa	20.90			Plastica	-	-	1.04	2.18	70.8	154
13.5	9.3	0.24	2.4	2.97	argilla-argilla limosa	21.20			Plastica	-	-	0.82	1.47	63.5	142
15.4	10.5	0.50	4.2	3.06	argilla-argilla limosa	22.30			Plastica	-	-	0.90	1.55	89.0	164
17.8	11.9	0.73	5.2	3.08	argilla-argilla limosa	22.60			Plastica	-	-	0.99	1.79	101.2	182
14.3	9.3	0.44	4.2	3.11	argilla-argilla limosa	22.90			Plastica	-	-	0.85	1.65	82.5	160
17.0	11.1	0.35	2.7	2.93	limo argilloso-argilla limosa	23.20			Plastica	-	-	0.96	1.69	88.4	160
25.1	16.6	0.85	4.0	2.90	limo argilloso-argilla limosa	23.90			Solido-plastica (Duro)	-	-	1.23	2.13	145.3	198
30.9	20.5	1.14	4.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	24.20			Semi solida (Molto duro)	-	-	1.39	3.01	178.1	217
24.0	15.3	0.63	3.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	24.70			Solido-plastica (Duro)	-	-	1.20	2.74	140.5	187
27.9	17.8	0.75	3.2	2.81	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)	-	-	1.31	2.47	163.1	199

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

Numero prova 3M
Quota falda 1.30

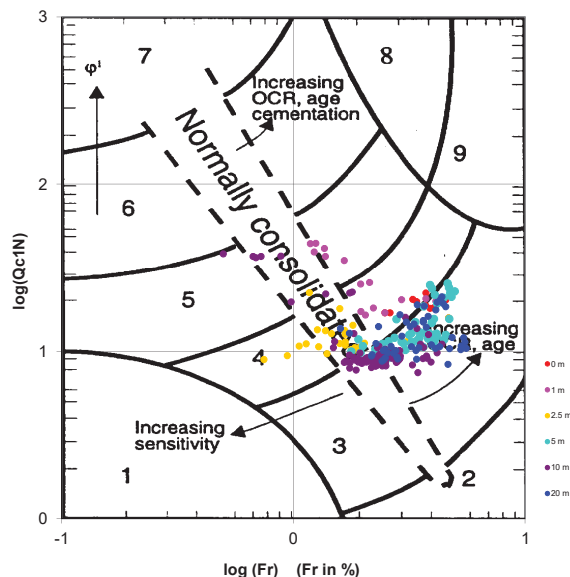


**Società di
Geologia
Territoriale**

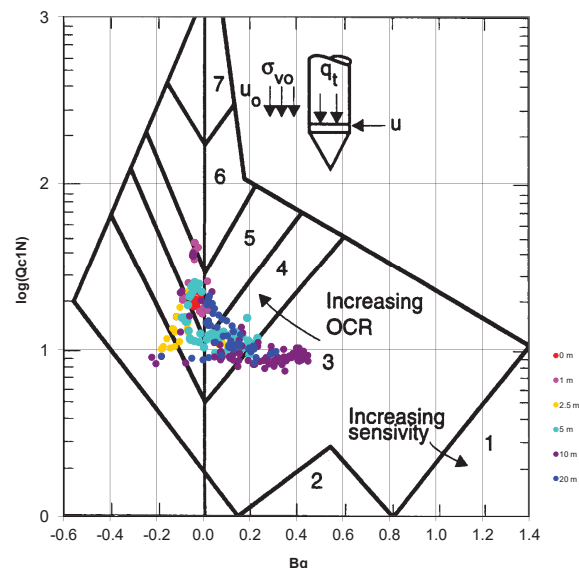
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

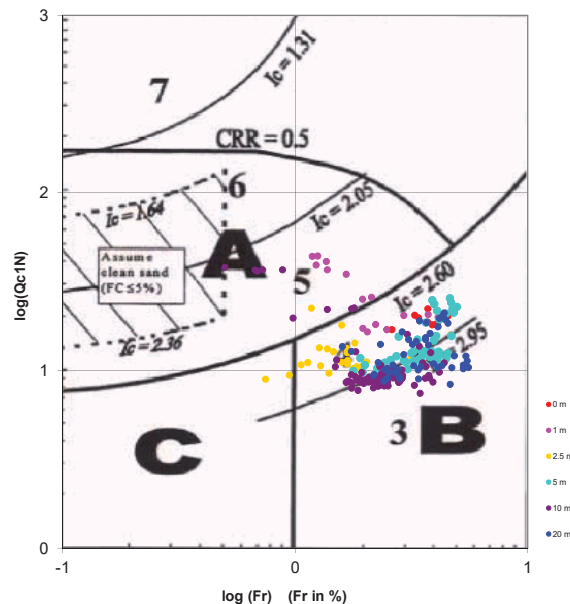
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



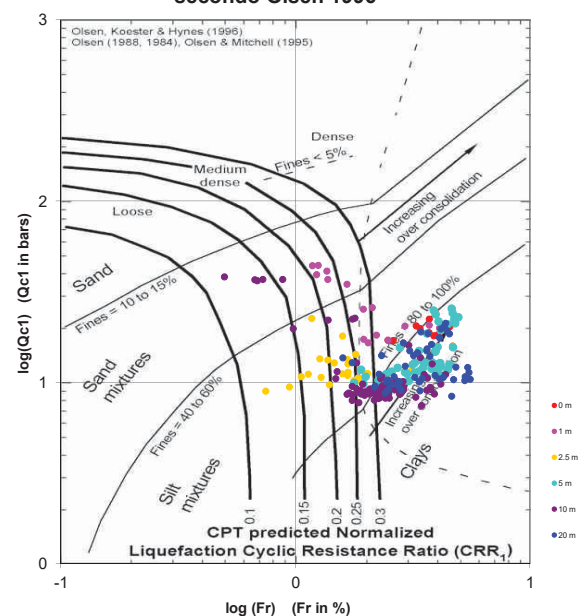
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 liquefacibilit 

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 plasticit� e sensitivit�, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15-dic-17

Falda

1.30 m

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

Tecnopenta 010104
Inizio prova
1-dic-2017
1-dic-2017

CPTU

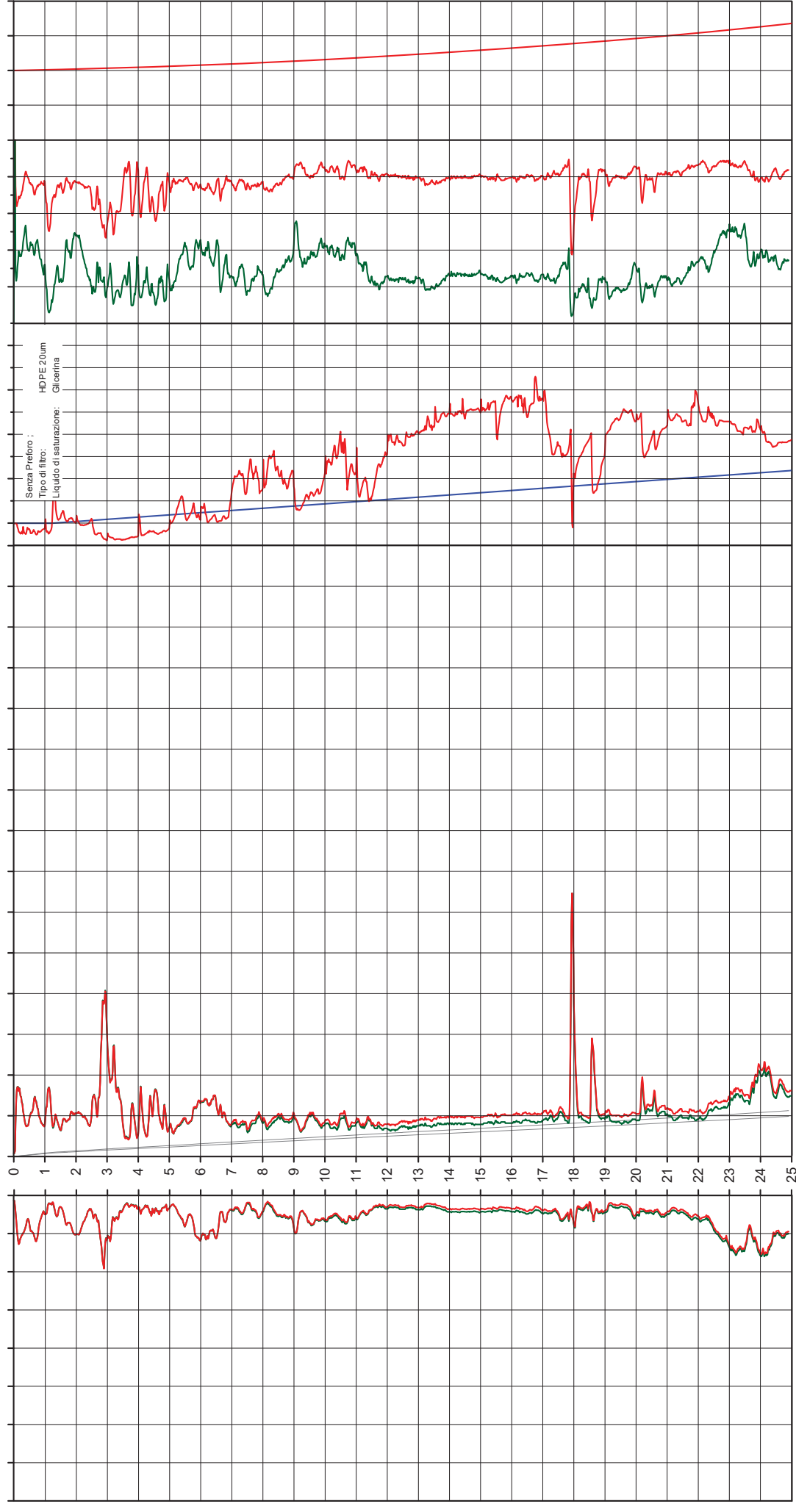
4M

Profondità
(m)

Attrito Laterale corretto FT (MPa)
Attrito Laterale Fs (MPa)

Resistenza alla Punta corretta QT (MPa)
Resistenza alla Punta Qc (MPa)

Pressione Interstiziale
Penetrometrica (MPa)
Pressione Idrostatica (MPa)
Indice di Comportamento Ic
FT/QT (%)
Deviazione (m)





Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

4M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30

Vs25
130

qt	Qc1N russis α Boulanger 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 daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
8.1	13.8	0.24	5.4	3.18	argilla-argilla limosa	0.10	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.55	194.56	46.1	148
14.9	25.3	0.56	3.8	2.74	limo argilloso-argilla limosa	0.30	=====		Plastica	.	.	0.88	103.34	86.3	151
8.2	14.0	0.38	4.7	3.00	argilla-argilla limosa	0.50	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	27.08	47.2	132
12.0	20.4	0.51	4.3	2.85	limo argilloso-argilla limosa	0.80	=====		Plastica	.	.	0.75	20.77	69.1	145
8.2	14.0	0.28	3.4	2.91	limo argilloso-argilla limosa	1.00	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	12.59	47.9	124
13.9	23.6	0.16	1.2	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	1.20	=====		Sciolta	19.3	34.1	.	.	47.2	121
8.9	15.1	0.18	2.0	2.74	limo argilloso-argilla limosa	1.40	=====	H2O	Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	8.34	37.3	115
7.7	13.1	0.18	2.5	2.86	limo argilloso-argilla limosa	1.60	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.53	6.84	37.2	115
9.0	15.3	0.35	4.0	2.92	limo argilloso-argilla limosa	1.80	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	7.77	52.0	130
10.6	18.0	0.47	4.6	2.90	limo argilloso-argilla limosa	2.20	=====		Plastica	.	.	0.68	8.41	60.9	139
8.9	15.1	0.25	3.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa	2.50	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	6.78	51.1	122
14.5	24.7	0.34	2.5	2.63	limo argilloso-argilla limosa	2.80	=====		Plastica	.	.	0.86	9.33	70.6	136
35.8	59.1	0.73	2.1	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	3.00	=====		Mediamente Addensata	49.6	37.2	.	.	152.5	175
18.1	30.8	0.35	2.0	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso	3.50	=====		Sciolta	28.2	33.8	.	.	76.0	139
4.9	8.3	0.13	3.2	3.08	argilla-argilla limosa	3.70	=====		Fluido-plastica (Molto Soffice)	.	.	0.36	2.71	29.2	100
9.4	16.0	0.14	1.8	2.70	limo argilloso-argilla limosa	3.90	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.62	4.13	37.0	113
5.2	8.9	0.16	3.6	3.08	argilla-argilla limosa	4.00	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.36	2.49	32.0	103
13.1	22.3	0.20	1.6	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	4.10	=====		Sciolta	17.4	31.9	.	.	48.9	124
7.0	11.9	0.16	2.7	2.92	limo argilloso-argilla limosa	4.30	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	4.05	37.3	108
11.6	19.7	0.21	2.0	2.66	limo argilloso-argilla limosa	4.50	=====		Plastica	.	.	0.73	5.08	48.1	123
15.9	26.3	0.19	1.3	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	4.60	=====		Sciolta	22.9	32.7	.	.	54.8	126
8.3	13.9	0.22	3.0	2.88	limo argilloso-argilla limosa	5.70	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	4.38	49.1	115
13.0	19.2	0.50	4.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa	6.60	=====		Plastica	.	.	0.80	3.66	75.0	145
10.9	15.6	0.27	2.8	2.81	limo argilloso-argilla limosa	6.80	=====		Plastica	.	.	0.70	3.52	59.2	128
8.6	11.7	0.18	2.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa	8.40	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	2.40	41.0	116
10.2	12.9	0.25	2.9	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.60	=====		Plastica	.	.	0.66	2.57	57.0	128
9.4	11.7	0.33	4.1	3.02	argilla-argilla limosa	9.10	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.62	2.36	54.5	131
7.0	8.6	0.25	4.6	3.16	argilla-argilla limosa	9.30	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	1.76	40.3	119
8.8	10.2	0.30	4.3	3.08	argilla-argilla limosa		=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.79	50.8	129



Società di
Geologia
Territoriale

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

www.geo55.com

CPTU

4M

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30

Vs25
130

qt	Qc1N russi α Boulanger 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 Kulhavy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
						10.40									
10.0	11.1	0.31	3.8	3.02	argilla-argilla limosa	10.70			Plastica	.	.	0.65	1.97	58.1	134
8.4	9.0	0.25	4.0	3.10	argilla-argilla limosa	11.50			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.57	1.52	48.5	125
8.3	8.3	0.14	2.3	3.00	argilla-argilla limosa	13.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.45	37.6	115
9.3	8.8	0.12	1.7	2.92	limo argilloso-argilla limosa	13.80			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.62	1.56	35.9	116
9.7	8.8	0.18	2.4	2.99	argilla-argilla limosa	15.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.52	46.4	124
10.4	8.6	0.18	2.3	2.99	argilla-argilla limosa	17.50			Plastica	.	.	0.67	1.45	47.8	127
10.9	8.6	0.28	3.5	3.09	argilla-argilla limosa	17.80			Plastica	.	.	0.70	1.59	63.6	138
16.7	13.4	0.25	2.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa	17.90			Plastica	.	.	0.95	2.20	95.8	160
54.2	46.0	0.29	0.6	2.07	sabbia limosa-limo sabbioso	18.00			Mediamente Addensata	41.4	35.9	.	.	167.3	183
22.4	17.9	0.30	1.5	2.64	limo argilloso-argilla limosa	18.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.15	2.91	81.7	162
10.2	7.8	0.15	2.1	3.00	argilla-argilla limosa	18.50			Plastica	.	.	0.66	1.42	43.5	123
21.3	16.7	0.22	1.2	2.62	limo argilloso-argilla limosa	18.70			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	2.65	72.3	155
10.6	7.8	0.16	2.2	3.01	argilla-argilla limosa	19.40			Plastica	.	.	0.68	1.46	46.9	126
9.9	7.2	0.12	1.7	3.00	argilla-argilla limosa	19.60			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.65	1.21	38.3	119
10.4	7.4	0.19	2.7	3.07	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.67	1.23	53.8	128

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

15 dicembre 2017
Via Faentina 280-286
Godo
Russi
1.30



**Società di
Geologia
Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs25
130

qt	Qc1N <small>Kariss & Boulanger 2004</small>	ft	FT/Qnet	Ic	Litologia Robertson 1990			Litologia grafica	Falda	Addensamento (Sabbia)	Densità Relativa	Angolo Attrito ϕ'	Coesione non drenato Cu	OCR	Modulo Edometrico M	Velocità Vs
daN/cm ^q		daN/cm ^q	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N		H		idrica	Consistenza (Argilla)	Tatsuoka 1990 %	Kulhawy & Mayne 1990	Benassi daN/cm ^q	Marchi / SGT	Benassi daN/cm ^q	Robertson & Cabal 2009 m/sec
							20.10	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>								

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

Numero prova 4M
Quota falda 1.30

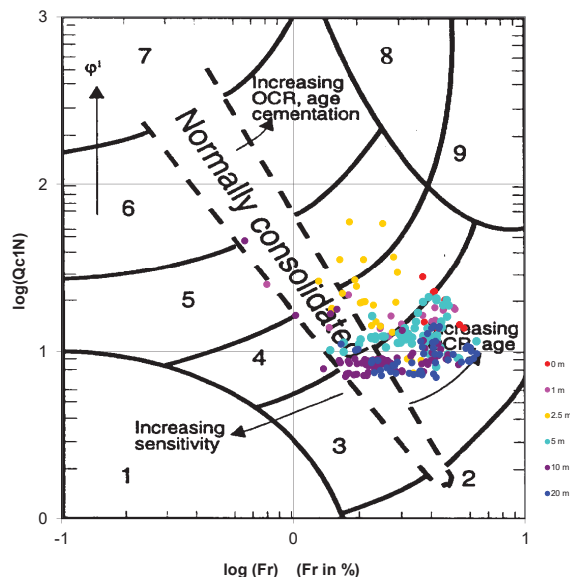


**Società di
Geologia
Territoriale**

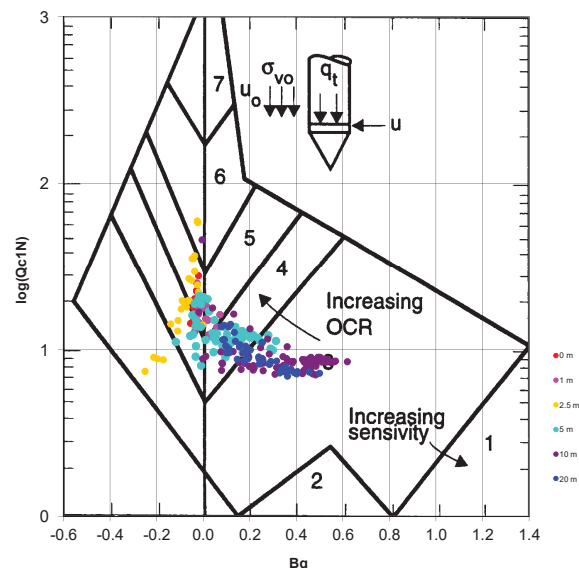
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

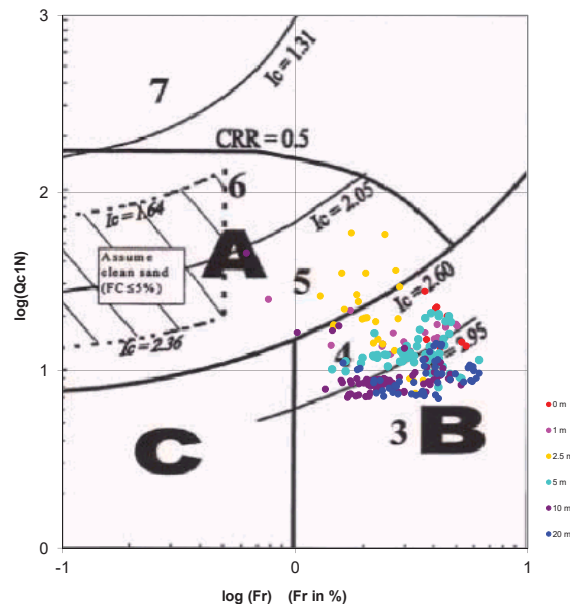
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



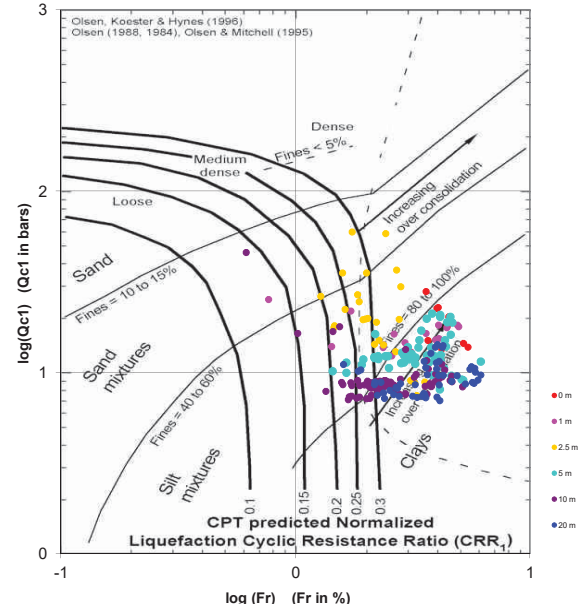
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 liquefacibilit 

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 plasticit� e sensitivit�, da ampiezza e tempo del carico ciclico.

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15/12/2017



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zulphen Albert & C.
www.geo55.com

CPTU

Profondità (m)

1M

7.00

Tmax (sec)	430.0
Tmin (sec)	0.5

Profondità Falda	1.20
---------------------	------

Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar)	0.580
---	-------

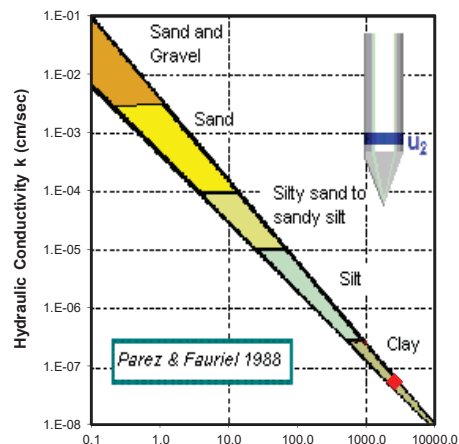
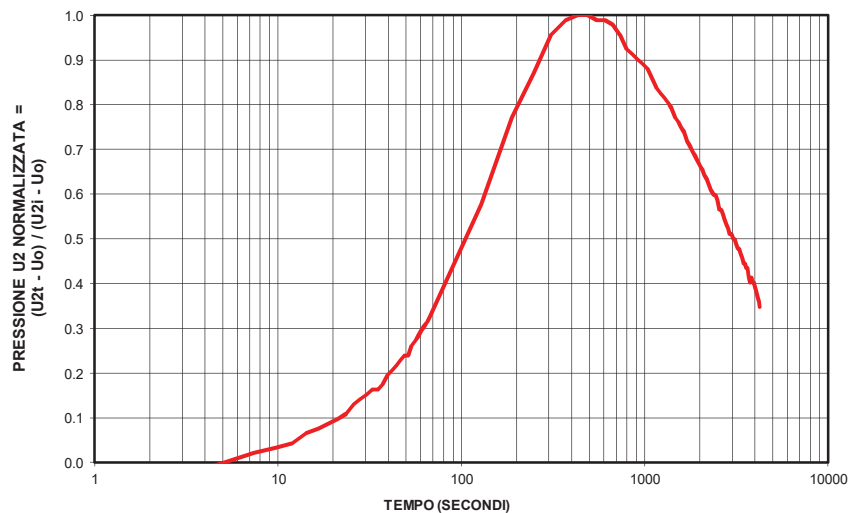
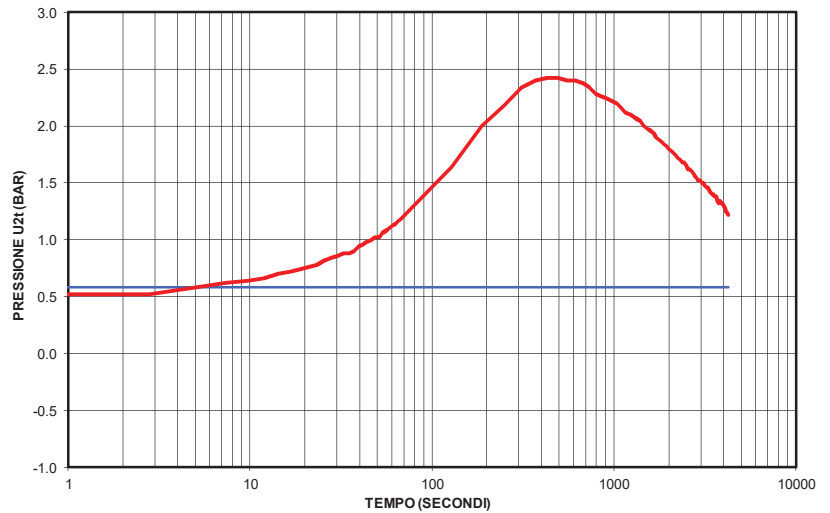
(Parez & Fauriel 1988)

T50 (sec)	2604
-----------	------

Permeabilità Kh (cm/sec)	5.38E-08
-----------------------------	----------

Litologia	argille
-----------	---------

T(sec.)	U2(bar)	T(sec.)Umin=0	Uidro(bar)	Norm. U2
0.5	0.52	-429.5	0.580	-0.033
2.8	0.52	-427.2	0.580	-0.033
5.1	0.58	-424.9	0.580	0.000
7.4	0.62	-422.6	0.580	0.022
9.7	0.64	-420.3	0.580	0.033
12.0	0.66	-418.0	0.580	0.043
14.3	0.70	-415.7	0.580	0.065
16.6	0.72	-413.4	0.580	0.076
18.9	0.74	-411.1	0.580	0.087
21.2	0.76	-408.8	0.580	0.098
23.5	0.78	-406.5	0.580	0.109
25.8	0.82	-404.2	0.580	0.130
28.1	0.84	-401.9	0.580	0.141
30.4	0.86	-399.6	0.580	0.152
32.7	0.88	-397.3	0.580	0.163
35.0	0.88	-395.0	0.580	0.163
37.3	0.90	-392.7	0.580	0.174
39.6	0.94	-390.4	0.580	0.196
41.9	0.96	-388.1	0.580	0.207
44.2	0.98	-385.8	0.580	0.217
46.5	1.00	-383.5	0.580	0.228
48.9	1.02	-381.1	0.580	0.239
51.2	1.02	-378.8	0.580	0.239
53.5	1.06	-376.5	0.580	0.261
55.8	1.08	-374.2	0.580	0.272
58.1	1.10	-371.9	0.580	0.283
60.4	1.12	-369.6	0.580	0.293
62.7	1.14	-367.3	0.580	0.304
65.0	1.16	-365.0	0.580	0.315
67.3	1.18	-362.7	0.580	0.326
127.9	1.64	-302.1	0.580	0.576
188.5	2.00	-241.5	0.580	0.772
248.5	2.18	-181.5	0.580	0.870
309.1	2.34	-120.9	0.580	0.957
369.7	2.40	-60.3	0.580	0.989
430.0	2.42	0.0	0.580	1.000
490.6	2.42	60.6	0.580	1.000
551.2	2.40	121.2	0.580	0.989
611.7	2.40	181.7	0.580	0.989
672.3	2.38	242.3	0.580	0.978
732.9	2.34	302.9	0.580	0.957
793.5	2.28	363.5	0.580	0.924
854.1	2.26	424.1	0.580	0.913
914.7	2.24	484.7	0.580	0.902
975.3	2.22	545.3	0.580	0.891
1035.8	2.20	605.8	0.580	0.880
1096.4	2.16	666.4	0.580	0.859
1157.0	2.12	727.0	0.580	0.837
1217.1	2.10	787.1	0.580	0.826
1277.7	2.08	847.7	0.580	0.815
1338.3	2.06	908.3	0.580	0.804
1398.9	2.04	968.9	0.580	0.793
1459.5	2.00	1029.5	0.580	0.772
1520.0	1.98	1090.0	0.580	0.761
1580.6	1.96	1150.6	0.580	0.750
1641.2	1.94	1211.2	0.580	0.739
1701.8	1.90	1271.8	0.580	0.717
1762.4	1.88	1332.4	0.580	0.707
1823.0	1.86	1393.0	0.580	0.696
1883.6	1.84	1453.6	0.580	0.685
1944.2	1.82	1514.2	0.580	0.674
2004.4	1.80	1574.4	0.580	0.663
2065.0	1.78	1635.0	0.580	0.652
2125.6	1.76	1695.6	0.580	0.641
2186.2	1.74	1756.2	0.580	0.630
2246.8	1.72	1816.8	0.580	0.620
2307.4	1.70	1877.4	0.580	0.609
2367.9	1.68	1937.9	0.580	0.598
2428.5	1.68	1998.5	0.580	0.598
2489.1	1.66	2059.1	0.580	0.587
2549.7	1.62	2119.7	0.580	0.565
2610.3	1.62	2180.3	0.580	0.565
2670.9	1.60	2240.9	0.580	0.554
2731.5	1.58	2301.5	0.580	0.543
2791.5	1.56	2361.5	0.580	0.533
2852.1	1.54	2422.1	0.580	0.522
2912.7	1.52	2482.7	0.580	0.511
2973.3	1.52	2543.3	0.580	0.511
3033.9	1.50	2603.9	0.580	0.500
3094.5	1.50	2664.5	0.580	0.500
3155.0	1.48	2725.0	0.580	0.489
3215.6	1.46	2785.6	0.580	0.478
3276.2	1.46	2846.2	0.580	0.478
3336.8	1.44	2906.8	0.580	0.467



Tipologia di dissipazione

Burns & Maine 1998
(Penetrometers for Soil Permeability and
Chemical Detection;
Georgia Institute of Technology;
Report no. GIT-CEEEO-98-1)

Tipologia 4

T_{Umax} / T_{50}

NA

Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas.
di Van Zulphen Albert & C.
www.geo55.com

CPTU

Profondità (m)

4M

10.00

Tmax (sec)	62.7
Tmin (sec)	8924.8

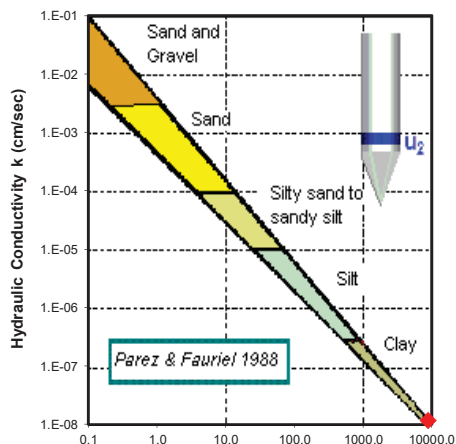
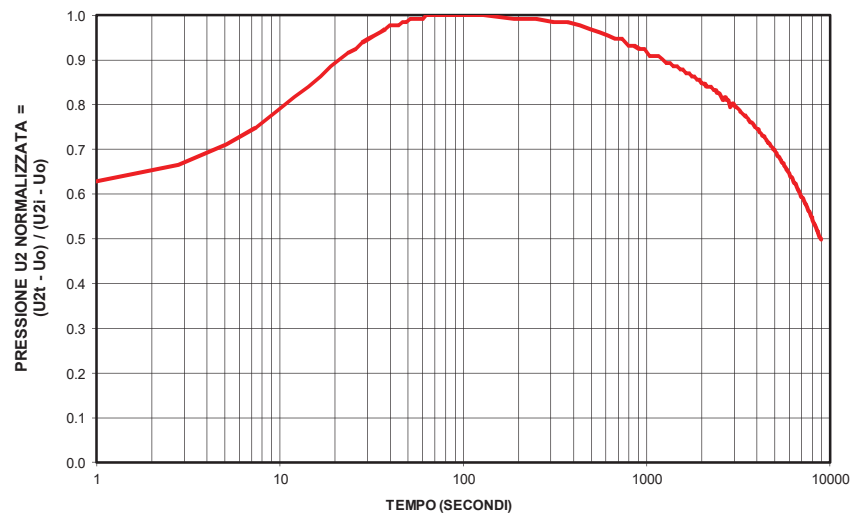
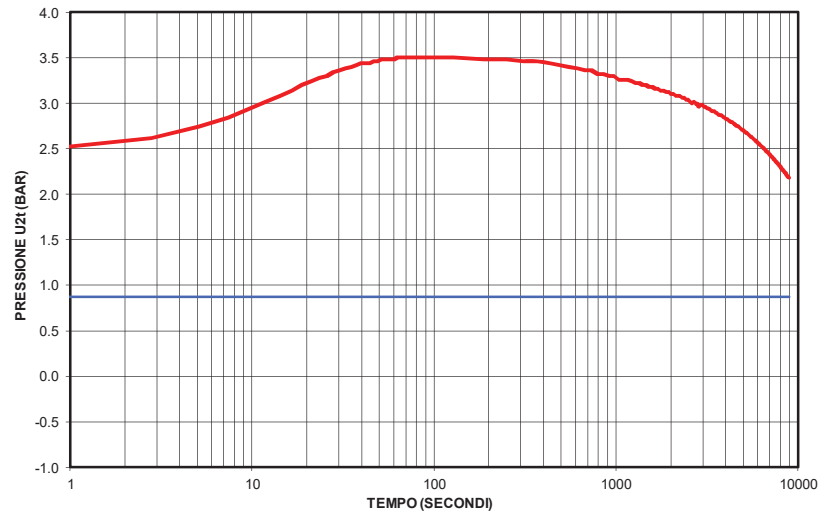
Profondità Falda m	1.30
--------------------------	------

Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar)	0.870
---	-------

(Parez & Fauriel 1988)

T50 (sec)	8832	Permeabilità Kh (cm/sec)	1.17E-08	Litologia	argille
-----------	------	-----------------------------	----------	-----------	---------

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm. U2
0.5	2.46	-62.2	0.870	0.605
2.8	2.62	-59.9	0.870	0.665
5.1	2.74	-57.6	0.870	0.711
7.4	2.84	-55.3	0.870	0.749
9.7	2.94	-53.0	0.870	0.787
12.0	3.02	-50.7	0.870	0.817
14.3	3.08	-48.4	0.870	0.840
16.6	3.14	-46.1	0.870	0.863
18.9	3.20	-43.8	0.870	0.886
21.2	3.24	-41.5	0.870	0.901
23.5	3.28	-39.2	0.870	0.916
25.8	3.30	-36.9	0.870	0.924
28.1	3.34	-34.6	0.870	0.939
30.4	3.36	-32.3	0.870	0.947
32.7	3.38	-30.0	0.870	0.954
35.1	3.40	-27.6	0.870	0.962
37.4	3.42	-25.3	0.870	0.970
39.7	3.44	-23.0	0.870	0.977
42.0	3.44	-20.7	0.870	0.977
44.3	3.44	-18.4	0.870	0.977
46.6	3.46	-16.1	0.870	0.985
48.9	3.46	-13.8	0.870	0.985
51.2	3.48	-11.5	0.870	0.992
53.5	3.48	-9.2	0.870	0.992
55.8	3.48	-6.9	0.870	0.992
58.1	3.48	-4.6	0.870	0.992
60.4	3.48	-2.3	0.870	0.992
62.7	3.50	0.0	0.870	1.000
65.0	3.50	2.3	0.870	1.000
67.3	3.50	4.6	0.870	1.000
127.9	3.50	65.2	0.870	1.000
188.5	3.48	125.8	0.870	0.992
249.1	3.48	186.4	0.870	0.992
309.6	3.46	246.9	0.870	0.985
370.2	3.46	307.5	0.870	0.985
430.8	3.44	368.1	0.870	0.977
491.4	3.42	428.7	0.870	0.970
552.0	3.40	489.3	0.870	0.962
612.6	3.38	549.9	0.870	0.954
672.9	3.36	610.2	0.870	0.947
733.5	3.36	670.8	0.870	0.947
794.1	3.32	731.4	0.870	0.932
854.7	3.32	792.0	0.870	0.932
915.2	3.30	852.5	0.870	0.924
975.8	3.30	913.1	0.870	0.924
1036.4	3.26	973.7	0.870	0.909
1097.0	3.26	1034.3	0.870	0.909
1157.6	3.26	1094.9	0.870	0.909
1218.2	3.24	1155.5	0.870	0.901
1278.8	3.22	1216.1	0.870	0.894
1339.4	3.22	1276.7	0.870	0.894
1399.9	3.20	1337.2	0.870	0.886
1460.5	3.20	1397.8	0.870	0.886
1520.6	3.18	1457.9	0.870	0.878
1581.2	3.18	1518.5	0.870	0.878
1641.8	3.16	1579.1	0.870	0.871
1702.4	3.16	1639.7	0.870	0.871
1763.0	3.14	1700.3	0.870	0.863
1823.6	3.14	1760.9	0.870	0.863
1884.1	3.12	1821.4	0.870	0.856
1944.7	3.12	1882.0	0.870	0.856
2005.3	3.10	1942.6	0.870	0.848
2065.9	3.10	2003.2	0.870	0.848
2126.5	3.08	2063.8	0.870	0.840
2187.1	3.08	2124.4	0.870	0.840
2247.4	3.08	2184.7	0.870	0.840
2308.0	3.06	2245.3	0.870	0.833
2368.6	3.06	2305.9	0.870	0.833
2429.2	3.04	2366.5	0.870	0.825
2489.8	3.04	2427.1	0.870	0.825
2550.3	3.02	2487.6	0.870	0.817
2610.9	3.00	2548.2	0.870	0.810
2671.5	3.02	2608.8	0.870	0.817
2732.1	3.00	2669.4	0.870	0.810
2792.7	3.00	2730.0	0.870	0.810
2853.3	2.96	2790.6	0.870	0.795
2913.9	2.98	2851.2	0.870	0.802
2974.4	2.98	2911.7	0.870	0.802
3035.0	2.96	2972.3	0.870	0.795
3095.1	2.96	3032.4	0.870	0.795
3155.2	2.95	3092.5	0.870	0.791
3215.3	2.94	3152.6	0.870	0.787
3275.4	2.93	3212.7	0.870	0.783
3335.5	2.92	3272.8	0.870	0.779



Tipologia di dissipazione

Burns & Maine 1998
(Penetrometers for Soil Permeability and
Chemical Detection;
Georgia Institute of Technology;
Report no. GIT-CEEEO-98-1)

Tipologia 2

T_{Umax} / T_{50}

0.01

Comune Russi
Via Via Faentina 280-2
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l



**Società di
Geologia
Territoriale**

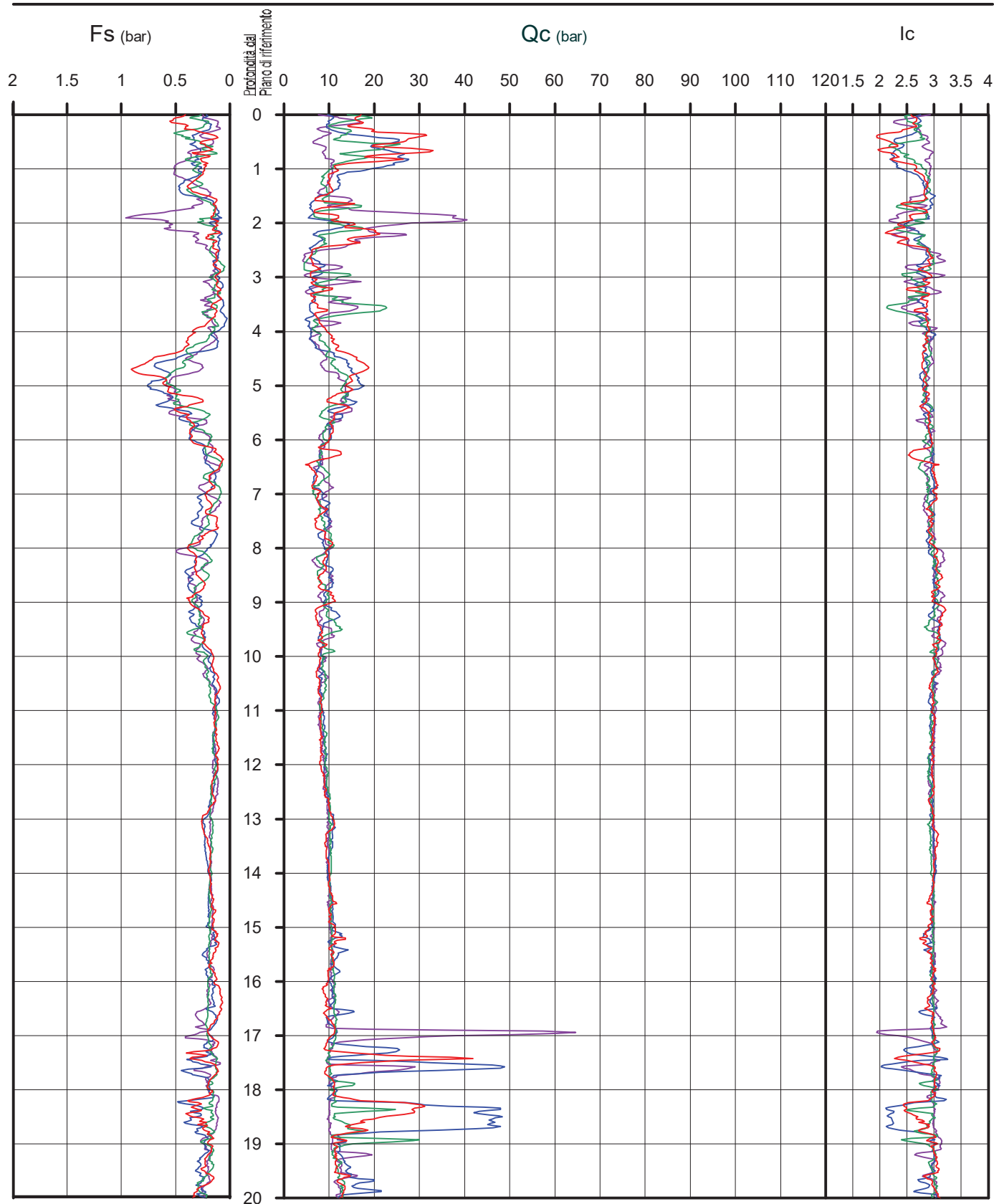
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

LEGENDA

CPT 1M
CPT 2 M
CPT 3M
CPT 4M

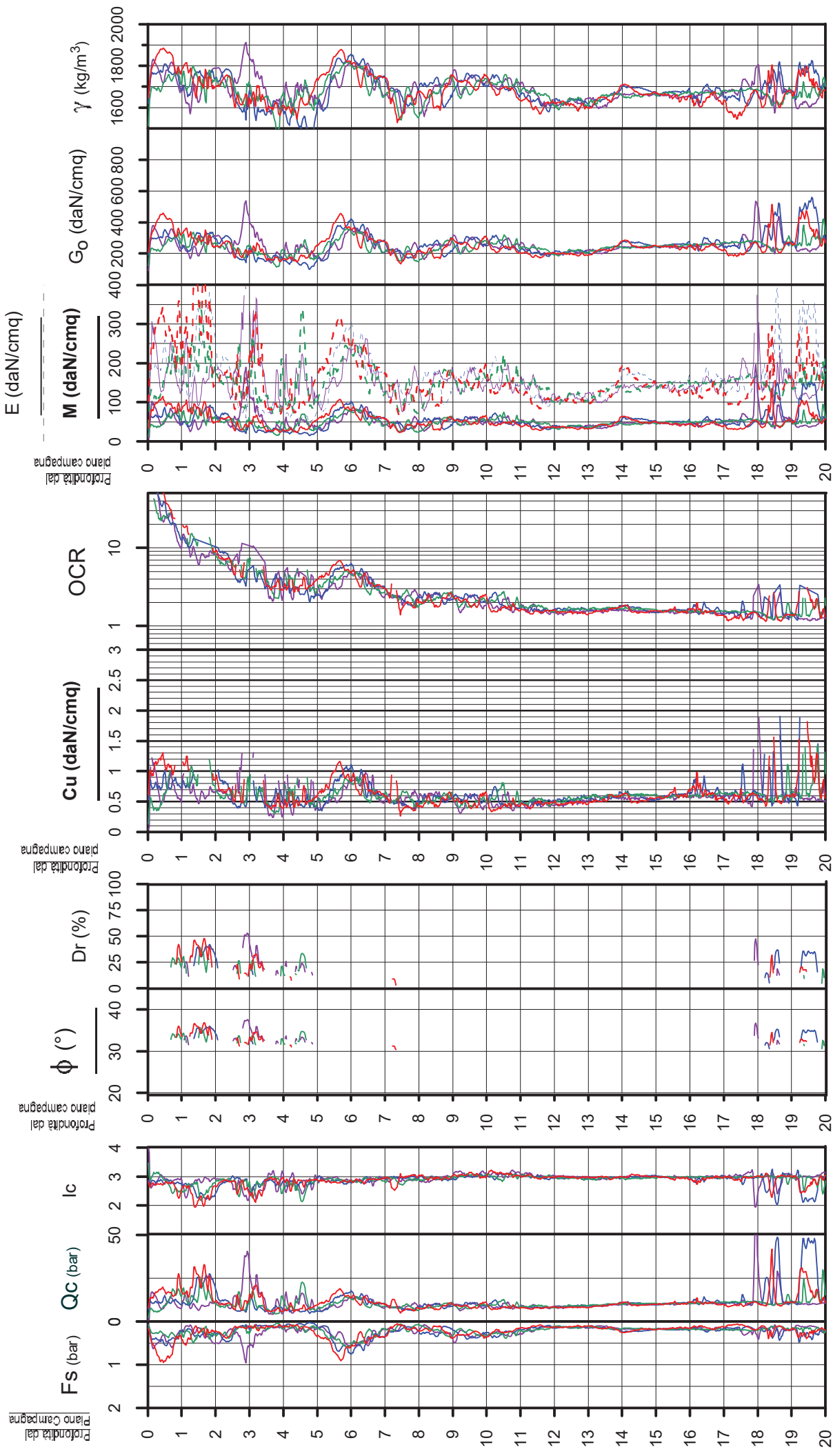


Comune Russi
Via Via Faentina 280-2
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.

PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1M
CPT 2 M
CPT 3M
CPT 4M

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

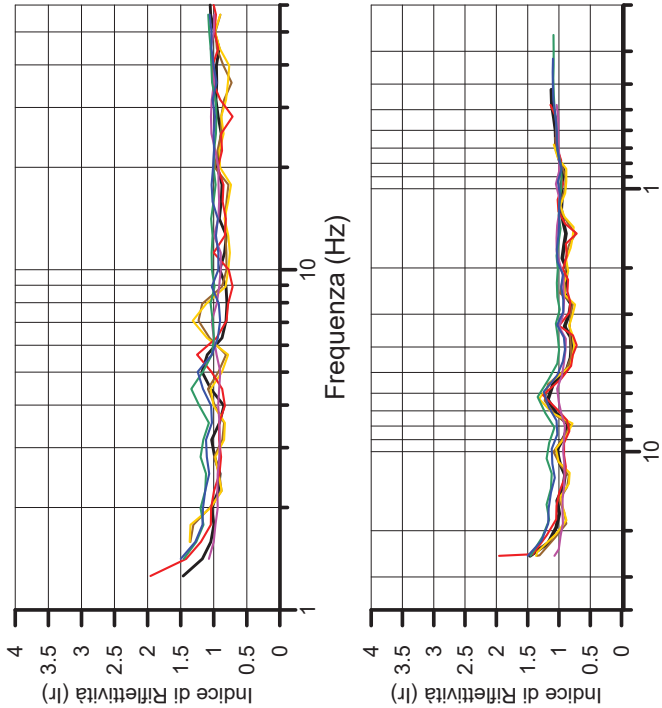
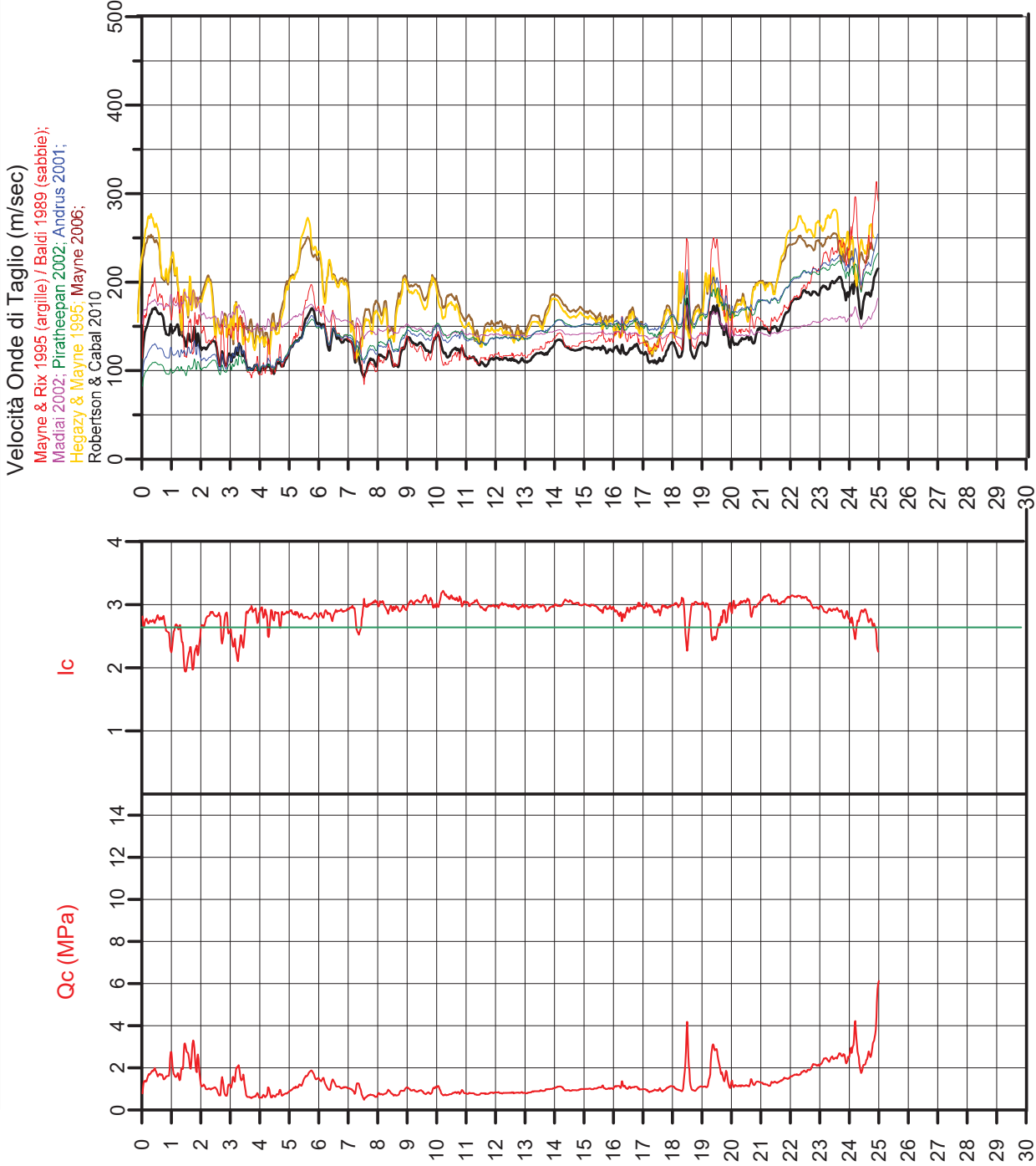


Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Data 15/12/2017

CPT 1M



S.G.T. sas



Autore	Vs24.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	146
Piratheepan 2002	142
Madiai 2002	151
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	141
Hegazy & Mayne 1995	178
Mayne 2006	174
Robertson Cabal 2010	131

Comune
Via
Localita'
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
15-dic-17

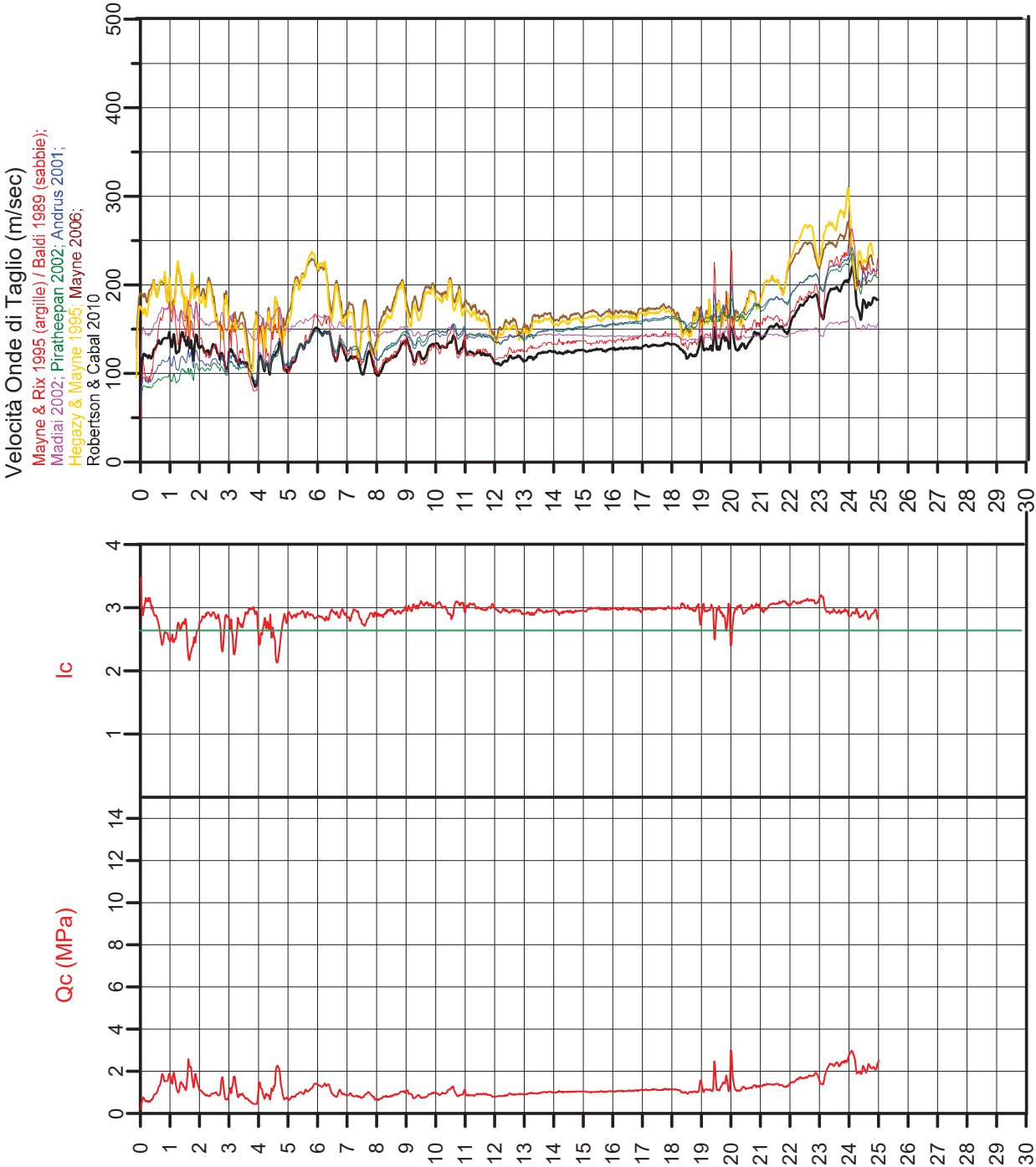
CPT 2 M

SGT

Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com



Autore	Vs24.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	144
Piratheepan 2002	141
Madiai 2002	149
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	139
Hegazy & Mayne 1995	178
Mayne 2006	174
Robertson Cabal 2010	131

Comune
Via
Localita'
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
15-dic-17

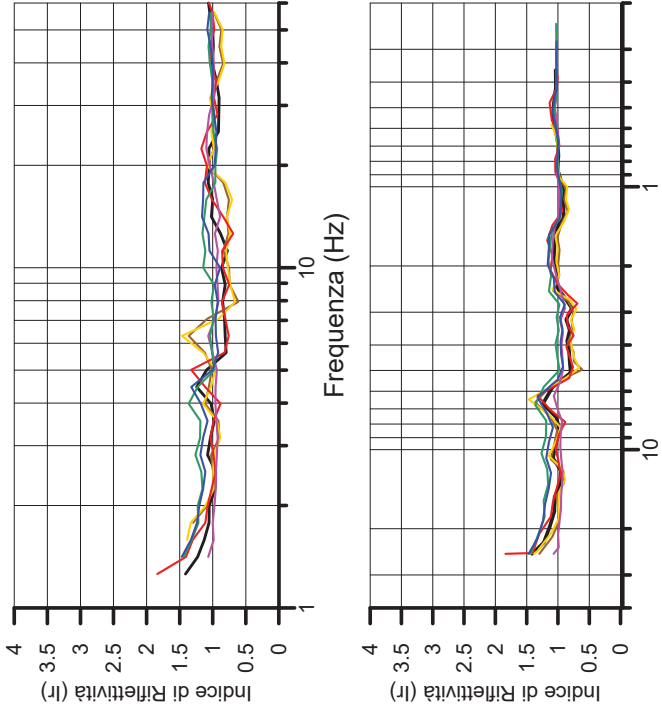
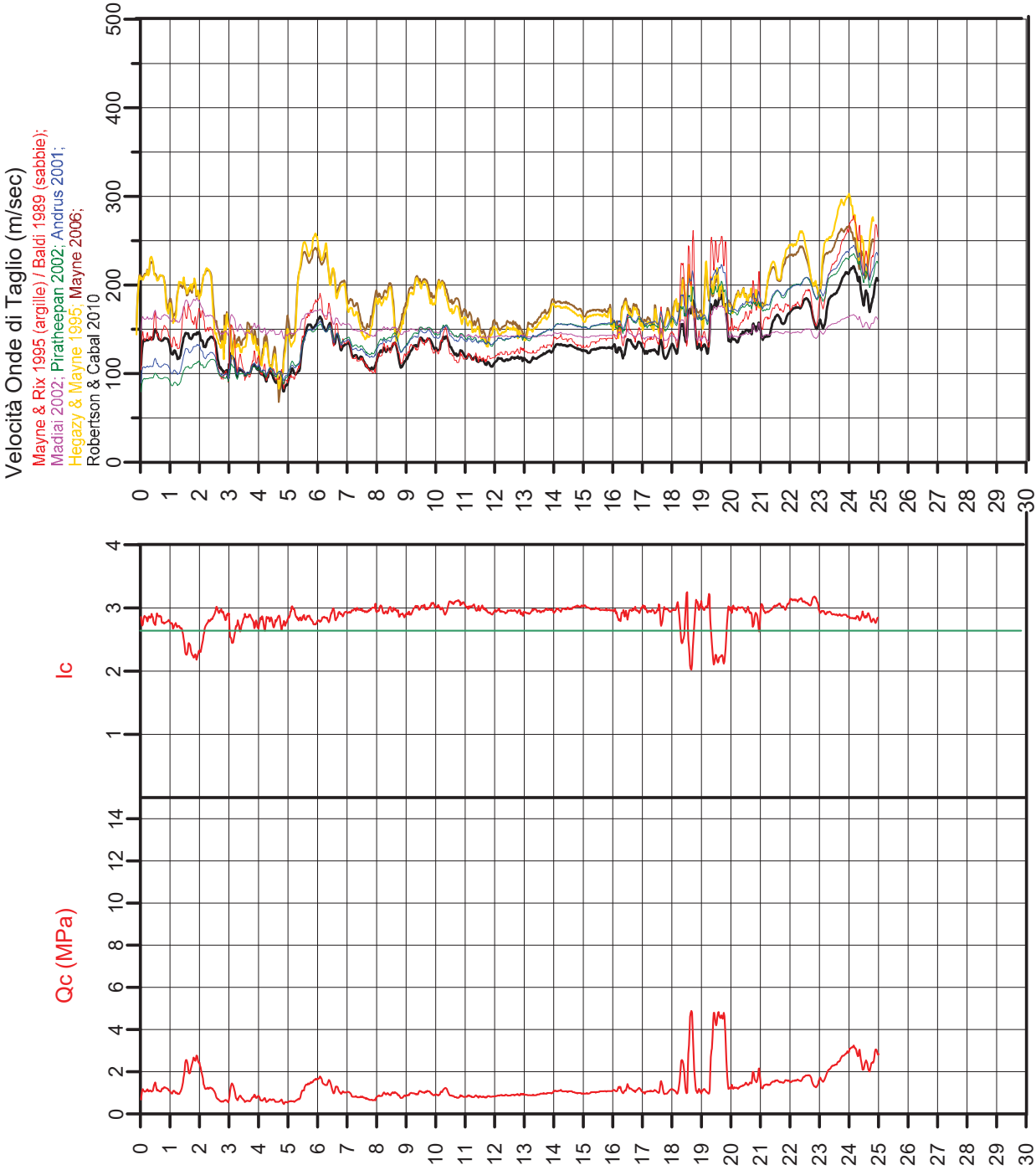
CPT 3M

SGT

Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com

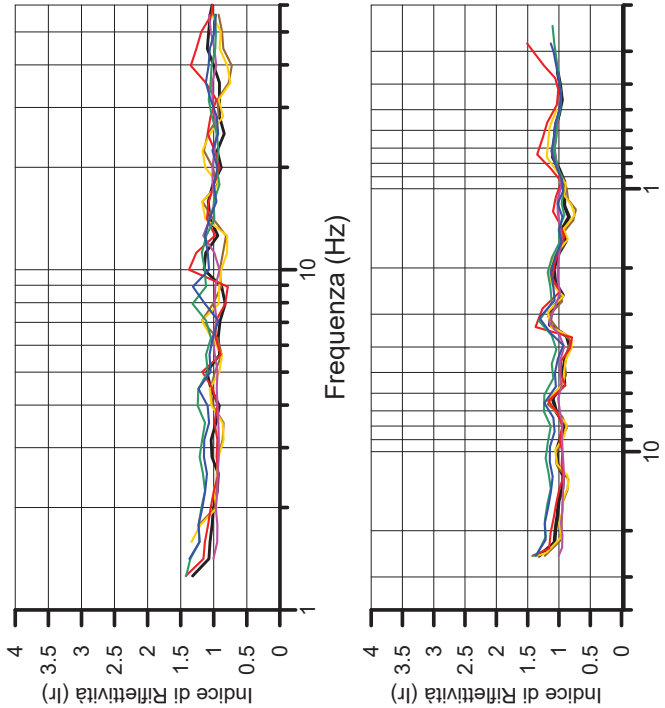
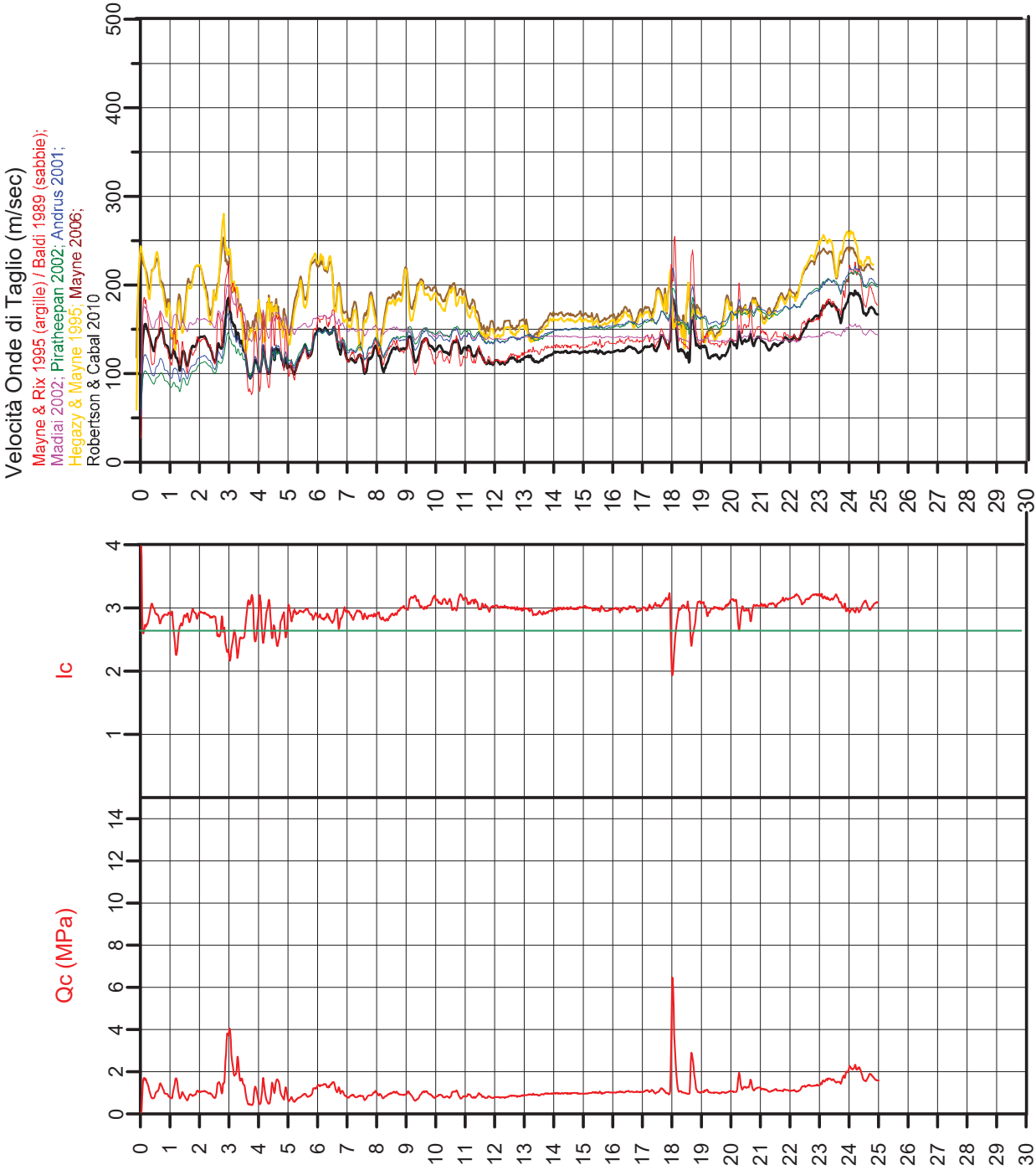


Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Data 15-dic-17

CPT 4M



S.G.T. sas



Autore	Vs24.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	144
Piratheepan 2002	141
Madiai 2002	148
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	135
Hegazy & Mayne 1995	179
Mayne 2006	174
Robertson Cabal 2010	130

VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO
CON RIFERIMENTO AL PROGETTO
SECONDO DECRETO MINISTERIALE DEL 14-01-2008



Ubicazione del sito

Comune
Località

Russi
Godo

Google Earth (WSG84)

NTC2008 (ED50)

Longitudine (° decimali)

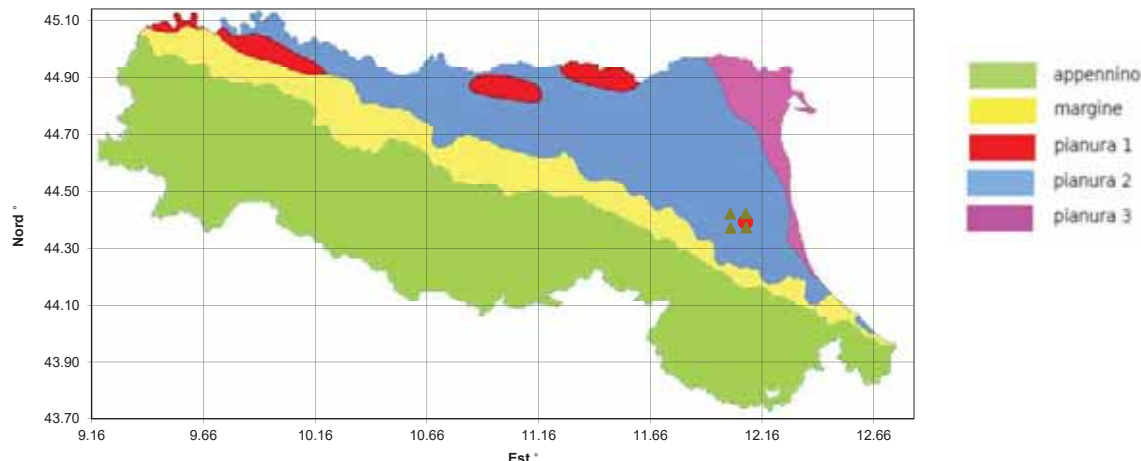
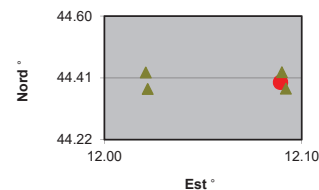
12.0876

12.0892

Latitudine (° decimali)

44.3960

44.3966



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
17407	2.190	12.092	44.377
17185	3.380	12.090	44.427
17406	5.811	12.022	44.376
17184	6.325	12.021	44.426

Tipi di Costruzione			
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	< = 10	50
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	1
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 ²)	a_g/g	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.531	0.054	2.450	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.665	0.068	2.455	0.278
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.756	0.179	2.460	0.290
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.305	0.235	2.440	0.293

Valori applicati	a_g	a_g/g	Fo	TC*
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.756	0.179	2.460	0.290

Comune
Via
Località
Committente

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.



VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 1M

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	22.56 / 2.2
Massimo profondità indagato (m)	24.90

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)	142 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	151 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baki 1989 (sabbie))	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	174 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2000)	178 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	131 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	6.8	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	67 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE D.M. 14-01-2008

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.756 m/sec2	0.179 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.44	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
S totale	Ss * ST	1.44	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.522 m/sec2	0.257 g

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

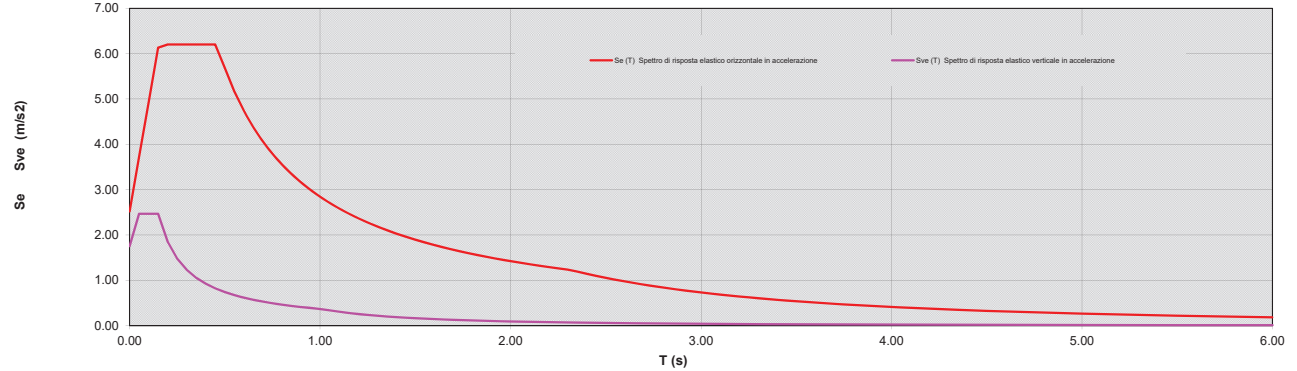
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTECALE
Tb		0.15	0.05
Tc		0.46	0.15
Td		2.32	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

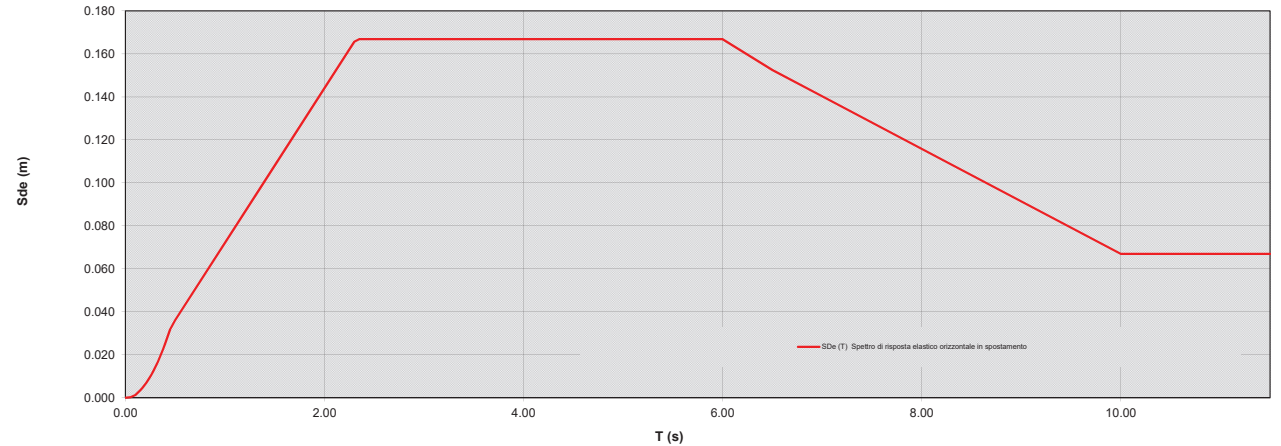
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.522 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.19 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.07 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec2)



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 as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.054	2.450	0.260	1.50	1.00	0.081	0.13	0.39	1.82	6.00	10.00	0.20	0.016	0.008	0.18	0.015	0.007
del Danno	0.068	2.455	0.278	1.50	1.00	0.102	0.15	0.45	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.24	0.024	0.012
Salvaguardia della Vita	0.179	2.460	0.290	1.44	1.00	0.257	0.15	0.46	2.32	6.00	10.00	0.24	0.062	0.031	0.31	0.080	0.040
Prevenzione del Colasso	0.235	2.440	0.293	1.36	1.00	0.319	0.15	0.46	2.54	6.00	10.00	0.28	0.089	0.045	0.31	0.099	0.049

Comune
Via
Località
Committente

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.



VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 2 M

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	23.16 / 1.61
Massimo profondità indagato (m)	24.90

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)	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	149 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baki 1989 (sabbie))	139 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	174 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	178 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	131 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	5.9	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	67 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE D.M. 14-01-2008

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.756 m/sec2	0.179 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.44	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
S totale	Ss * ST	1.44	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.522 m/sec2	0.257 g

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

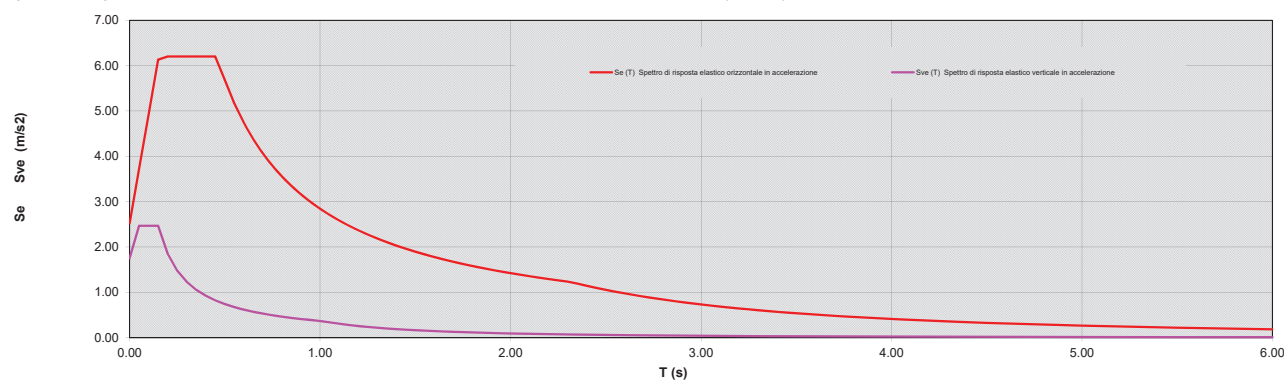
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.15	0.05
Tc		0.46	0.15
Td		2.32	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

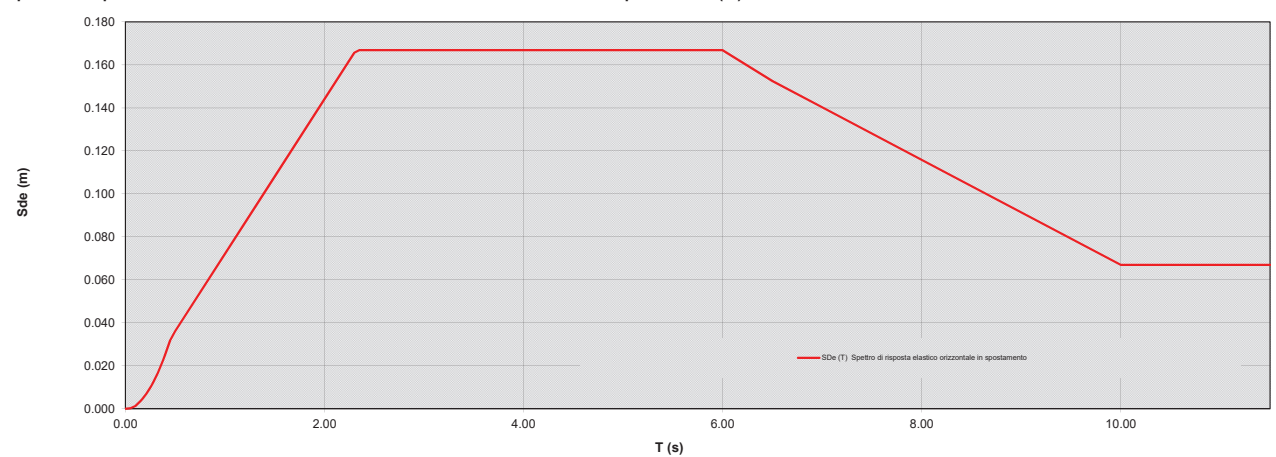
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.522 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.19 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.07 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec2)



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 as/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per as/g	K _h terreno Coefficiente sismico orizzontale	K _v terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.054	2.450	0.260	1.50	1.00	0.081	0.13	0.39	1.82	6.00	10.00	0.20	0.016	0.008	0.18	0.015	0.007
del Danno	0.068	2.455	0.278	1.50	1.00	0.102	0.15	0.45	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.24	0.024	0.012
Salvaguardia della Vita	0.179	2.460	0.290	1.44	1.00	0.257	0.15	0.46	2.32	6.00	10.00	0.24	0.062	0.031	0.31	0.080	0.040
Prevenzione del Colasso	0.235	2.440	0.293	1.36	1.00	0.319	0.15	0.46	2.54	6.00	10.00	0.28	0.089	0.045	0.31	0.099	0.049

Comune
Via
Località
Committente

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.



VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 3M

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	23.06 / 1.71
Massimo profondità indagato (m)	24.90

TIPO DI SUOLO SUGGERITO		
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	145 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Pirathepan 2002)	142 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	151 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baki 1989 (sabbie))	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	175 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2000)	179 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	132 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	8.7	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	67 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE D.M. 14-01-2008

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.756 m/sec2	0.179 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.44	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
S totale	Ss * ST	1.44	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.522 m/sec2	0.257 g

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

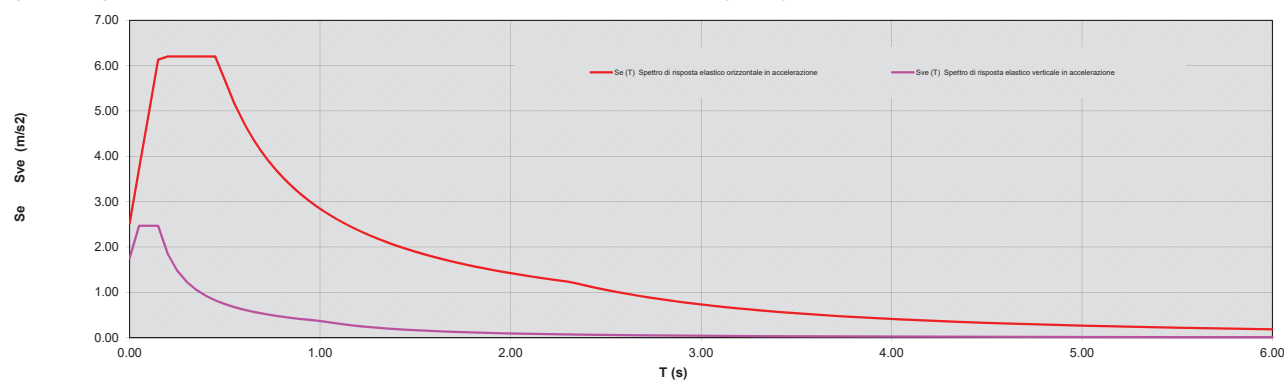
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTECALE
Tb		0.15	0.05
Tc		0.46	0.15
Td		2.32	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

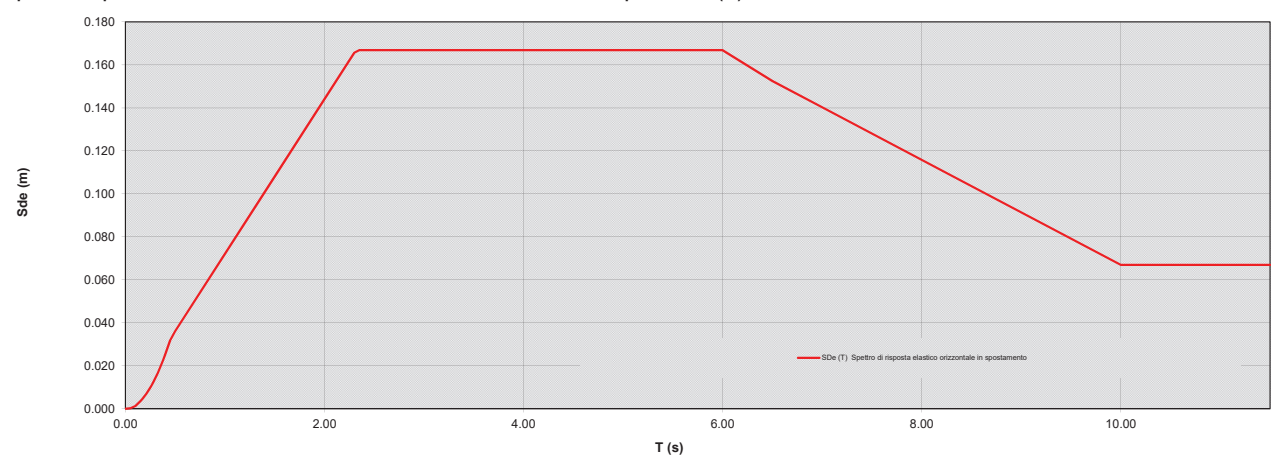
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.522 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.19 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.07 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec2)



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 as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.054	2.450	0.260	1.50	1.00	0.081	0.13	0.39	1.82	6.00	10.00	0.20	0.016	0.008	0.18	0.015	0.007
del Danno	0.068	2.455	0.278	1.50	1.00	0.102	0.15	0.45	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.24	0.024	0.012
Salvaguardia della Vita	0.179	2.460	0.290	1.44	1.00	0.257	0.15	0.46	2.32	6.00	10.00	0.24	0.062	0.031	0.31	0.080	0.040
Prevenzione del Colasso	0.235	2.440	0.293	1.36	1.00	0.319	0.15	0.46	2.54	6.00	10.00	0.28	0.089	0.045	0.31	0.099	0.049

Comune
Via
Località
Committente

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.



VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 4M

Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m)	23.24 / 1.53
Massimo profondità indagato (m)	24.90

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)	141 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	148 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baki 1989 (sabbie))	135 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995)	174 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2000)	179 m/sec	D o S1
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	130 m/sec	D o S1

Resistenza penetrometrica equivalente Nsp (Norme AGI per terreni granulari)	6.8	D o S1
Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi)	64 kPa	D o S1

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE D.M. 14-01-2008

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.756 m/sec2	0.179 g
Amplificazione per tipo di suolo C	Ss	1.44	
Amplificazione topografica	ST	1.00	
S totale	Ss * ST	1.44	
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.522 m/sec2	0.257 g

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

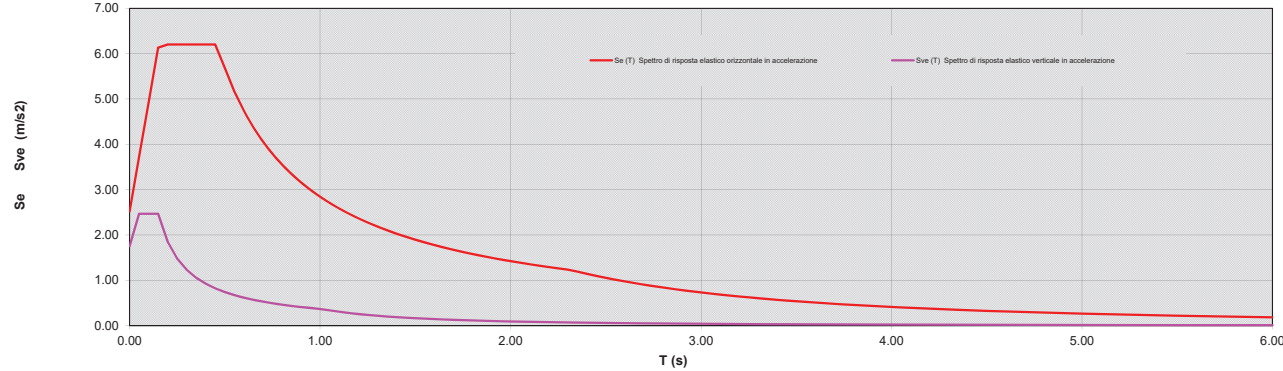
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTECALE
Tb		0.15	0.05
Tc		0.46	0.15
Td		2.32	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

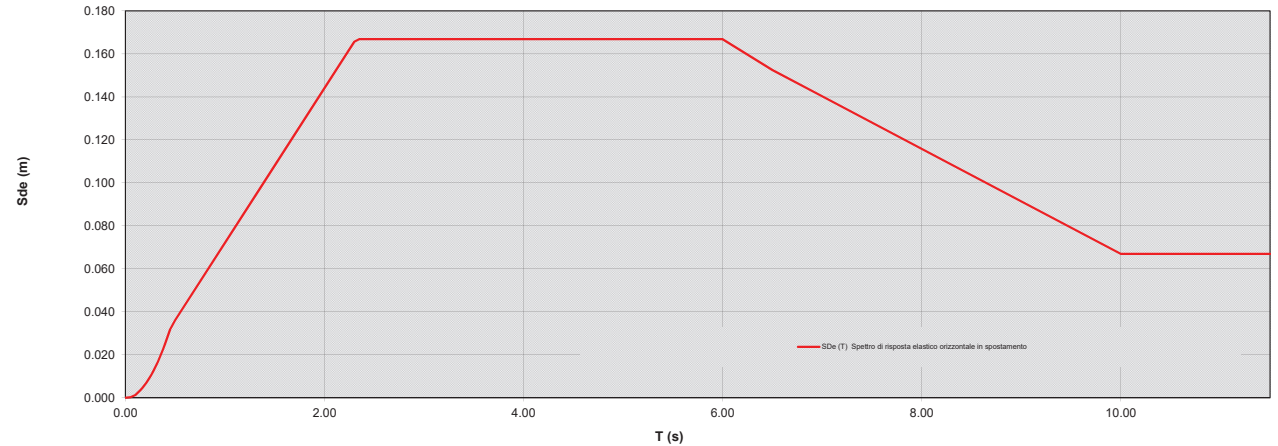
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.522 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.19 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.07 m

Spettro di risposta elastico allo 3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA in accelerazione (m/sec2)



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 as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per as/g	Ki terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.054	2.450	0.260	1.50	1.00	0.081	0.13	0.39	1.82	6.00	10.00	0.20	0.016	0.008	0.18	0.015	0.007
del Danno	0.068	2.455	0.278	1.50	1.00	0.102	0.15	0.45	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.24	0.024	0.012
Salvaguardia della Vita	0.179	2.460	0.290	1.44	1.00	0.257	0.15	0.46	2.32	6.00	10.00	0.24	0.062	0.031	0.31	0.080	0.040
Prevenzione del Colasso	0.235	2.440	0.293	1.36	1.00	0.319	0.15	0.46	2.54	6.00	10.00	0.28	0.089	0.045	0.31	0.099	0.049

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15/12/2017

CPT
1M

Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
tipo di suolo
amplificazione topografica
3. STATO LIMITE
SALVAGUARDIA DELLA VITA

amax substrato 1.756
fattore amplificazione
amax al p.c. (m/sec2)
magnitudo
6.000

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
Suolo di riferimento
amplificazione topografica
magnitudo

amax substrato 1.756
fattore amplificazione
amax al p.c. (m/sec2)
magnitudo
6.000

SGT

Società di
Geologia
Territoriale

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

Contenuto Fine (%)
0 25 50 75 100

Qc1N

Fr (%)

Ic

Kc

CRR

CSR_m

ε_{vol} (%)

Dr (%)

ε_{vol} (%)

Cedimento (cm)

Cedimento (cm)

max cor. strati sottili

max cor. strati sottili

max cor. strati sottili

max cor. strati sottili

max cor. strati sottili

PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
* CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
- 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

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

Parametri utilizzati:
* Densità Relativa Dr secondo Tusaoki 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)

Cedimento totale

Cedimento totale considerando strati sottili

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_l DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005

con correzione per strati sottili

4.6

IL <= 5

5 < IL <= 15

IL > 15

POTENZIALE DI ROTTURA

BASSO

ELEVATO

ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_l DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbi (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

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

INDICE I_l DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)

con correzione per strati sottili

4.6

IL <= 2

2 < IL <= 5

5 < IL <= 15

IL > 15

POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

BASSA

MODERATA

ELEVATA

MOLTO ALTA

INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)

con correzione per strati sottili

13

11

PPbi <= 15

15 < PPbi <= 35

35 < PPbi <= 65

65 < PPbi <= 85

PPbi > 85

GUIDIZIO DI PERICOLISITA'

%

NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

LIQUEFAZIONE IMPROBABILE

LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE

LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE

LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune di Russi - Protocollo n. 9486/2018 del 03/07/2018

Firmato digitalmente da: ravalli antonio il 02/07/2018 19:10:45

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15-dic-17

CPT2 M

Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
tipo di suolo
amplificazione topografica
3. STATO LIMITE
SALVAGUARDIA DELLA VITA

amax substrato 1.756
fattore amplificazione
amax al p.c. (m/sec2)
1.000
magnitudo
6.000

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
Suolo di riferimento
amplificazione topografica
magnitudo

amax substrato 1.758
fattore amplificazione
amax al p.c. (m/sec2)
1.000
magnitudo
6.000

SGT

Società di
Geologia
Territoriale

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

Comune di Russi - Protocollo n. 9486/2018 del 03/07/2018

Firmato digitalmente da: ravalli antonio il 02/07/2018 19:10:45

PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1Ncs per granulometria calcolato da lc e Qc1N secondo Idriss 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da lc 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: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6

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

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tusaoki 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)
Cedimento totale	9	12
Cedimento totale considerando strati sottili	6	9

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
con correzione per strati sottili		
2.6	IL <= 5	BASSO
5.1	5 < IL <= 15	ELEVATO
	IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

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

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

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
con correzione per strati sottili		
2.6	IL <= 2	BASSA
5.1	2 < IL <= 5	MODERATA
	5 < IL <= 15	ELEVATA
	IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)

INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		GIUDIZIO DI PERICOLISITA'
con correzione per strati sottili		
11	% PPbi <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
8	15 < PPbi <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
	35 < PPbi <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
	65 < PPbi <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
	PPbi > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Russi
Via Faentina 280-286
Godo
Eurocompany s.r.l.
15-dic-17

CPT
3M

Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
tipo di suolo

c

amplificazione topografica
3. STATO LIMITE
SALVAGUARDIA DELLA VITA

amax substrato
1.756
fattore amplificazione
1.436
amax al p.c.
2.522
magnitudo
6.000

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
tipo di terreno
Pianura 2

amax substrato
1.756
fattore amplificazione
1.436
amax al p.c.
2.522
magnitudo
6.000

LEGGI REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3966°
longitudine 12.0892°
tipo di terreno
Pianura 2

amax substrato
1.756
fattore amplificazione
1.436
amax al p.c.
2.522
magnitudo
6.000

SGT

Società di
Geologia
Territoriale

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

PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008

* CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)

* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con

- Qc1N secondo Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic

- 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

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

Parametri utilizzati:

* Densità Relativa Dr secondo Tusaoki 1990

* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra

Contenuto Fine (%)

0 25 50 75 100

Kc

0 1 2

Qc1N

0 50 100

Fr (%)

0 1 2 3 4

Ic

1.8 2.6

CRRmax cor. strati sottili

CRRmax cor. strati sottili

0 0.1 0.2 0.3 0.4

Dr (%)

0 25 50 75

εvol (%)

0 2 4 6 8 10

εvol (%)

0 2 4 6 8 10

Cedimento (cm)

Cedimento (cm)

0 2 4 6 8 10

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	9	30
Cedimento totale considerando strati sottili	7	28

Indice I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005	POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	BASSO
con correzione per strati sottili	ELEVATO
IL <= 5	BASSO
5 < IL <= 15	ELEVATO
IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L 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 _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005	POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	BASSO
con correzione per strati sottili	ELEVATO
IL <= 5	BASSO
5 < IL <= 15	ELEVATO
IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPBI (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)
Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

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

Indice PPBI DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)	GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	%
con correzione per strati sottili	PPBI <= 15
9	15 < PPBI <= 35
6	35 < PPBI <= 65
	65 < PPBI <= 85
	PPBI > 85

NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE	LIQUEFAZIONE E' NON LIQUEFAZIONE	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
------------------------------	--------------------------	----------------------------------	------------------------------	--------------------------

Comune

Russi

Via

Via Faentina 280-286

Localita'

Godo

Committente

Eurocompany s.r.l.

Data

15-dic-17

CPT

4M

Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008

latitudine 44.3966°

longitudine 12.0892°

tipo di suolo C

amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA magnitudo 6.000

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.3966°

longitudine 12.0892°

Stadio di riferimento Pianura 2

amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 1.000

magnitudo 6.000

ammax substrato (m/sec2) 1.756

fattore amplificazione 1.436

ammax al p.c. (m/sec2) 2.522

fattore amplificazione 1.500

ammax al p.c. (m/sec2) 2.834

magnitudo 6.000

SGT

Società di Geologia Territoriale

S.G.T. sas

di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50

48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1Ncs per granulometria calcolato da lc
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da lc 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: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6

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

Parametri utilizzati:

- * Densità Relativa Dr secondo Tusaoki 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)
Cedimento totale	8	34
Cedimento totale considerando strati sottili	5	15

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.

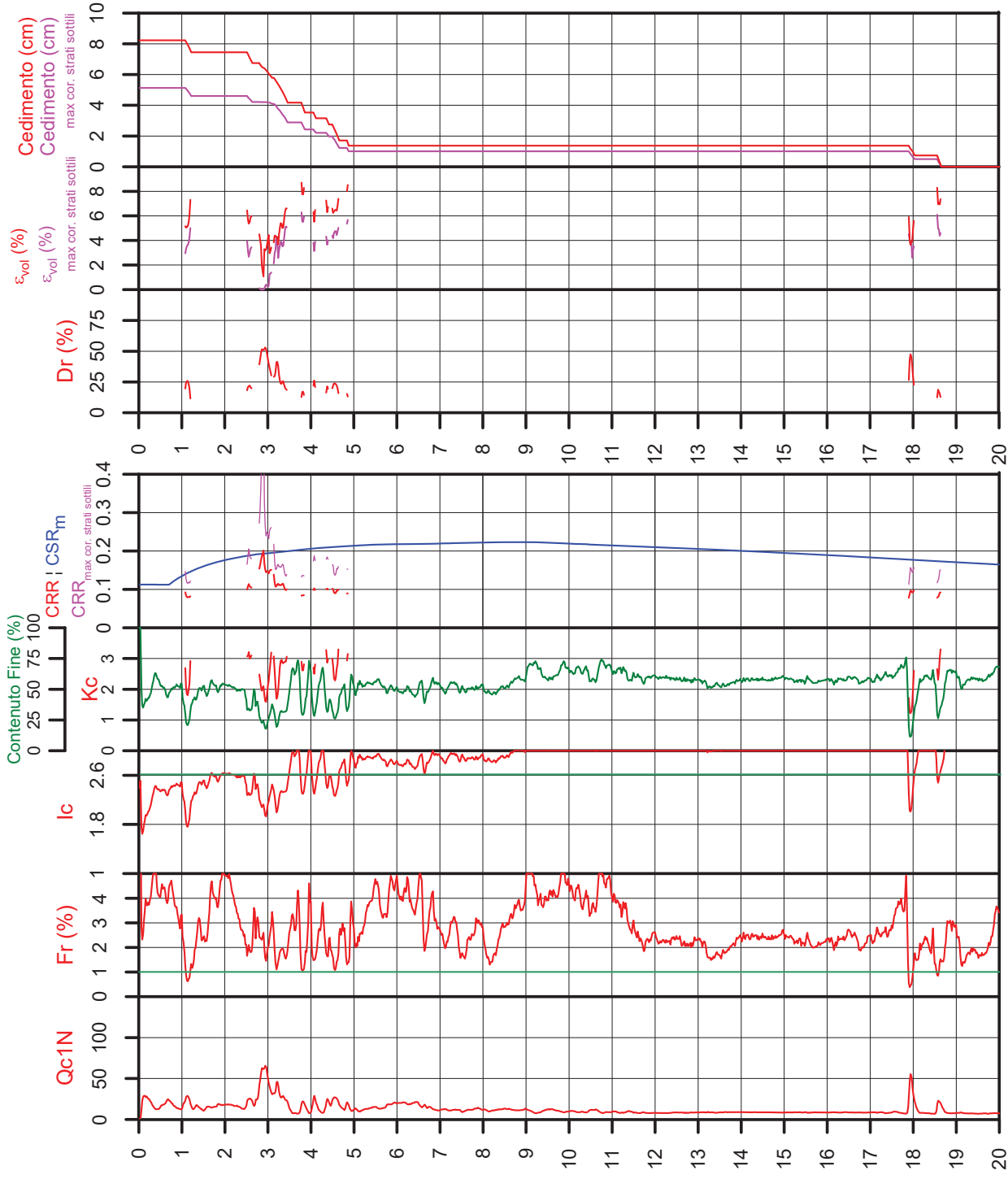
INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005		POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	4.4	con correzione per strati sottili
	1.6	IL <= 5 BASSO
	5 < IL <= 15	ELEVATO
	IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPBI (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	4.4	con correzione per strati sottili
	1.6	IL <= 2 BASSA
	2 < IL <= 5	MODERATA
	5 < IL <= 15	ELEVATA
	IL > 15	MOLTO ALTA

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



Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15/12/2017

CPT 1M
Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.436
tipo di suolo	C	amax al p.c. (m/sec2)	2.522
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA			

LEGGE REGIONALE E.R. 2103 / 2015			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.500
Suolo di Riferimento	Planura 2I	amax al p.c. (m/sec2)	2.634
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000

SGT

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 DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- ORR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Icd secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = ORR 7.5 / CSR 6

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	10	42
Cedimento considerando strati sottili	7	39

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	4	13
Cedimento considerando strati sottili	4	11

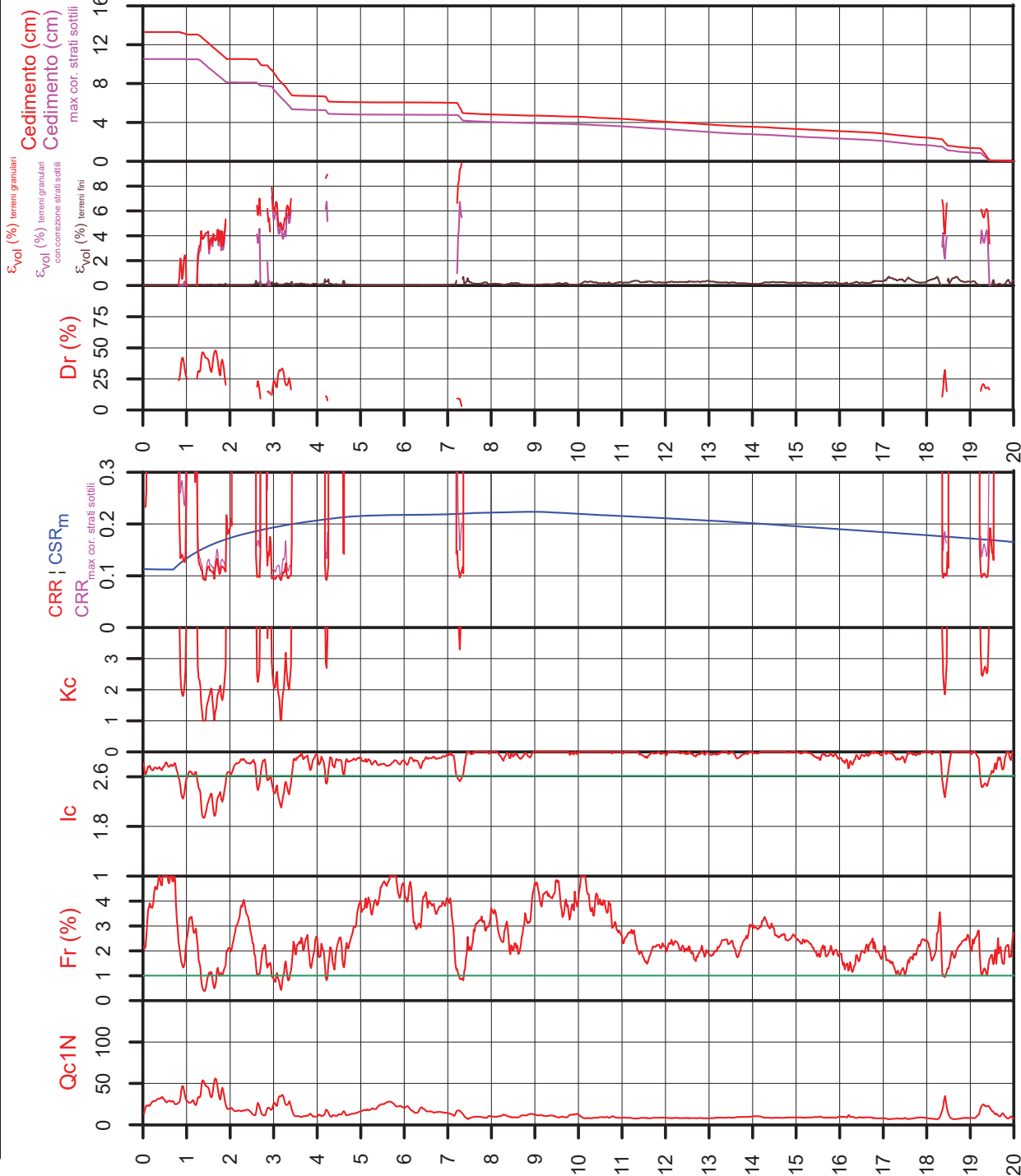
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(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 con correzione per strati sottili		POTENZIALE DI ROTTURA	
	IL <= 2		BASSO
3.2	2 < IL <= 5		MODERATO
5.5	5 < IL <= 15		ELEVATO
	IL > 15		ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

CPT 2 M
Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008	
latitudine 44.3966°	amax substrato (m/sec2) 1.756
longitudine 12.0892°	fattore amplificazione 1.436
tipo di suolo C	amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 2.522
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 2.522	magnitudo 6.000
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.000

LEGGE REGIONALE E.R. 2103 / 2015	
latitudine 44.3966°	amax substrato (m/sec2) 1.756
longitudine 12.0892°	fattore amplificazione 1.500
Suolo di Riferimento Pianura 2	amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 2.634
amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 2.634	magnitudo 6.000

SGT

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 ROBERSTON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 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 Icd secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6

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	7	10
Cedimento considerando strati sottili	4	5

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

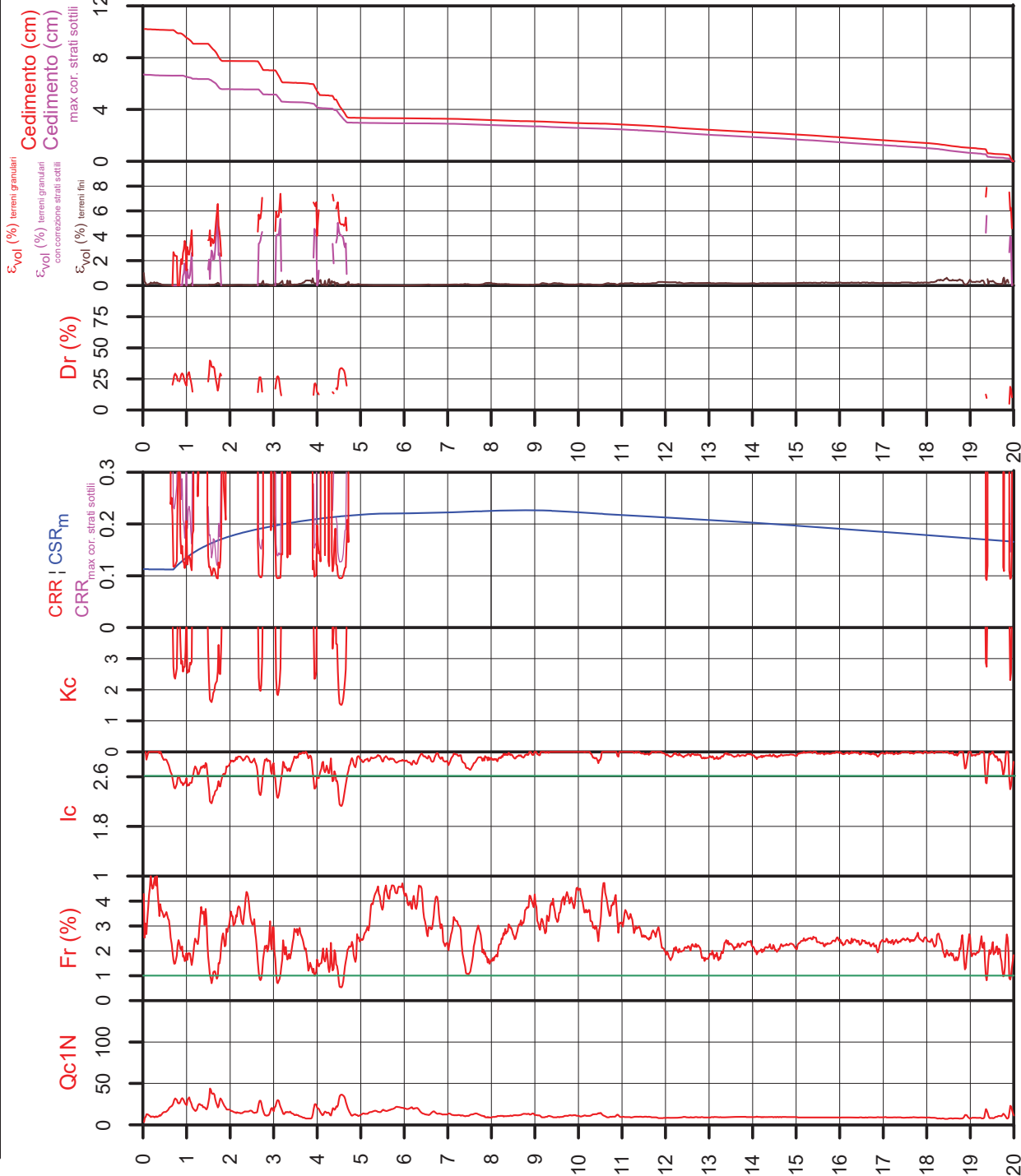
Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	3	10
Cedimento considerando strati sottili	3	7

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L 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 _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE con correzione per strati sottili		POTENZIALE DI ROTTURA
1.2	IL <= 2	BASSO
4.3	2 < IL <= 5	MODERATO
	5 < IL <= 15	ELEVATO
	IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

CPT 3M
Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.436
tipo di suolo	C	amax al p.c. (m/sec2)	2.522
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA			

LEGGE REGIONALE E.R. 2103 / 2015			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.500
Suolo di Riferimento	Planura 2I	amax al p.c. (m/sec2)	2.634
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000

SGT

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 ROBERSTON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- ORR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Icd secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = ORR 7.5 / CSR 6

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	8	29
Cedimento considerando strati sottili	6	27

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

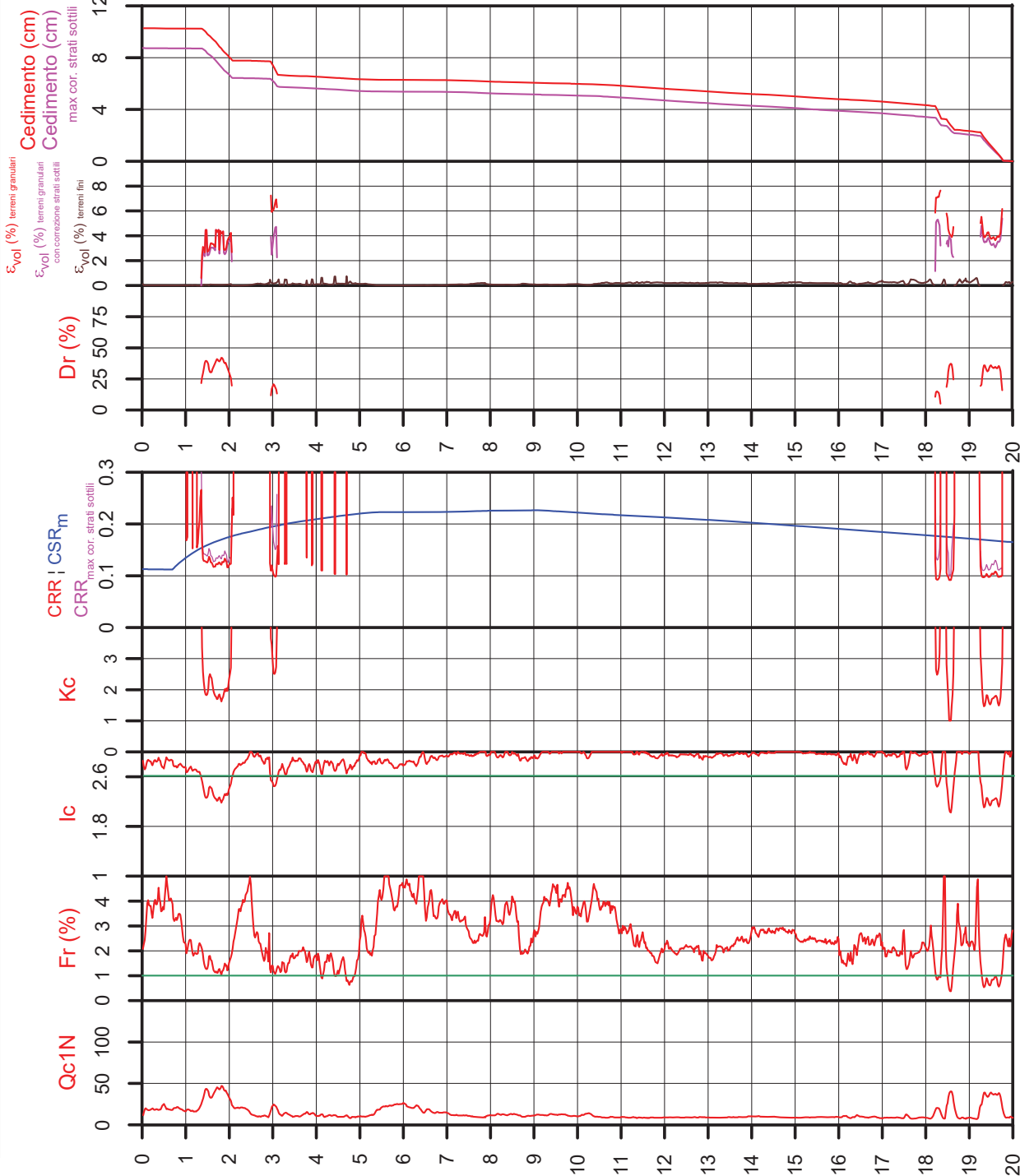
Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	3	10
Cedimento considerando strati sottili	3	9

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L 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 _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE con correzione per strati sottili		POTENZIALE DI ROTTURA	
	1.3	IL <= 2	BASSO
3.2		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Russi
Via Via Faentina 280-286
Localita' Godo
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-dic-17

CPT 4M
Falda presunta 0.7 metri

DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.436
tipo di suolo	C	amax al p.c. (m/sec2)	2.522
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA			

LEGGE REGIONALE E.R. 2103 / 2015			
latitudine	44.3966°	amax substrato (m/sec2)	1.756
longitudine	12.0892°	fattore amplificazione	1.500
Suolo di Riferimento	Planura 2I	amax al p.c. (m/sec2)	2.634
amplificazione topografica	1.000	magnitudo	6.000

SGT 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 DECRETO MINISTRIALE 14-01-2008
- * CSR 6 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 Icd secondo Robertson & Cabal 2009
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 6

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	6	21
Cedimento considerando strati sottili	3	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)
Cedimento	4	10
Cedimento considerando strati sottili	4	6

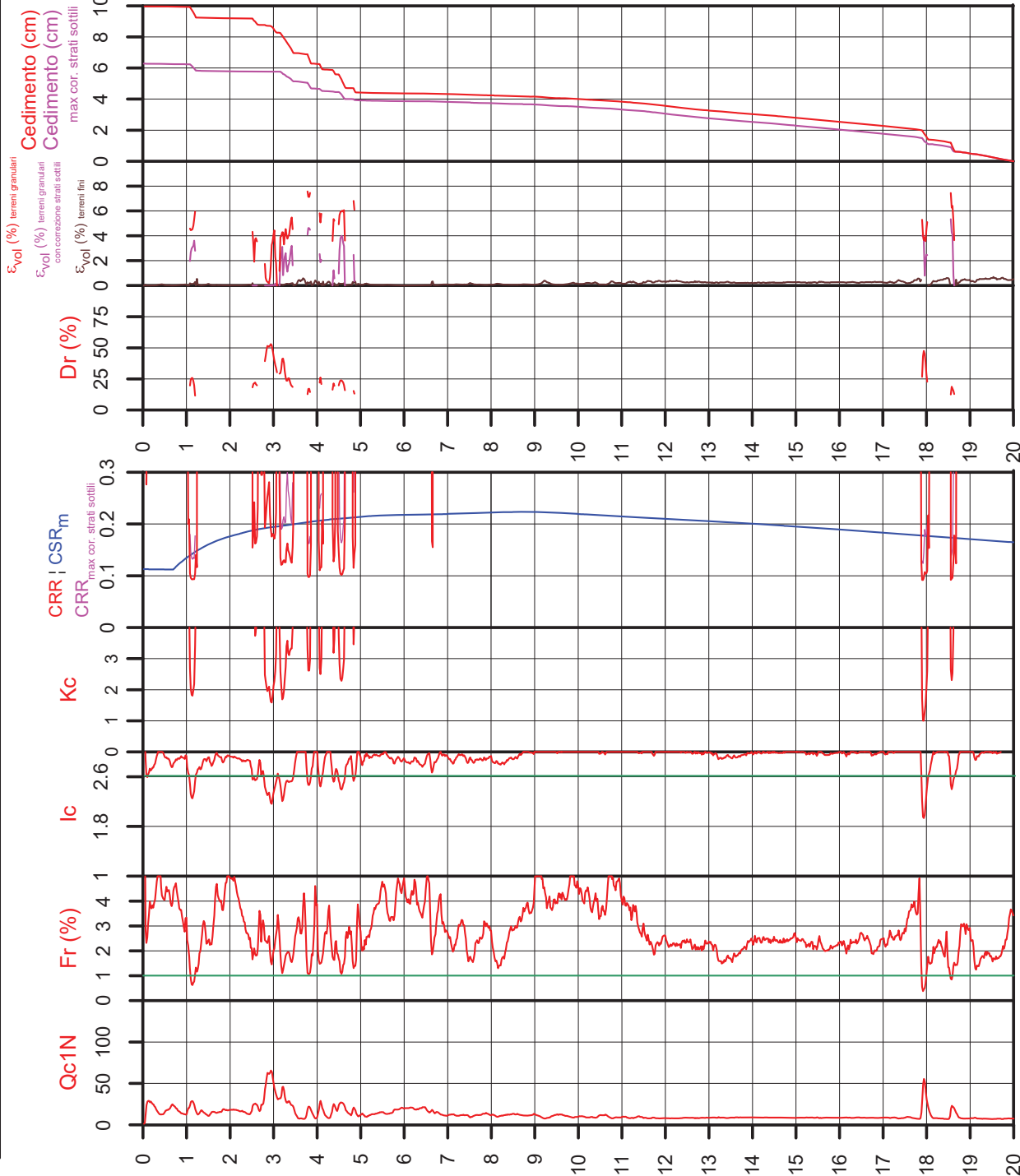
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(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 con correzione per strati sottili		POTENZIALE DI ROTTURA	
3.1	0.3	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghera (FE) - Tel 0532/815881 - www.muchilab.it Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=
---	--

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA APERTURA : 06/12/2017

SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1	PROF.	8.0-8.5	m.
-------------------	-----------	------------------	-----------	--------------	----------------	-----------

TIPO DI CONTENITORE: ☒ fustella ☐ sacchetto ☐ cassetta

ALTO A BASSO
 0 50 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	G.S.	C	TrCU
A	argilla grigia deb. limosa	120	50	*	*	*	*	*			
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE ☐ DISCRETA ☐ BUONA ☒ ECCELLENTE ☐

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	L A
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T R

pagina 1 di 1

Sperimentatore
 Dr. Malaguti D.

Il Direttore
 Dr. Geol. Antonio Mucchi

Rapporto di prova :
 Data emissione : 19/12/2017



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

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

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

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

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Sondaggio N°: S1
Campione: C1
Prof. mt: 8.0-8.6

Data inizio prova : 18/12/2017

CONTENUTO D'ACQUA (ASTM D 2216)

Massa terreno umido + tara (g)	325.83
Massa terreno secco + Tara (g)	243.93
Massa tara (g)	9.52
Contenuto d'acqua - W (%)	34.9

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 1188)

Volume (cm ³)	86.83
Massa terreno umido + Tara (g)	234.85
Massa tara (g)	73.53
Peso dell' unità di volume (γ) (g/cm ³)	1.858
	(kN/m ³) 18.220

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Certificato n°: Data emissione :08/11/2017
-----------------------------------	--	---



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=
--	---

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE
norma ASTM D 422 - AGI 1994

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

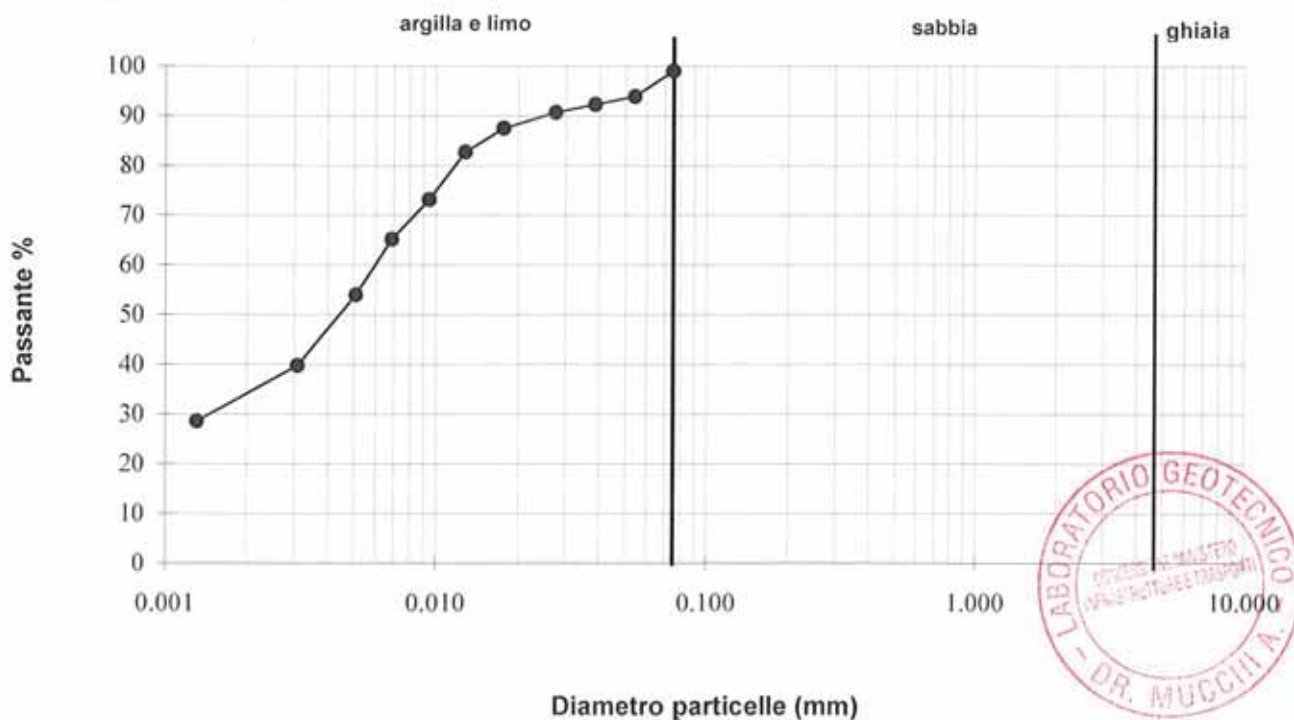
Data inizio prova : 18/12/2017

Sondaggio N°: S1
Campione: C1
Prof. mt: 8.0-8.6

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	99.00
0.0541	93.85
0.0386	92.24
0.0275	90.64
0.0177	87.44
0.0128	82.66
0.0094	73.10
0.0069	65.14
0.0051	54.01
0.0031	39.70
0.0013	28.58

Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84			
Ghiaia	(>4.75mm)	:	0%
Sabbia	(4.76-0.075mm)	:	1%
Limo e Argilla	(< 0.075mm)	:	99%

trattenuto allo 0.075 mm : 1%



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 19/12/2017
-----------------------------------	--	--

LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	<i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i>
---	---

LIMITI DI ATTERBERG (Norma ASTM D4318)

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Sondaggio N°: S1
Campione: C1
Prof. mt: 8.0-8.5

Data inizio prova : 18/12/2017

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	35	24	15		
Massa terreno umido + tara (g)	50.38	47.98	46.93	15.20	325.83
Massa terreno secco + tara (g)	36.16	34.09	32.88	13.99	243.93
Massa acqua contenuta (g)	14.22	13.89	14.05	1.22	81.90
Massa tara (g)	13.49	13.40	13.57	9.82	9.52
Massa terreno secco (g)	22.67	20.69	19.31	4.17	234.41
Contenuto d'acqua %	62.7	67.1	72.8	29.1	34.9

Limite liquido %	67
Limite Plastico %	29
Umidita' naturale%	34.9
Indice Plastico %	38
Indice di consistenza :	0.85

CARTA DI PLASTICITA'(A.Casagrande)

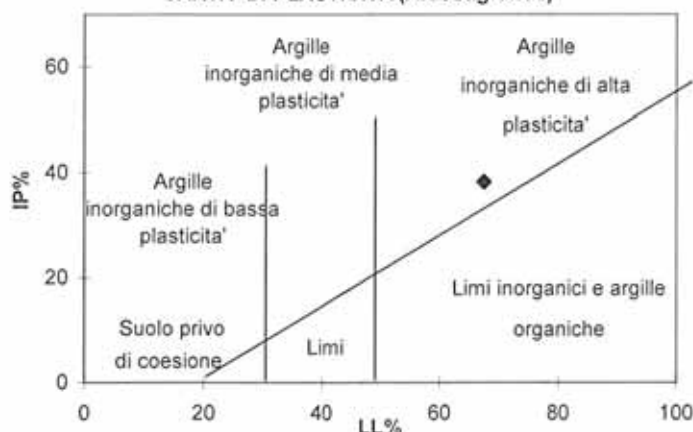
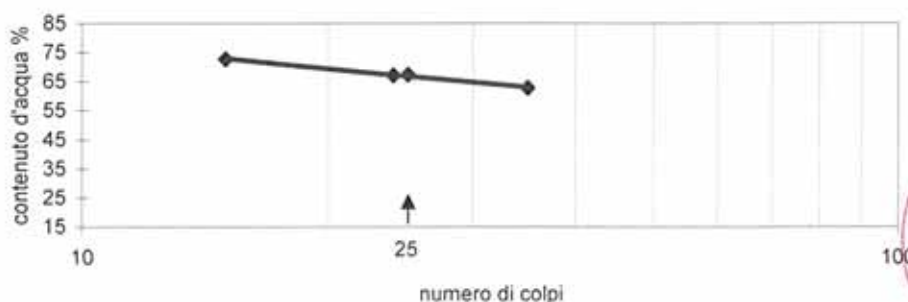


GRAFICO DEL LIMITE DI LIQUIDITA'



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Mucchi Antonio	Rapporto di prova Data emissione : 19/12/2017
-----------------------------------	--	--



<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it</p> <p><i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p><i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i></p>
--	--

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANULI
CON IL METODO DEL PICNOMETRO (ASTM D 854)**

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Data inizio prova : 18/12/2017

Sondaggio N°: S1
Campione: C1
Prof. mt: 8.0-8.6

Mat =	Massa del picnometro+acqua+ terra	153.370	g
	Temperatura dell'acqua	14.0	°C
Ma =	Massa del Picnometro + acqua	147.200	g
Mt =	Massa della terra secca	10.000	g
ρ_a =	Densità acqua distillata e disaerata	0.99927	g/cm ³

(Peso Specifico) = $\rho_s = Mt/(Ma+Mt-Mat)*\rho_a$	2.609	g/cm ³
	25.587	kN/m ³

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione :15/12/17
-----------------------------------	--	---



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)
Data inizio prova : 06/12/2017

Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof.(m): 8.0-8.5

Natura del campione :

Peso dell'unità di volume : (kN/m³)
Peso dell'unità di volume del terreno secco : (kN/m³)
Contenuto d'acqua naturale : (%)
Peso specifico dei granuli : (kN/m³)
Indice dei vuoti inizio prova : (e°)

argilla limosa grigia

18.06
13.39
34.9
25.59
.911

σ'_v (kPa)	ΔH (mm)	ϵ %	e°	M_o (kPa)
11.768	.03	.15	.908	
24.518	.14	.70	.897	2318
49.035	.38	1.90	.874	2043
98.070	.80	4.00	.834	2335
196.140	1.51	7.55	.766	2763
392.280	2.43	12.15	.678	4264
784.560	3.62	18.10	.565	6593
1569.120	4.85	24.25	.447	12757
392.280	4.54	22.70	.477	
98.070	4.08	20.40	.521	
49.035	3.66	18.30	.561	

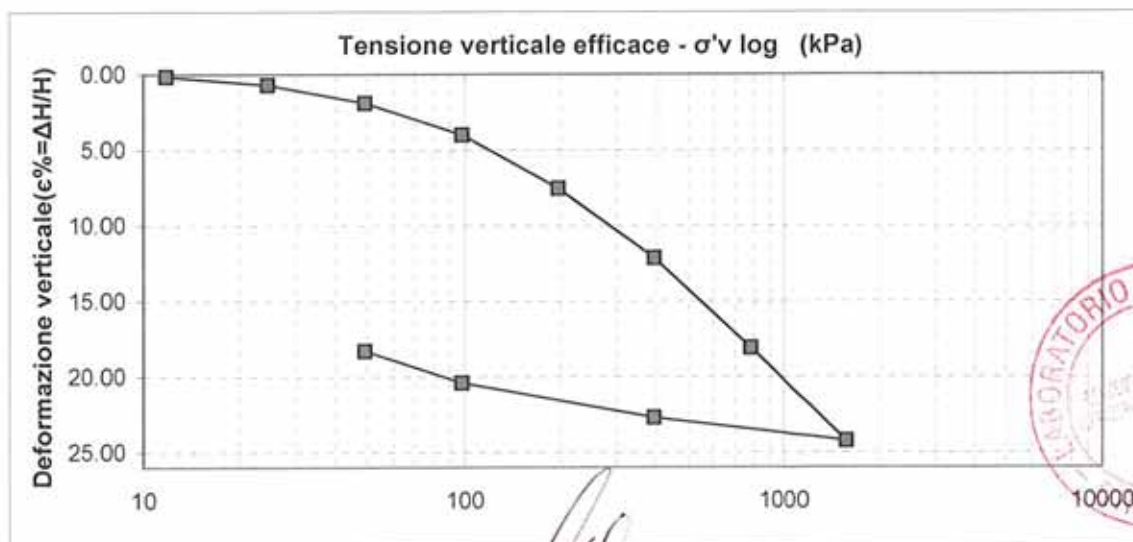
ΔH = cedimento

$\epsilon = \Delta H/H$ = def. verticale

e° = indice dei vuoti

M_o = modulo edometrico

σ'_v = tensione verticale efficace



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 19/12/2017
-----------------------------------	--	--

<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</p>
---	---

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

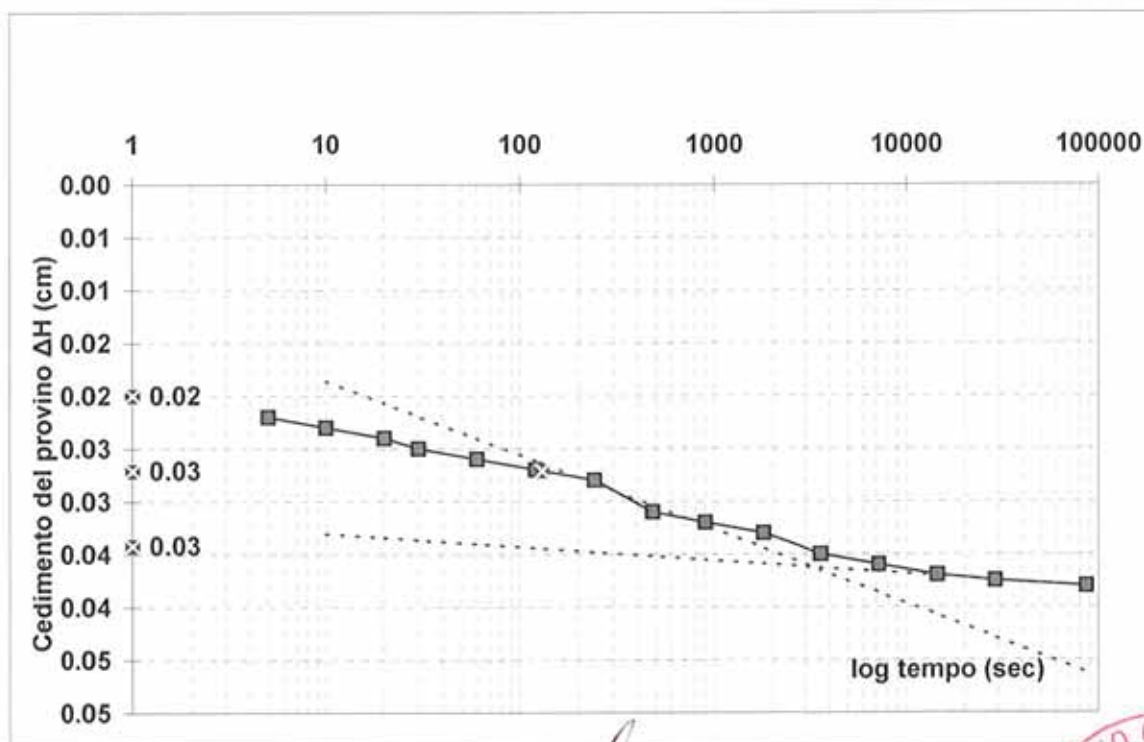
Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof(m): 8.0-8.5

NATURA DEL CAMPIONE: argilla limosa grigia

Tensione verticale efficace (kPa) : 49.035
Cv (cmq/sec): 1.52E-03
C alfa 6.32E-06
t50 (sec) 130
Permeabilità (cm/sec) 5.57E-08

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.021
5	0.021
10	0.022
20	0.023
30	0.024
60	0.025
120	0.026
240	0.027
480	0.028
900	0.031
1800	0.032
3600	0.033
7200	0.035
14400	0.036
28800	0.037
86400	0.038

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi Via Alberto
Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

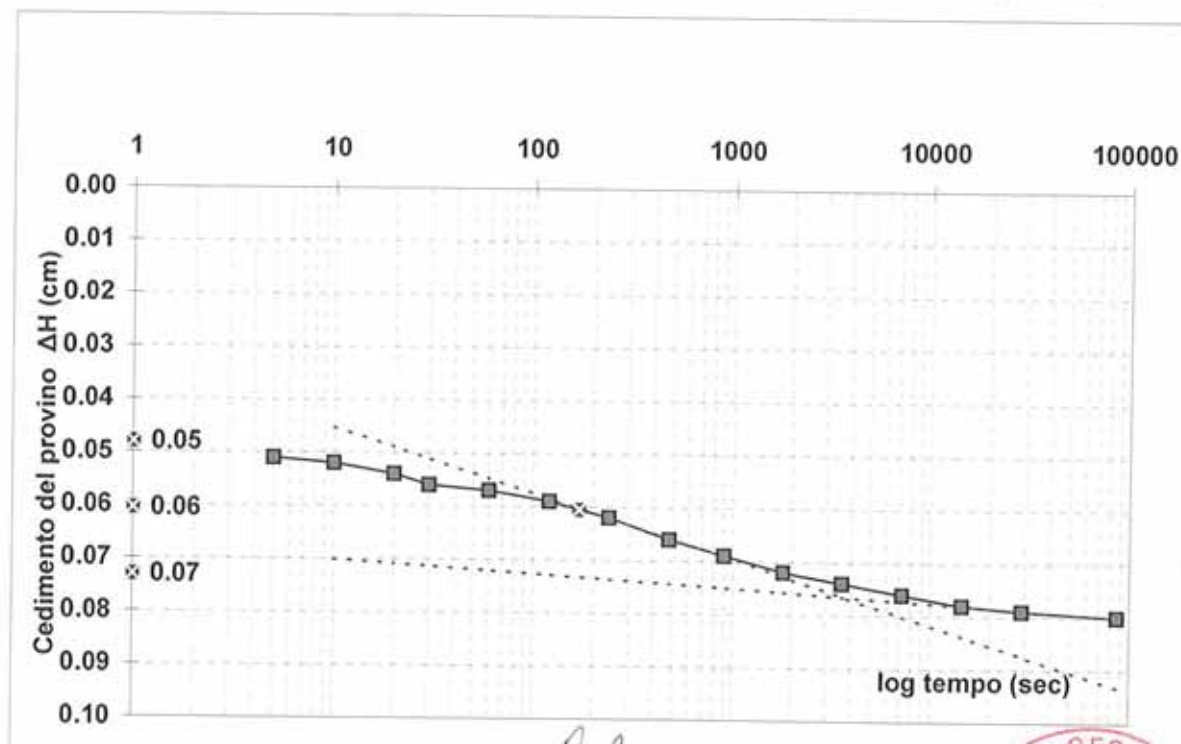
Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof(m): 8.0-8.5

NATURA DEL CAMPIONE: argilla limosa grigia

Tensione verticale efficace (kPa) : 98.07
Cv (cmq/sec): 1.16E-03
C alfa 1.26E-05
t50 (sec) 170
Permeabilità (cm/sec) 4.87016E-08

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.049
5	0.051
10	0.052
20	0.054
30	0.056
60	0.057
120	0.059
240	0.062
480	0.066
900	0.069
1800	0.072
3600	0.074
7200	0.076
14400	0.078
28800	0.079
86400	0.080

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



<p align="center">LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi</p> <p>Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it</p> <p align="center"><i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p><i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA</i></p> <p><i>=UNI EN ISO 9001=</i></p>
--	--

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

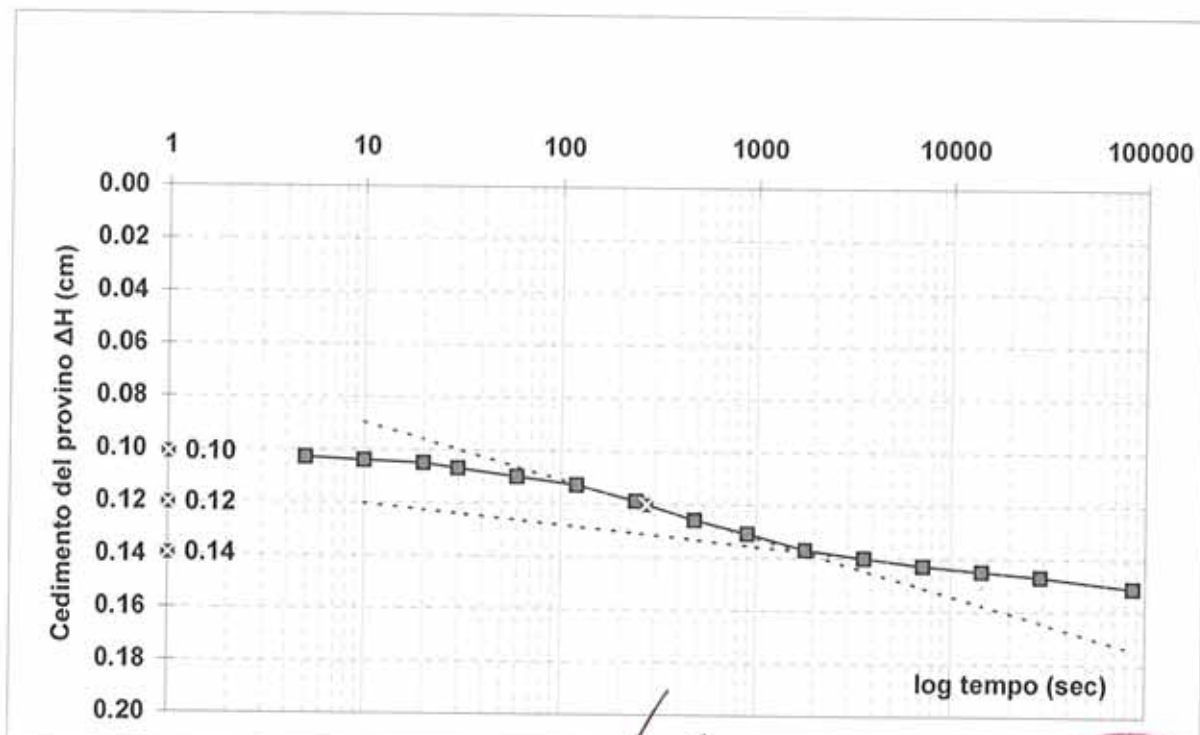
Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof(m): 8.0-8.5

NATURA DEL CAMPIONE: argilla limosa grigia

Tensione verticale efficace (kPa) : 196.14
Cv (cmq/sec): 7.24E-04
C alfa 3.89E-05
t50 (sec) 272
Permeabilità (cm/sec) 2.57011E-08

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.102
5	0.103
10	0.104
20	0.105
30	0.107
60	0.110
120	0.113
240	0.119
480	0.126
900	0.131
1800	0.137
3600	0.140
7200	0.143
14400	0.145
28800	0.147
86400	0.151

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</p>
---	---

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

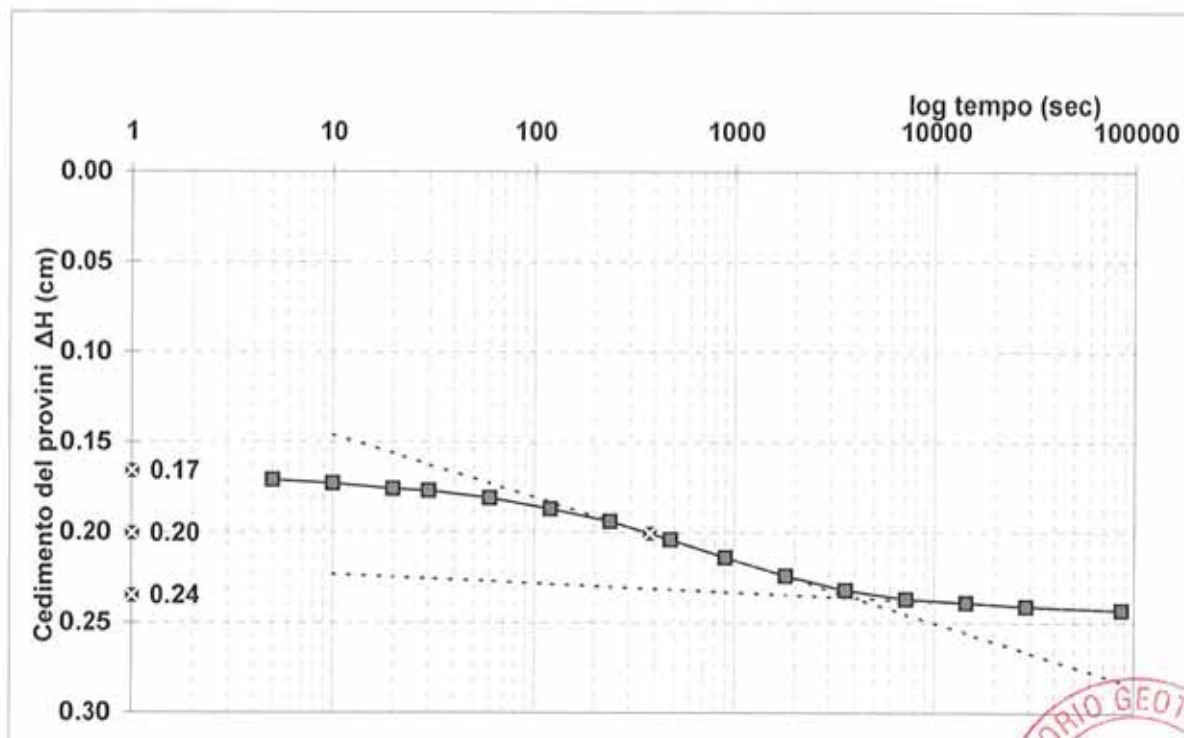
Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof(m): 8.0-8.5

NATURA DEL CAMPIONE: argilla limosa grigia

Tensione verticale efficace (kPa) : 392.28
Cv (cmq/sec): 5.19E-04
C alfa 2.53E-05
t50 (sec) 378
Permeabilità (cm/sec) 1.19368E-08

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.170
5	0.171
10	0.173
20	0.176
30	0.177
60	0.181
120	0.187
240	0.194
480	0.204
900	0.214
1800	0.224
3600	0.232
7200	0.237
14400	0.239
28800	0.241
86400	0.243

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

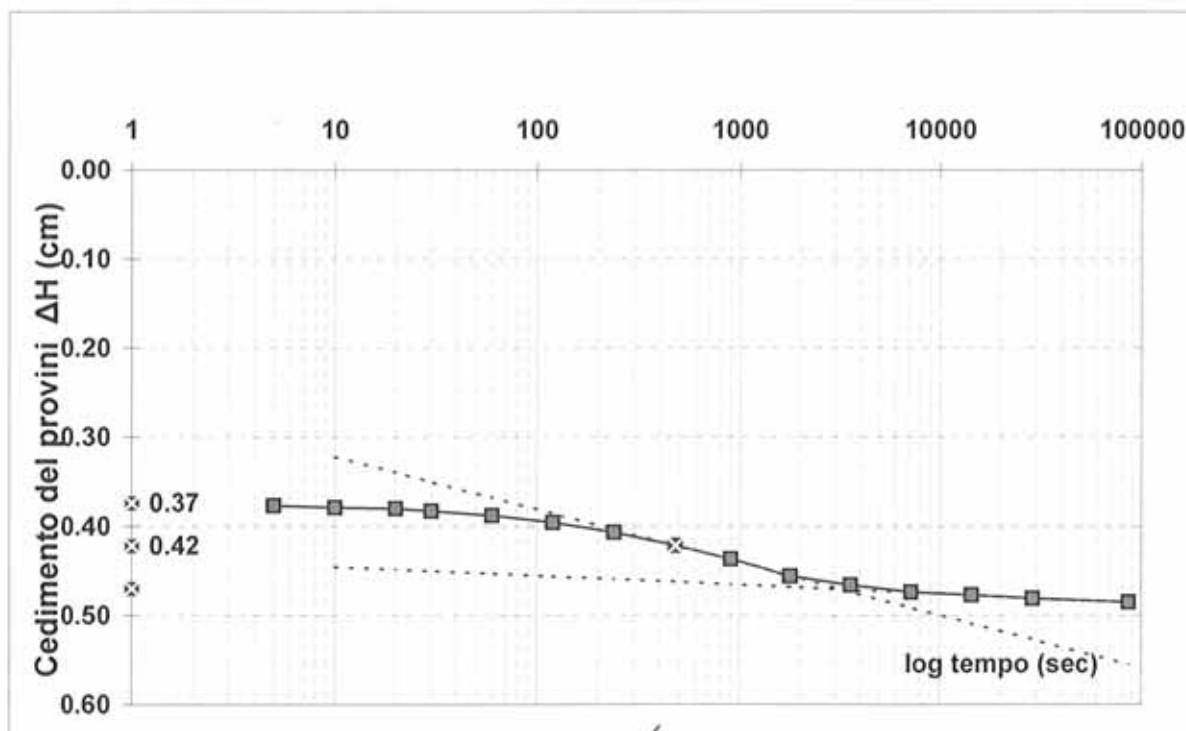
Sondaggio: S1
Campione: C1
Prof(m): 8.0-8.5

NATURA DEL CAMPIONE: argilla limosa grigia

Tensione verticale efficace (kPa) : 1569.12
Cv (cmq/sec): 4.07E-04
C alfa 5.06E-05
t50 (sec) 480
Permeabilità (cm/sec) 3.132E-09

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.375
5	0.377
10	0.379
20	0.380
30	0.383
60	0.388
120	0.396
240	0.407
480	0.422
900	0.437
1800	0.456
3600	0.466
7200	0.474
14400	0.477
28800	0.481
86400	0.485

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchiab.it Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIVA «UNI EN ISO 9001»
--	--

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA APERTURA : 06/12/2017

SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROF. 14,0-14,6 m.
----------------------	---------------------	---------------------------

TIPO DI CONTENITORE: ☒ fustella ☐ sacchetto ☐ cassetta

ALTO A BASSO
 0 60 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	G.S.	C	TrCU
A	argilla grigia con presenza di numerosi frustoli carboniosi	130	50	*	*	*	*	*			
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE ☐ DISCRETA ☐ BUONA ☒ ECCELLENTE ☐

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P.T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T.R

pagina 1 di 1

Sperimentatore
 Dr. Malaguti D.

Il Direttore
 Dr. Geol. Antonio Mucchi

Rapporto di prova :
 Data emissione : 19/12/2017



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	<i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i>
--	---

Committente : Eurocompany Srl **Sondaggio N°:** S1
Cantiere : Godo di Russi (RA) **Campione:** C2
Prof. mt: 14-14.6

Data inizio prova : 18/12/2017

CONTENUTO D'ACQUA (ASTM D 2216)		
Massa terreno umido + tara	(g)	215.52
Massa terreno secco + Tara	(g)	131.82
Massa tara	(g)	5.73
Contenuto d'acqua - W	(%)	66.4

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME (ASTM D 1188)			
Volume	(cm ³)		86.83
Massa terreno umido + Tara	(g)		213.95
Massa tara	(g)		73.66
Peso dell' unità di volume (γ)	(g/cm ³)		1.616
	(kN/m ³)		15.845



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Certificato n°: Data emissione :08/11/2017
-----------------------------------	--	---

LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=
--	---

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE
norma ASTM D 422 - AGI 1994

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

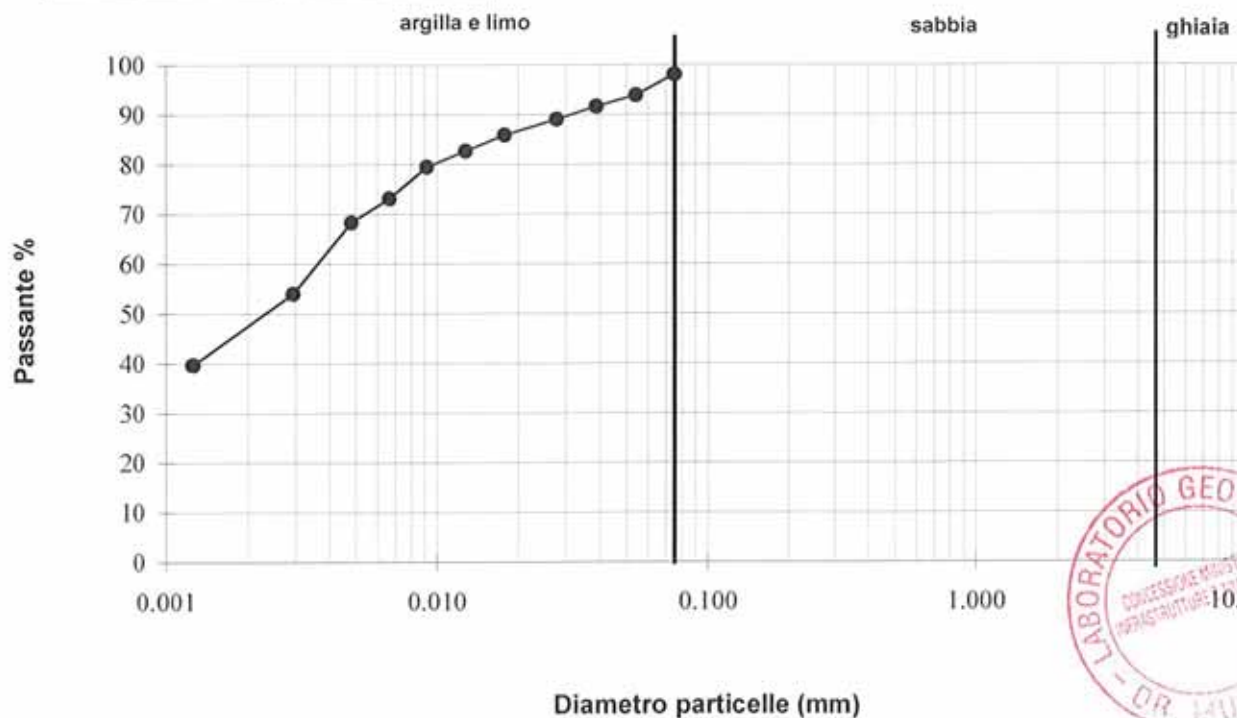
Data inizio prova : 18/12/2017

Sondaggio N°: S1
Campione: C2
Prof. mt: 14.0-14.6

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	98.00
0.0541	93.85
0.0387	91.61
0.0277	89.05
0.0178	85.85
0.0128	82.66
0.0092	79.46
0.0067	73.09
0.0048	68.30
0.0029	53.99
0.0013	39.69

Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84		
Ghiaia	(>4.75mm)	: 0%
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: 2%
Limo e Argilla	(< 0.075mm)	: 98%

trattenuto allo 0.075 mm : 2%



Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 19/12/2017
-----------------------------------	--	--

LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	<i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i>
--	---

LIMITI DI ATTERBERG (Norma ASTM D4318)

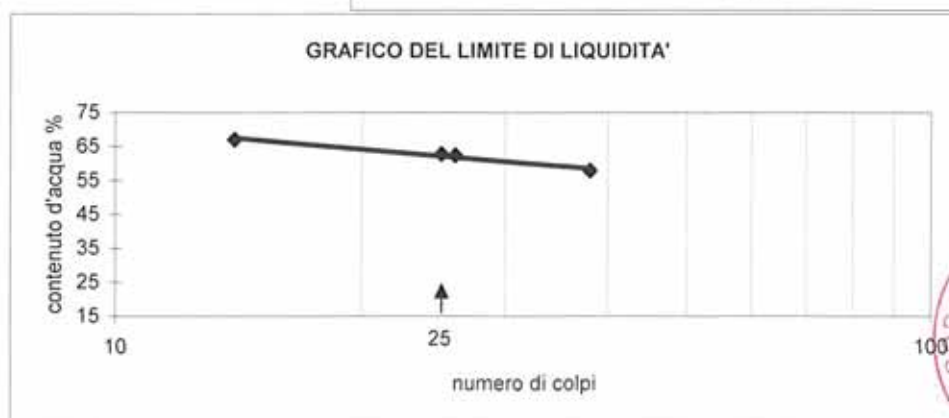
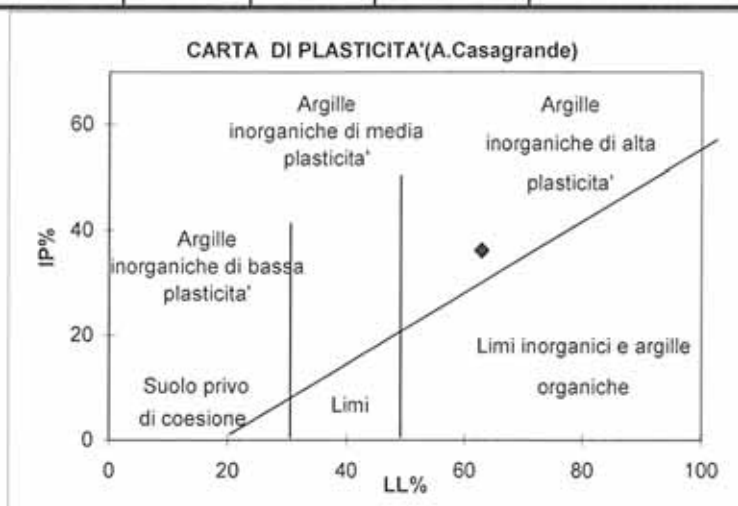
Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Sondaggio N°: S1
Campione: C2
Prof. mt: 14.0-14.6

Data inizio prova : 18/12/2017

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	38	26	14		
Massa terreno umido + tara (g)	49.00	40.95	49.14	15.02	215.52
Massa terreno secco + tara (g)	35.95	30.29	34.87	13.93	131.82
Massa acqua contenuta (g)	13.05	10.66	14.27	1.09	83.70
Massa tara (g)	13.39	13.20	13.57	9.83	5.73
Massa terreno secco (g)	22.56	17.09	21.30	4.10	126.09
Contenuto d'acqua %	57.8	62.4	67.0	26.6	66.4

Limite liquido %	63
Limite Plastico %	27
Umidita' naturale%	66.4
Indice Plastico %	36
Indice di consistenza :	-0.10



Pagina 1 di 1

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Mucchi Antonio	Rapporto di prova Data emissione : 19/12/2017
-----------------------------------	--	--



<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it</p> <p><i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p><i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i></p>
--	--

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANULI
CON IL METODO DEL PICNOMETRO (ASTM D 854)**

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Data inizio prova : 18/12/2017

Sondaggio N°: S1
Campione: C2
Prof. mt: 14.0-14.6

Mat =	Massa del picnometro+acqua+ terra	154.590	g
	Temperatura dell'acqua	14.0	°C
Ma =	Massa del Picnometro + acqua	148.350	g
Mt =	Massa della terra secca	10.210	g
ρ_a =	Densità acqua distillata e disaerata	0.99927	g/cm ³

(Peso Specifico) = $\rho_s = M_t / (M_a + M_t - M_{at}) \cdot \rho_a$	2.570	g/cm ³
	25.203	kN/m ³

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione :15/12/17
-----------------------------------	--	---



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via Alberto Ascarelli, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)
Data inizio prova : 06/12/2017

Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof.(m): 14.0-14.6

Natura del campione :

Peso dell'unità di volume : (kN/m³)
Peso dell'unità di volume del terreno secco : (kN/m³)
Contenuto d'acqua naturale : (%)
Peso specifico dei granuli : (kN/m³)
Indice dei vuoti inizio prova : (e°)

argilla grigia con frustoli carboni

15.20

9.13

66.4

25.20

1.759

σ'_v (kPa)	ΔH (mm)	ϵ %	e°	M_o (kPa)
11.768	-.09	-.45	1.771	
24.518	-.05	-.25	1.766	6375
49.035	.14	.70	1.739	2581
98.070	.49	2.45	1.691	2802
196.140	1.26	6.30	1.585	2547
392.280	2.86	14.30	1.364	2452
784.560	4.90	24.50	1.083	3846
1569.120	6.35	31.75	.883	10822
392.280	5.91	29.55	.944	
98.070	5.34	26.70	1.022	
49.035	4.98	24.90	1.072	

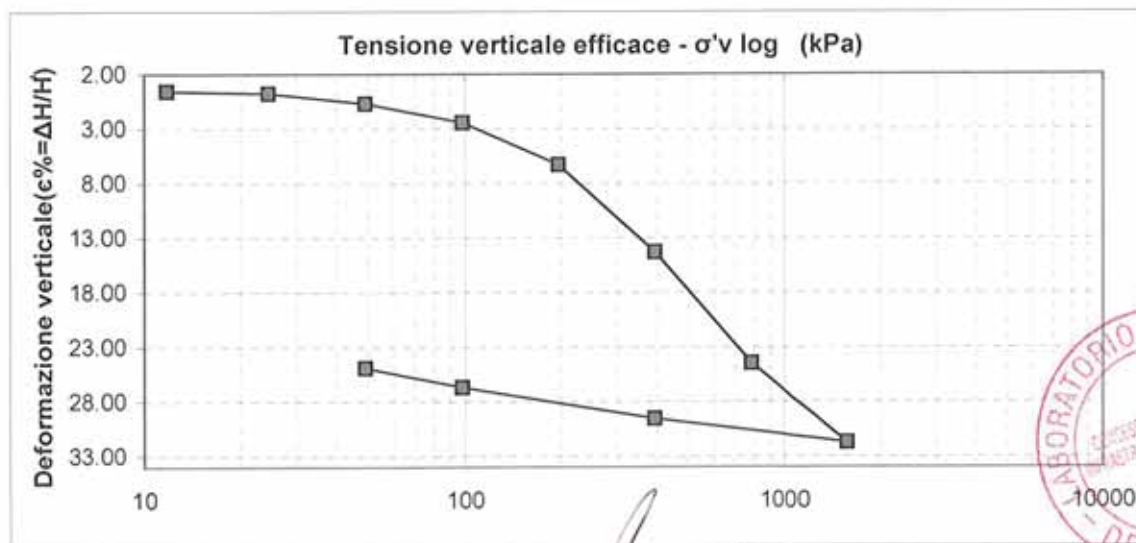
ΔH = cedimento

$\epsilon = \Delta H/H$ = def. verticale

e° = indice dei vuoti

M_o = modulo edometrico

σ'_v = tensione verticale efficace



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi

Rapporto di prova
Data emissione : 19/12/2017



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=
--	--

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

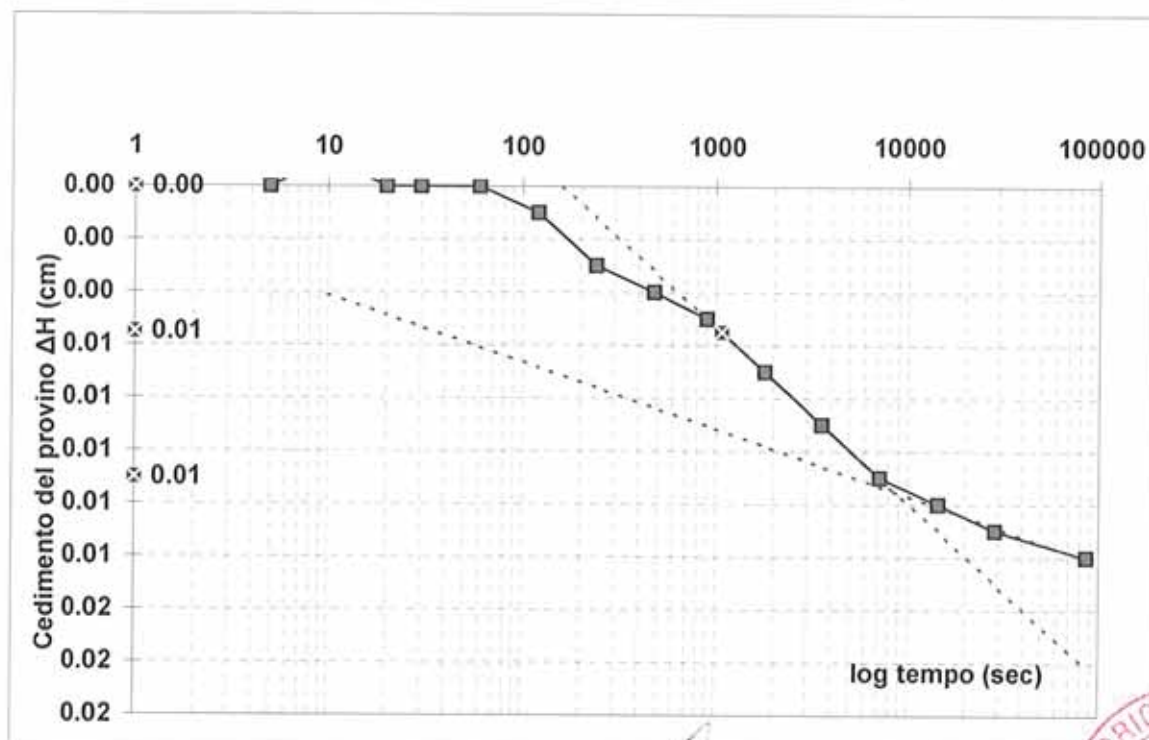
Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof(m): 14.0-14.6

NATURA DEL CAMPIONE: argilla grigia con frustoli carboniosi

Tensione verticale efficace (kPa) : 49.035
Cv (cmq/sec):
C alfa
t50 (sec)
Permeabilità (cm/sec)

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	-0.001
5	-0.001
10	0.000
20	-0.001
30	0.000
60	0.000
120	0.000
240	0.001
480	0.003
900	0.004
1800	0.005
3600	0.007
7200	0.009
14400	0.011
28800	0.012
86400	0.013

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr. Geol. Antonio Mucchi Via Alberto
Ascarì, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

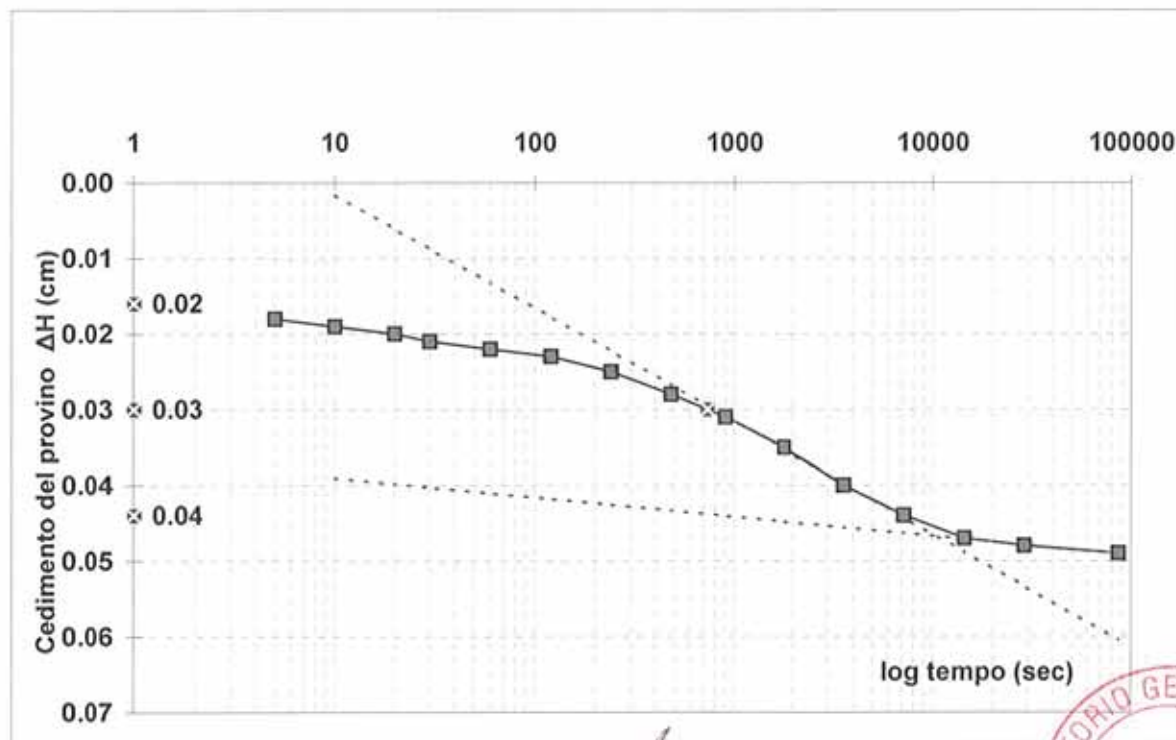
Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof(m): 14.0-14.6

NATURA DEL CAMPIONE: argilla grigia con frustoli carboniosi

Tensione verticale efficace (kPa) : 98.07
Cv (cmq/sec): 2.70E-04
C alfa 1.26E-05
t50 (sec) 730
Permeabilità (cm/sec) 9.44252E-09

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.017
5	0.018
10	0.019
20	0.020
30	0.021
60	0.022
120	0.023
240	0.025
480	0.028
900	0.031
1800	0.035
3600	0.040
7200	0.044
14400	0.047
28800	0.048
86400	0.049

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</p>
---	---

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

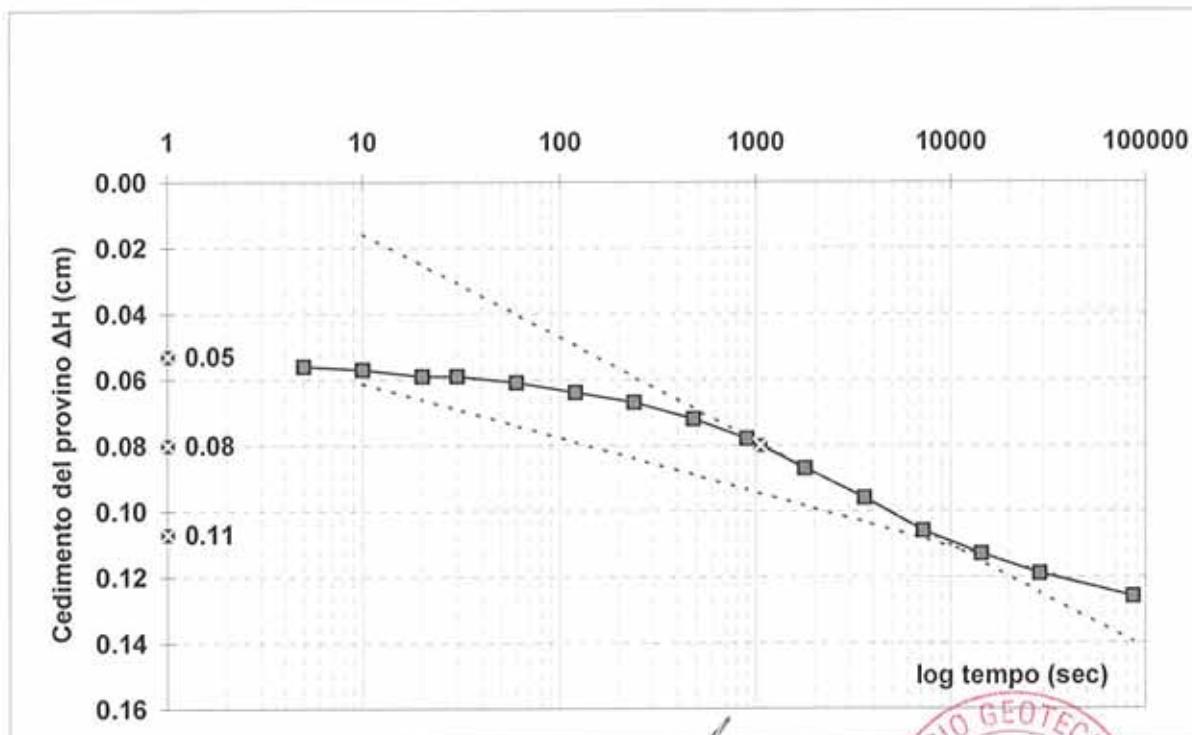
Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof(m): 14.0-14.6

NATURA DEL CAMPIONE: argilla grigia con frustoli carboniosi

Tensione verticale efficace (kPa) : 196.14
Cv (cmq/sec): 1.87E-04
C alfa 8.26E-05
t50 (sec) 1053
Permeabilità (cm/sec) 7.19125E-09

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.056
5	0.056
10	0.057
20	0.059
30	0.059
60	0.061
120	0.064
240	0.067
480	0.072
900	0.078
1800	0.087
3600	0.096
7200	0.106
14400	0.113
28800	0.119
86400	0.126

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it
*Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e
certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01*

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

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

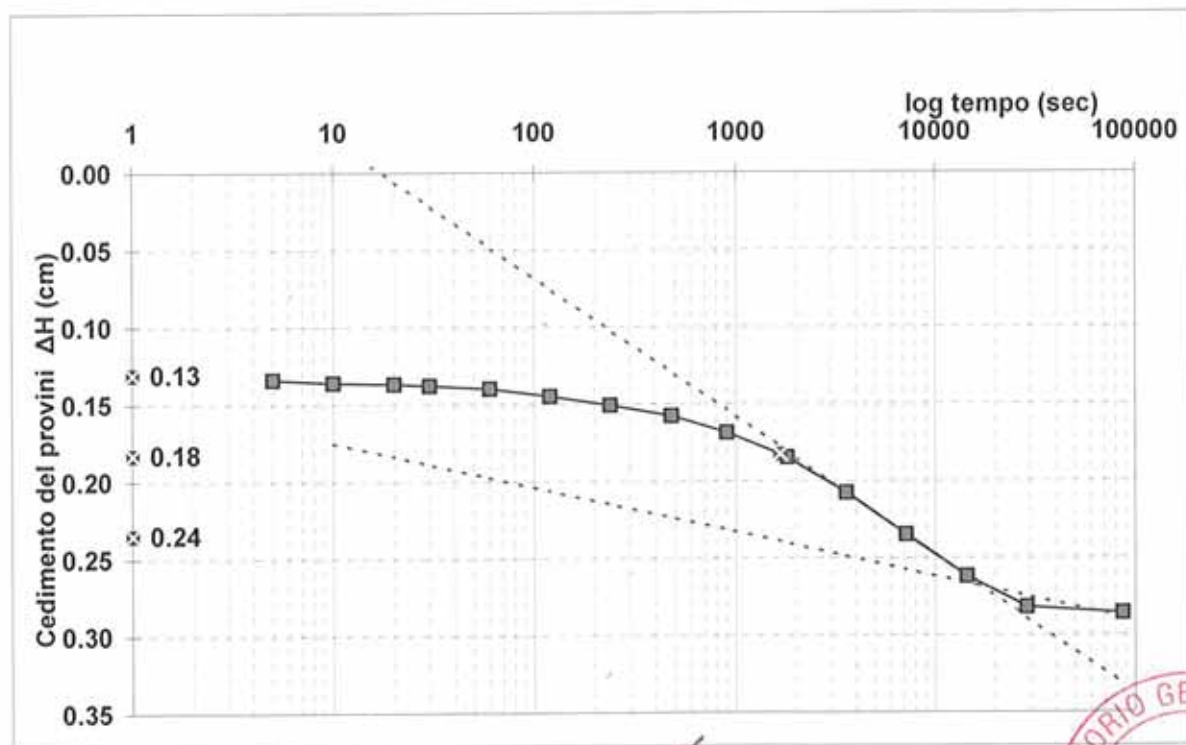
Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof(m): 14.0-14.6

NATURA DEL CAMPIONE: argilla grigia con frustoli carboniosi

Tensione verticale efficace (kPa) : 392.28
Cv (cmq/sec): 1.19E-04
C alfa 1.44E-04
t50 (sec) 1651
Permeabilità (cm/sec) 4.75893E-09

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.133
5	0.134
10	0.136
20	0.137
30	0.138
60	0.140
120	0.145
240	0.151
480	0.158
900	0.169
1800	0.185
3600	0.208
7200	0.235
14400	0.262
28800	0.282
86400	0.286

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	<i>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</i>
--	---

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA (Norma A.G.I. 1994)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA: 06/12/2017

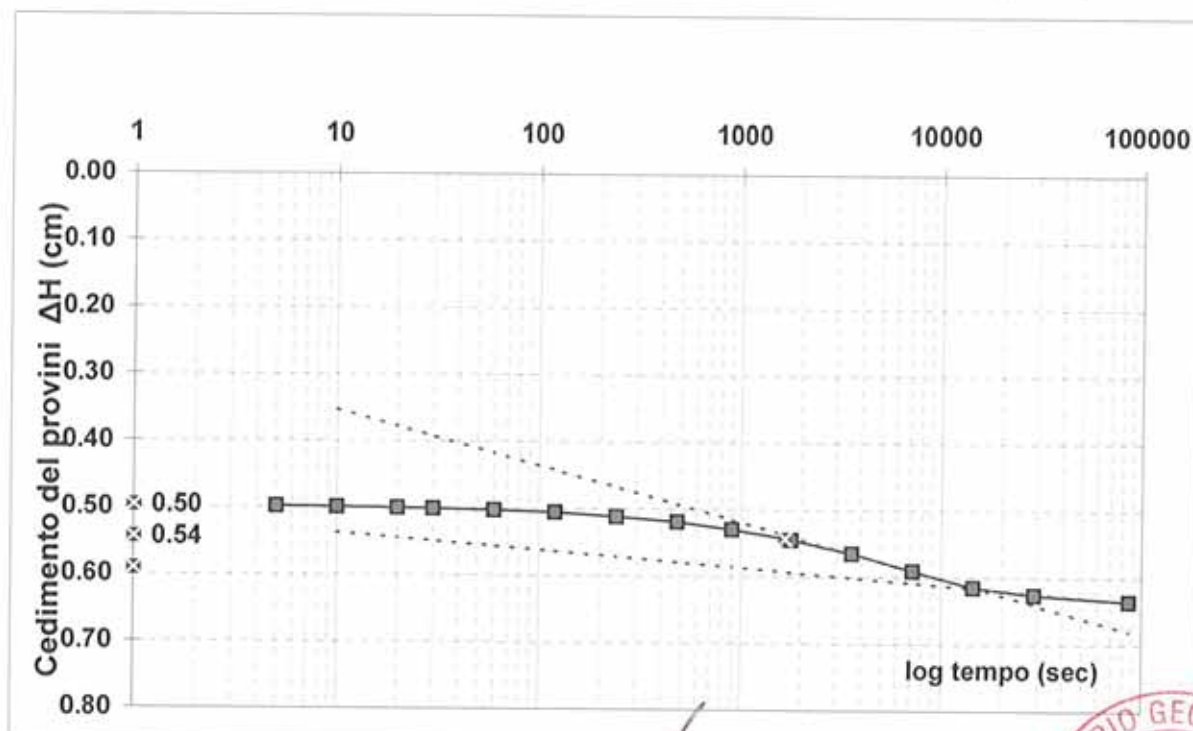
Sondaggio: S1
Campione: C2
Prof(m): 14.0-14.6

NATURA DEL CAMPIONE: argilla grigia con frustoli carboniosi

Tensione verticale efficace (kPa) : 1569.12
Cv (cmq/sec): 1.16E-04
C alfa 1.26E-04
t50 (sec) 1679
Permeabilità (cm/sec) 1.052E-09

Tempo (sec)	ΔH (cm)
0	0.497
5	0.498
10	0.499
20	0.500
30	0.501
60	0.503
120	0.506
240	0.512
480	0.519
900	0.530
1800	0.545
3600	0.565
7200	0.591
14400	0.615
28800	0.626
86400	0.635

DIAGRAMMA CEDIMENTI - TEMPO (Metodo Casagrande)



Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascani, 8 - Gualdo di Voghera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it <i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i>	Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA «UNI EN ISO 9001»
---	--

SCHEDA APERTURA CAMPIONE (Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)

COMMITTENTE: Eurocompany Srl
CANTIERE: Godo di Russi (RA)
DATA APERTURA : 06/12/2017

SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: SPT1	PROF. 18.0	m.
----------------------	-----------------------	-------------------	-----------

TIPO DI CONTENITORE: fustella ☐ **sacchetto** ☒ **cassetta** ☐

ALTO 0 A BASSO 45 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	G.S.	C	TrCU
A	limo sabbioso nocciola				*	*					
B											

QUALITA' DEL CAMPIONE : SCADENTE ☐ DISCRETA ☐ BUONA ☒ ECCELLENTE ☐

LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	L A
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T R

pagina 1 di 1

Sperimentatore
 Dr. Malaguti D.

Il Direttore
 Dr. Geol. Antonio Mucchi

Rapporto di prova :
 Data emissione : 19/12/2017



LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi

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

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

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

Committente : Eurocompany Srl
Cantiere : Godo di Russi (RA)

Sondaggio N°: S1
Campione: SPT1
Prof. mt: 18.0

Data inizio prova : 18/12/2017

CONTENUTO D'ACQUA (ASTM D 2216)

Massa terreno umido + tara (g)	1282
Massa terreno secco + Tara (g)	1109
Massa tara (g)	407
Contenuto d'acqua - W (%)	24.6

Sperimentatore
Dr. Malaguti D.

Il Direttore
Dr. Geol. Antonio Mucchi

Certificato n°
Data emissione : 08/11/2017

<p>LABORATORIO GEOTECNICO Dr.Geol.Antonio Mucchi Via Alberto Ascari, 8 - Gualdo di Voghiera (FE) - Tel 0532/815681 - www.mucchilab.it</p> <p><i>Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/01</i></p>	<p>Azienda con sistema di gestione per la qualità certificato da KIWA =UNI EN ISO 9001=</p>
--	---

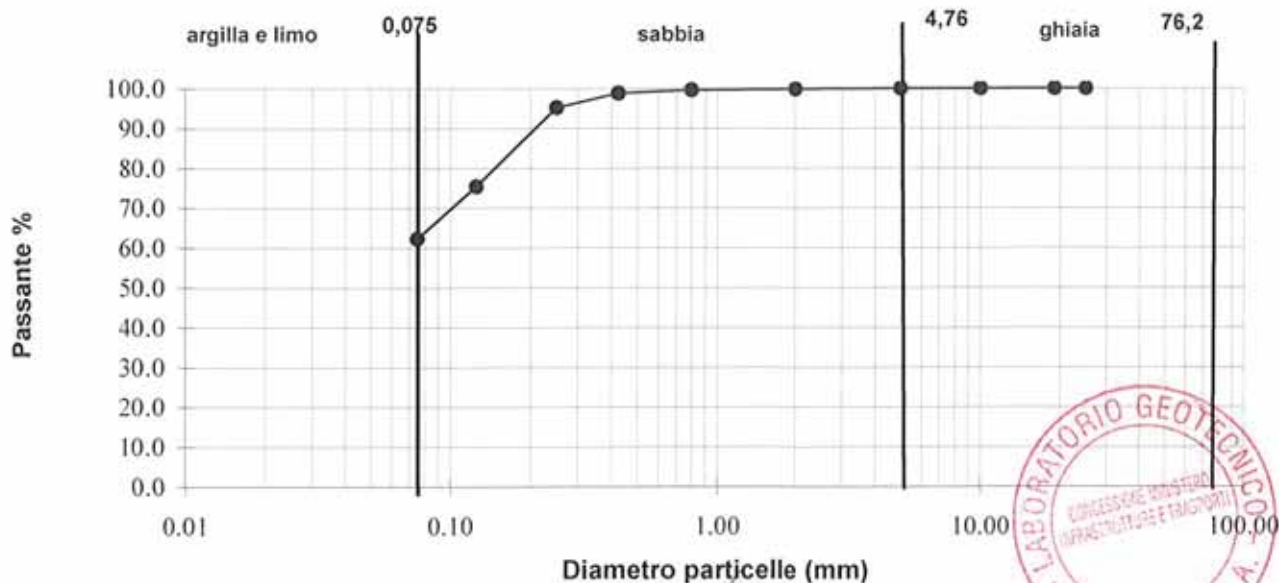
**DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA
ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA
norma UNI EN 933 -1-2**

Committente :	Eurocompany Srl	Sondaggio N°:	S1
Cantiere :	Godo di Russi (RA)	Campione:	SPT1
		Prof. mt:	18.0

Data inizio prova : 15/12/2017

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	99.8
0.8	99.56
0.425	98.80
0.250	95.20
0.125	75.44
0.075	62.26

Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84		
Ghiaia	(>4.75mm)	: 0%
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: 38%
Limo e Argilla	(< 0.075mm)	: 62%



Sperimentatore Dr. Malaguti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione: 19/12/2017
--------------------------------	--	---

SONDAGGIO CON ESCAVATORE

2

Località Via Faentina Nord 280 - Godo
Comune Russi
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-12-2017



**Società di
Geologia
Territoriale**

Profondità	Litologia Grafica	Descrizione
0.0		Terreno agrario, argilla limosa di colore nocciola scuro.
		Torvane: 90 - 100 kPa.
0.5		
		Limo sabbioso argilloso di colore nocciola.
		Torvane: 70 - 80 kPa.
1.0		Prova di carico su piastra a - 0.6m da piano campagna
		Prelievo campione ambientale: 0.0 - 1.0m.
		Falda 1.30m.
1.5		

SONDAGGIO CON ESCAVATORE

4

Località Via Faentina Nord 280 - Godo
Comune Russi
Committente Eurocompany s.r.l.
Data 15-12-2017



**Società di
Geologia
Territoriale**

“

Profondità	Litologia Grafica	Descrizione
0.0		Terreno agrario, argilla limosa di colore grigio scuro.
		Torvane: 100-120 kPa.
0.5		Limo sabbioso argilloso di colore nocciola.
		Torvane: 90 - 100 kPa.
1.0		Prova di carico su piastra a -0.6 m da piano campagna Falda 1.30m.
1.5		

RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)

Comune Località Contribente Pondazione rettangolare Piano di posa Carico applicato	Russi Godo Fincomap s.r.l 28 X 95 m 1 - 1 m 0,4 da Norm 2	Distanza fondazione tra (m)	sagelo sotto lungo	sagelo sotto lungo	Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variante ipotizzata (m)	Prova 1M	Prova 2 M	Prova 3M	Prova 4M	Prova 4
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo	angolo		15	15	15	15	15
		angolo	angolo							

