

COMMITTENTE



**GRANFRUTTA ZANI**  
**Società Cooperativa Agricola a r.l.**  
**Via Monte Sant'Andrea, 4 - FAENZA (RA)**

Tel. (+39)0546.695211 Fax (+39)0546.41775  
www.granfruttazani.it - info@granfruttazani.it

PROGETTO

**COMUNE DI FAENZA**  
**VARIANTE 63 AL PRG 1996**  
**SCHEDA N. 139 - Via Monte Sant' Andrea**

TITOLO

**ADOZIONE**  
**RELAZIONE GEOLOGICA**

RESPONSABILE  
SPECIALISTICO

RESPONSABILE  
COORDINAMENTO

|      |                         |                |                |               |          |
|------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|----------|
| 03   |                         |                |                |               |          |
| 02   |                         |                |                |               |          |
| 01   | ADOZIONE - INTEGRAZIONE | A. Van Zutphen | A. Van Zutphen | Guido Violani | 29/02/12 |
| 00   | ADOZIONE                | A. Van Zutphen | A. Van Zutphen | Guido Violani | 28/11/11 |
| REV. | EMESSO PER              | REDATTO        | CONTROLLATO    | APPROVATO     | DATA     |

TIPOLOGIA URBANISTICO

FASE DEFINITIVO

STATO CONOSCITIVO

CODICE COMMESSA \_\_\_\_\_.

CODICE ELABORATO \_\_\_\_\_.

SCALA \_\_\_\_\_.

TAVOLA

■

RESPONS. PROGETTO ING. GUIDO VIOLANI

PROGETTISTI STUDIO ARCH. RICCARDO CASAMASSIMA  
ARCH. MARIA CRISTINA VIOLANI  
GEOM. GIOVANNI VIOLANI

COLLABOR. TECNICI GEOM. MATTEO DONIGAGLIA  
GEOM. MATTEO NERI  
GEOM. TAMARA PALMA

COLLABOR. AMM.VI DANIELA VILLA

**VIOLANI ASSOCIATI**

Via Bergantini, 6 - 48018 Faenza RA Italy - Tel (+39) 0546 680844 (r.a.) Fax (+39) 0546 699446  
Studio Tecnico C.F. P.IVA 02061670390 www.violaniassociati.it segreteria@violaniassociati.it

---

Regione Emilia Romagna  
**COMUNE DI FAENZA**  
Provincia di Ravenna

---

**RELAZIONE  
GEOLOGICA**

*Variante al PRG 96  
Scheda n. 139 PRG  
Ubicazione in via Monte Sant'Andrea n. 4*

---

COMMITTENTE



**GRANFRUTTA ZANI**  
**Società Cooperativa Agricola a r.l.**  
**Via Monte Sant'Andrea, 4 - FAENZA (RA)**  
Tel. (+39)0546.695211 Fax (+39)0546.41775  
[www.granfruttazani.it](http://www.granfruttazani.it) - [info@granfruttazani.it](mailto:info@granfruttazani.it)

---



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

---

| Versione | Data          |  |
|----------|---------------|--|
| 1        | Novembre 2011 |  |
| 2        | Febbraio 2012 |  |





|   |    |
|---|----|
| 1. PREMESSA.....  | 2  |
| 2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI .....  | 5  |
| 2.1 Lineamenti strutturali.....   | 10 |
| 3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI .....   | 12 |
| 3.1. Pluviometria.....  | 12 |
| 3.2. Evapotraspirazione .....   | 12 |
| 3.3. Idrometria .....   | 12 |
| 4. IDRO - GEOMORFOLOGIA .....   | 13 |
| 5. IDROGEOLOGIA .....   | 19 |
| 6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA .....   | 23 |
| 7. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOMECCANICHE .....   | 25 |
| 7.1 Analisi di laboratorio geotecnico.....  | 27 |
| 7.2 Down hole.....  | 29 |
| 7.2 Misure digitali del rumore sismico eseguite con il “Tromino” .....                          | 30 |
| 8. MICROZONAZIONE SISMICA .....   | 37 |
| 8.2 Liquefazione .....  | 45 |
| 9. CONSIDERAZIONE GEOTECNICHE.....  | 46 |
| 9.1 Metodo utilizzato per la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici .....          | 46 |
| 9.2 Valutazione dei parametri geotecnici caratteristici.....                                    | 49 |
| 9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato..... | 50 |
| 9.3 Valutazione degli Stati Limite Ultimi (SLU) .....   | 53 |
| 9.4 Valutazione dello Stato Limite di Esercizio (SLE) – deformazioni irreversibili .....        | 54 |
| 10. CONCLUSIONI .....   | 57 |
| Appendice .....   | 59 |

## 1. PREMESSA

La presente indagine preliminare è stata programmata allo scopo di fornire la base conoscitiva dei parametri geologici e geotecnici della variante di PRG in oggetto da realizzarsi in via Monte Sant'Andrea n. 4 e finalizzata all'ampliamento dell'attuale stabilimento per la lavorazione della frutta della Cooperativa Agricola Granfrutta Zani.

In altri termini il presente studio identifica gli elementi principali della geologia locale facilitandone il confronto con le singole ipotesi di Pianificazione, fornisce gli elementi di base permettendo di operare scelte ragionate ed, infine, fornisce le indicazioni preliminari geologiche e geotecniche di massima utilità per le successive fasi di approfondimento.

La presente relazione è stata condotta seguendo le varie normative di legge e/o direttive di interesse, in particolare si è fatto riferimento:

- Al D.M. 11.03.88 (sez. H) e pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. n.127 del 01.06.88,
- Alla Circolare Regionale (Dipartimento Ambiente e Territorio) n.1288 del 11.02.1983,
- Piano Territoriale Paesistico Regionale,
- Al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale,
- Alla Legge nazionale 236/88 sulle captazioni idriche per il consumo umano
- Alle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Reno.
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Del.Reg.1677/2005 con indicazioni rispetto alle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- All'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione urbanistica" approvato con D.G.R. n. 2131 del 02-05-2007.
- Al Piano Strutturale del Comune di Faenza

In questa prima fase, per la realizzazione dello studio in oggetto si è proceduto alla raccolta e selezione critica di tutti i dati bibliografici riguardanti il territorio di interesse ed un adeguato intorno; tali dati sono stati successivamente integrati tramite rilevamenti sul territorio ed indagini geognostiche sul sito in esame: n. 4 CPTU, n. 1 sondaggio, n. 1 down hole, n. 3 tromini e n. 2 piezometri. Inoltre sono state analizzate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche del sottosuolo del territorio oggetto di studio, elaborando, alla luce di quanto emerso, una serie di considerazioni sui possibili rischi geologici dell'area oggetto di variante e dei relativi approfondimenti necessari per completare il quadro geologico, geotecnico e idrogeologico.

Pertanto scopo della presente relazione sarà quella di individuare gli eventuali rischi geologici, in senso lato, e di indicare le eventuali opportune azioni di mitigazione degli stessi a cui si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'espansione urbanistica. Ovvero della necessità di realizzare ulteriori analisi di approfondimento.

Brevemente si riporta la relazione del rischio a cui ci si è fatto riferimento nel presente elaborato.

$$R=H*V*E$$

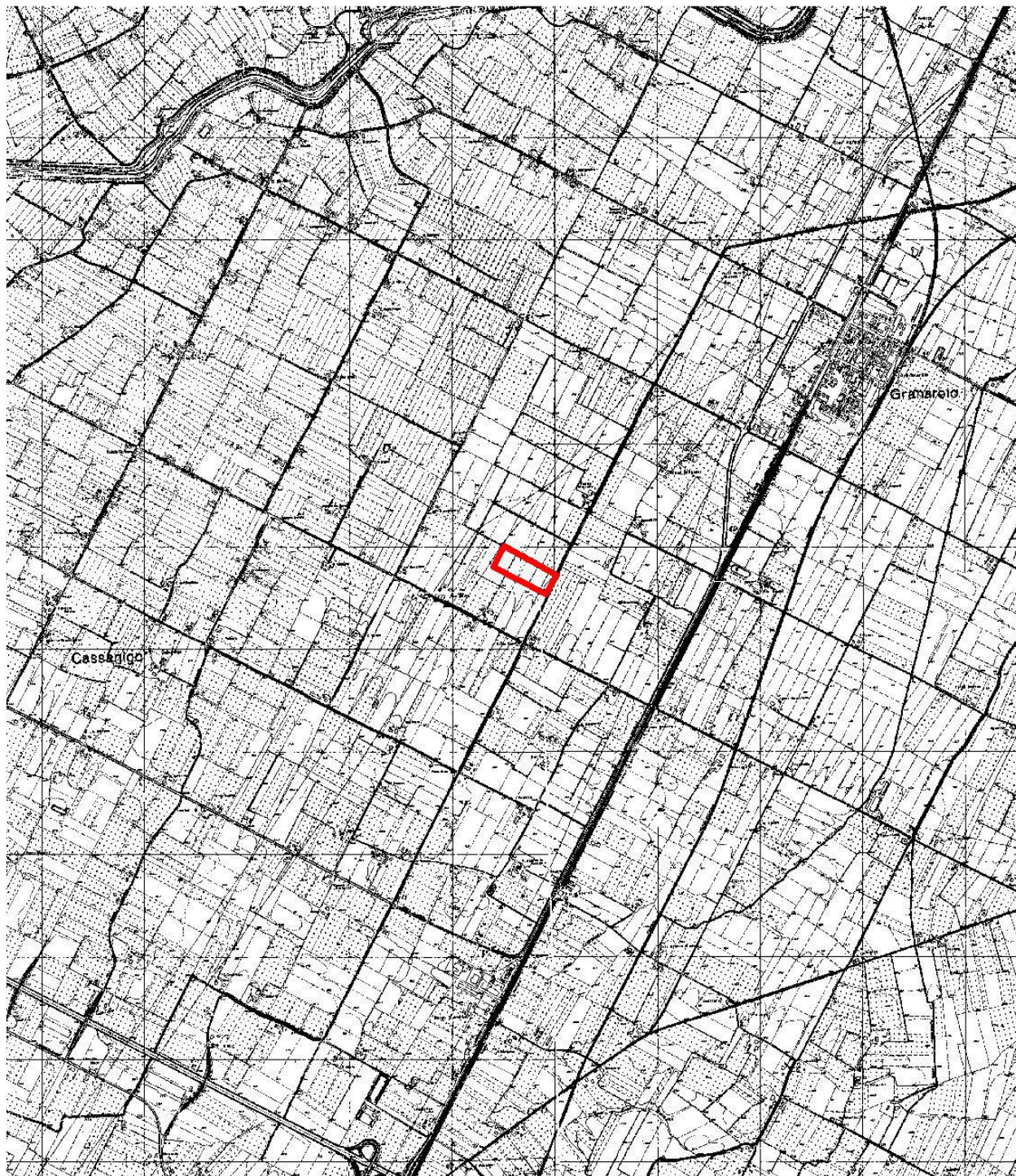
Dove

R = rischio


H = pericolosità

V = vulnerabilità

E = elementi a rischio



## COROGRAFIA


 Area oggetto di variante al prg







## **VOLO AIMA 1996**

 Area oggetto di variante al prg

100 0 100 200 300 400 Meters

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, used for measuring distances in meters.

## 2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

Le caratteristiche fisiche generali, la composizione litologica, l'assetto strutturale, il grado di stabilità attuali di un territorio sono la risultante e la sintesi della sua evoluzione geologica.

Per una migliore comprensione della geologia del territorio in esame, risulta utile avere un quadro, sia pure schematico e riassuntivo, dei lineamenti e della storia geologica della più ampia unità regionale di cui l'area in esame è parte.

Il territorio dove si trova la località Sant'Andrea è inserito, anche se in modo marginale, nel vasto bacino sedimentario della Valle Padana e più precisamente nel lembo sud-orientale della stessa, delimitato a Nord dal corso del Po e a Sud dalle propaggini collinare dell'Appennino Romagnolo.

La storia geologica di questa pianura, la sua genesi e le sue vicissitudini evolutive possono essere ricondotte, nel loro insieme, ad un lento e progressivo ricoprimento del settore meridionale della fossa occupata dall'alto Adriatico già a partire dalla fase centrale della orogenesi alpina, da un lato, e di quella appenninica, dall'altro, cioè nell'oligocene, come confermano le risultanze della perforazioni condotte nell'area per ricerche di idrocarburi.

L'attuale assetto geologico è la risultante di un complesso avvicendamento di fasi erosive in alternanza a fasi prevalentemente sedimentarie, sia in senso verticale sia in senso orizzontale, in relazione al perdurare di una dinamica di abbassamenti del substrato, di fenomeni di subsidenza del materasso alluvionale che si stava formando, con conseguenti arresti della regressione marina o addirittura episodi di ingressione e formazione di fasi lagunari lungo la fascia preappenninica.

Solo nel Quaternario più recente l'assetto tettonico manifesta una sorta di equilibrio raggiunto e, alla prevalente tendenza alla subsidenza e deposizione prevalentemente marina, subentra un periodo di più estesi fenomeni sedimentari fluviali, ai quali è concomitante il progressivo ritiro del mare verso la configurazione dell'attuale costa.

Il quaternario è contraddistinto da una fase deposizionale marina iniziale (Pleistocene) e una fase deposizionale continentale (Olocene) che prosegue anche attualmente.

La stratigrafia pleistocenica presenta frequenti variazioni litologiche. Le sabbie si intercalano a sedimenti più fini limoso sabbiosi o limoso argillosi, e nelle parti sommitali si fanno sempre più frequenti litotipi di ambiente lagunare salmastro.

La stratigrafia olocenica è dominata dalla più recente regressione marina in concomitanza con le grandi glaciazioni intervallate da lunghi periodi di clima più mite durante i quali prevale l'azione di trasporto dei numerosi corsi d'acqua.

Il limite Olocene-Pleistocene, cioè alluvioni-Quaternario marino, presenta una profondità di circa 60 m ÷ 80 m in corrispondenza dell'allineamento Massa Lombarda - Lugo - Bagnacavallo, risalendo lateralmente fra i 20 m e 40 m in corrispondenza delle zone di Alfonsine e di Cotignola - Bagnara.

Da quanto esposto risulta che il bacino subsidente padano, ed in particolare il suo settore sud-orientale, è un'area geologicamente giovane e conseguentemente instabile. Questo carattere di instabilità permane tuttora.

Infatti, in base alla ripetizione delle livellazioni I.G.M., si è verificato, ed è probabilmente ancora in atto, un innalzamento delle regioni poste ad occidente dell'asse Genova-Brescia, ed un abbassamento ad oriente con epicentro nel delta del Po, ed indici più elevati nella costa adriatica.

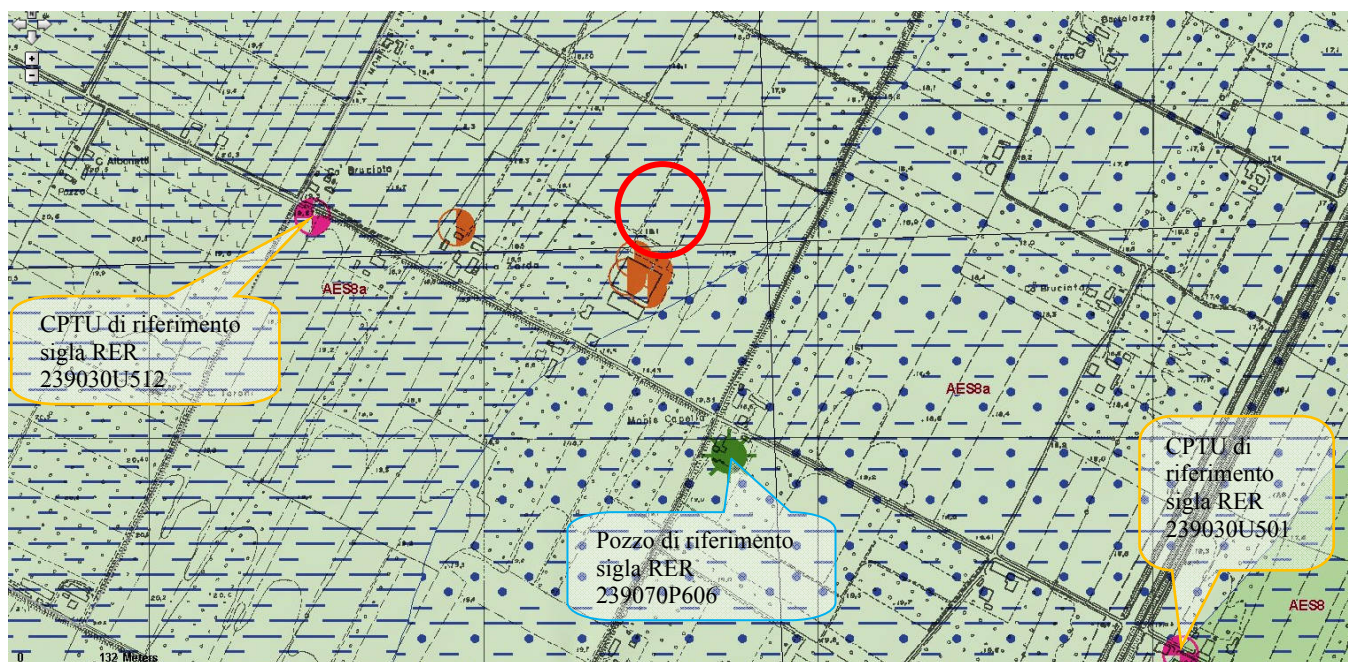
In particolare l'area di interesse è inserita nella bassa pianura faentina, che si estende a quota inferiore di 19/16m s.l.m., ed è costituita da alluvionali depositatesi in gran parte in età storica, in particolare età post-romana, a granulometria prevalentemente fine (sabbie, limi e argille), con suoli calcarei e poco evoluti. Essa si caratterizza, sotto l'aspetto geomorfologico, per una "freschezza" delle morfologie fluviali, tra cui sono riconoscibili soprattutto i dossi e paleodossi fluviali, cioè gli argini naturali subattuali o estinti dei principali corsi d'acqua.



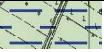

Nell'area in esame la cartografia del PSC Faentino evidenzia la presenza di alluvioni di interdosso di pianura caratterizzata da argille e limi prevalenti. Tale cartografia risulta coerente con la carta



geologica della Regione Emilia-Romagna che pone l'area di interesse su depositi interfluviali, ai margini di un paleodosso che si trova verso Est.

Al di sotto di questa copertura si rinviene la conoide del F. Lamone che nella zona di interesse si trova alla profondità di circa 30 metri.



|   |  |
|---|--|
|  | <b>AES8 - Subsistema di Ravenna</b>  |
|  | <b>AES8a - Unità di Modena</b>   |
|  | <b>Deposito di piana inondabile (area interfluviale) - Argilla Limosa</b>                        |
|  | <b>Deposito di canale, argine e rotta fluviale - Sabbia Limoso Argillosa - Piana alluvionale</b> |

### 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 tracamazione fluviale (piana inondabile, argine, e tracamazioni 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*

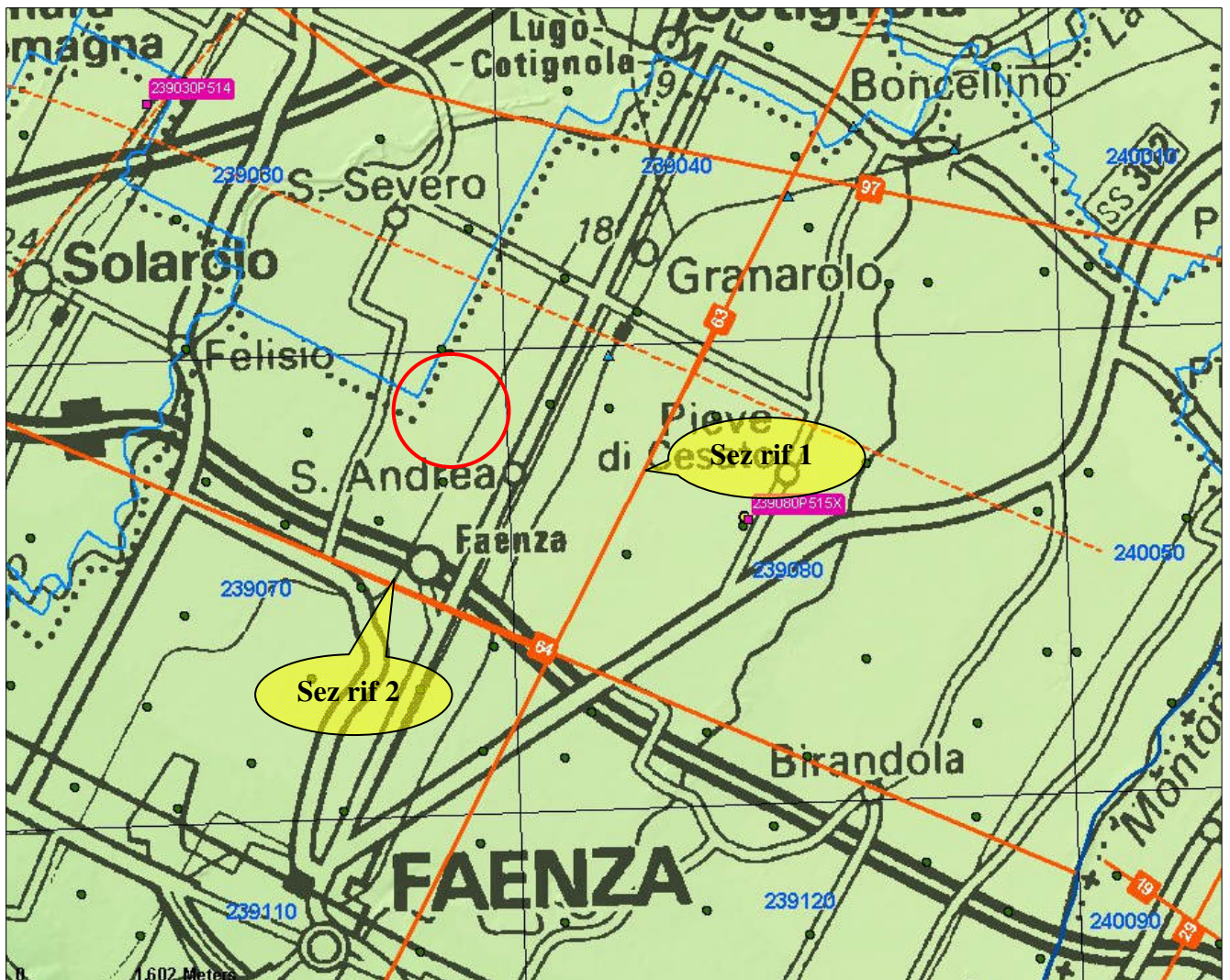
### AES8a - Unità di Modena

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.

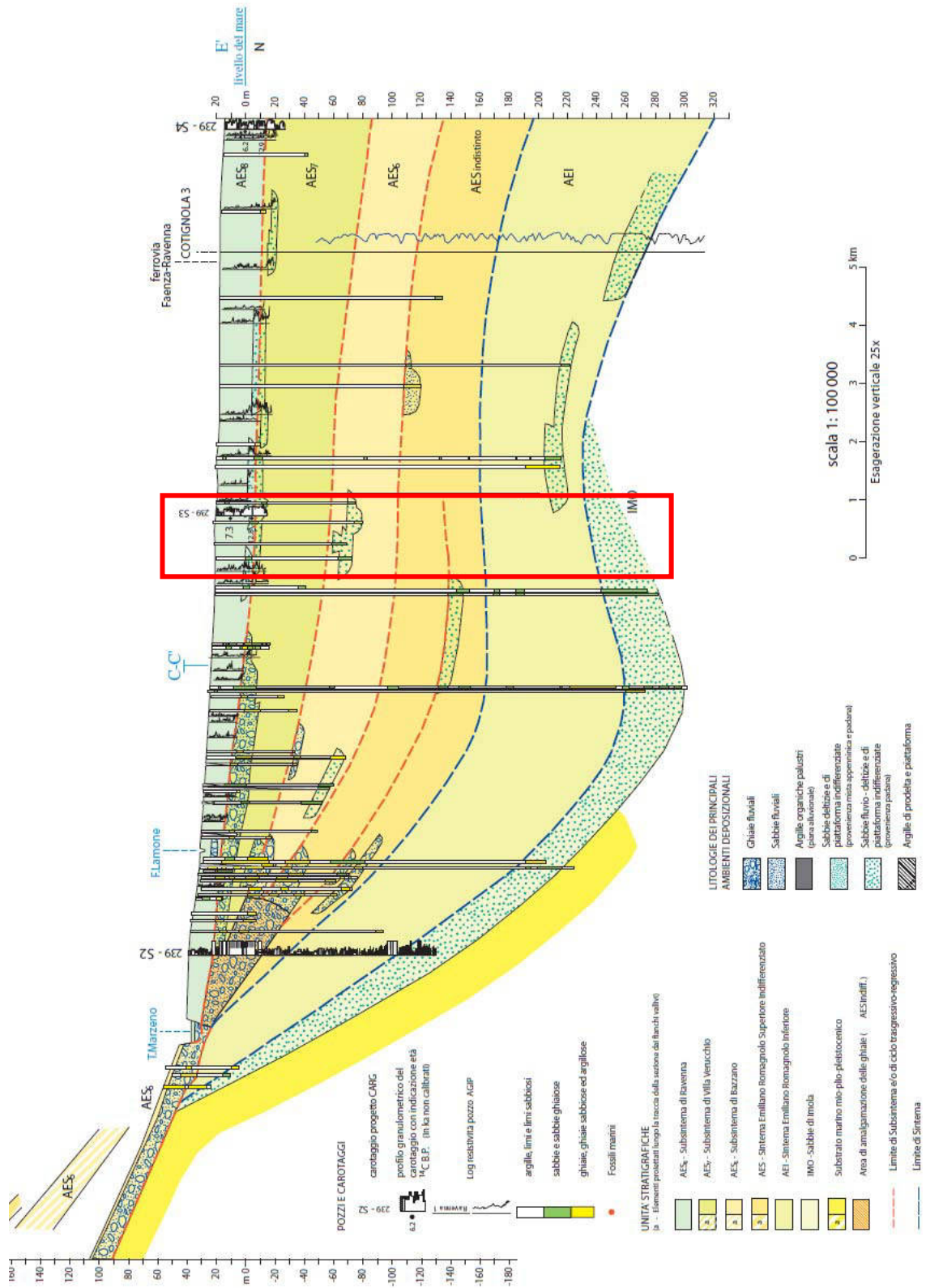
*Olocene*



Sezioni geologiche tratte dal sito del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna

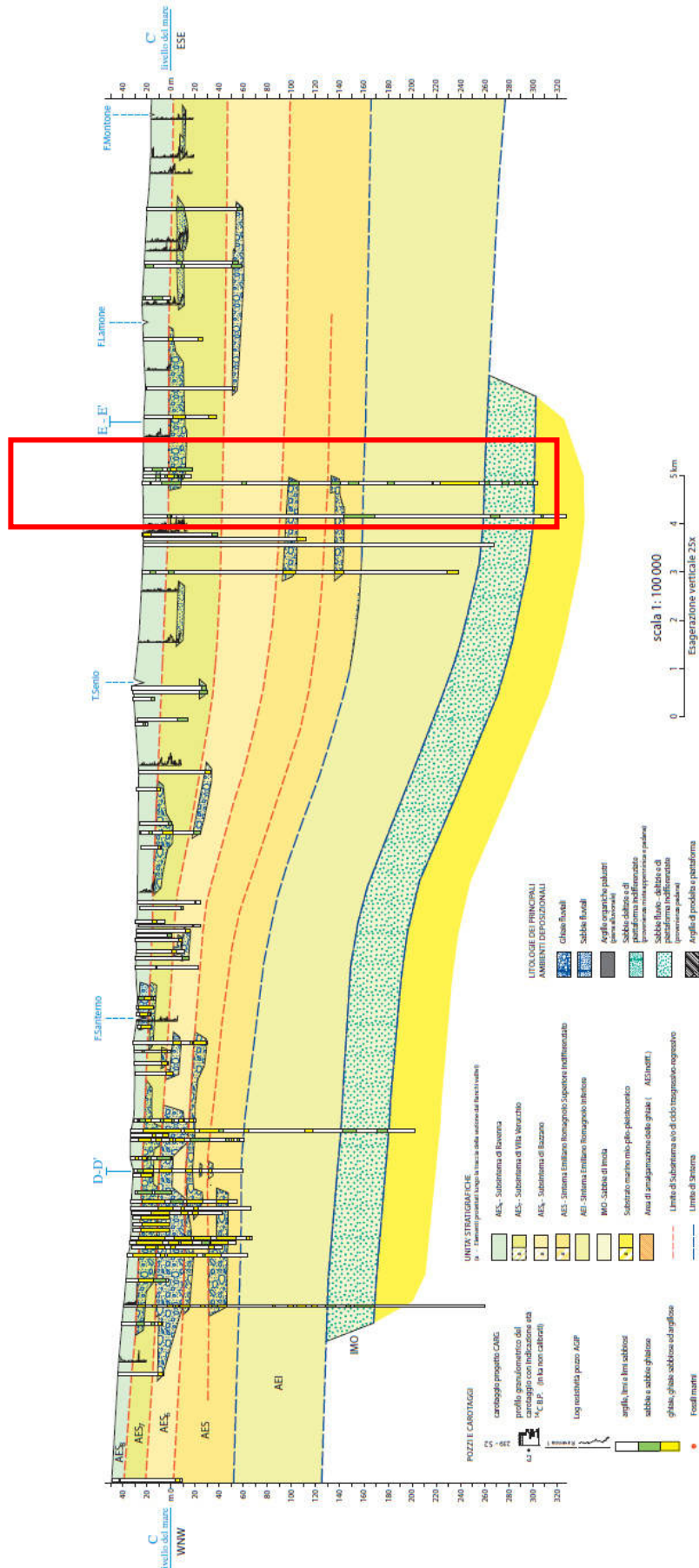


Sezione geologica di riferimento 1 per la zona.





Sezione geologica di riferimento 2 per la zona.



## 2.1 Lineamenti strutturali

Lo schema strutturale locale è caratterizzato da uno stile a pieghe, di norma asimmetriche con vergenza verso N, ad andamento NW-SE con frequenti ondulazioni assiali ed una immersione generale verso SE.

Nei terreni neogenici il piegamento è avvenuto in due fasi distinte tra Miocene e Pliocene e prima del Pliocene medio. La seconda fase ha influito maggiormente nell'area emilano-romagnola, dove la discordanza tra i termini del Miocene e quelli del Pliocene inferiore è attenuata, mentre si osserva un più accentuato piegamento ed una maggiore erosione dei termini del pliocene inferiore.

Ai fenomeni plicativi si sovrappone la già citata subsidenza differenziale, con deposizione più intensa nelle sinclinali e minore al culmine delle anticlinali.

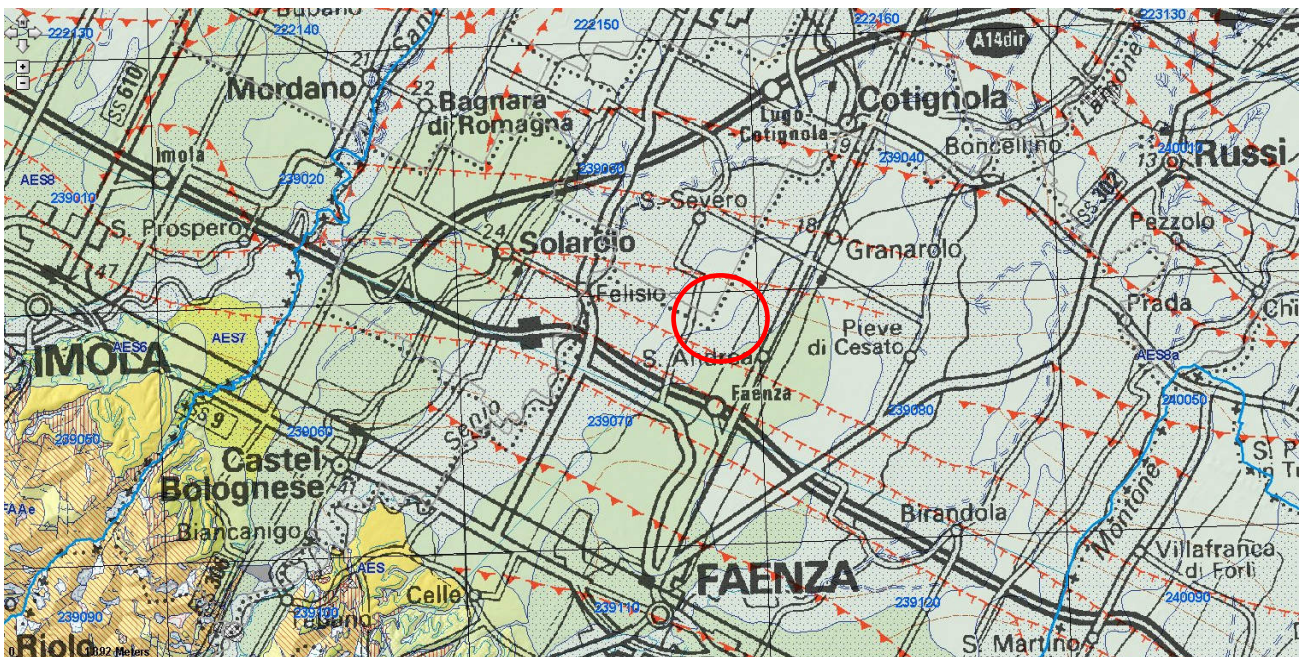
Le pieghe pedeappenniniche sono accompagnate dallo sviluppo di faglie a carattere distensivo, talora grandiose, e sono inoltre sovente interrotte da faglie con direzione NE-SW con rigetto prevalentemente orizzontale.

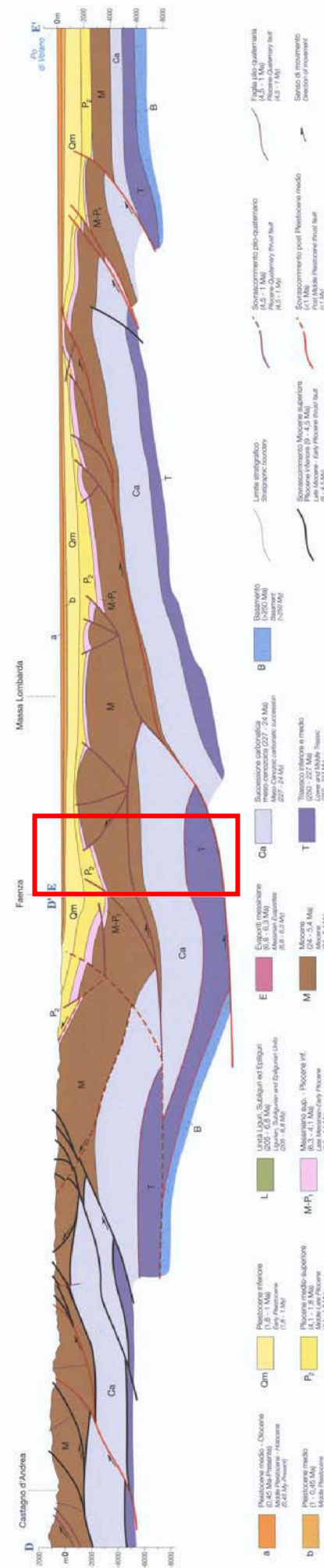
Nella più ampia unità di territorio in esame da N a S si riconoscono i seguenti motivi strutturali principali:

- Sinclinale di S.Romualdo-Piombone;
- Anticlinale di Ravenna e di Alfonsine;
- Sinclinale romagnola (asse ONO-ESE passante in corrispondenza di Fusignano);
- Anticlinale di Cotignola;
- Sinclinale di Forlì.

Le strutture sepolte plioceniche influenzano, sia pure con grado decrescente col diminuire della profondità, l'assetto dei sedimenti pleistocenici, che risultano blandamente ondulati e presentano una generale pendenza verso SE secondo l'immersione degli assi strutturali pliocenici.

I sedimenti alluvionali recenti hanno un assetto più irregolare ed articolato. Infatti pur avendo una tendenziale e debole pendenza verso NE secondo la direzione di deflusso degli attuali corsi appenninici, presentano variazioni di potenza anche rilevanti, derivanti da ondulazioni del letto con depressioni ad andamento appenninico, probabilmente riferibili a paleoalvei.







### 3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI

Il territorio della località di interesse è climatologicamente inquadrabile in un regime sublitoraneo padano.

Il graduale passaggio da condizioni climatiche di tipo costiere, presenti lungo il litorale ravennate, a condizioni di tipo padano si rendono sempre più manifeste procedendo verso il retroterra. In tal modo nell'area di pianura in cui rientra il territorio della località analizzata si registrano condizioni climatiche che sono tipiche della pianura interna e che vedono nella temperatura dell'aria, nell'umidità e nella ventosità, le maggiori diversificazioni rispetto alla pianura costiera.

In questa area, il clima assume una individuale fisionomia i cui aspetti significativi sono costituiti da una maggiore escursione termica giornaliera, un aumento del numero di giornate con gelo, un aumento di frequenza delle formazioni nebbiose, una attenuazione della ventosità.

Meno evidenti risultano invece le diversificazioni negli apporti pluviometrici rispetto alla pianura costiera.

#### 3.1. Pluviometria

All'interno del territorio in cui ricade la località di S.Andrea non sono ubicate stazioni pluviometriche, pertanto per valutare il regime pluviometrico si farà riferimento alla stazione di Faenza (alt. 35 m s.l.m.), capoluogo della località in esame.

Considerando un periodo trentennale (01.01.1956 - 31.12.1985), l'altezza di precipitazione media annua risulta:

Faenza            757.2 mm

Considerando che il territorio in esame ricade in prossimità della stazione di Faenza, si può considerare una altezza di precipitazione media di 757 mm/anno, media per il periodo di trenta anni suddetto. L'apporto annuo medio risulta quindi di 757.000 mc/kmq.

#### 3.2. Evapotraspirazione

Sulla base dei dati della stazione climatologica di Faenza, per la quale si rendono disponibili anche i dati termometrici, la temperatura media annua estesa al territorio comunale risulta di 13.7 °C, la temperatura media minima risulta di 9.1 °C, mentre la temperatura massima media risulta di 18.2 °C.

La relativa evapotraspirazione media annua, calcolata con la formula di L. Turc valida per grandi bacini, risulta:

$$ETR = P / 0.9 + (P^2 / L^2)$$

dove:

P = precipitazione media annua (757 mm)

T = temperatura media annua (13.7° C)

$L = 300 + 15 * T + 0,05 * T^3$

$ETR = 757 / 2.33 = 324 \text{ mm} = 42\%$  delle precipitazioni

Pertanto a livello molto indicativo risulta che 433 mm di afflussi meteorici defluiscono attraverso il reticolo idrografico superficiale o si infiltrano nel sottosuolo, mentre i restanti 324 mm vengono restituiti all'atmosfera per evapotraspirazione.

#### 3.3. Idrometria

Il complesso reticolo idrografico del territorio in esame è il risultato di tutta una serie di interventi antropici che hanno agito sui corsi d'acqua naturali e hanno creato canali artificiali per lo scolo delle acque.

Limitando l'analisi ad alcune considerazioni di carattere generale utili ai fini della identificazione dei problemi idrogeologici del territorio in esame, si considera il comportamento di analoghi bacini di pianura a deflusso noto avendo come riferimento i dati emersi dal presente studio.

Il coefficiente teorico medio per bacini di pianura ha valori compresi tra 0.1 e 0.2, considerando però che nel territorio in esame è presente una rete scolante artificiale che risulta esercitare una prevalente azione drenante, solo in parte compensata dalle perdite locali del reticolo idrografico naturale, si può ritenere probabile un coefficiente di deflusso pari a 0.3, per cui si avrebbe:

$$I = 757 - 324 - 227 = 206 \text{ mm}$$

In definitiva l'infiltrazione efficace annuale alimentante la falda freatica risulterebbe mediamente di 206 mm, quindi con un apporto di 206.000 mc/kmq.

#### **4. IDRO - GEOMORFOLOGIA**

Il territorio di interesse è situato proprio al centro tra il Torrente Senio ed il Fiume Lamone, in un'area interfluviale.

L'esame della carta ipsometrica evidenzia una superficie topografica costituita da un piano inclinato in direzione NE con pendenza media di circa il due per mille.

L'area in esame è inserita all'interno di due principali elementi emergenti antropici costituiti rispettivamente dalla S.P. n. 8 Naviglio con l'adiacente Canale Naviglio Zanelli, corso d'acqua di ex-forza motrice, posti ad una distanza di circa 840 m a Est, e dal sistema arginato del T. Senio, a circa 3000 m a Ovest del sito in esame.

L'area non risulta essere stata allagata durante l'evento estremo del 1996. Tale evento corrisponde a tempi di ritorno di 100 anni, evidenziando la sua sicurezza idraulica rispetto al sistema della bonifica.

L'attuale morfologia dell'area in esame è il risultato di un intenso rimodellamento antropico che, a scopo di bonifica, ha obliterato gli originali lineamenti geomorfologici, e ha praticamente sostituito tutto il reticolo idrografico naturale con un denso reticolo artificiale.

Tutto il reticolo idrografico presenta direzione di scorrimento generale verso NNE e le acque dell'area in esame risultano essere scolate dal Fosso Vecchio, scolo di bonifica principale della zona, che scorre in adiacenza Est dell'area in esame e recapita le acque direttamente nel Destra Reno a Nord di Alfonsine.

Lo scolo corre incassato e sul lato Ovest presenta delle depressioni artificiali che per la loro posizione possono fungere da cassa di laminazione sia per l'invarianza idraulica sia per eventuali tracimazioni dello scolo.

L'analisi degli allagamenti accaduti durante l'evento eccezionale del 1996 (tempo di ritorno di 100 anni) ricavata dai dati provinciali, non evidenzia allagamenti dell'area oggetto di variante.

Al riguardo si è proceduto alla realizzazione del DEM di pianura della zona in cui ricade l'area in esame. A partire da tale elaborazione, si sono poi analizzati i massimi tiranti idrici previsti nella zona in caso di allagamento, indipendentemente dall'origine e dalla probabilità, utilizzando la funzione "identify sink" dell'applicativo Hydro.

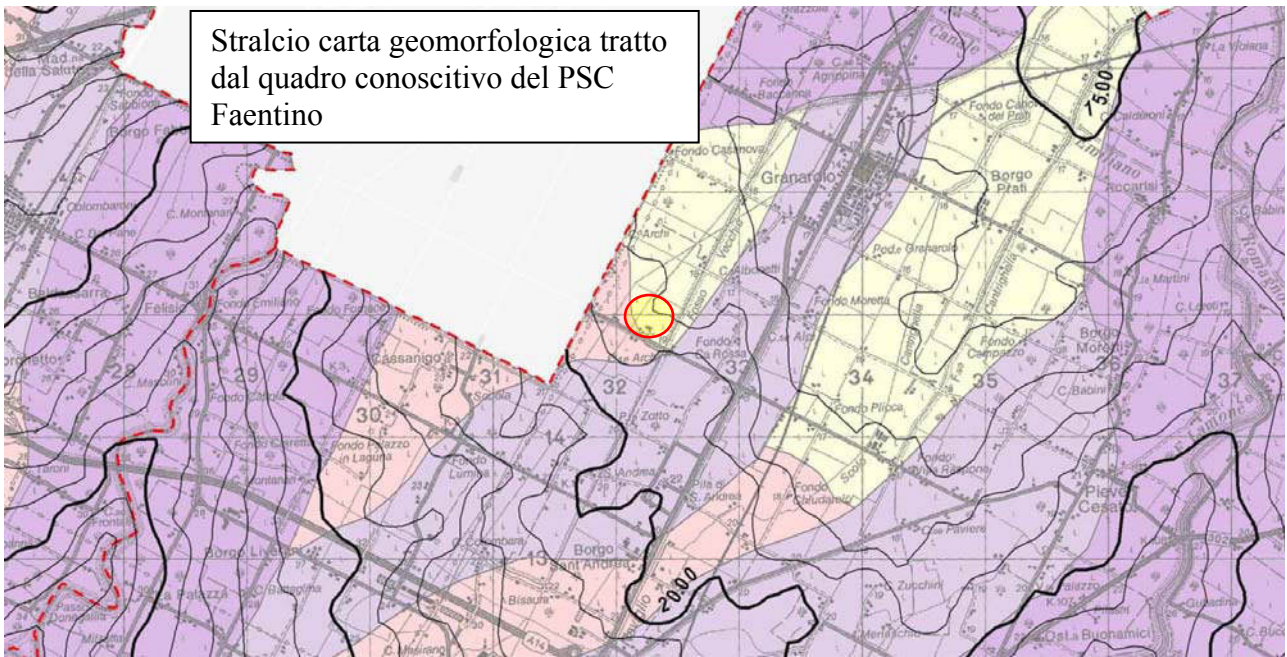
Tale elaborato ha evidenziato delle possibili zone di accumulo in alcuni punti dell'area oggetto di variante, con possibili tiranti idrici corrispondenti ad un'altezza di circa 20÷30 cm sopra al piano di campagna attuale.

Pertanto in fase di urbanizzazione, a favore della sicurezza considerato che dalle analisi del passato gli allagamenti con T100 appaiono poco probabili, risulta comunque opportuno che per i futuri fabbricati il piano di calpestio sia posto almeno circa 40 cm sopra l'attuale piano di campagna.

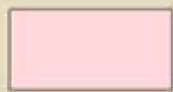
Infine, osservando la perimetrazione del Piano Stralcio del T. Senio, dell'ADB Reno, nell'ultima versione, si evidenzia che l'area di lottizzazione risulta esclusa da possibili allagamenti dai corsi d'acqua naturali.

Infine si osserva che il trend di subsidenza della zona, ricavato dalla cartografia del PSC Faentino, risulta compreso tra 10 e 19 mm/anno.

Infine non sussistono interferenze con il perimetro delle aree allagate di cui alla D.G.R. n. 1071/98.



## Morfologie fluviali



Aree alluvionali terrazzate intravallive e della media pianura



Aree alluvionali in evoluzione



Aree alluvionali di interdosso

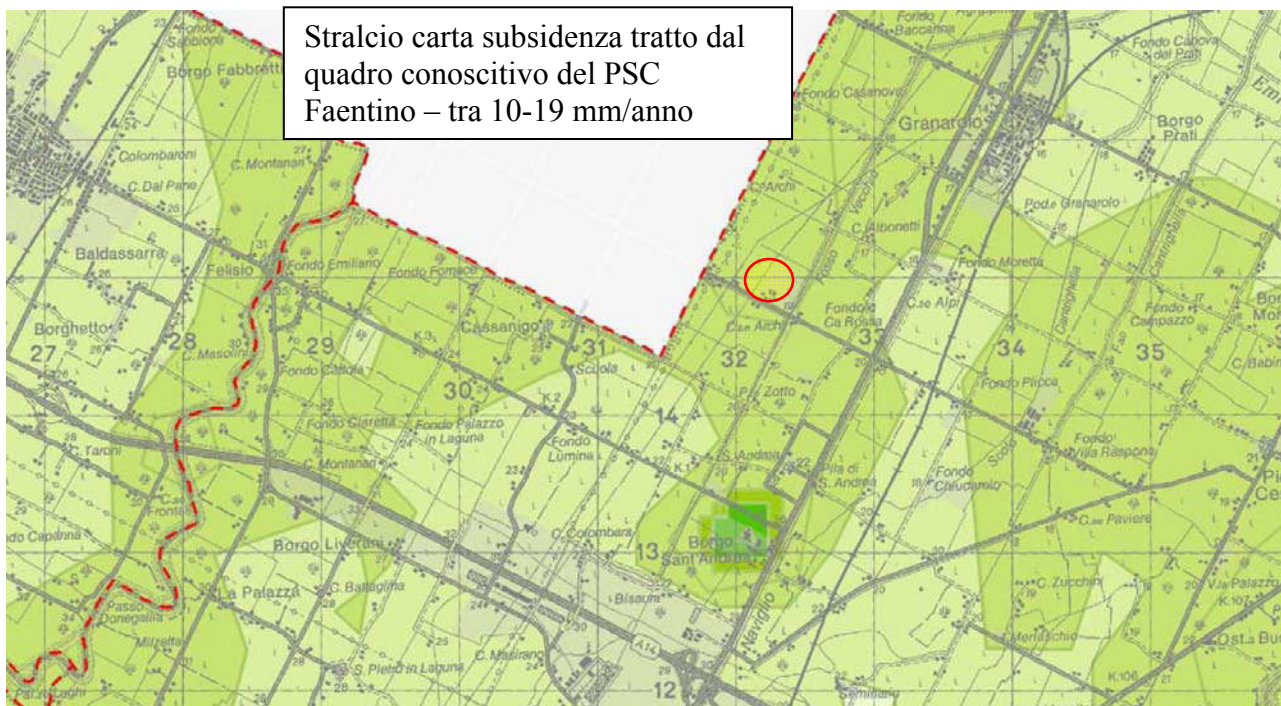


Dossi fluviali sub-attuali



Paleodossi fluviali

Stralcio carta subsidenza tratto dal  
quadro conoscitivo del PSC  
Faentino – tra 10-19 mm/anno



Confini comunali

Territorio pianificato

Subsidenza in mm/anno

0 \ -4

-5 \ -9

-10 \ -19

-20 \ -24

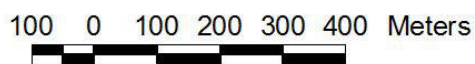
-25 \ -30



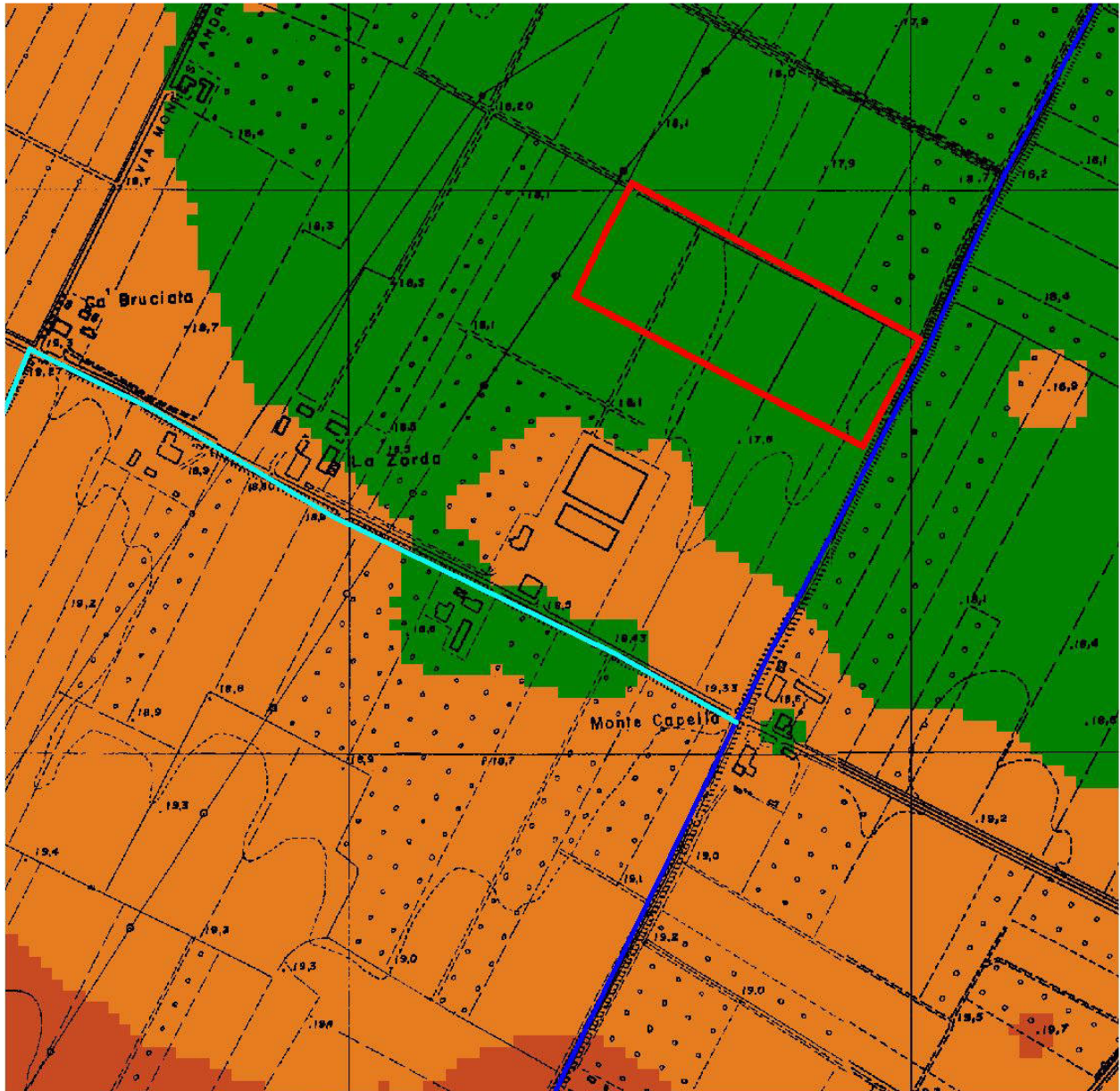


## **ALLAGAMENTI evento eccezionale del 1996**

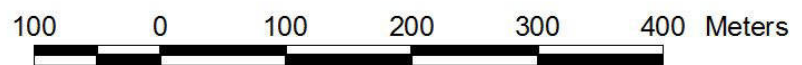
- Area oggetto di variante al prg
- Allagamenti evento pluviometrico 1996a
- Allagamenti evento pluviometrico 1996b



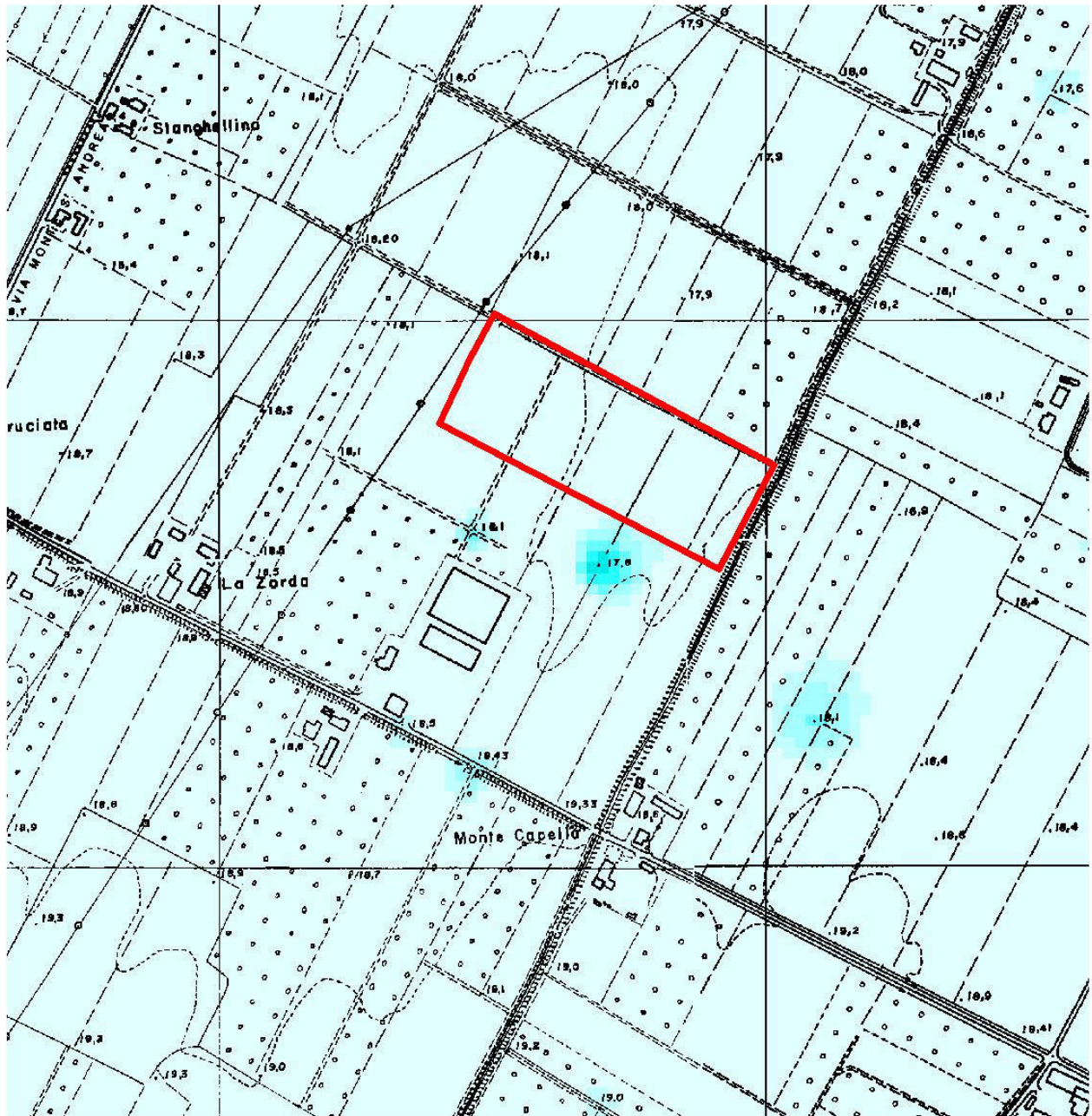




## DEM - MODELLO DIGITALE ALTIMETRICO







## TIRANTI IDRICI ATTESI IN CASO ALLAGAMENTI



## 5. IDROGEOLOGIA

La falda libera superficiale ha una particolare incidenza ed un ruolo peculiare ai fini edificatori, sia per quanto riguarda la sua possibile influenza sui parametri del carico ammissibile, sia per la salubrità degli edifici, sia per le possibili invasioni di acqua in eventuali scantinati, sia per la sua influenza sulla risposta sismica del terreno.

Al fine di caratterizzare la falda freatica della zona di interesse si è fatto riferimento allo studio è freaticometrico realizzato dalla relazione geologica allegata al PRG 96, eseguendo opportune verifiche in campagna che hanno confermato i caratteri idrogeologici del territorio emersi dal suddetto precedente studio.

Per l'area in esame il suddetto studio evidenzia valori compresi tra -2.0 m e -3.0 m dal piano di campagna.

I livelli misurati nelle prove eseguite all'interno dell'attuale stabilimento e in alcuni pozzi adiacenti, ha evidenziato valori compresi tra -1.3 m (prova n. 2 del 1998) e -3.3 m (prova 4 del 1985) dal p.c.. Lo studio geognostico eseguito sul sito di interesse ha evidenziato la presenza di una falda superficiale presente alla profondità attorno a  $2 \div 2.6$  m dal piano di campagna, ed una falda freatica contenuta nei sottostanti livelli sabbioso-limosi che presenta un livello attorno a  $1.1 \div 1.3$  m dal piano di campagna.

Le misure effettuate in data 29-02-2012 sui piezometri, installati alla profondità di circa -6.0 m dal p.c., ha evidenziato un livello attorno a -1.25 m dal piano di campagna. Tale livello può considerarsi massimo idrogeologico essendo stato rilevato subito dopo lo scioglimento di una abbondante nevicata, circa 1 metro, occorsa tra il 1 ed il 10 febbraio 2012.

I rilievi dei livelli della falda freatica hanno evidenziato la presenza di una falda superficiale sospesa, contenuta nei livelli limoso-argillosi che si equilibria con quella contenuta nei livelli sabbiosi posti più in profondità, a partire da circa 9 m dal p.c., solo in occasione di significativi apporti pluviometrici.

**Misura dei livelli della falda freatica all'interno dei fori penetrometrici**

| <i>n. prova</i> | <i>Data misura</i> | <i>Livello freatico<br/>Prof. m da p.c.</i> | <i>Piezometro<br/>installato<br/>prof. m</i> | <i>note</i>                 |
|-----------------|--------------------|---|--|-----------------------------|
| 1               | 24-01-2012         | Foro chiuso                                 |  | Quota piano di campagna     |
| 2               | 24-01-2012         | 2.20  | 6  | Quota piano di campagna     |
| 3               | 24-01-2012         | 2.00  | 6  | Quota piano di campagna     |
| 4               | 24-01-2012         | 2.30  |  | Quota piano di campagna     |
| 5               | 17-02-2012         | 2.60  |  | Quota piazzale stabilimento |
| 6               | 17-02-2012         | 2.60  |  | Quota piazzale stabilimento |

**Misure effettuate con dissipazioni durante l'esecuzione delle prove penetrometriche**

| <i>n. prova</i> | <i>Data misura</i> | <i>Profondità<br/>di<br/>dissipazione<br/>(m da p.c.)</i> | <i>Livello<br/>piezometrico<br/>misurato a fine<br/>dissipazione<br/>(m da p.c.)</i> | <i>Tipo litologico<br/>ricavato dalla<br/>dissipazione</i> | <i>Permeabilità<br/>(<math>k=cm/sec</math>)</i> |
|-----------------|--------------------|---|--|--|---|
| 1               | 24-01-2012         | 15  | 1.30   | Sabbia   | $2.8 \cdot 10^{-4}$                             |
| 2               | 24-01-2012         | 12.2  | 1.2  | Sabbia limosa e limo<br>sabbioso                           | $6.7 \cdot 10^{-5}$                             |
| 3               | 24-01-2012         | 20  | 1.1  | Sabbia limosa e limo<br>sabbioso                           | $3.2 \cdot 10^{-5}$                             |
| 4               | 24-01-2012         | 9.4   | 1.2  | Sabbia   | $3.78 \cdot 10^{-4}$                            |

| <b>Misure piezometriche</b>                |                    |                            |
|--|--------------------|----------------------------|
| <i>Piezometro, n. prova corrispondente</i> | <i>Data misura</i> | <i>Livello (m da p.c.)</i> |
| 2  | 29-02-2012         | 1.25                       |
| 3  | 29-02-2012         | 1.25                       |

Pertanto il livello posto attorno a 2.0÷2.5 m dal p.c. deve considerarsi un valore di medio idrogeologico, caratterizzante la falda sospesa superficiale, ed in accordo i livelli freatici riportati nel PRG 96.

I monitoraggi effettuati hanno permesso di definire il livello freatico massimo uguale ad un livello di circa -1.2 m dal piano di campagna attuale del sito oggetto di variante.

Tale livello massimo risulta allineato con il livello della falda idrica contenuta nei livelli sabbioso-limosi presenti a partire da circa -9.0 m dal piano di campagna attuale.

Pertanto, in generale, si osserva che i valori misurati della falda superficiale risultano in accordo con le misure effettuate per la relazione geologica della Variante Generale di PRG 2006.

L'analisi della carta delle isofratriche evidenzia che l'area in esame si trova in adiacenza Est ad una linea di deflusso delle acque freatiche.

La schema idrogeologico profondo è caratterizzato da una copertura alluvionale di terreni sostanzialmente impermeabili che ricoprono e proteggono la sottostante conoide distale del Fiume Lamone, che contiene i principali acquiferi della zona.

Per avere una visione della stratigrafia idrogeologica si riporta quella ricavata dalla scheda di un pozzo in adiacenza all'area di interesse e estratto dal data base della Regione Emilia-Romagna.

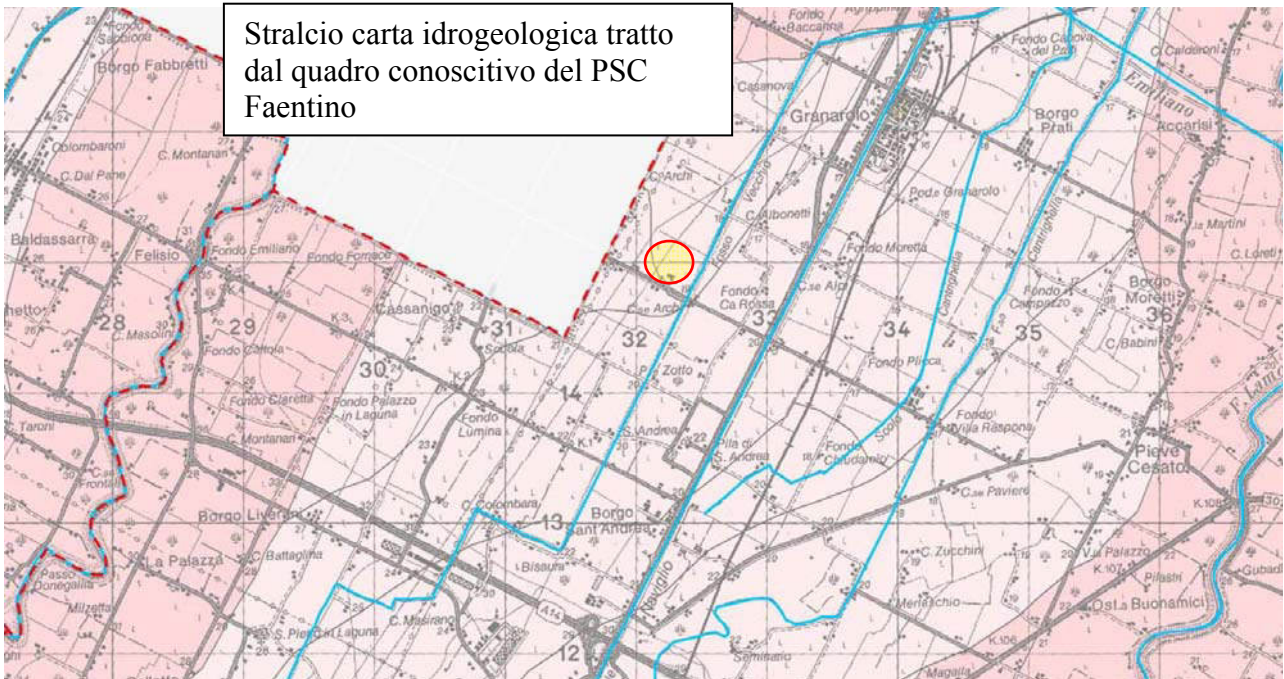
Pozzo di riferimento sigla 239070P606

| Prof. da p.c. (m) | Descrizione litologica tratta dalla scheda pozzo | Falda captata |
|-------------------|--|---------------|
| Da 0 a 6 m        | argilla  |               |
| Da 6 a 9 m        | sabbia   |               |
| Da 9 a 31 m       | Argilla  |               |
| Da 31 a 35 m      | Sabbia   | Falda captata |
| Da 35 a 63 m      | Argilla e torba                                  |               |
| Da 63 a 90 m      | argilla  |               |
| Da 90 a 95 m      | sabbia   | Falda captata |

La scheda riporta un livello statico a circa -17 m dal p.c. nel 1989. Tale livello non risulta molto diverso da quello riscontrato in un pozzo della rete ARPA (CodiceRA17-01) presente poco a sud dell'area in esame che evidenzia per le misure del 2007 un livello compreso tra 17.5 m e 21.1 m.







Stralcio carta idrogeologica tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino

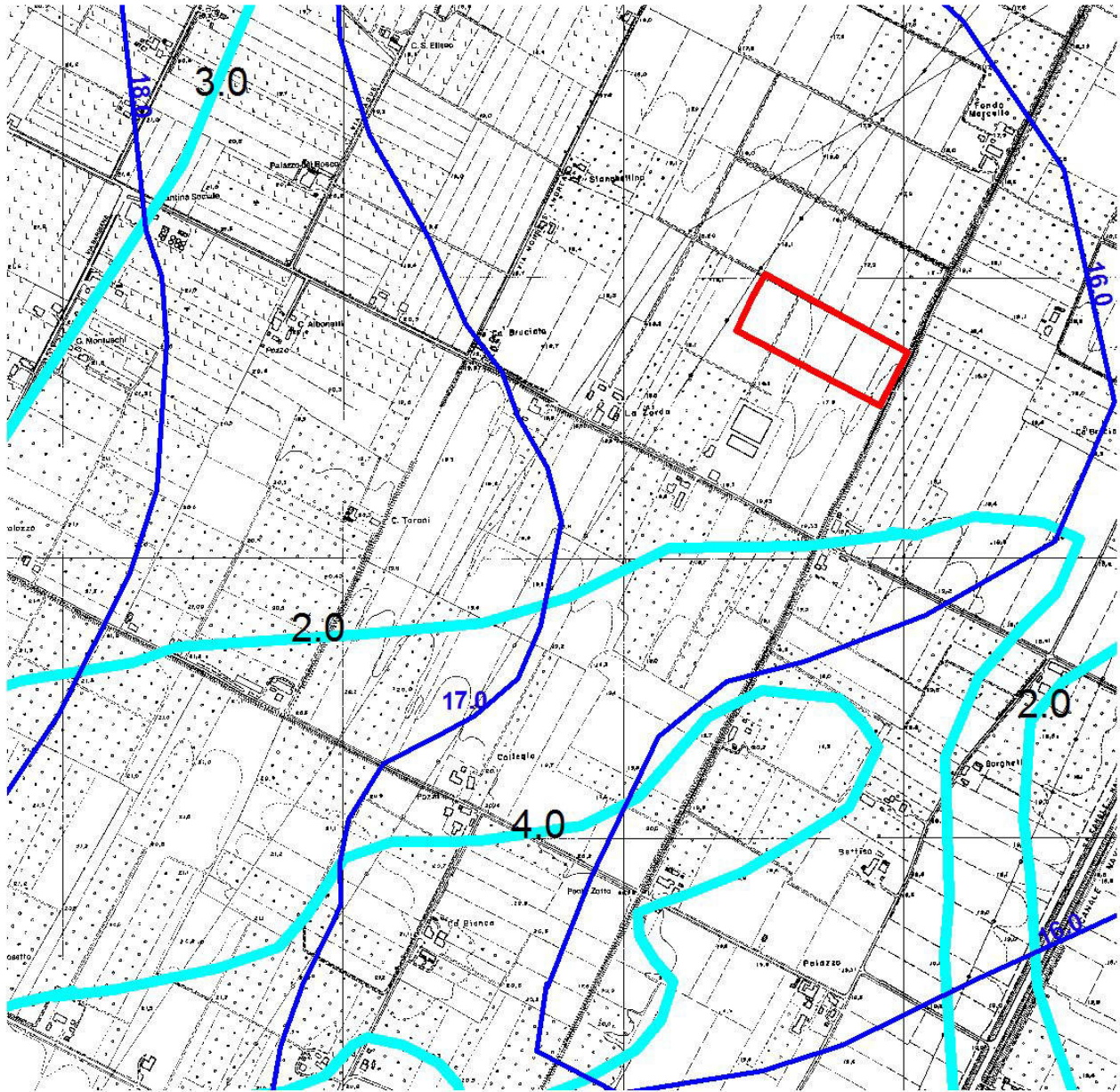


-  Reticolo idrografico
-  Principali invasi idrici
-  Sorgenti
-  Risorgive




Zonazione dei terreni e delle rocce affioranti in base al grado di permeabilità (G. Castany, 1982)

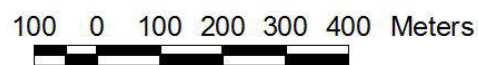
-  Rocce e terreni permeabili ( $K > 10^{-4}$  m/s)  
(Formazione Gessoso-Solfifera, "Spungone", Formazione delle Sabbie Gialle, Alluvioni dei dossi fluviali sub-attuali, Alluvioni di fondovalle e depositi alluvionali in evoluzione)
-  Rocce e terreni mediamente permeabili ( $10^{-4} < K < 10^{-7}$  m/s)  
(Membri prevalentemente arenacei della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies arenaceo-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre, Alluvioni di paleodosso fluviale, Alluvioni di interdosso)
-  Rocce e terreni poco permeabili ( $10^{-7} < K < 10^{-9}$  m/s)  
(Membri prevalentemente pelitici della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies pelitico-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre)
-  Rocce e terreni impermeabili ( $K < 10^{-9}$  m/s)  
Formazione dei Ghioli di Letto, Formazione delle Argille Azzurre)





## IDROGEOLOGIA

-  Area oggetto di variante al prg
-  Isofreatiche (m slm)
-  Isobate (m da p.c.)

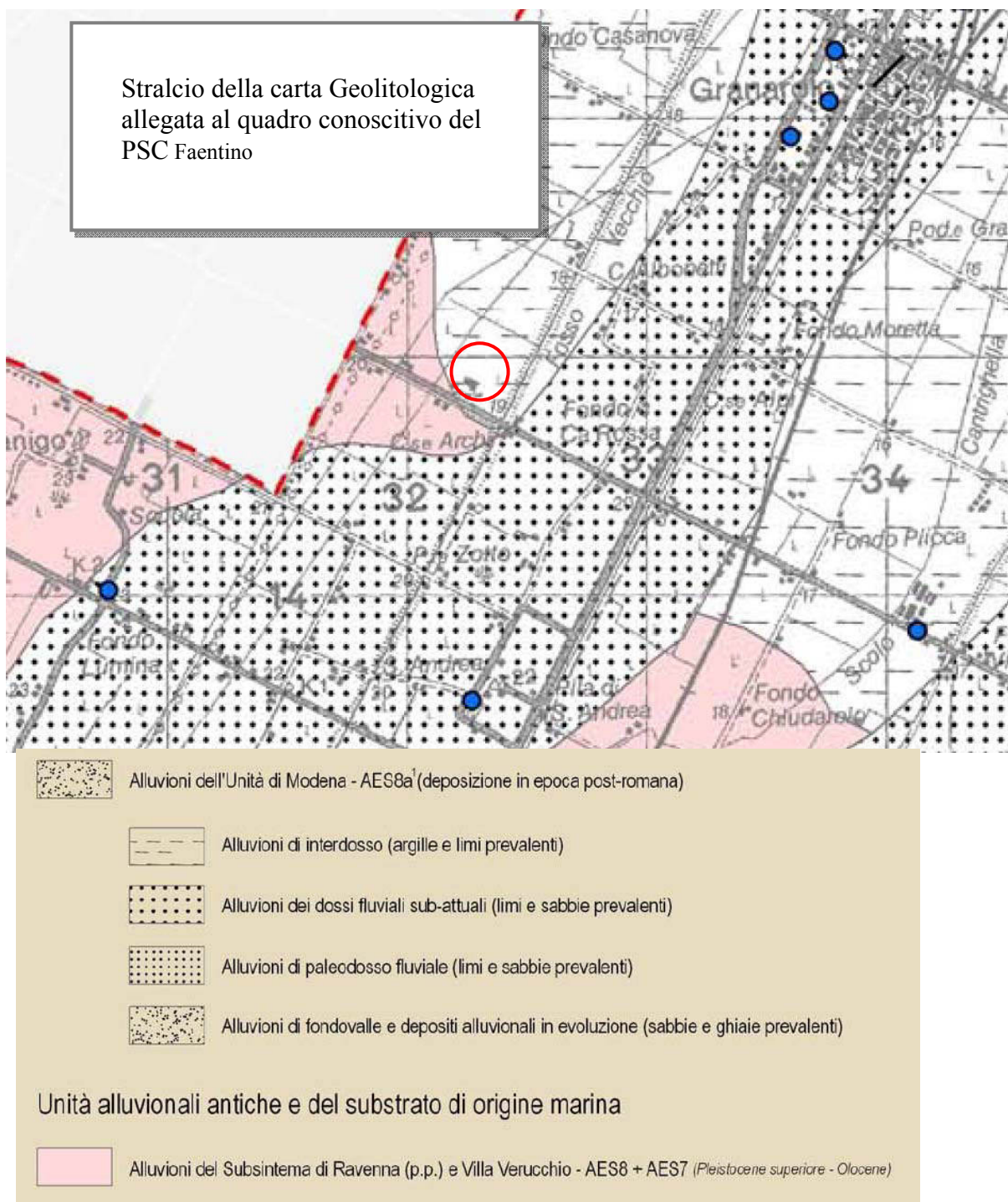




## 6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA

La carta Geologia e dei Suoli Regionale evidenzia per la massima parte dell'ara in esame litologie sabbie prevalenti limoso argillose di piana alluvionale.

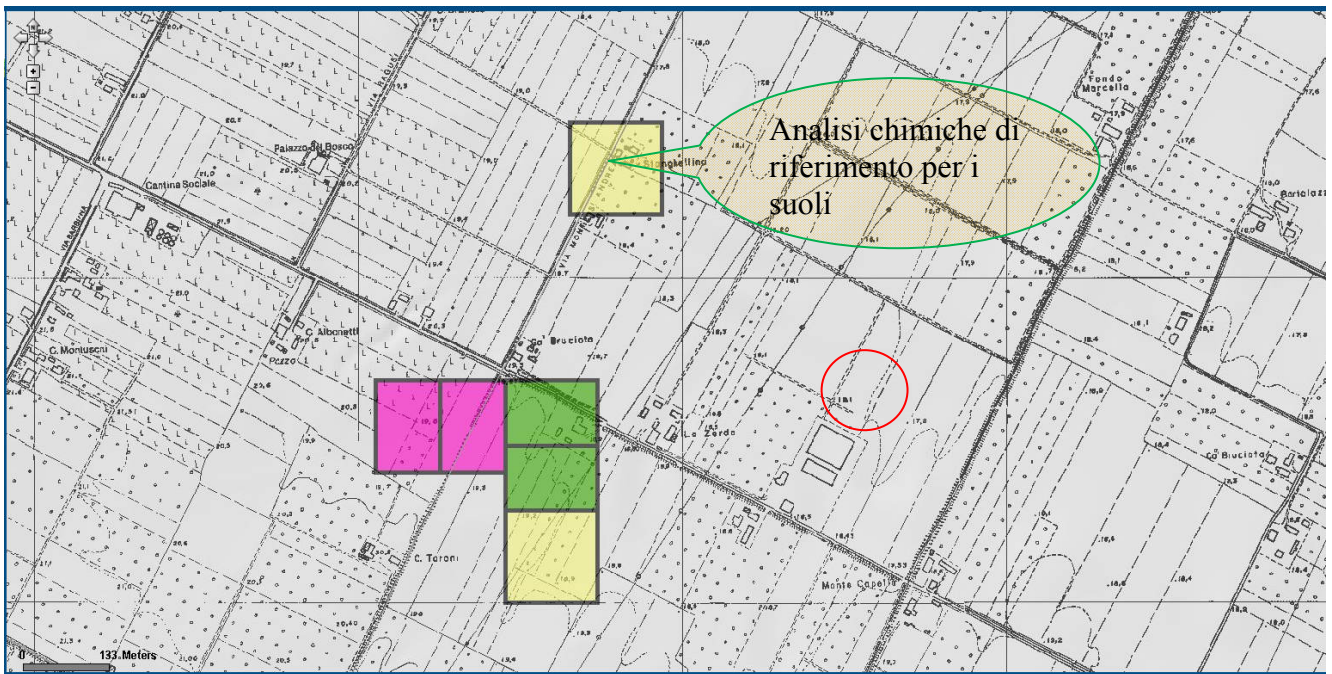
In base alla carta geolitologica allegata al quadro conoscitivo del PSC Faentino, l'area risulta interessata da alluvioni dell'Unità di Modena – AES8a – alluvioni di interdosso (argille e limi prevalenti).



La pedologia evidenzia per l'area in esame suoli appartenenti alla consociazione dei suoli SANT'OMOBONO franco argilloso limosi. Il cui assetto culturale ottimale è a vigneti, frutteti: pomacee, barbabietole da zucchero.

Alcune analisi agronomiche realizzate in adiacenza alla zona in esame realizzate dal servizio pedologico della Regione Emilia-romagna, evidenzia i seguenti valori:

| Campione<br>Analisi<br>terreno | Prof.<br>cm | Sabbia<br>% | Limo<br>% | Argilla<br>% | Mat.<br>org.<br>% | pH<br>in<br>H2O | Calc<br>tot<br>% | Calc<br>attivo<br>% | K2O<br>ass.<br>% | P2O5<br>ass.<br>% | Ntot<br>% |
|--------------------------------|-------------|-------------|-----------|--------------|-------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|-----------|
| 29563                          | 0-20        | 16          | 52        | 32           | 2                 | 7.6             | 20               | 9                   | 420              | 188               | 1.4       |
| 29564                          | 0-20        | 18          | 54        | 24           | 2.1               | 7.5             | 21               | 9                   | 500              | 185               | 1.8       |
| 53503                          | 20-80       | 16          | 52        | 32           | 1.9               | 7.6             | 19               | 10                  | 310              | 119               | 1.4       |
| 53502                          | 20-80       | 18          | 52        | 30           | 1.9               | 7.5             | 20               | 9                   | 380              | 126               | 1.5       |





## **7. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOMECCANICHE**

Al fine di comprendere le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dell'area oggetto di variante al PRG sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche ed un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati.

Inoltre si è fatto riferimento anche a n. 2 prove eseguite in corrispondenza dell'attuale stabilimento ed alle prove eseguite in passato per la realizzazione dei fabbricati dello stabilimento esistente, oltre a considerare anche prove profonde realizzate nella zona dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del progetto CARG.

Per le prove penetrometriche CPTE e CPTU è stato utilizzato un penetrometro statico elettrico dotato di punta elettrica e con piezocono costruita secondo la tipologia "Gouda" che ha permesso l'acquisizione dei dati ogni 2 cm di avanzamento.

La punta presentava in ogni caso dimensioni standard europee:

- Punta conica per la misura della resistenza alla punta con area pari a  $cm^2$  10 ed angolo di  $60^\circ$ ;
- 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.

Dall'esame dei dati di lettura sono state costruite le curve che si riferiscono alla resistenza alla punta ( $Q_c$ ), alla resistenza all'attrito laterale ( $F_s$ ) le cui rappresentazioni grafiche vengono riportate nei diagrammi allegati. Dall'indice di comportamento  $I_c$ , che è funzione di  $Q_c$  e  $F_s/Q_c$ , si è giunti alla classificazione dei terreni seguendo la metodologia suggerita dal Robertson in 1990 e utilizzando le metodologie suggerite dalla letteratura sono state ricostruite le caratteristiche meccanico-fisiche di ciascuna porzione di terreno.

Uno sguardo complessivo ai grafici ricavati dalle prove penetrometriche evidenzia:

|         |  |   |
|---------|--|---|
| Unità A | <i>Da 0.0 m a -1.0 m dal p.c.</i>  |   |
|         | terreno agrario di alterazione superficiale areato;  |   |
|         | <i>Da -1.0 m circa a -20.0 m dal piano di campagna</i>   |   |
| Unità B | Per questo unità si possono distinguere due sottounità.<br>terreni limoso argillosi intercalazioni, luoghi anche frequenti, di livelli sabbioso limose con spessore da centimetrico a decimetrico fino a metrico, a partire da circa -7.0÷9.0 m dal p.c..<br>In particolare nella zona della prova n. 1 e del sondaggio si riscontra una maggiore frequenza dei livelli sabbioso-limosi.   | Sottounità B1<br>Profondità<br><i>da 1.0 m a circa -7÷8 m</i><br><i>e</i><br><i>da circa -16 m a circa -20 m</i><br>prevalente limo argilloso   |
|         | I rapporti litostratigrafici risultano lentiformi ad indicazione di un ambiente deposizionale caratterizzato da divagazione dei corsi d'acqua naturali.<br>I litotipi limoso argillosi presentano consistenza prevalentemente plastica. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra 1.4 MPa e 2.0 MPa; i livelli limoso-sabbiosi presentano valori penetrometrici medi compresi tra 3÷5 MPa e 5÷6 MPa, valori massimi rilevati in corrispondenza della prova n. 1 | Sottounità B2<br><i>Da -7÷8 m a circa -16 m</i><br>Terreni limoso argillosi a scheletro sabbioso con frequenti intercalazioni di livelli sabbioso-limosi e limoso-sabbioso con spessore da centimetrico a decimetrico fino a metrico.<br>Rapporti litostratigrafici lentiformi. |
|         | <i>Da circa -20 m a -30.0 m dal piano di campagna, massima profondità indagata</i>   |   |
| Unità C | Terreni sabbiosi addensati con valori penetrometrici compresi tra 16 MPa e 19÷20 MPa. Presenza di un livello ghiaia in matrice sabbiosa tra 29.5 m e 30.0 m dal p.c..  |   |
|         | <i>Da -30 m a -32.0 m dal piano di campagna, massima profondità indagata</i>   |   |
| Unità D | Terreni argilloso-limosi a consistenza plastica.   |   |

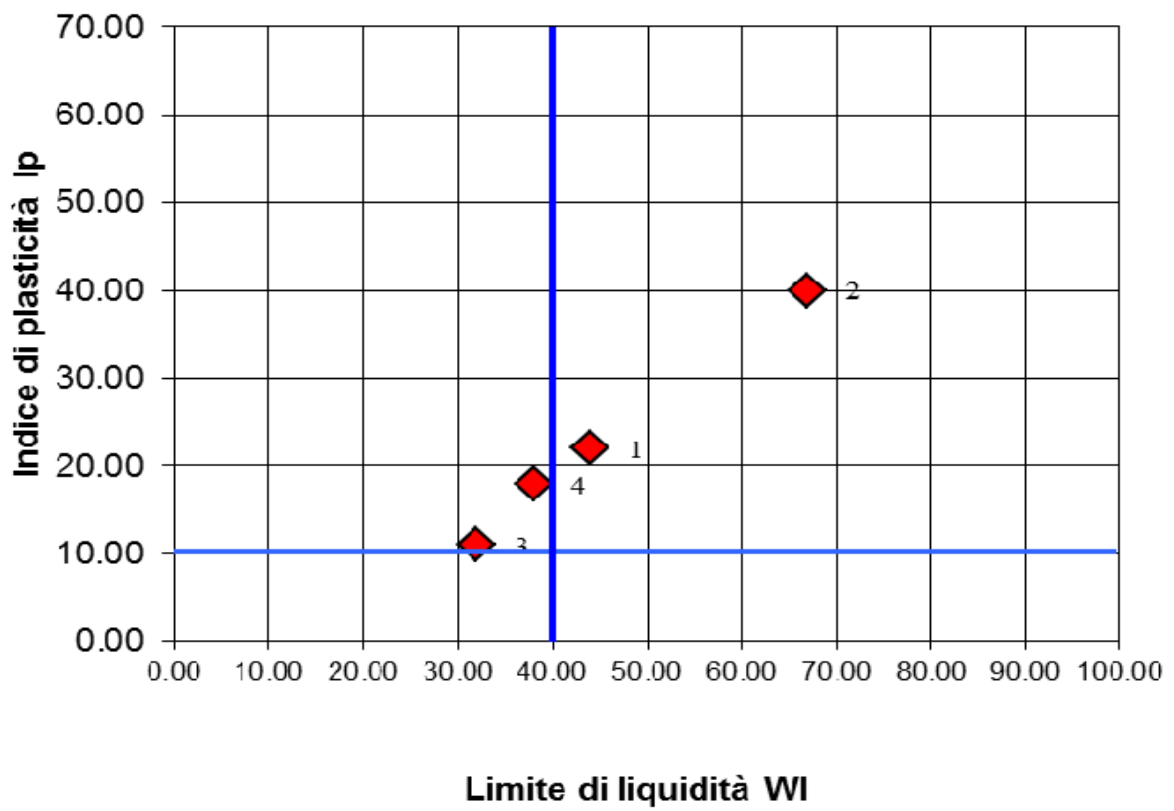
Nel complesso i terreni del substrato dell'area oggetto di studio presentano omogeneità litostratigrafia, in particolare in relazione al volume significativo interessato dalla opere previste nella variante al PRG. Si deve comunque segnalare la presenza di un maggiore contenuto sabbioso a partire dalla profondità di circa -7÷9 m dal p.c. per la zona corrispondente alla prova n.1 ed al sondaggio.

## 7.1 Analisi di laboratorio geotecnico

In occasione della realizzazione del sondaggio sono stati prelevati n. 4 campioni indisturbati atti ad essere sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico.

| <b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE</b>      |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
|---|------------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|----------|-----------|--------|
| Committente:                            |                                    | ANTER COSTRUZIONI |                       |                        |          |           |        |
| Cantiere                                | Variante PRG via Monte Sant'Andrea |                   |                       |                        |          |           |        |
| Località                                | Sant'Andrea Faenza                 |                   |                       |                        |          |           |        |
| Sondaggio N.                            |                                    |                   | 1                     | 1                      | 1        | 1         | 1      |
| Campione                                |                                    |                   | 1                     | 2                      | 3        | 4         | spt1   |
| N. progr. campione                      |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| prof. di prelievo                       |                                    | m da p.c.         | -1.1-1.6              | 5.5-6.1                | 12-12.60 | 16.5-17.1 | 9-9.45 |
| <b>Caratteristiche fisiche naturali</b> |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| contenuto in acqua                      | W                                  | %                 | 20.36                 | 32.24                  | 31.30    | 27.10     |        |
| peso unità vol. naturale                | $\gamma$                           | g/cmc             | 1.93                  | 1.87                   | 1.89     | 1.99      |        |
| peso unità vol. saturo                  | $\gamma_s$                         | g/cmc             | 2.00                  | 1.92                   | 1.92     | 2.00      |        |
| peso unità vol. secco                   | $\gamma_d$                         | g/cmc             | 1.60                  | 1.41                   | 1.44     | 1.57      |        |
| peso specifico                          | g                                  | g/cmc             | 2.74                  | 2.77                   | 2.77     | 2.75      |        |
| porosità                                | n                                  | %                 | 41.28                 | 0.47                   | 48.00    | 42.80     |        |
| indice dei vuoti                        | e                                  |                   | 0.70                  | 0.92                   | 0.92     | 0.75      |        |
| <b>Limiti di Atterberg</b>              |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| limite liquido                          | W <sub>l</sub>                     | %                 | 44.00                 | 67.00                  | 32.00    | 38.00     |        |
| limite plastico                         | W <sub>p</sub>                     | %                 | 22.00                 | 27.00                  | 21.00    | 20.00     |        |
| indice plastico                         | I <sub>p</sub>                     |                   | 22.00                 | 40.00                  | 11.00    | 18.00     |        |
| <b>Analisi granulometrica</b>           |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| ghiaia                                  | >2 mm                              | %                 | 0.00                  | 0.00                   | 0.00     | 0.00      | 0.00   |
| sabbia                                  | 0,4 mm                             | %                 | 7.00                  | 5.00                   | 12.00    | 10.00     | 62.00  |
| limo                                    | 0,074 mm                           | %                 | 65.00                 | 45.00                  | 73.00    | 72.00     | 31.00  |
| argilla                                 | 0,02 mm                            | %                 | 28.00                 | 50.00                  | 15.00    | 18.00     | 7.00   |
| <b>Prova edometrica</b>                 |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| coef. di consolidazione                 | mv                                 | mq/kN             | 1.69*10 <sup>-4</sup> | 3.83*10 <sup>-4</sup>  |          |           |        |
| permeabilità                            | kv                                 | m/sec             | 2.2*10 <sup>-10</sup> | 3.82*10 <sup>-10</sup> |          |           |        |
| <b>Angolo di attrito</b>                |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| Coessione                               | C.D.                               | gradi             | 23.00                 |                        |          |           |        |
| <b>Consistenza relativa</b>             |                                    |                   |                       |                        |          |           |        |
| Indice liquidità                        | I <sub>L</sub>                     |                   | -0.07                 | 0.13                   | 0.94     | 0.39      |        |
| Indice di gruppo                        |                                    |                   | 22                    | 44                     | 9        | 16        |        |

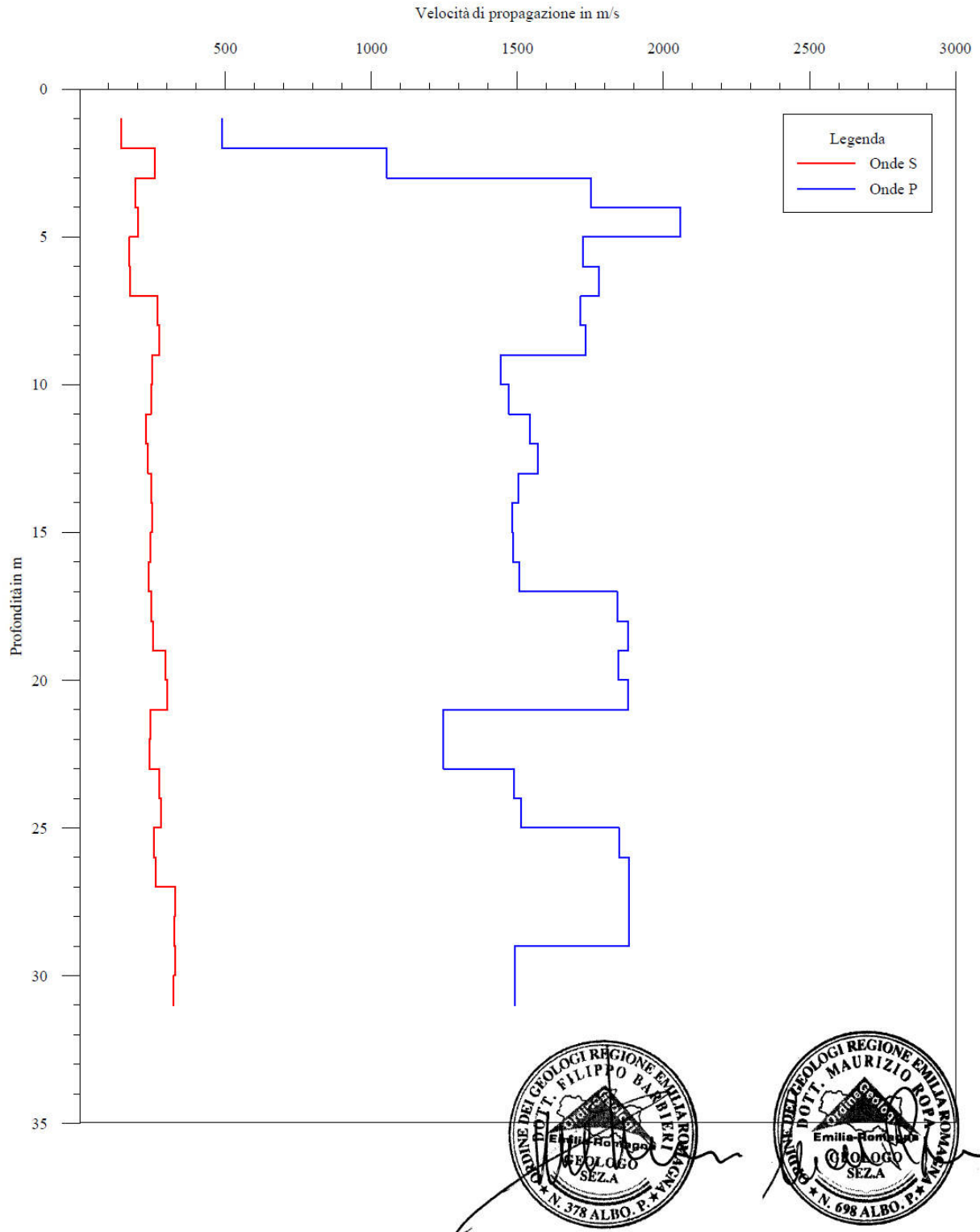
### CARTA DI PLASTICITA'



## 7.2 Down hole

Il sondaggio geonostico è stato attrezzato con apposita camicia atta per la realizzazione di un down hole.

La misure di down hole ha evidenziato un  $V_{s30} = 241 \text{ m/s}$ .



## 7.2 Misure digitali del rumore sismico eseguite con il “Tromino”

Dalle misure sismiche passive (Tromino) è possibile giungere alla valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della  $V_{s30}$ , valore più significativo per valutare la risposta sismica di un determinato sito.

Infatti i maggiori danni a seguito di un sisma di progetto si hanno proprio per corrispondenza tra periodo proprio del sottosuolo e quello della struttura in esame, con possibilità che si abbiano pericolosi fenomeni di risonanza.

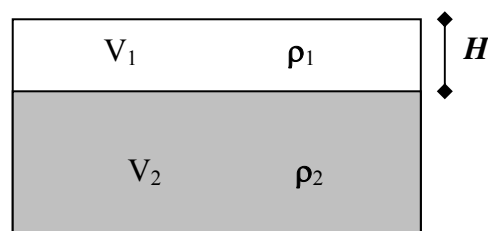
Il Tromino è uno strumento in grado di misurare i microtremori. Il tremore sismico, comunemente definito “rumore sismico”, esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime.

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

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

$$f^* = \frac{V_{s1}}{4 * H}$$

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



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale

e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

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

Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

La calibrazione delle misure dei microtremori è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine.

Nell'area è stato eseguito uno stendimento SASW/MASW e n. 1 Tromini (T1) in corrispondenza della SASW/MASW, quindi utilizzato per l'inversione della curva in combinazione con la misura SASW/MASW.

Sul sito sono state eseguite due prove ed impiegando la suddetta metodologia dei microtremori hanno evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), una ***Vs30 attorno a 213÷227 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 le seguenti frequenze tipiche per il deposito esaminato, significative per gli edifici

| Frequenza<br>(f=Hz) | Periodo<br>(T=sec) |
|---------------------|--------------------|
| 0.95                | 1.05               |

Tale aspetto risulta certamente più significativo della valutazione della Vs30. Infatti una struttura risulta particolarmente vulnerabile se presenta un periodo di vibrazione simile a quello del sottosuolo, potendo essere soggetta ad un fenomeno di amplificazione per risonanza.

### Altezza critica degli edificio per doppia risonanza

Il modo di vibrare fondamentale dell'edificio in progetto può essere stimato utilizzando la formula riportata al paragrafo 7.3.3.2 delle NTC 2008:

$$T_1 = C_1 * H^{3/4}$$

Dove

$T_1$  = modo di vibrare principale dell'edificio nella direzione in esame

$C_1$  = coefficiente che vale 0.085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0.075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato, 0.05 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura

$H$  = altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione.

Pertanto con periodo fondamentale del sottosuolo pari a  $T=0.95$  ed in subordine 0.11 sec, l'altezza critica degli edifici risulterà

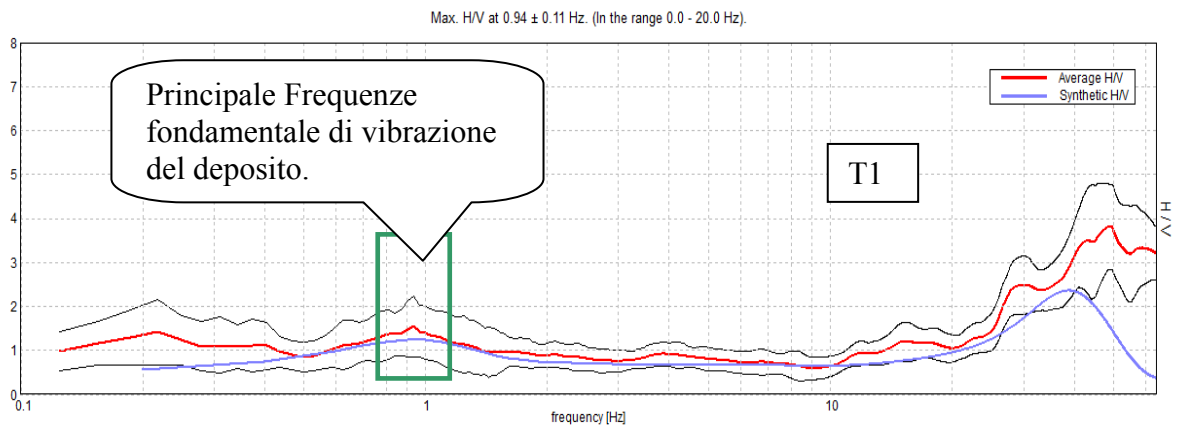
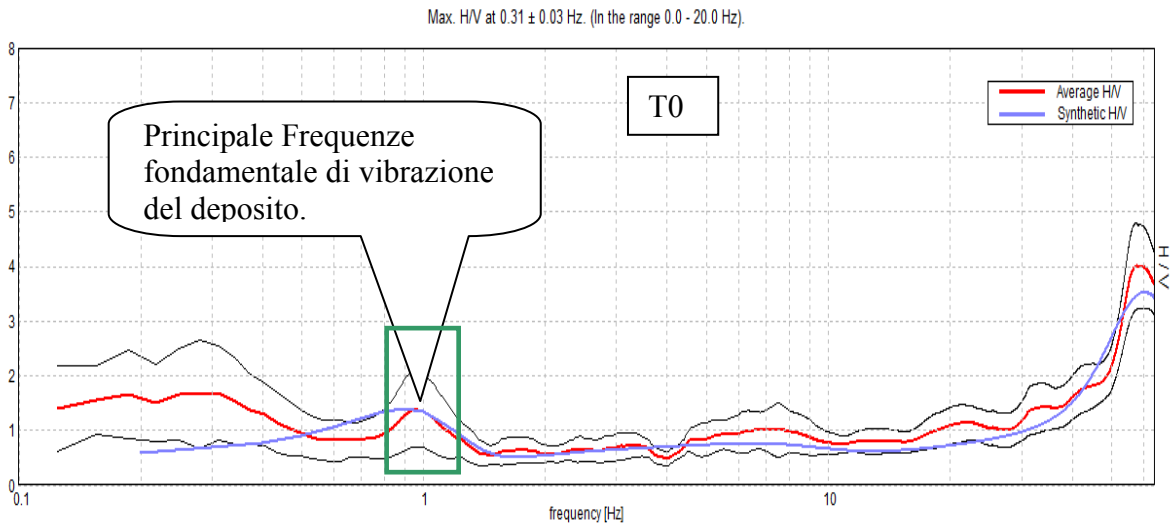
| Altezza critica degli edifici per effetti di risonanza |                 |   |  |   |       |   |  |   |
|--|-----------------|---|--|---|-------|---|--|---|
| N.<br>Misura   | Vs30<br><br>m/s | Frequenze<br>fondamentali<br>di risonanza<br>del deposito<br><br>(Hz) | Periodi<br>fondamentali di<br>risonanza del<br>deposito<br><br>T (sec) | Altezza critica<br>edifici in<br>muratura<br>(n. piani) |       | Altezza critica<br>dal piano di<br>fondazione di<br>edifici a telaio<br>in calcestruzzo<br>armato<br><br>$C_1=0.075$<br><br>(m) | Altezza critica<br>dal piano di<br>fondazione di<br>edifici con<br>struttura<br>qualsiasi<br><br>$C_1=0.05$<br><br>(m) | Altezza<br>critica dal<br>piano di<br>fondazione di<br>edifici con<br>struttura a<br>telaio in<br>acciaio<br><br>$C_1=0.085$<br><br>(m) |
|  |                 |   |  |   |       |   |  |   |
| T1   | 213             | 0.95  | 1.05   | 10.53   | 12.63 | 33.85   | 58.13  | 28.65   |

I suddetti valori risultano unicamente di massima e di guida per la progettazione.

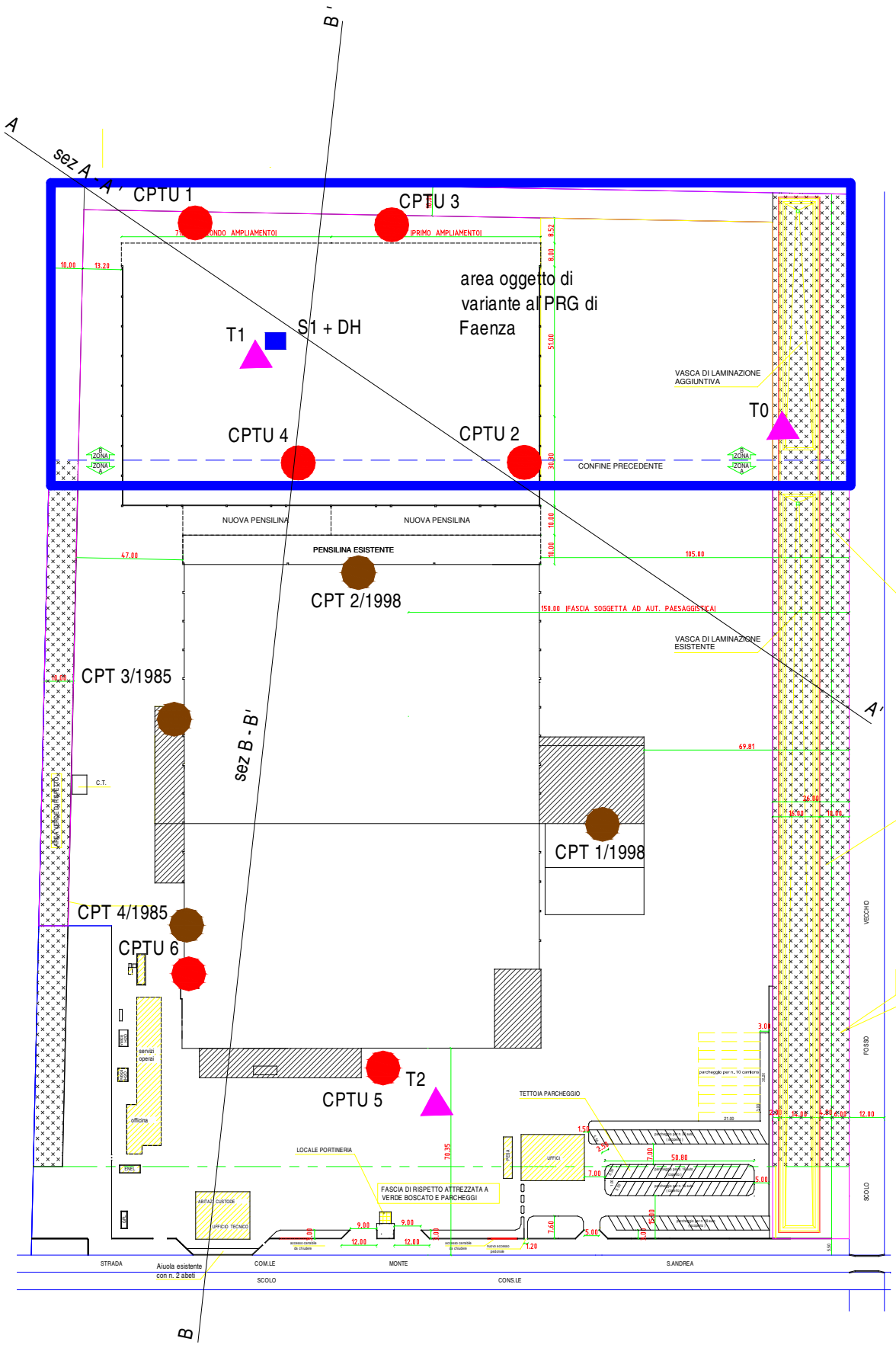
Comunque le verifiche del modello sismico sulle opere in progetto potranno essere utilmente confrontate con la frequenza fondamentale del sito indagato.



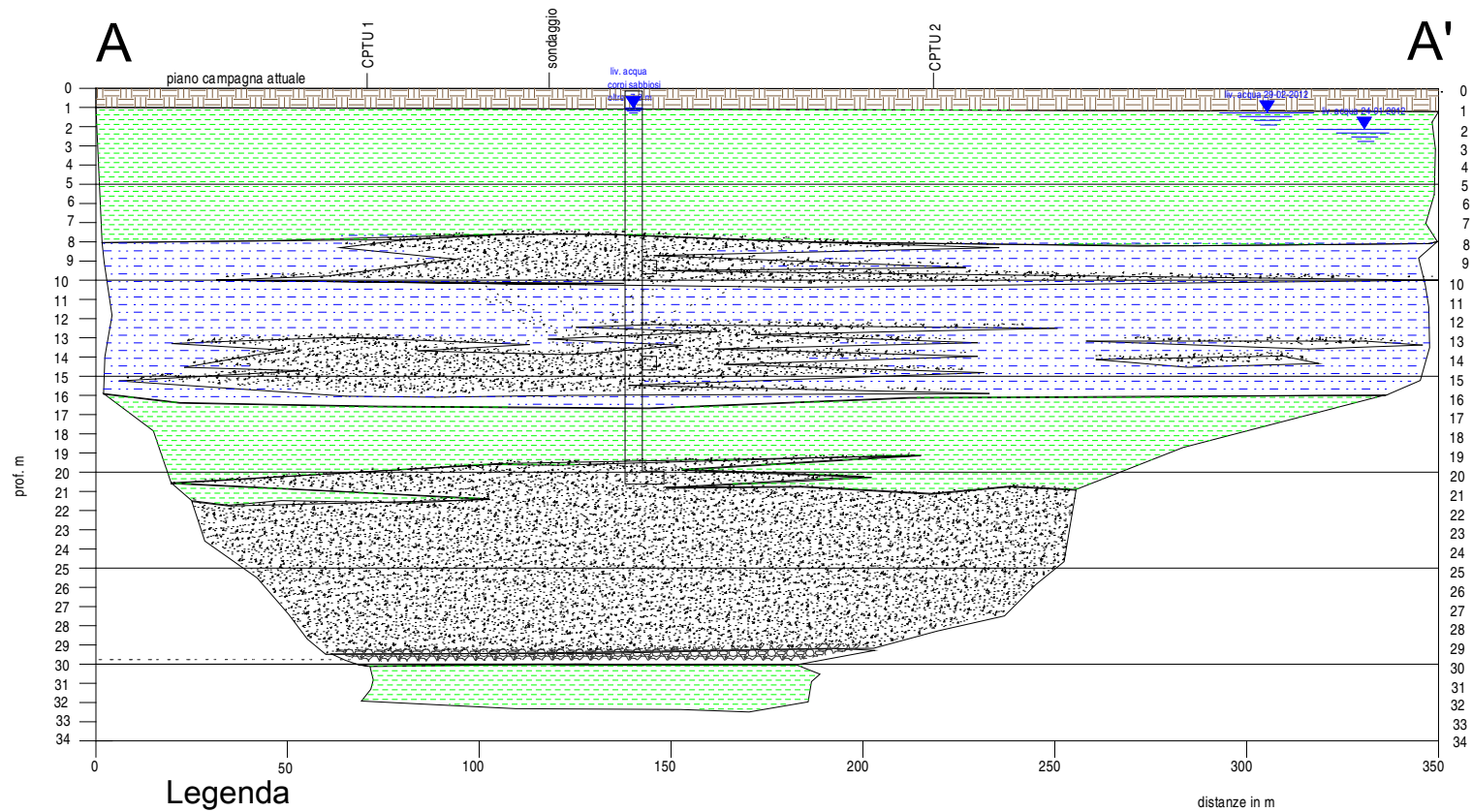
Misura dei microtremori effettuate sul sito di progetto



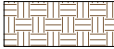


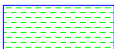
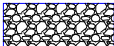
← profondità



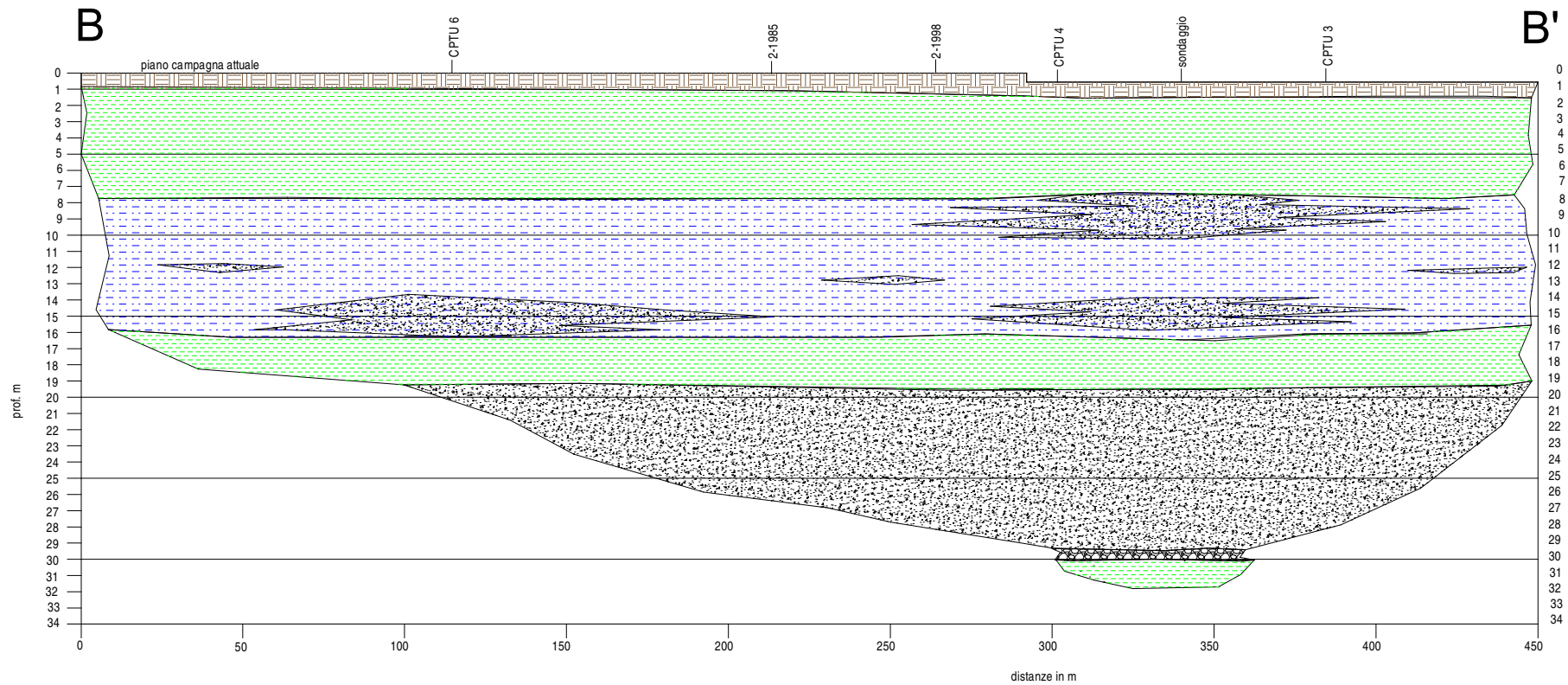
# SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA






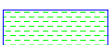
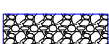
## Legenda

-  terreni di alterazione superficiale
-  limi argillosi sabbiosi con frequenti intercalazioni di livelli sabbioso-limosi
-  sabbie limose
-  limi argillosi e argille limose
-  ghiaia in matrice sabbioso-limosa

# SEZIONE GEOLOGICA SCHEMATICA



## Legenda

-  terreni di alterazione superficiale e di riporto
-  limi argillosi sabbiosi con frequenti intercalazioni di livelli sabbioso-limosi
-  sabbie limose
-  limi argillosi e argille limose
-  ghiaia in matrice sabbioso-limosa

## 8. MICROZONAZIONE SISMICA

Da quanto riportato sul PSC Faentino l'area appartiene ad un ambito con depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  variabili tra <180 e 360 m/s.

Questa area non rientra tra quelle analizzate da un punto di vista sismico. Ad ogni modo, a livello indicativo, si osserva che ricade tra due aree, quella attorno a Granarolo e quella posta subito a Nord dell'autostrada, su cui è prevista un'analisi di secondo livello.

### *N.T.C. 14-01-2008*

Le misure dei microtremori, realizzate con il "Tromino", confrontate con le indagini geognostiche realizzate nella zona, hanno permesso di verificare una  **$V_{s30}$  attorno a 213÷242 m/s, quindi suoli di categoria C.**

|   |                |
|---|----------------|
| Zona sismica  | 2              |
| Latitudine  | 44.3566        |
| Longitudine   | 11.9165        |
| Tipo di opera   | 2              |
| Classe d'uso  | Classe II      |
| Vita Nominale ( $V_N$ )   | $\geq 50$ anni |
| Coefficiente d'uso ( $C_U$ )  | 1.0            |
| Vita di riferimento ( $V_N \times C_U$ )                                | 50 anni        |
| Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)               | 0.199          |
| Categoria di sottosuolo   | C              |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo (S)                    | 1.41           |
| Categoria topografica (T1)  | 1.0            |
| Coefficiente di amplificazione per categoria topografica ( $S_T$ )      | 1.0            |
| Accelerazione massima al suolo ( $a_{max}/g$ )= (ag/g)*S*S <sub>T</sub> | <b>0.281</b>   |

**D.G.R. n. 112/2007**

L'area di interesse si trova in ambiente di "PIANURA 2" avendo il substrato con  $v_s > 800$  m/s ad una profondità sicuramente superiore ai -100 m, come riscontrabile dalla Carta Sismotettonica pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna e come osservabile dalla curva h/v del tromino che evidenzia il bedrock con  $V_s > 800$  m/s a frequenze attorno a 0.4÷1 Hz, quindi molto profonde.

Sempre da tale cartografia si osserva che il meccanismo focale sismico si riferisce a comportamenti compressivi (faglia inversa).

Al comune di Faenza viene attribuita una accelerazione massima al suolo riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s) corrispondente ad  $a_g = 0.205g$ .

In ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo ( $\geq 100$  m da p.c.) (PIANURA 2) si devono usare le seguenti tabelle.

F.A. P.G.A.

| $V_{s30}$ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| F.A.      | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 1.0 |

F.A. INTENSITA' SPETTRALE -  $0.1s < T_0 < 0.5s$

| $V_{s30}$ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| F.A.      | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 1.0 |

F.A. INTENSITA' SPETTRALE -  $0.5s < T_0 < 1.0s$

| $V_{s30}$ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| F.A.      | 2.5 | 2.3 | 2.3 | 2.0 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 1.0 |

La prova down-hole ha evidenziato, una  $V_{s30}$  media attorno a 213 m/s.

Pertanto il fattore di amplificazione da utilizzare saranno

- F.A. P.G.A. = 1.5
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.1s < T_0 < 0.5s$  = 1.8
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.5s < T_0 < 1.0s$  = 2.5

Per quanto riguarda l' $a_g$  al suolo attribuita al sito in esame, facendo sempre riferimento alla già citata D.G.R., si ha un valore pari a  $a_g = 0.205 * 1.5 = 0.307g$ , quindi superiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.

A titolo indicativo in appendice viene riportato la modellazione sismica del sito di interesse con l'utilizzo del modello EERA. Le elaborazioni hanno evidenziato valori di accelerazione sismica al suolo compresa tra  $a_g = 0.21$  ed  $a_g = 0.25$ , valori in ogni caso inferiori sia a quanto ricavata in base alle NTC 2008 ed alla D.G.R. n.112/2007.

## OSSERVAZIONI SISMICHE DISPONIBILI PER FUSIGNANO (tratto da INGV)

### Codice Descrizione del parametro

#### Loc denominazione della località (sito)

(secondo l'authority modificata come descritto al paragrafo 4) **Lat latitudine del sito**

(idem) **Lon longitudine del sito**

(idem) **Is intensità al sito (x10)**

(si ricorda che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8; essi indicano incertezza fra i due valori interi, non valori "intermedi" di intensità)

**Sc** casi particolari (**special case**).

Può assumere i seguenti valori ([App.2](#)):

**DL** località abbandonata (**deserted locality**)

**AL** località assorbita (**absorbed locality**)

**MS** agglomerato multiplo (**multiple settlement**)

**TE** territorio (**territory**)

**SS** piccolo agglomerato (**small settlement**)

**SB** edificio isolato (**solitary building**)

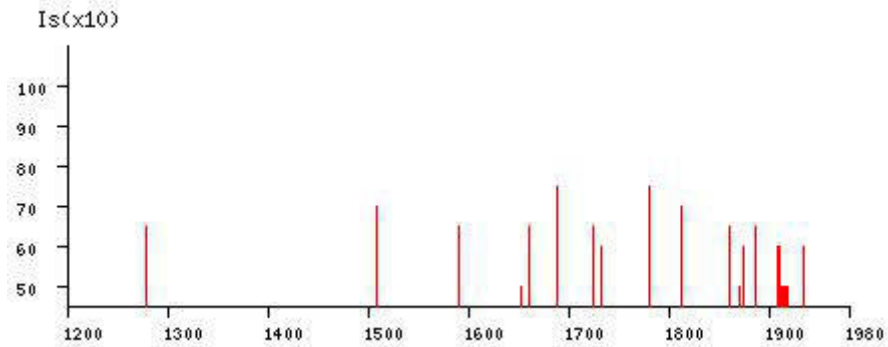
**ID** danno a singolo edificio (**isolated damage**)

Osservazioni sismiche (46) disponibili per  
FAENZA (RA) [44.288, 11.881]

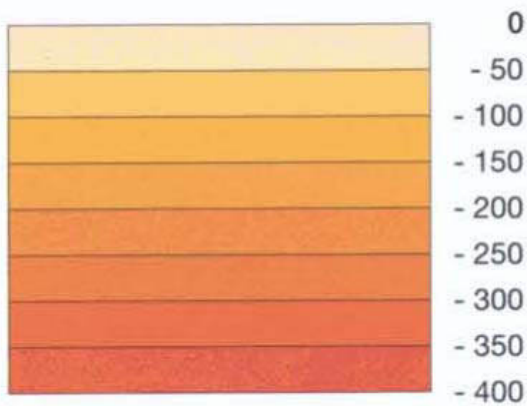
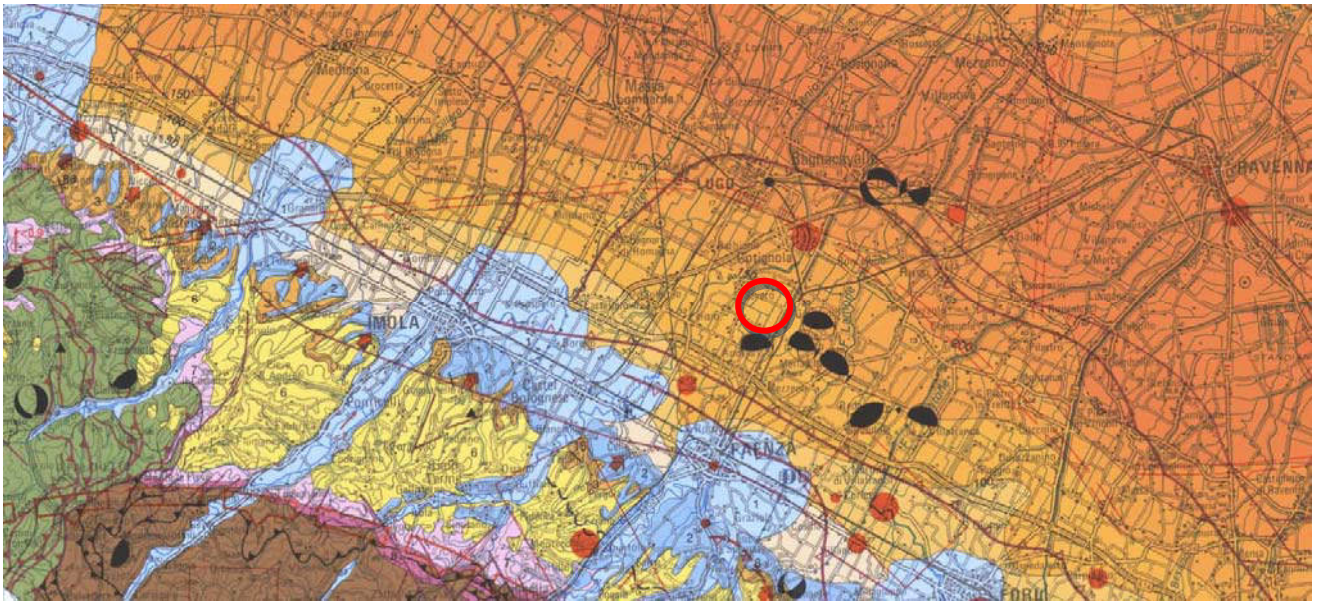
| Data |    |    |    |    | Effetti  | in occasione del terremoto di: |    |    |
|------|----|----|----|----|----------|--------------------------------|----|----|
| Ye   | Mo | Da | Ho | Mi | Is (MCS) | Area epicentrale               | Ix | Ms |
| 1688 | 04 | 11 | 11 | 30 | 75       | ROMAGNA                        | 90 | 62 |
| 1781 | 04 | 04 |    |    | 75       | FAENTINO                       | 90 | 62 |
| 1509 | 04 | 19 |    |    | 70       | FAENZA                         | 70 | 50 |
| 1781 | 07 | 17 | 09 | 10 | 70       | FAENTINO                       | 80 | 55 |
| 1813 | 09 | 21 |    |    | 70       | FAENZA                         | 70 | 50 |
| 1279 | 04 | 30 |    |    | 65       | ROCCA SAN CASCIANO             | 75 | 52 |
| 1591 | 07 | 10 |    |    | 65       | FORLI`                         | 65 | 47 |
| 1661 | 03 | 22 | 12 | 45 | 65       | CIVITELLA DI ROM.              | 90 | 62 |
| 1725 | 10 | 28 |    |    | 65       | FAENTINO                       | 70 | 50 |
| 1861 | 10 | 16 |    |    | 65       | FORLI`                         | 70 | 47 |
| 1887 | 09 | 30 | 15 | 52 | 65       | FAENZA                         | 65 | 44 |
| 1732 | 08 | 09 |    |    | 60       | FAENZA                         | 60 | 44 |
| 1875 | 03 | 17 |    |    | 60       | RIMINI                         | 80 | 52 |
| 1909 | 01 | 13 | 00 | 45 | 60       | BASSA PADANA                   | 65 | 54 |
| 1911 | 02 | 19 | 07 | 18 | 60       | FORLIVESE                      | 75 | 52 |
| 1935 | 06 | 05 | 11 | 48 | 60       | FAENTINO                       | 60 | 51 |
| 1117 | 01 | 03 | 13 |    | D        | VERONESE                       | 90 | 64 |
| 1653 | 08 | 15 |    |    | 50       | CESENA                         | 65 | 47 |
| 1870 | 10 | 30 |    |    | 50       | MELDOLA                        | 80 | 55 |
| 1913 | 07 | 21 | 22 | 35 | 50       | VALLE DEL LAMONE               | 60 | 47 |
| 1914 | 10 | 27 | 09 | 22 | 50       | GARFAGNANA                     | 70 | 58 |
| 1916 | 08 | 16 | 07 | 06 | 50       | RIMINESE                       | 80 | 61 |

|                  |    |                    |     |    |
|------------------|----|--------------------|-----|----|
| 1918 11 10 15 12 | 50 | S. SOFIA           | 80  | 58 |
| 1919 06 29 15 06 | 50 | MUGELLO            | 90  | 63 |
| 1931 04 05 13 34 | 45 | FAENTINO           | 65  | 47 |
| 1672 04 14 15 15 | 40 | RIMINI             | 80  | 55 |
| 1929 07 18 21 02 | 40 | MUGELLO            | 70  | 47 |
| 1930 10 30 07 13 | 40 | SENIGALLIA         | 85  | 60 |
| 1936 10 18 03 10 | 40 | BOSCO CANSIGLIO    | 90  | 58 |
| 1924 01 02 08 55 | 35 | SENIGALLIA         | 75  | 55 |
| 1931 09 05 01 26 | 35 | FIRENZUOLA         | 70  | 47 |
| 1956 05 26 18 40 | 35 | S. SOFIA           | 65  | 47 |
| 1980 11 23 18 34 | 35 | IRPINIA-LUCANIA    | 100 | 69 |
| 1505 01 03 02    | F  | BOLOGNA            | 70  | 50 |
| 1828 10 08       | F  | FORLI`             | 65  | 47 |
| 1768 10 19 23    | 30 | S. SOFIA           | 80  | 55 |
| 1881 02 12       | 30 | RUSSI              | 65  | 47 |
| 1929 04 20 01 09 | 30 | BOLOGNESE          | 75  | 54 |
| 1951 05 15 22 54 | 30 | LODIGIANO          | 60  | 49 |
| 1952 07 04 20 35 | 30 | ROCCA SAN CASCIANO | 60  | 44 |
| 1957 04 17 02 22 | 30 | S. SOFIA           | 60  | 42 |
| 1972 10 25 21 56 | 30 | PASSO CISA         | 50  | 47 |
| 1874 10 07       | 25 | IMOLESE            | 70  | 50 |
| 1971 07 15 01 33 | 10 | PARMENSE           | 80  | 54 |
| 1904 02 25 18 47 | NF | APP. REGGIANO      | 75  | 53 |
| 1904 11 17 05 02 | NF | PISTOIESE          | 70  | 50 |

### Storia sismica di FAENZA (RA)







0 m s.l.m.

- 50

Ma = milioni di anni

- 100

My = millions of years

- 150

Isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore (depositi della Pianura Padana di età 0,45 Ma - Presente) riferita al livello del mare

- 200

- 250

Isobathes of the base of the Emilia-Romagna Upper Synthem (Po Plain deposits 0,45 My - Present in age) referred to the sea level

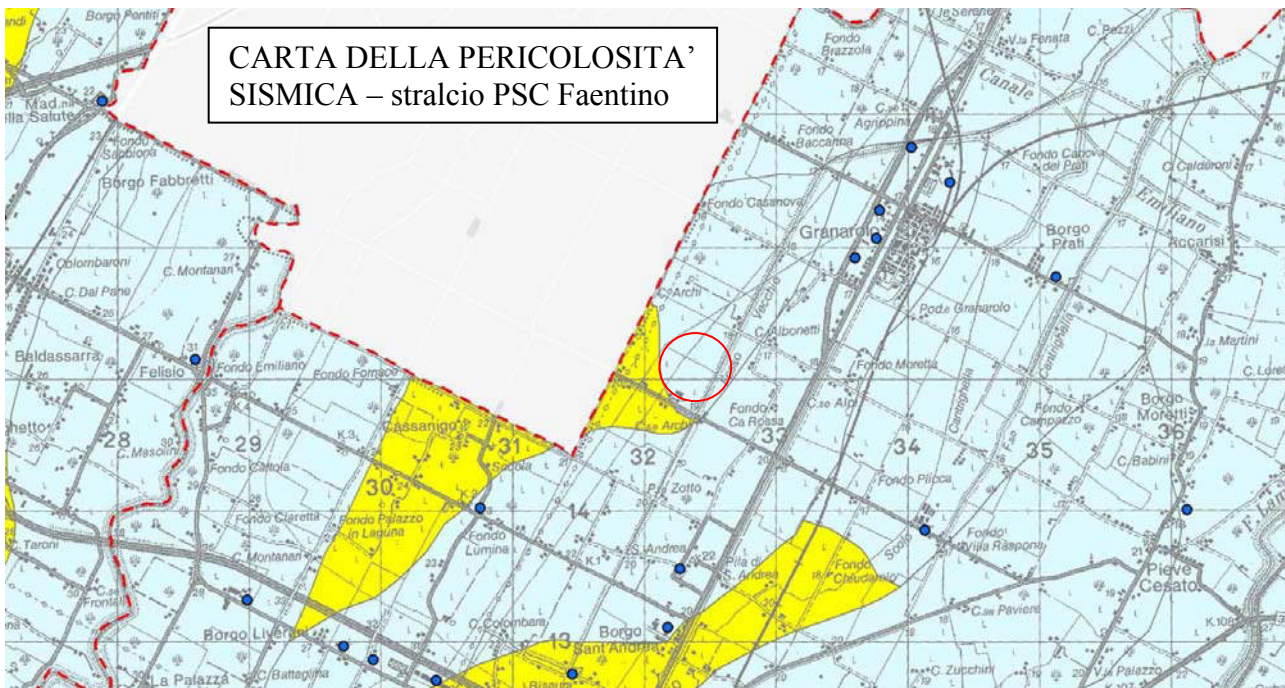
- 300

- 350

- 400

### Meccanismi focali *Earthquake focal solutions*



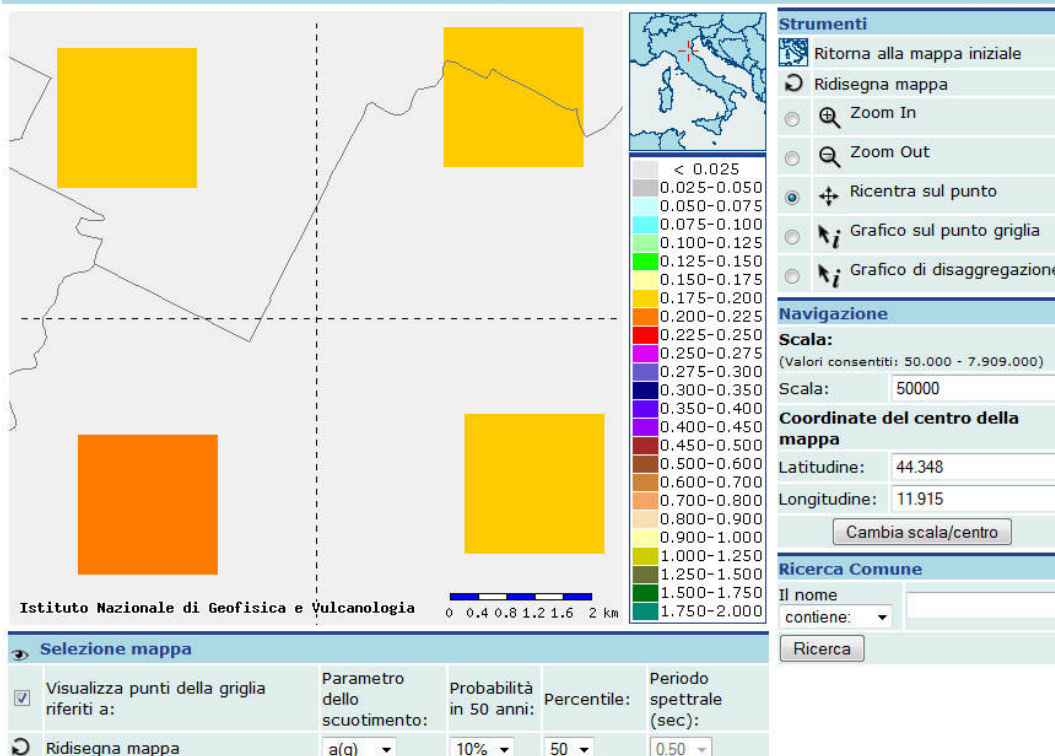


### Categorie di suolo di fondazione

- A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati d'alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m
  - B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decime di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s
  - C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s
  - C/D - Depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 variabili tra <180 e 360 m/s
  - E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C e C/D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 >> 360 m/s
- — — — — Isobata 20 metri del substrato rigido



# Mappe interattive di pericolosità sismica



**Strumenti**

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

**Navigazione**

**Scala:** (Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)  
Scala:

**Coordinate del centro della mappa**

Latitudine:   
Longitudine:

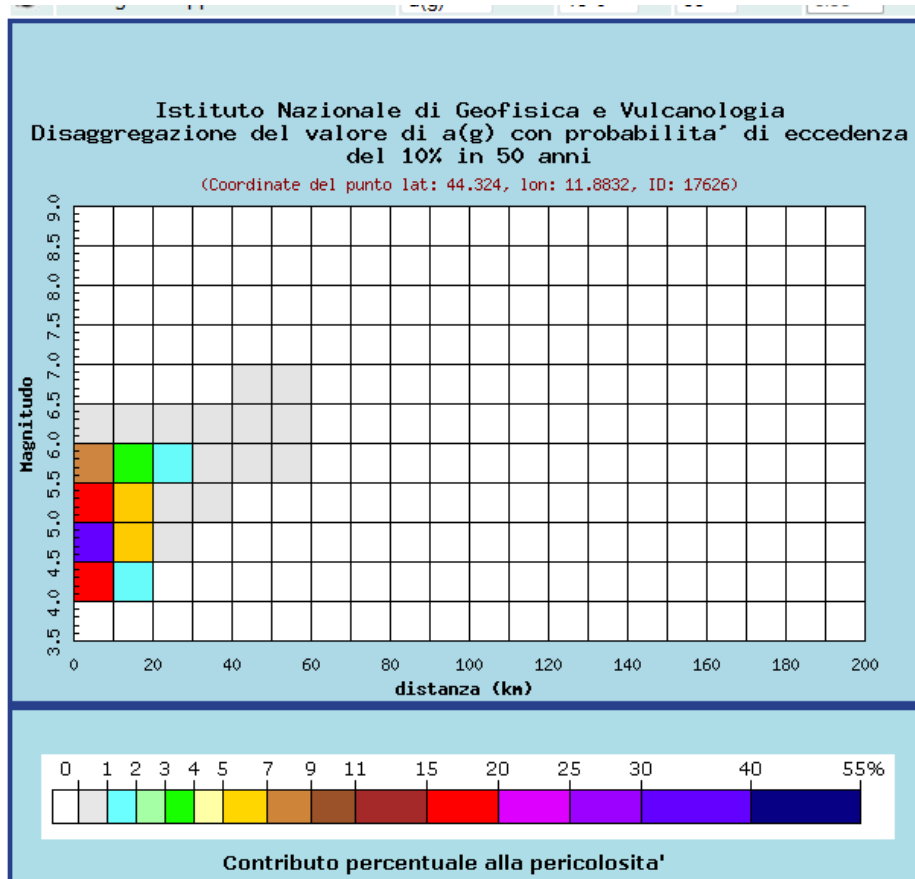
**Ricerca Comune**

Il nome contiene:

**Selezione mappa**

| <input checked="" type="checkbox"/>  | Visualizza punti della griglia riferiti a: | Parametro dello scuotimento: | Probabilità in 50 anni: | Percentile: | Periodo spettrale (sec): |
|--|--|------------------------------|-------------------------|-------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> <td>Ridisegna mappa</td> <td>a(g)</td> <td>10%</td> <td>50</td> <td>0.50</td> | Ridisegna mappa                            | a(g)                         | 10%                     | 50          | 0.50                     |

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 0 0.4 0.8 1.2 1.6 2 km





| Distanza in km | Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni<br>(Coordinate del punto lat: 44.324, lon: 11.8832, ID: 17626) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | 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  | 18.400  | 34.700  | 19.800  | 7.660   | 0.091   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 10-20          | 0.000  | 1.380   | 5.210   | 5.970   | 3.980   | 0.194   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 20-30          | 0.000  | 0.000   | 0.126   | 0.838   | 1.090   | 0.097   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 30-40          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.034   | 0.242   | 0.042   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 40-50          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.028   | 0.027   | 0.003   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 50-60          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.001   | 0.005   | 0.002   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 60-70          | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 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 |
| 4.930       | 6.720    | 0.985   |

## 8.2 Liquefazione

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

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

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

Per l'area in esame sono state eseguite verifiche di liquefazione con il metodo AGI (2005) e Robertson (1998), facendo riferimento a favore della sicurezza ad una magnitudo momento corrispondente a  $M=5.5$ , decisamente superiore rispetto a quella attesa sul sito per un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, che a pari a  $M=4.93$ .

Le verifiche eseguite hanno evidenziato un indice di potenziale di liquefazione da basso a nullo. Il che esclude al possibilità che sull'area oggetto di variante si possano manifestare fenomeni di liquefazione a seguito di un sisma di progetto.

Inoltre i cedimenti post sisma, sia dovuti alla parte granulare sia ai terreni fini, risultano compatibili nei termini degli SLU con le strutture previste, essendo compresi tra circa 2 cm ed un massimo di 15 cm. Pertanto in caso di un sisma di progetto non si avrà collasso della struttura causa cedimenti del terreno.

Infine si osserva che la magnitudo momento per un sisma di progetto e per il sito in esame risulta inferiore al valore di  $M=5$  ( $M=4.93$ ) limite per cui le energie sono tali da poter indurre eventuali fenomeni di liquefazione.

## 9. CONSIDERAZIONE GEOTECNICHE

### 9.1 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. Relativamente ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici.

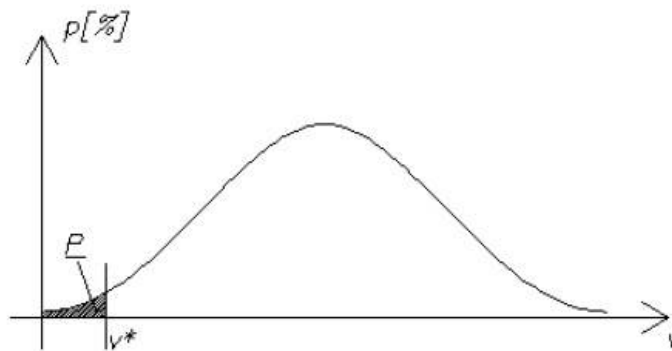
In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

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 nonché all'incertezza dovuta alle informazioni non complete generalmente a disposizione tramite prove in situ e di laboratorio;
- *Valore che influenza l'insorgere dello stato limite*: il valore caratteristico è in funzione dello stato limite considerato, ad esempio la rottura al collasso verticale della fondazione. Si osserva che se invece della rottura al collasso verticale, esaminiamo la rottura allo slittamento, il valore del parametro geotecnico sarà generalmente diverso.

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

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



*Densità di probabilità p*

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

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

1. Elevati volumi di terreno;
2. Piccoli volumi di terreno.



### 1. Elevati volumi di terreno

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

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

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

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

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

$s$  = deviazione standard del campione

$n$  = numero di dati

### 2. Piccoli volumi di terreno

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

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

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

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

$z$  = distribuzione normale standardizzata

$s$  = deviazione standard del campione

### 3. Campioni di scarsa numerosità

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

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

Dove:

$x_k$  = valore caratteristico desiderato

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

$COV$  = covarianza

Diversi autori propongono valori di covarianza per i vari parametri geotecnici

Shneider (1997)

Angolo di attrito = 10%

Coesione = 40%

Modulo di comprimibilità = 40%

Phoon et al. 1995

Peso di volume naturale = 7%

Valore di  $q_c$  (MPa) per sabbie = 38%

Valore di  $q_c$  (MPa) per argille limose = 27%

Valore di  $q_T$  (MPa) per argille = 8%

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

## 9.2 Valutazione dei parametri geotecnici caratteristici

Nel caso in esame, in base alla tipologia di edifici previsti nella lottizzazione, si ipotizza: Fondazioni a plinti con larghezza di circa 3 metri poste alla profondità di circa 1.5 metri;

Si evidenzia che in base alle indagini geognostiche eseguite, per le verifiche delle resistenze, si può schematizzare il sottosuolo considerando comportamento coesivo, scegliendo parametri in condizioni non drenate.

Nel caso specifico si è fatto riferimento alle quattro prove eseguite sul sito oggetto di variante al PRG.

| <b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 3 m</b> |             | <b>Condizioni non drenate</b>                   |   |                          |                            |
|---|-------------|---|---|--------------------------|----------------------------|
|   |             | <b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b> | <b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b> | <b>Valore Media</b>      | <b>Deviazione Standard</b> |
| ANGOLO DI ATTRITTO  | $\phi$ □    | n/a   | n/a   | n/a                      | n/a                        |
| COESIONE DRENATA  | $C'$        | n/a   | n/a   | n/a                      | n/a                        |
| COESIONE NON DRENATA  | $C_u$       | 0.76 daN/cm <sup>2</sup>                        | 0.56 daN/cm <sup>2</sup>                        | 0.76 daN/cm <sup>2</sup> | 0.12 daN/cm <sup>2</sup>   |
| ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE                              | $\phi_{cv}$ | n/a   | n/a   | n/a                      | n/a                        |
| COEFFICIENTE DI POISSON   | $P$         |   |   | 0.36                     |                            |
| MODULO ELASTICO   | $E$         | 201 daN/cm <sup>2</sup>                         | 118 daN/cm <sup>2</sup>                         | 205 daN/cm <sup>2</sup>  | 53 daN/cm <sup>2</sup>     |
| Ki DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM                         | $K_i$       |   |   | 2.64 daN/cm <sup>2</sup> |                            |
| Kw DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 3 m                    | $K_w$       |   |   | 0.79 daN/cm <sup>2</sup> |                            |
| DENSITA' DEL TERRENO  | $\rho$ □    | 1774 daN/m <sup>3</sup>                         | 1665 daN/m <sup>3</sup>                         | 1779 daN/m <sup>3</sup>  | 69 daN/m <sup>3</sup>      |
| DENSITA' SECCO DEL TERRENO  | $\rho_s$    | 1374 daN/m <sup>3</sup>                         | 1265 daN/m <sup>3</sup>                         | 1379 daN/m <sup>3</sup>  | 69 daN/m <sup>3</sup>      |

| <b>Parametro per fondazioni superficiali di larghezza B = 3 m</b> |             | <b>Condizioni drenate</b>                       |   |                          |                            |
|---|-------------|---|---|--------------------------|----------------------------|
|   |             | <b>Valore Caratteristico per Elevati Volumi</b> | <b>Valore Caratteristico per Piccoli Volumi</b> | <b>Valore Media</b>      | <b>Deviazione Standard</b> |
| ANGOLO DI ATTRITTO  | $\phi$ □    | 22.6 °  | 19.5 °  | 22.7 °                   | 2 °                        |
| COESIONE DRENATA  | $C'$        | 0.43 daN/cm <sup>2</sup>                        | 0.29 daN/cm <sup>2</sup>                        | 0.44 daN/cm <sup>2</sup> | 0.09 daN/cm <sup>2</sup>   |
| COESIONE NON DRENATA  | $C_u$       | n/a   | n/a   | n/a                      | n/a                        |
| ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE                              | $\phi_{cv}$ | n/a   | n/a   | n/a                      | n/a                        |
| COEFFICIENTE DI POISSON   | $P$         |   |   | 0.37                     |                            |
| MODULO ELASTICO   | $E$         | 204 daN/cm <sup>2</sup>                         | 122 daN/cm <sup>2</sup>                         | 208 daN/cm <sup>2</sup>  | 52 daN/cm <sup>2</sup>     |
| Ki DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM                         | $K_i$       |   |   | 2.65 daN/cm <sup>2</sup> |                            |
| Kw DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 3 m                    | $K_w$       |   |   | 0.8 daN/cm <sup>2</sup>  |                            |
| DENSITA' DEL TERRENO  | $\rho$ □    | 1777 daN/m <sup>3</sup>                         | 1672 daN/m <sup>3</sup>                         | 1781 daN/m <sup>3</sup>  | 67 daN/m <sup>3</sup>      |
| DENSITA' SECCO DEL TERRENO  | $\rho_s$    | 1377 daN/m <sup>3</sup>                         | 1272 daN/m <sup>3</sup>                         | 1381 daN/m <sup>3</sup>  | 67 daN/m <sup>3</sup>      |

Tali valori caratteristici della coesione non drenata potranno essere applicati in prima approssimazione per la valutazione delle resistenze del terreno di fondazione ai carichi verticali agli



SLU, per le due tipologie di fondazione ipotizzate, una volta note le caratteristiche dello specifico edificio in progetto.

Più precise valutazioni geotecniche dovranno essere eseguite in fase di definizione dei progetti definitivi ed esecutivi sulla base delle indagini specifiche, eventualmente da integrarsi se del caso con quelle eseguite per questa relazione, ed alle caratteristiche strutturali dell' opera in progetto.

### **9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato**

Si valutano i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità litostratigrafiche.

I parametri rappresentano una stima cautelativa rispetto a quanto emerso dal confronto tra le varie prove penetrometriche eseguite nell'area di interesse.

Si riportano anche i valori caratteristici per la prova n. 1, fino alla massima profondità indagata di - 23.5 m dal piano di campagna attuale.

|  |
|--|
| ANGOLO DI ATTRITO  |
| ANGOLO DI ATTRITO A VOLUME COSTANTE                            |
| DENSITA' RELATIVA  |
| COESIONE DRENATA   |
| COESIONE NON DRENATA   |
| COEFFICIENTE DI POISSON  |
| MODULO ELASTICO  |
| MODULO EDOMETRICO  |
| 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                                     |

### VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

| UNITA'     | CPT 1 |       | CPT 2 |       | CPT 3 |       | CPT 4 |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     |
| GEOTECNICA | 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  |
| B          | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  |
| C          | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  |
| D          | 8.00  | 13.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 |
| E          | 13.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 |
| F          | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 |

| ic      | LITOTIPO PREVALENTE           |
|---------|-------------------------------|
| MEDIANA | ROBERTSON 1990                |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.89    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.81    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.76    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.94    | limo argilloso-argilla limosa |

| $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr | C'                  | Cu                  | P    | E                  | M                   | Ki                 | Kh                 | $\rho$             | $\rho_s$ |
|--------|-------------|----|---------------------|---------------------|------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| °      | °           | %  | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/mc    |
| 18.1   |             |    | 0.50                | 0.65                | 0.21 | 161                | 54                  | 2.28               | 0.009              | 1777               | 1377     |
| 20.1   |             |    | 0.30                | 0.56                | 0.23 | 127                | 42                  | 1.95               | 0.008              | 1677               | 1277     |
| 19.4   |             |    | 0.19                | 0.71                | 0.40 | 171                | 57                  | 2.48               | 0.010              | 1729               | 1329     |
| 23.3   |             |    | 0.00                | 0.72                | 0.40 | 134                | 45                  | 2.52               | 0.010              | 1679               | 1279     |
| 21.3   |             |    | 0.00                | 0.82                | 0.35 | 124                | 22                  | 2.14               | 0.009              | 1687               | 1287     |
| 23.2   |             |    | 0.00                | 0.75                | 0.40 | 122                | 41                  | 2.61               | 0.010              | 1651               | 1251     |

### VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

| UNITA'     | CPT 1 |       | CPT 2 |       | CPT 3 |       | CPT 4 |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     |
| GEOTECNICA | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     |
| A          | 0.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  |       | 1.00  |       | 1.00  |
| B          | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  |
| C          | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  |
| D          | 8.00  | 13.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 |
| E          | 13.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 |
| F          | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 |

| ic      | LITOTIPO PREVALENTE           |
|---------|-------------------------------|
| MEDIANA | ROBERTSON 1990                |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.89    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.81    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.76    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.94    | limo argilloso-argilla limosa |

| $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr | C'                  | Cu                  | P    | E                  | M                   | Ki                 | Kh                 | $\rho$             | $\rho_s$ |
|--------|-------------|----|---------------------|---------------------|------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| °      | °           | %  | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/mc    |
| 20.2   |             |    | 0.50                | 0.86                | 0.23 | 244                | 81                  | 3.00               | 0.012              | 1856               | 1456     |
| 22.3   |             |    | 0.44                | 0.76                | 0.34 | 209                | 70                  | 2.66               | 0.011              | 1784               | 1384     |
| 21.8   |             |    | 0.40                | 0.86                | 0.40 | 243                | 81                  | 3.01               | 0.012              | 1821               | 1421     |
| 25.1   |             |    | 0.11                | 0.90                | 0.40 | 231                | 77                  | 3.16               | 0.013              | 1755               | 1355     |
| 27.2   |             |    | 0.00                | 0.97                | 0.38 | 279                | 100                 | 3.15               | 0.013              | 1769               | 1369     |
| 25.1   |             |    | 0.00                | 0.89                | 0.40 | 220                | 73                  | 3.10               | 0.012              | 1734               | 1334     |

### VALORI MEDIE

| UNITA'     | CPT 1 |       | CPT 2 |       | CPT 3 |       | CPT 4 |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     |
| GEOTECNICA | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     | DA    | A     |
| A          | 0.00  | 1.00  | 0.00  | 1.00  |       | 1.00  |       | 1.00  |
| B          | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  | 1.00  | 5.00  |
| C          | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  | 5.00  | 8.00  |
| D          | 8.00  | 13.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 | 8.00  | 12.00 |
| E          | 13.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 | 12.00 | 16.00 |
| F          | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 | 16.00 | 19.00 |

| ic      | LITOTIPO PREVALENTE           |
|---------|-------------------------------|
| MEDIANA | ROBERTSON 1990                |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.85    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.89    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.81    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.76    | limo argilloso-argilla limosa |
| 2.94    | limo argilloso-argilla limosa |

| $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr | C'                  | Cu                  | P    | E                  | M                   | Ki                 | Kh                 | $\rho$             | $\rho_s$ |
|--------|-------------|----|---------------------|---------------------|------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| °      | °           | %  | daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> |      | kg/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> | kg/mc    |
| 20.5   |             |    | 0.50                | 0.88                | 0.24 | 254                | 85                  | 3.09               | 0.012              | 1866               | 1466     |
| 22.4   |             |    | 0.45                | 0.77                | 0.35 | 214                | 71                  | 2.70               | 0.011              | 1789               | 1389     |
| 21.9   |             |    | 0.42                | 0.87                | 0.40 | 249                | 83                  | 3.04               | 0.012              | 1827               | 1427     |
| 25.2   |             |    | 0.13                | 0.91                | 0.40 | 237                | 79                  | 3.20               | 0.013              | 1760               | 1360     |
| 27.7   |             |    | 0.00                | 0.98                | 0.39 | 290                | 106                 | 3.23               | 0.013              | 1775               | 1375     |
| 25.2   |             |    | 0.00                | 0.89                | 0.40 | 226                | 75                  | 3.13               | 0.013              | 1739               | 1339     |

Valori geotecnici caratteristici solo della prova n. 1 spinta fino a -23.5 m dal piano di campagna attuale.

|  |
|--|
| ANGOLO DI ATRITO   |
| ANGOLO DI ATRITO A VOLUME COSTANTE                             |
| DENSITA' RELATIVA  |
| COESIONE DRENATA   |
| COESIONE NON DRENATA   |
| COEFFICIENTE DI POISSON  |
| MODULO ELASTICO  |
| MODULO EDOMETRICO  |
| 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                                     |

**VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI**

| UNITA'     | CPT 1 |       | Ic      | LITOTIPO PREVALENTE           | $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr   | C'      | Cu      | P      | E       | M     | Ki    | Kh     | $\rho$ | $\rho_s$ |
|------------|-------|-------|---------|-------------------------------|--------|-------------|------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|--------|--------|----------|
|            | DA    | A     |         |                               | °      | °           | %    | daN/cmq | daN/cmq | kg/cmq | daN/cmq | kg/cm | kg/cm | kg/cm  | kg/mc  |          |
| GEOTECNICA | DA    | A     | MEDIANA | ROBERTSON 1990                |        |             |      |         |         |        |         |       |       |        |        |          |
| A          | 0.00  | 1.00  | 2.88    | limo argilloso-argilla limosa | 19.1   |             |      | 0.50    | 0.68    | 0.22   | 167     | 56    | 2.39  | 0.010  | 1751   | 1351     |
| B          | 1.00  | 5.00  | 2.86    | limo argilloso-argilla limosa | 20.0   |             |      | 0.16    | 0.43    | 0.24   | 72      | 24    | 1.51  | 0.006  | 1588   | 1188     |
| C          | 5.00  | 10.50 | 2.83    | limo argilloso-argilla limosa | 21.0   |             |      | 0.00    | 0.70    | 0.40   | 135     | 45    | 2.43  | 0.010  | 1667   | 1267     |
| D          | 10.50 | 13.00 | 2.63    | limo argilloso-argilla limosa | 25.1   |             |      | 0.00    | 1.03    | 0.25   | 137     | 51    | -0.14 | -0.001 | 1738   | 1338     |
| E          | 13.00 | 16.00 | 2.06    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 32.6   | 30.2        | 34.5 |         |         | 0.33   | 331     | 118   | 0.92  | 0.031  | 1744   | 1344     |
| F          | 16.00 | 19.00 | 2.98    | argilla-argilla limosa        | 23.2   |             |      | 0.00    | 0.83    | 0.40   | 219     | 73    | 2.92  | 0.012  | 1726   | 1326     |
| G          | 19.00 | 20.80 | 2.54    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 25.2   | 23.9        | 22.5 |         |         | 0.23   | -5      | 185   | -1.18 | -0.039 | 1902   | 1502     |
| H          | 20.80 | 22.00 | 3.10    | argilla-argilla limosa        | 21.3   |             |      | 0.00    | 0.92    | 0.40   | 274     | 91    | 3.23  | 0.013  | 1821   | 1421     |
| I          | 22.00 | 23.50 | 2.13    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 29.9   | 26.6        | 42.5 |         |         | 0.32   | 356     | 235   | 1.95  | 0.065  | 1908   | 1508     |

**VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI**

| UNITA'     | CPT 1 |       | Ic      | LITOTIPO PREVALENTE           | $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr   | C'      | Cu      | P      | E       | M     | Ki    | Kh    | $\rho$ | $\rho_s$ |
|------------|-------|-------|---------|-------------------------------|--------|-------------|------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|----------|
|            | DA    | A     |         |                               | °      | °           | %    | daN/cmq | daN/cmq | kg/cmq | daN/cmq | kg/cm | kg/cm | kg/cm | kg/mc  |          |
| GEOTECNICA | DA    | A     | MEDIANA | ROBERTSON 1990                |        |             |      |         |         |        |         |       |       |       |        |          |
| A          | 0.00  | 1.00  | 2.88    | limo argilloso-argilla limosa | 20.6   |             |      | 0.50    | 0.75    | 0.23   | 199     | 66    | 2.63  | 0.011 | 1802   | 1402     |
| B          | 1.00  | 5.00  | 2.86    | limo argilloso-argilla limosa | 22.8   |             |      | 0.34    | 0.64    | 0.35   | 160     | 53    | 2.26  | 0.009 | 1722   | 1322     |
| C          | 5.00  | 10.50 | 2.83    | limo argilloso-argilla limosa | 23.7   |             |      | 0.23    | 0.84    | 0.40   | 221     | 74    | 2.95  | 0.012 | 1763   | 1363     |
| D          | 10.50 | 13.00 | 2.63    | limo argilloso-argilla limosa | 26.2   |             |      | 0.04    | 1.08    | 0.32   | 211     | 98    | 1.69  | 0.007 | 1796   | 1396     |
| E          | 13.00 | 16.00 | 2.06    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 34.3   | 30.9        | 43.0 |         |         | 0.34   | 422     | 177   | 2.25  | 0.075 | 1816   | 1416     |
| F          | 16.00 | 19.00 | 2.98    | argilla-argilla limosa        | 24.3   |             |      | 0.00    | 0.89    | 0.40   | 248     | 83    | 3.11  | 0.012 | 1761   | 1361     |
| G          | 19.00 | 20.80 | 2.54    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 25.5   | 24.1        | 24.9 |         |         | 0.28   | 181     | 208   | 0.71  | 0.024 | 1918   | 1518     |
| H          | 20.80 | 22.00 | 3.10    | argilla-argilla limosa        | 22.0   |             |      | 0.00    | 1.00    | 0.40   | 310     | 103   | 3.51  | 0.014 | 1850   | 1450     |
| I          | 22.00 | 23.50 | 2.13    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 31.2   | 27.3        | 46.8 |         |         | 0.33   | 415     | 265   | 2.71  | 0.090 | 1932   | 1532     |

**VALORI MEDIE**

| UNITA'     | CPT 1 |       | Ic      | LITOTIPO PREVALENTE           | $\phi$ | $\phi_{cv}$ | Dr   | C'      | Cu      | P      | E       | M     | Ki    | Kh    | $\rho$ | $\rho_s$ |
|------------|-------|-------|---------|-------------------------------|--------|-------------|------|---------|---------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|----------|
|            | DA    | A     |         |                               | °      | °           | %    | daN/cmq | daN/cmq | kg/cmq | daN/cmq | kg/cm | kg/cm | kg/cm | kg/mc  |          |
| GEOTECNICA | DA    | A     | MEDIANA | ROBERTSON 1990                |        |             |      |         |         |        |         |       |       |       |        |          |
| A          | 0.00  | 1.00  | 2.88    | limo argilloso-argilla limosa | 21.2   |             |      | 0.50    | 0.78    | 0.23   | 213     | 71    | 2.72  | 0.011 | 1823   | 1423     |
| B          | 1.00  | 5.00  | 2.86    | limo argilloso-argilla limosa | 23.1   |             |      | 0.36    | 0.67    | 0.36   | 170     | 57    | 2.34  | 0.009 | 1737   | 1337     |
| C          | 5.00  | 10.50 | 2.83    | limo argilloso-argilla limosa | 24.0   |             |      | 0.26    | 0.86    | 0.40   | 231     | 77    | 3.01  | 0.012 | 1775   | 1375     |
| D          | 10.50 | 13.00 | 2.63    | limo argilloso-argilla limosa | 26.7   |             |      | 0.11    | 1.12    | 0.35   | 244     | 119   | 2.51  | 0.010 | 1822   | 1422     |
| E          | 13.00 | 16.00 | 2.06    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 34.6   | 31.0        | 44.6 |         |         | 0.34   | 438     | 187   | 2.49  | 0.083 | 1829   | 1429     |
| F          | 16.00 | 19.00 | 2.98    | argilla-argilla limosa        | 24.4   |             |      | 0.00    | 0.90    | 0.40   | 251     | 84    | 3.14  | 0.013 | 1766   | 1366     |
| G          | 19.00 | 20.80 | 2.54    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 25.9   | 24.0        | 30.4 |         |         | 0.32   | 363     | 230   | 2.57  | 0.086 | 1933   | 1533     |
| H          | 20.80 | 22.00 | 3.10    | argilla-argilla limosa        | 22.2   |             |      | 0.00    | 1.02    | 0.40   | 319     | 106   | 3.58  | 0.014 | 1857   | 1457     |
| I          | 22.00 | 23.50 | 2.13    | sabbia limosa-limo sabbioso   | 31.8   | 27.6        | 48.9 |         |         | 0.33   | 443     | 279   | 3.07  | 0.102 | 1943   | 1543     |

### 9.3 Valutazione degli Stati Limite Ultimi (SLU)

In base alle NTC 2008 le valutazioni geotecniche delle SLU non possono più essere esemplificative, come per le precedenti normative.

Infatti per una corretta valutazione delle resistenze devono essere note le caratteristiche della struttura: massa, altezza, tipologia strutturale, duttilità etc.

Eseguire valutazioni di resistenza, ad esempio ai carichi verticali, senza sufficienti conoscenze del progetto, potrebbe risultare fuorviante e determinare considerazioni non appropriate alla situazione geotecnica in sito.

Pertanto, in attesa di specifiche istruzioni da parte delle amministrazioni preposte, in questa fase di progettazione della lottizzazione, cercando la coerenza con le relazioni geologiche e geotecniche ante NTC 2008, si procede alla valutazione del collasso al carico limite ( $N_{lim}$ ) in condizioni **esclusivamente statiche**, senza tenere conto delle azioni del sisma.

Nel caso specifico si ipotizza una fondazione a plinto con larghezza di 3 metri, con incastro terreno-fondazione di 1 metro.

Per i parametri geotecnici, in condizioni non drenate, si utilizzano quelli caratteristici precedentemente ricavati.

#### **Utilizzando i seguenti dati, ipotesi fondazione a plinti (esclusivamente condizioni statiche)**

##### **VALUTAZIONE DEL CARICO DI ROTTURA IN TERRENO OMOGENEO**

Per la verifica del carico di rottura ( $Q_r$ ) si applica la formula di Terzaghi:

$$Q_r = N_c * c * s_c * s_k + N_q * g_1' * D + 0.5 * N_g * g_2' * B * s_g = 46.0 \text{ ton/mq}$$

|         |        |   |   |      |  |
|---------|--------|---|---|------|--|
| in cui: | $N_c$  | fattore di capacità portante dipendente dal $\phi$                              | = | 5.14 | (Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_c = (N_q - 1) * \cotan(\phi)$                     |
|         | $N_q$  | fattore di capacità portante dipendente dal $\phi$                              | = | 1.00 | (Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_q = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \tan(\phi))}$ |
|         | $N_g$  | fattore di capacità portante dipendente dal $\phi$                              | = | 0.00 | (Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_g = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$                   |
|         |        | (fattori calcolati assumendo un angolo di attrito interno effettivo $\phi$ )    | = | 0.00 | $s_k = 0^2$  |
|         |        | ed applicando una riduzione per $\phi$ per l'addensamento del terreno ( $s_k$ ) |   |      |  |
|         | $s_k$  | coefficiente di riduzione per addensamento basso                                | = | 1.00 | (1.0 per terreni molto addensati; 0.67 per terreni poco addensati)               |
|         | $c$    | coesione  | = | 7.00 | ton/mq   |
|         | $g_1'$ | peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione                          | = | 1.90 | ton/mc   |
|         | $g_2'$ | peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione                          | = | 1.00 | ton/mc   |
|         | $D$    | profondità di posa della fondazione   | = | 1.50 | m  |
|         | $B$    | larghezza della fondazione  | = | 3.00 | m  |
|         | $L$    | lunghezza della fondazione  | = | 3.00 | m  |
|         | $s_c$  | coefficiente di forma della fondazione  | = | 1.20 | (1.0 per nastriformi; 1.2 per quadrate e circolari)                              |
|         | $s_g$  | coefficiente di forma della fondazione  | = | 0.80 | (1.0 per nastriformi; 0.8 per quadrate; 0.6 per circolari)                       |

Applicando un fattore di sicurezza uguale a tre da applicare al carico di rottura ( $Q_r$ ), come prescritto del D.M.LL.PP. dell' 11-03-1988 si ottiene un carico ammissibile di:

$$Q_a = Q_r / 2.3 = 20.0 \text{ ton/mq} = 2.00 \text{ daN/cm}^2 = 200 \text{ kPa}$$

#### Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che il carico limite di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$N_{lim} = 460 \text{ [kPa]}$$

$$R_d = 200 \text{ [kPa]}$$



## **9.4 Valutazione dello Stato Limite di Esercizio (SLE) – deformazioni irreversibili**

Al fine di valutare in prima analisi l'entità delle deformazioni irreversibili delle prevedibili strutture della lottizzazione, si esegue la verifica dei cedimenti ipotizzando una fondazione a plinti di 3x3 m posta a 100 cm dal piano di campagna e con una pressione diffusamente distribuita sul terreno di  $Q_{am} = 100 \text{ kPa}$

Per la distribuzione dei carichi in profondità si è fatto uso del metodo di Steinbrenner con soluzione di Ohde, considerando una superficie di carico priva di rigidezza e uniformemente caricata. 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)

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

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

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

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle riportate negli allegati: i cedimenti ottenuti dai calcoli risultano compatibili con le prevedibili tipologie di fabbricati della lottizzazione in progetto.

Considerazioni più precise potranno in ogni caso essere eseguite alla luce di indagini specifiche sul sito di progetto ed in base alla effettiva tipologia di fabbricato in progetto.

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

# VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo  
 Benassi



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

| Profondità Z sotto<br>piano di posa fondazione | Modulo Edometrico M<br>CPT 1 (daN/cm <sup>2</sup> ) | Modulo Edometrico M<br>CPT 2 (daN/cm <sup>2</sup> ) | Modulo Edometrico M<br>CPT 3 (daN/cm <sup>2</sup> ) | Modulo Edometrico M<br>CPT 4 (daN/cm <sup>2</sup> ) | Rapporto di tensione Ip<br>verticale per una pianta<br>rettangolare di 3 x 3 metri | Profondità Z sotto<br>piano di posa fondazione | Cedimento (cm) CPT 1<br>con carico effettivo di<br>1.03 daN/cm <sup>2</sup>                   | Cedimento (cm) CPT 2<br>con carico effettivo di<br>1.03 daN/cm <sup>2</sup>                   | Cedimento (cm) CPT 3<br>con carico effettivo di<br>1.03 daN/cm <sup>2</sup>                  | Cedimento (cm) CPT 4<br>con carico effettivo di<br>1.03 daN/cm <sup>2</sup>                   |
|--|---|---|---|---|--|--|---|---|--|---|
|  | Benassi<br>Vari Autori<br>Kulhawy & Maine           | Benassi<br>Vari Autori<br>Kulhawy & Maine           | Benassi<br>Vari Autori<br>Kulhawy & Maine           | Benassi<br>Vari Autori<br>Kulhawy & Maine           | angolo pianta flessibile<br>centro pianta flessibile<br>pianta rigida              |  | angolo pianta flessibile 1.98 cm<br>centro pianta flessibile 4.45 cm<br>pianta rigida 4.04 cm | angolo pianta flessibile 1.62 cm<br>centro pianta flessibile 3.51 cm<br>pianta rigida 3.25 cm | angolo pianta flessibile 1.85 cm<br>centro pianta flessibile 4.02 cm<br>pianta rigida 3.7 cm | angolo pianta flessibile 1.77 cm<br>centro pianta flessibile 3.79 cm<br>pianta rigida 3.49 cm |

## CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b) **3.00 m**  
 Lunghezza fondazione (a) **3.00 m**

Carico applicato **1.200 daN/cm<sup>2</sup>**

Calcolo fino a profondità massima di **20.00 m** da piano fondazi

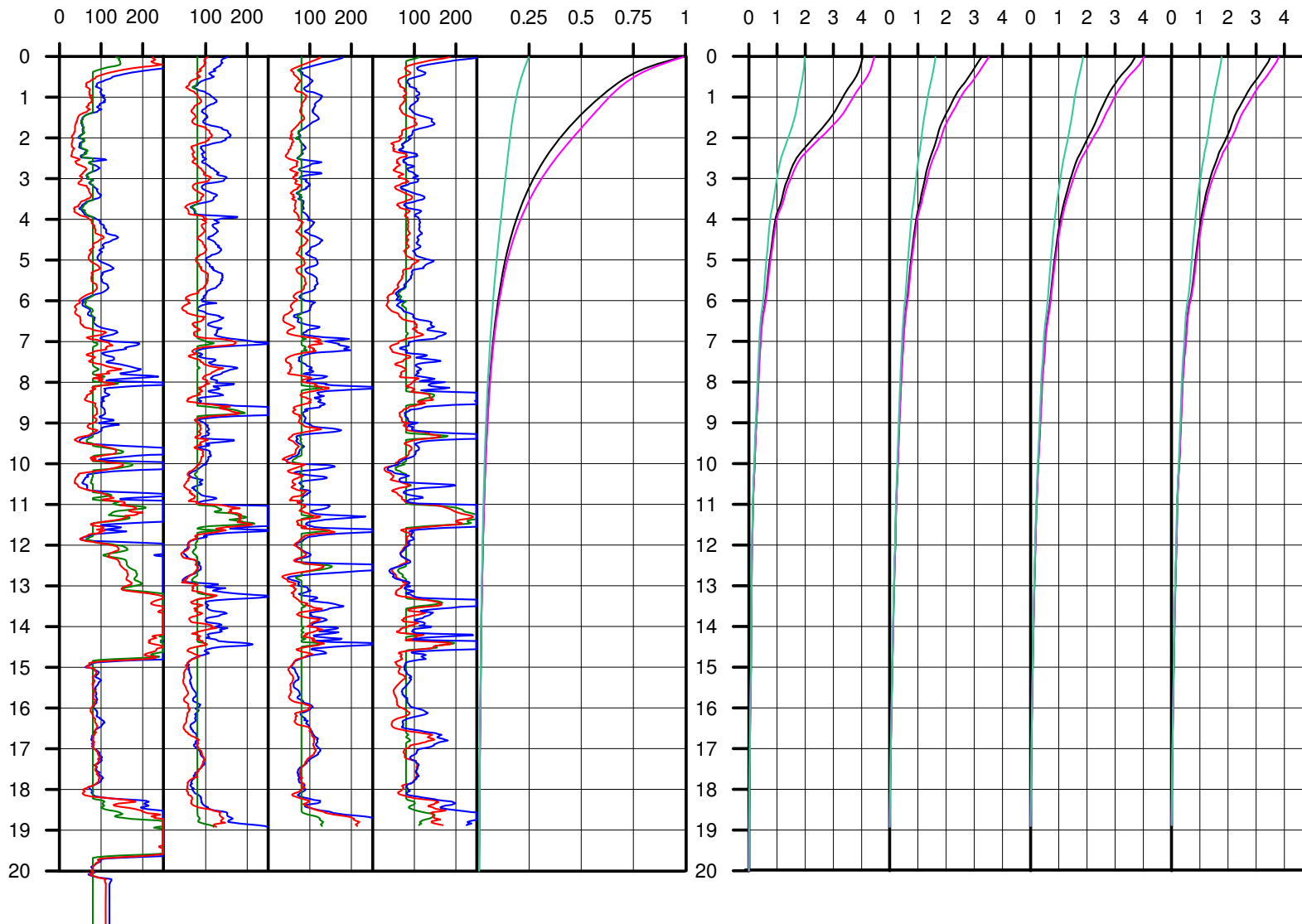
Modulo Edometrico secondo **Benassi**

**PROVA A 1**  
 Profondità fondazione **1.00 m**  
 Densità terreno sopra la fondazione **1700 daN/cm<sup>2</sup>**  
 Applicare detrazione per terreno asportato **si**  
 Carico effettivo sulle fondazione **1.030 daN/cm<sup>2</sup>**

**PROVA B 2**  
 Profondità fondazione **1.00 m**  
 Densità terreno sopra la fondazione **1700 daN/cm<sup>2</sup>**  
 Applicare detrazione per terreno asportato **si**  
 Carico effettivo sulle fondazione **1.030 daN/cm<sup>2</sup>**

**PROVA C 3**  
 Profondità fondazione **1.00 m**  
 Densità terreno sopra la fondazione **1700 daN/cm<sup>2</sup>**  
 Applicare detrazione per terreno asportato **si**  
 Carico effettivo sulle fondazione **1.030 daN/cm<sup>2</sup>**

**PROVA D 4**  
 Profondità fondazione **1.00 m**  
 Densità terreno sopra la fondazione **1700 daN/cm<sup>2</sup>**  
 Applicare detrazione per terreno asportato **si**  
 Carico effettivo sulle fondazione **1.030 daN/cm<sup>2</sup>**



**RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Comune                  | Faenza             |
| Localita'               | Granarolo Faentina |
| Committente             | Granfrutta Zani    |
| Fondazione rettangolare | 3 X 3 m            |
| Piano di posa           | 1 -- 1 m           |
| Carico applicato        | 1.2 daN/cm2        |

| Distanza fondazione tra (m) | spigolo |       |       |        |
|-----------------------------|---------|-------|-------|--------|
|                             | angolo  | corto | lungo | centro |
| angolo                      |         | 1.50  | 1.50  | 2.12   |
| spigolo corto               | 1.50    |       | 2.12  | 1.50   |
| spigolo lungo               | 1.50    | 2.12  |       | 1.50   |
| centro                      | 2.12    | 1.50  | 1.50  |        |

distanze ipotizzate della variabilità litogeotecnica

| Distanze tra le prove (m) | Prova 1 | Prova 2 | Prova 3 | Prova 4 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                           | Prova 1 |         | 10      | 20      |
| Prova 2                   | 10      |         | 20      | 30      |
| Prova 3                   | 20      | 20      |         | 30      |
| Prova 4                   | 30      | 30      | 30      |         |



**Società di Geologia Territoriale**

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

**CEDIMENTI PER CAUSA DI DIFFERENZE TRA LE PROVE**

| Pianta rettangolare rigida | Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi |
|----------------------------|---|
| Prova 1                    | 4.05                                    |
| Prova 2                    | 3.26                                    |
| Prova 3                    | 3.71                                    |
| Prova 4                    | 3.50                                    |

| Cedimenti differenziali (cm) | Prova 1 | Prova 2 | Prova 3 | Prova 4 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Prova 1                      |         | 0.790   | 0.338   | 0.549   |
| Prova 2                      | 0.790   |         | -0.451  | -0.241  |
| Prova 3                      | 0.338   | -0.451  |         | 0.211   |
| Prova 4                      | 0.549   | -0.241  | 0.211   |         |

| Cedimenti differenziali (%) | Prova 1 | Prova 2 | Prova 3 | Prova 4 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Prova 1                     |         | 0.079   | 0.017   | 0.018   |
| Prova 2                     | 0.079   |         | 0.023   | 0.008   |
| Prova 3                     | 0.017   | 0.023   |         | 0.007   |
| Prova 4                     | 0.018   | 0.008   | 0.007   |         |

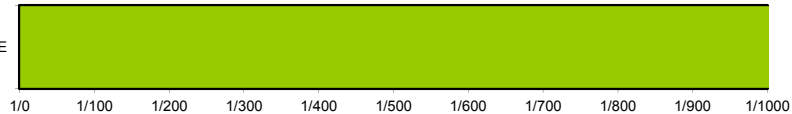
| Cedimenti differenziali massimi |      |       |
|---------------------------------|------|-------|
| cm                              | %    | L / Δ |
| 0.79                            | 0.08 | 1266  |

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

DISTORSIONE MASSIMA TRA PROVE L / Δ = 1266

D / L

TRA PROVE



|   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|---|
| D / L - 1/130<br>Pericolo generale per la struttura:<br>forti fessurazioni in pannelli e murature | D / L - 1/200<br>Inclinazione visibile di edifici alti e rigidi | D / L - 1/300<br>Prime fessurazioni su pareti di pannelli.<br>Limite per campante | D / L - 1/500<br>Limite di sicurezza per edifici dove non si vogliono fessurazioni | D / L - 1/600<br>Limite di pericolo per strutture con diagonali | D / L - 1/730<br>Difficoltà per macchine sensibili ai cedimenti |
|---|---|---|--|---|---|

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

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

## 10. CONCLUSIONI

L'area oggetto dell'indagine è caratterizzata da un morfotipo antropico, si trova nella zona agricola della pianura Faentina e la morfologia è pianeggiante con quote attorno a 18 ÷ 19 m slm.

L'idrografia principale è costituito dalla Scolo Fosso Vecchio che scorre in adiacenza Est dell'area oggetto di variante al PRG e risulta l'impluvio del microbacino idrografico a cui appartiene l'area in esame. Tale scolo è un canale principale di bonifica che defluisce nel Canale Destra Reno a Nord di Alfonsine.

L'area non è mai stata soggetta ad allagamenti. Anche l'evento estremo del 1996 non ha determinato allagamenti dell'area in esame.

La falda idrica superficiale nell'area di progetto presenta mediamente un livello statico compreso tra di -2.0 m e -3.0 m dal p.c., corrispondente ad un periodo idrogeologico medio. Mentre il massimo livello idrico si attesta attorno a circa -1.2÷1.3 m dal piano di campagna attuale.

All'interno dei corpi sabbiosi, presenti a partire da circa -7.0÷ -9.0 m dal piano di campagna, la falda idrica si attesta a circa -1.2÷-1.5 m dal piano di campagna.

La presenza di un livello di falda prossimo al p.c. impone all'atto della progettazione esecutiva dei fabbricati di considerare tutte quelle opere necessarie ad evitare allagamenti di eventuali scantinati e risalita capillare lungo le murature.

A grandi linee, i terreni dell'area indagata sono costituiti prevalentemente da terreni limoso-argillosi a consistenza media, con intercalazioni di livelli sabbioso limosi con assetto stratigrafico lentiforme tra la profondità compresa tra -7÷8 m e -16 m, fino a circa 19÷20 m dal piano di campagna. Da tale profondità iniziano i terreni granulari appartenenti alla conoide distale del F. Lamone. Alla profondità compresa tra -29.5 m e -30.0 m il sondaggio effettuato ha evidenziato la presenza di ghiaia in matrice sabbiosa e limosa.

In base al Piano Stralcio di Bacino di T. Senio l'area oggetto di variante al PRG non ricade in zona perimetrata. Sempre per tale Piano l'area è soggetta all'art. 20 che fornisce le prescrizioni in merito alle prestazioni del territorio riferite all'invarianza idraulica.

In base alle NTC 2008 l'area di interesse presenta un valore di  $ag/g = 0.199$ , con un substrato appartenente alla categoria di suolo C. Risulta un coefficiente di amplificazione sismica per tipo di suolo  $S=1.41$  ed, essendo in zona pianeggiante, il coefficiente di amplificazione morfologico risulta  $S_T = 1$ , quindi con accelerazione massima al suolo risulterà di  $a_{max}=0.281g$ .

Le frequenze fondamentali di risonanza del substrato del sito in esame, di interesse per l'ingegneria, risultano pari a

| Frequenza<br>(f=Hz) | Periodo<br>(T=sec) |
|---------------------|--------------------|
| 0.95                | 1.05               |

Le strutture di progetto dovranno avere frequenze diverse al fine di evitare pericolosi fenomeni di risonanza.

Il substrato del sito in esame non presenta rischio di liquefazione in caso di evento sismico di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, ed i cedimenti post sismici risultano compatibili con le previste strutture di progetto sull'area oggetto di variante.



Per l'area di lottizzazione in esame non risultano significative differenziazioni areali relativamente alle caratteristiche geologiche, sismiche e geotecniche significative per le future strutture di progetto. Conseguentemente risulta nel complesso uniforme ai fini del progetto di lottizzazione.

I cedimenti in condizioni statiche valutati ipotizzando una generica fondazione a plinti risultano nel complesso accettabili per le prevedibili strutture di progetto.

Alla luce delle indagini e delle valutazioni sopra esposte, si ammette l'idoneità dell'area di interesse ai fini della fattibilità geologica, sismica e geotecnica per la realizzazione di fabbricati, così come delineati dal progetto di variante al PRG e con le indicazioni riportate nella presente relazione.

Si rammenta che, in ogni caso, il presente studio ha solo carattere di indagine di massima e che, quindi, ogni costruzione dovrà essere corredata da opportuna relazione tecnica a carattere esecutivo, come prescritto dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni e dalle relative circolari esplicative che saranno in vigore all'atto degli esecutivi.

---

Febbraio 2012



## Appendice

### LA MODELLAZIONE EERA

La modellazione numerica dei dati ottenuti dalle diverse prove dirette e indirette, è stata realizzata tramite l'ausilio del software EERA (1998).

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 primi programmi sviluppati per questo scopo è stato SHAKE che è basato sulle soluzioni delle propagazioni delle onde di taglio, dovute a Kanai (1951), Roesset e Whitman (1969) e Tsai e Housner (1970).

Shake assume che il comportamento ciclico del terreno, può essere simulato usando un modello lineare equivalente. SHAKE91 è una delle recenti versioni di Shake.

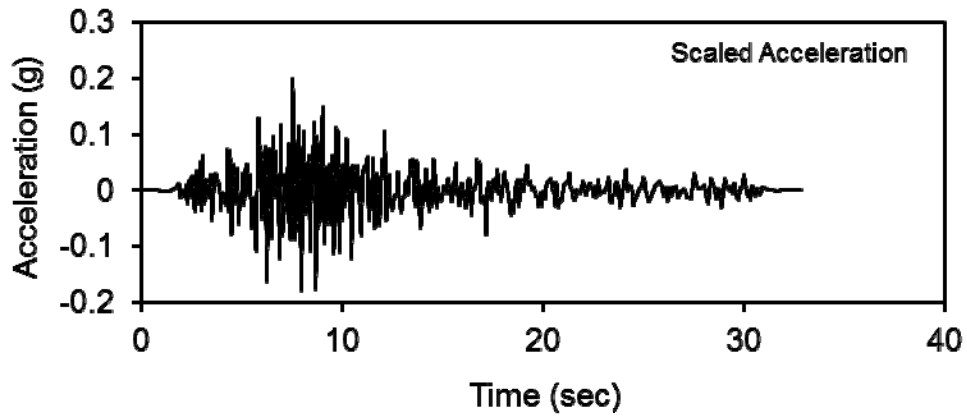
Nel 1998 è stato presentato il programma EERA, sviluppato in Fortran 90 partendo dagli stessi concetti di base di Shake; EERA è una moderna implementazione del concetto di analisi di risposta sismica.

La verifica monodimensionale dell'amplificazione locale, tramite l'utilizzo di EERA 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 selezionati dalla banca dati accelerometrica "European Strong Motion database" e forniti dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale.

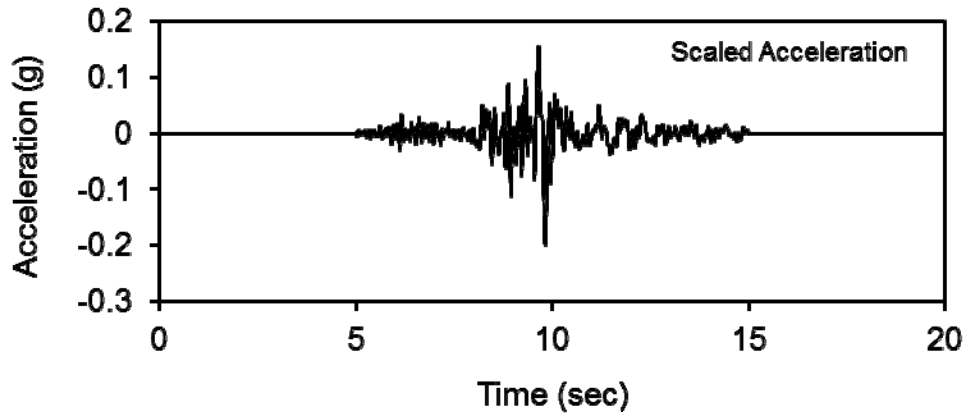
Si tratta di sismi che possono verificarsi nel territorio del comune oggetto di studio. Questi tre segnali sono già "scalati" rispetto al comune a cui si riferiscono, e sono rappresentati da tre differenti accelerogrammi di progetto, riportati nella delibera regionale:

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

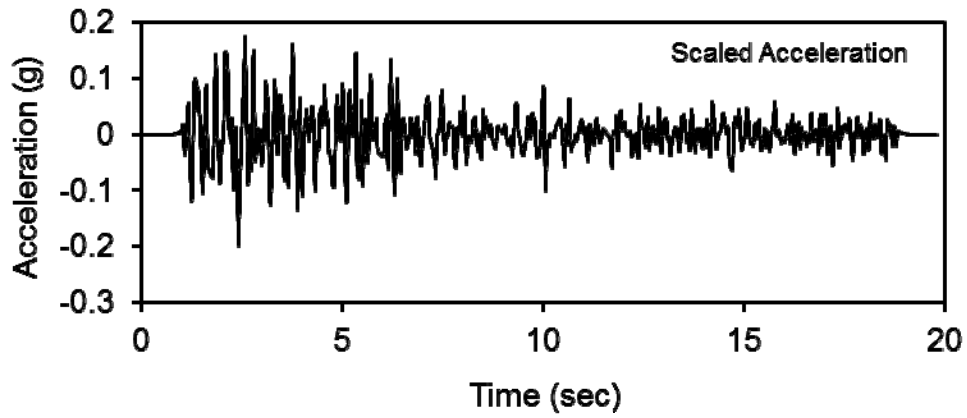
Earthquake: 000354xa\_Faenza



Earthquake: 000126xa\_Faenza



Earthquake: 000046xa\_Faenza

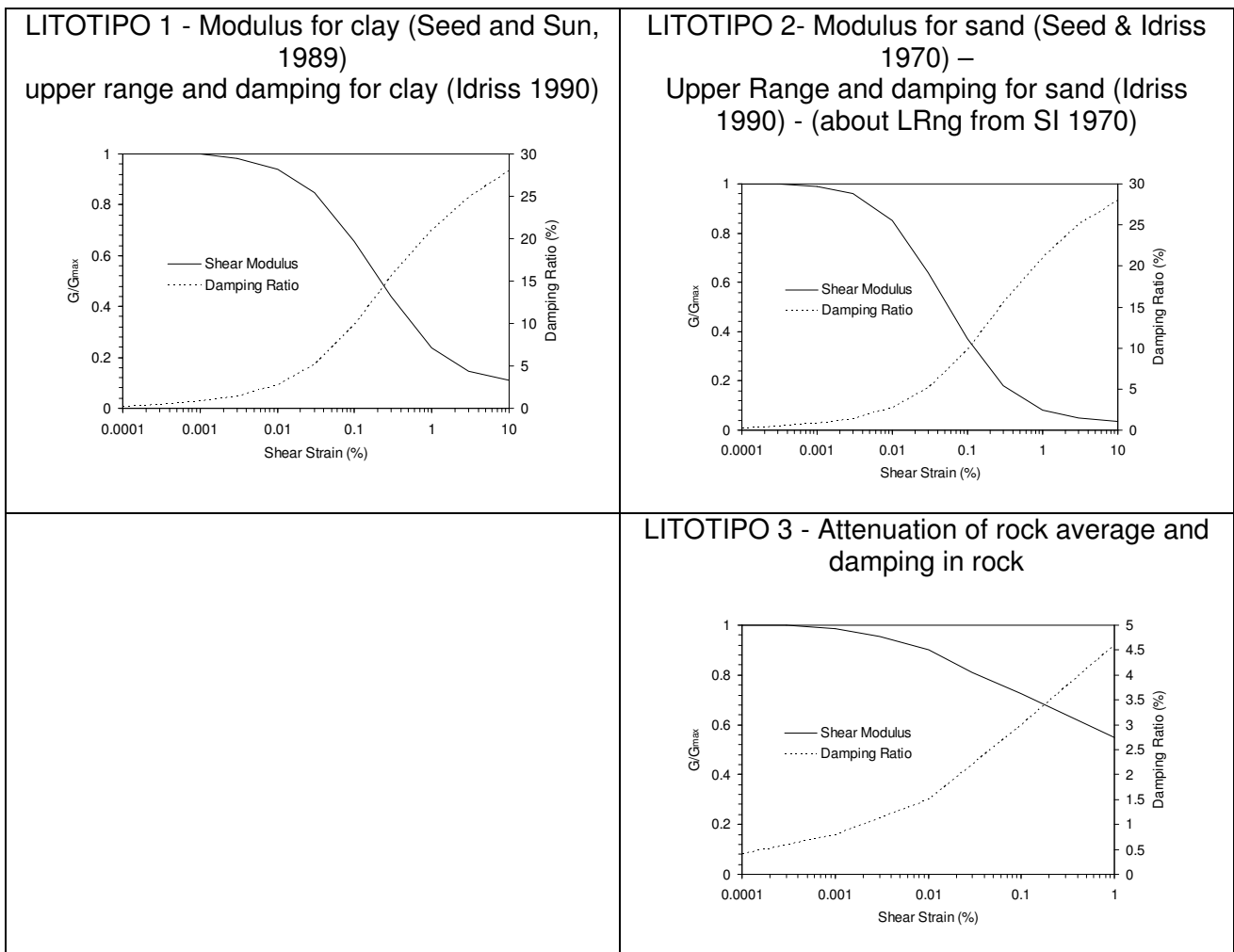


Dopo aver determinato gli input sismici, si è proceduto alla costruzione della colonna di sottosuolo di riferimento rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S ( $V_s$ ).

La stratigrafia che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito di interesse e nelle zone contermini. **In particolare la modellazione si è basata sulle curve H/V ottenute da tromino. Infatti lo spettro di amplificazione ottenuto dal modello deve essere simile a quello effettivamente misurato direttamente sul terreno, in particolare per il valore delle frequenze.**

Per il comportamento elastico e di smorzamento dei vari strati di terreno o roccia del profilo stratigrafico ci si è riferiti principalmente ai litotipi (granulari, coesivi e rocciosi) proposti da Idriss (1990).

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



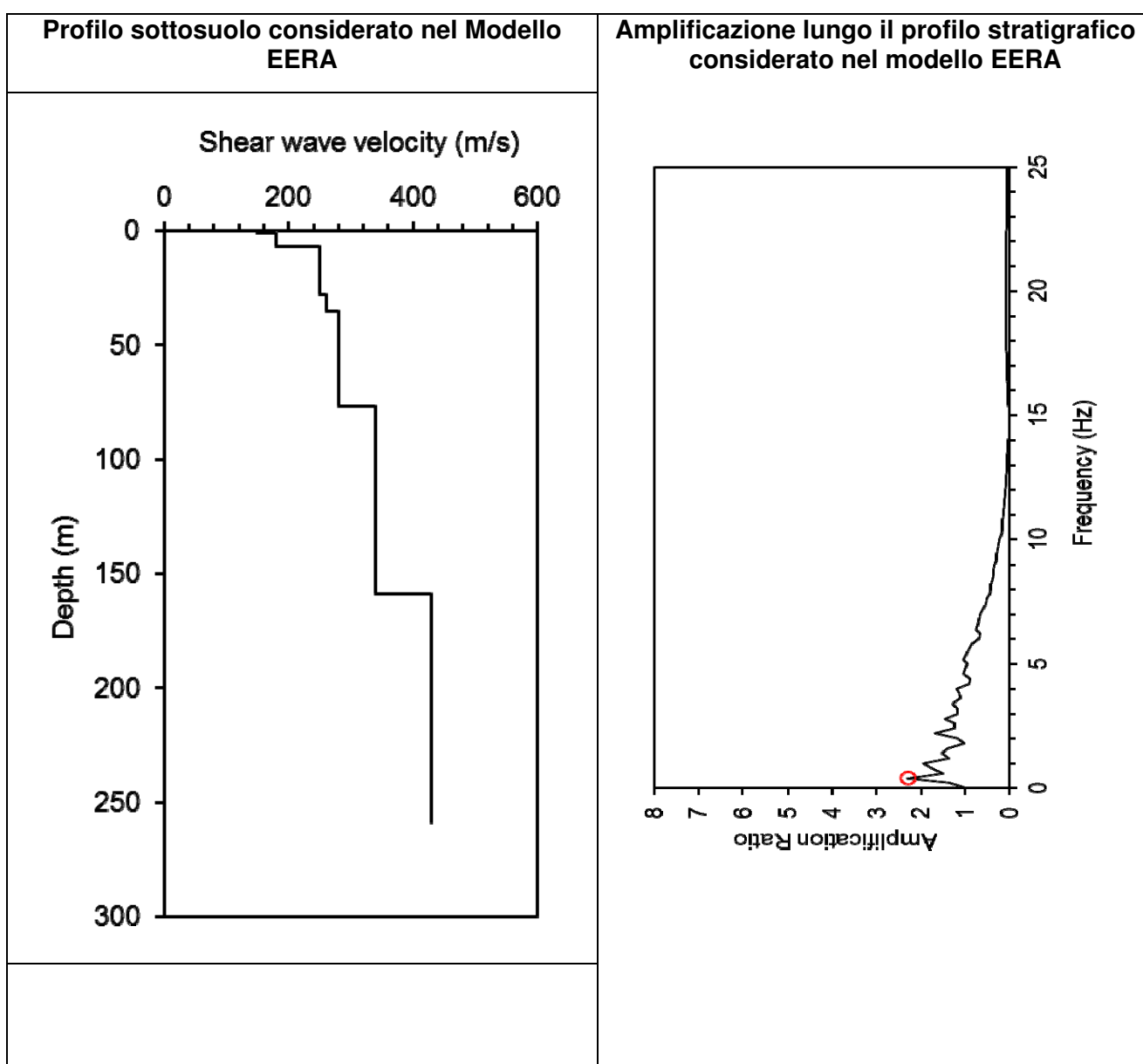
In considerazione dell'assetto litostratigrafico della zona in esame, si è preferito trasferire il moto di un sisma di riferimento lungo tutta la colonna litostratigrafica ricostruita, indipendentemente dalla individuazione di un substrato sismico più o meno riconosciuto dalle indagini eseguite. Questa procedura, per questo tipo di situazione, sembra individuare meglio le frequenze tipiche di amplificazione del suolo più significative.

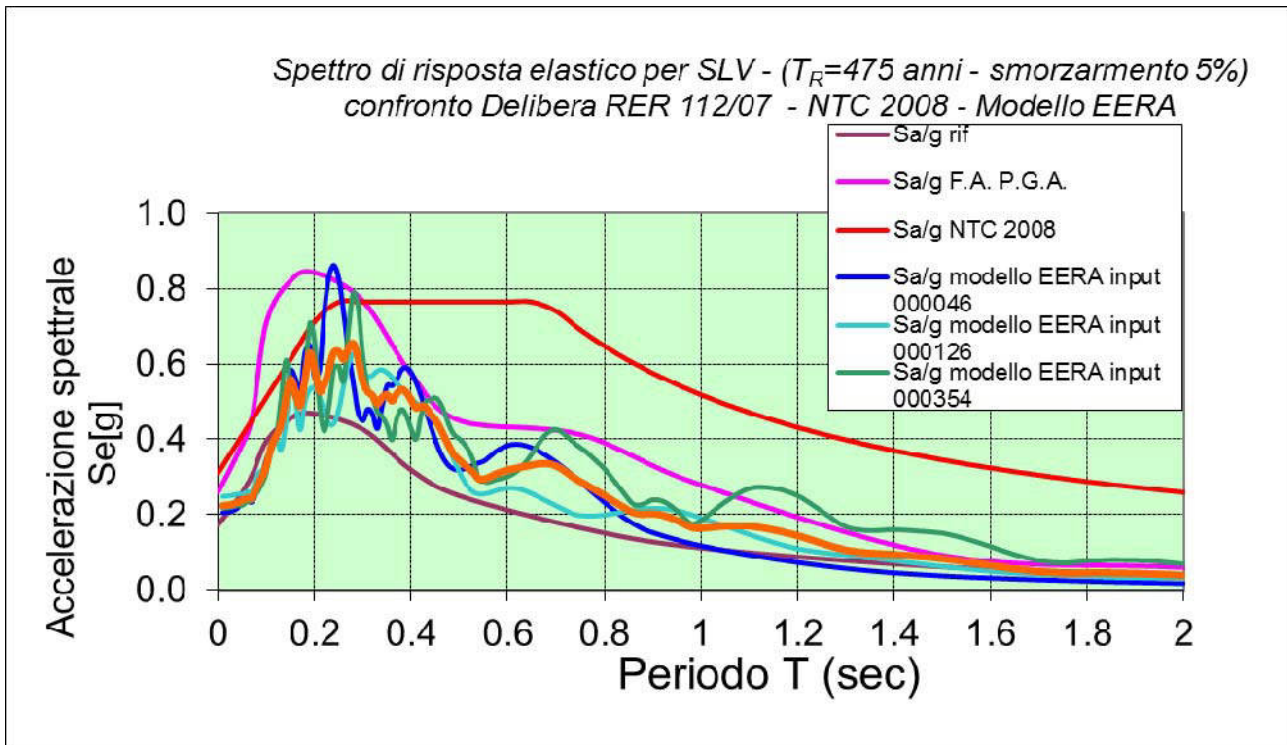


Utilizzando il programma EERA si forniscono i dati ricavati dalla modellazione numerica monodimensionale.

Per ricostruire il modello numerico si è fatto riferimento al profilo Vs ricavato dalle indagini geognostiche dirette e geofisiche ed ai segnali di riferimento per il comune di riferimento scaricabili dal sito della Regione Emilia-Romagna: [www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica](http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica).

| <i>a<sub>max</sub></i> da modello EERA | <i>imput 000046</i> | <i>imput 000354</i> | <i>imput 000126</i> |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
|  |                     | 0.210g              | 0.220g              |
| Frequenza Fondamentale (Fourier)       | 2.49 Hz             | 0.87 Hz             | 2.29 Hz             |





Di seguito si valutano i rapporti spettrali PGA/PGAo e SI/Slo in riferimento a quanto proposto dalla DAL 112/07 rispetto al metodo semplificato di II livello ed al III livello con elaborazione delle tracce sismiche fornite dalla RER utilizzando il codice di calcolo EERA e il profilo del suolo emerso dalle indagini geofisiche sull'area per la valutazione degli effetti in superficie.

Dal modello EERA è stato possibile anche ricavare gli spettri delle pseudo velocità relative che sono state utilizzate per la valutazione dell'intensità di Housner, utilizzata dalla RER nella definizione dello spettro elastico, successivamente utile per le considerazioni sulle opere ingegneristiche.

L'intensità di Housner è stata calcolata utilizzando il foglio di calcolo excel implementando l'integrazione differenziale per intervalli di  $dT=0.1$  sec fino a 0.6 e  $dT=0.2$  sec fino a 1 secondo.

I valori sono stati confrontati con Slo proposti dalla RER. I valori del rapporto sono osservabili nelle sotto riportate tabelle.

Si riporta anche la tabella del rapporto dei valori PGA del modello EERA e quello della DAL 112/2007.

In allegato si riportano i grafici degli spettri elastici di confronto ed il grafico delle amplificazioni SI/Slo per ogni intervallo dt considerato nella sopra citata integrazione differenziale.

| <b>Codice</b>  | <b>Intervallo considerato</b> | <b>SI/Slo</b> |
|----------------|-------------------------------|---------------|
| EERA<br>000046 | (F.A. 0.1s<To<0.5s.) =        | 1.4           |
| EERA<br>000126 | (F.A. 0.1s<To<0.5s.) =        | 1.2           |
| EERA<br>000354 | (F.A. 0.1s<To<0.5s.) =        | 1.3           |
| EERA<br>media  | (F.A. 0.1s<To<0.5s.) =        | 1.3           |
| Il livello     | (F.A. 0.1s<To<0.5s.) =        | 1.8           |

| <b>Codice</b>  | <b>Intervallo considerato</b> | <b>SI/Slo</b> |
|----------------|-------------------------------|---------------|
| EERA<br>000046 | (F.A. 0.5s<To<1.0s.) =        | 1.6           |
| EERA<br>000126 | (F.A. 0.5s<To<1.0s.) =        | 1.8           |
| EERA<br>000354 | (F.A. 0.5s<To<1.0s.) =        | 2.1           |
| EERA<br>media  | (F.A. 0.5s<To<1.0s.) =        | 1.9           |
| Il livello     | (F.A. 0.5s<To<1.0s.) =        | 2.5           |

| <b>Codice</b>  | <b>Intervallo considerato in generale più gravoso come osservabile dagli spettri elastici</b> | <b>SI/Slo</b> |
|----------------|---|---------------|
| EERA<br>000046 | (F.A. 0.1s<To<0.3.) =   | 1.4           |
| EERA<br>000126 | (F.A. 0.1s<To<0.3.) =   | 1.2           |
| EERA<br>000354 | (F.A. 0.1s<To<0.3.) =   | 1.3           |
| EERA<br>media  | (F.A. 0.1s<To<0.3.) =   | 1.3           |

#### Legenda

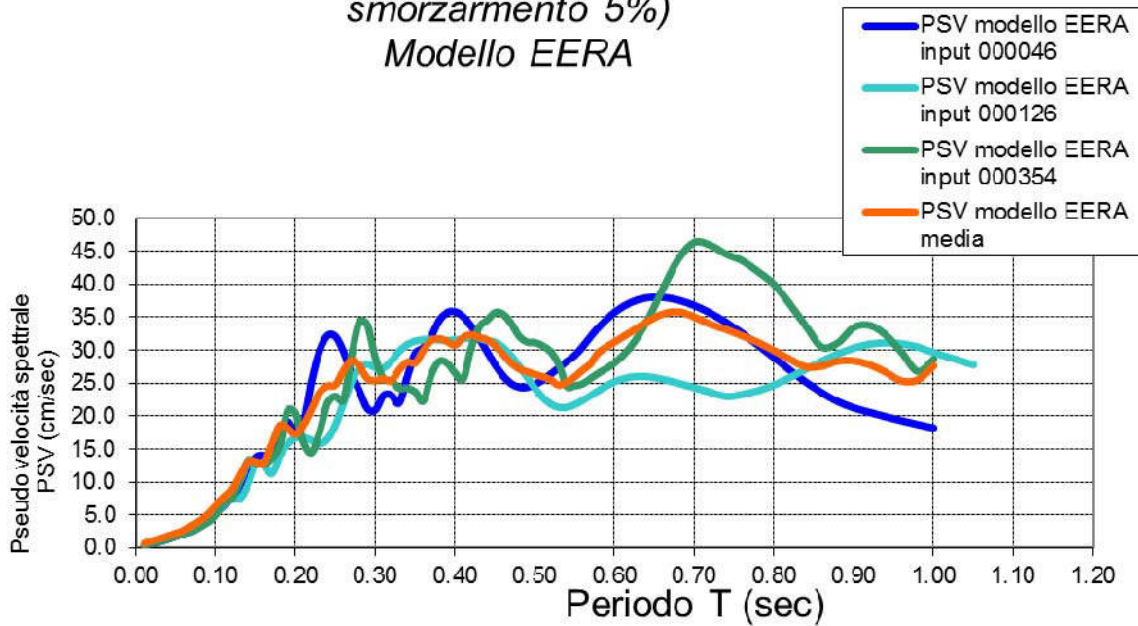
SI = intensità di Housner dello spettro di risposta al suolo

Slo = intensità dello spettro di risposta al substrato per DAL 112/2007

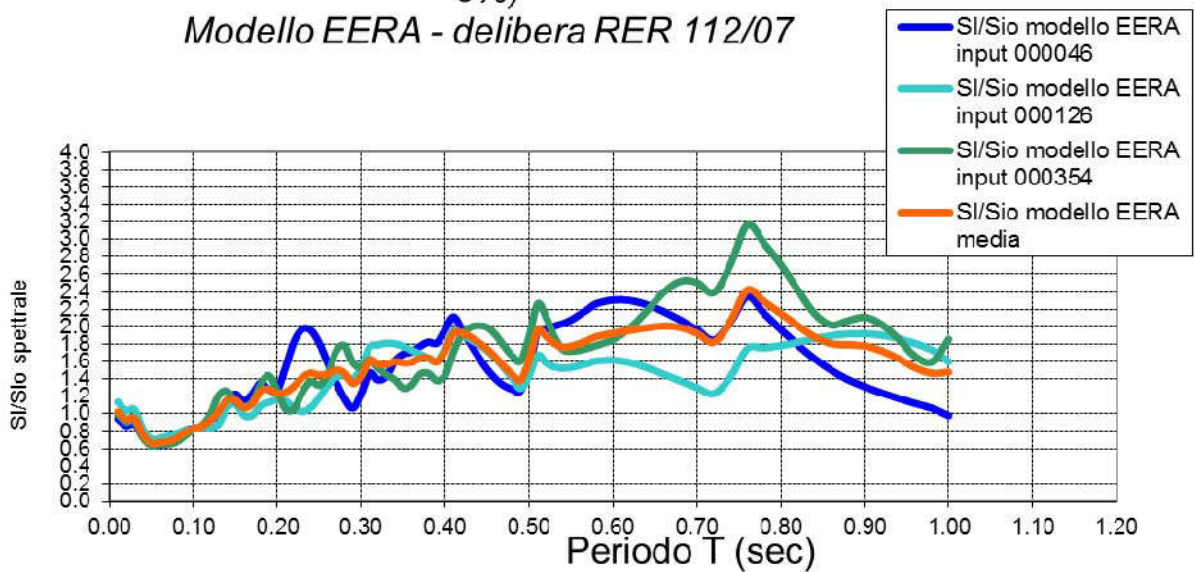
PGA = picco d'accelerazione al suolo

PGAo = picco d'accelerazione al substrato per DAL 112/2007

*Spettro di risposta elastico per SLV - ( $T_R=475$  anni -  
smorzamento 5%)  
Modello EERA*



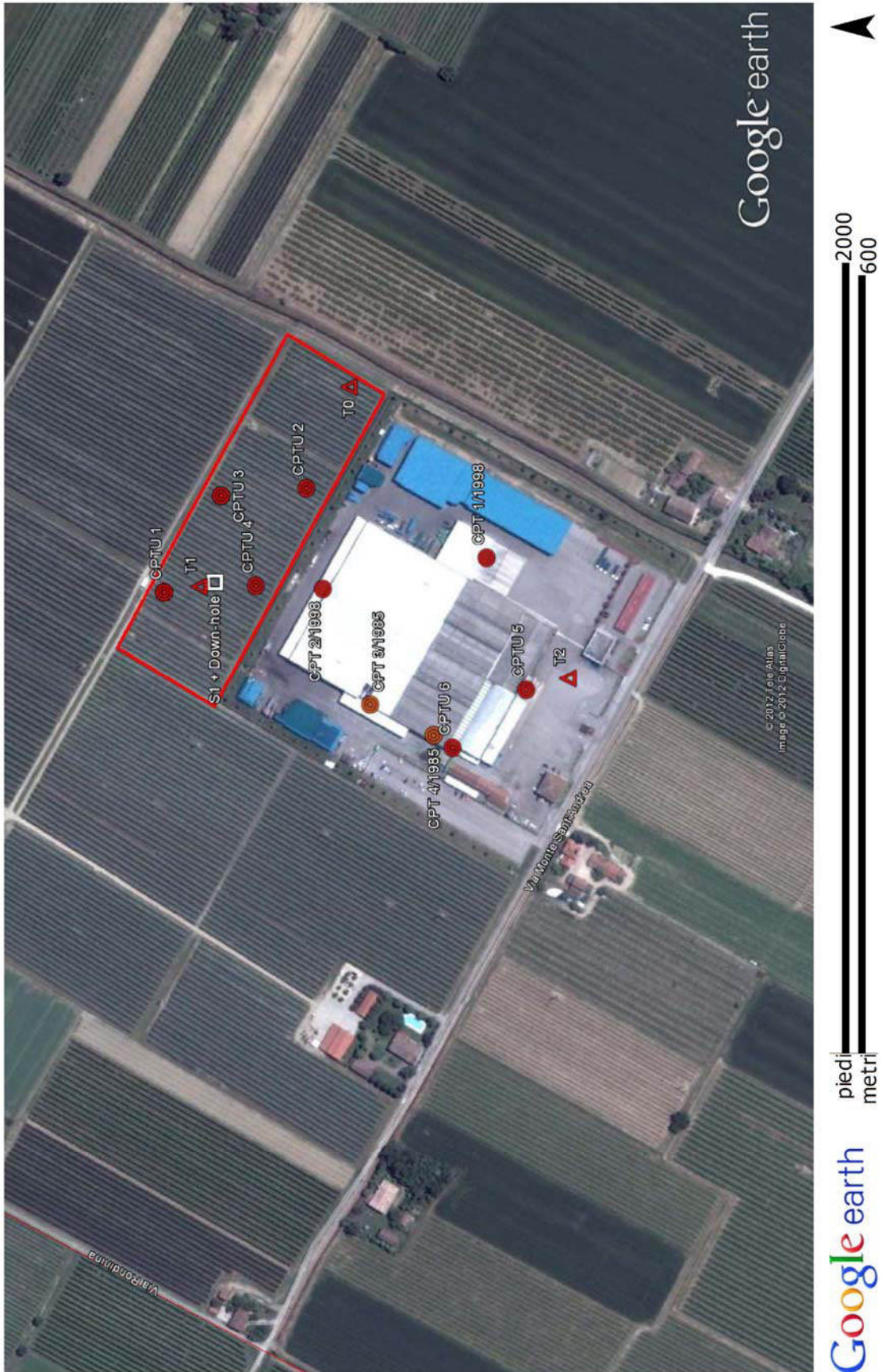
*Rapporti spettrali SI/Sio per dt ( $T_R=475$  anni - smorzamento  
5%)  
Modello EERA - delibera RER 112/07*



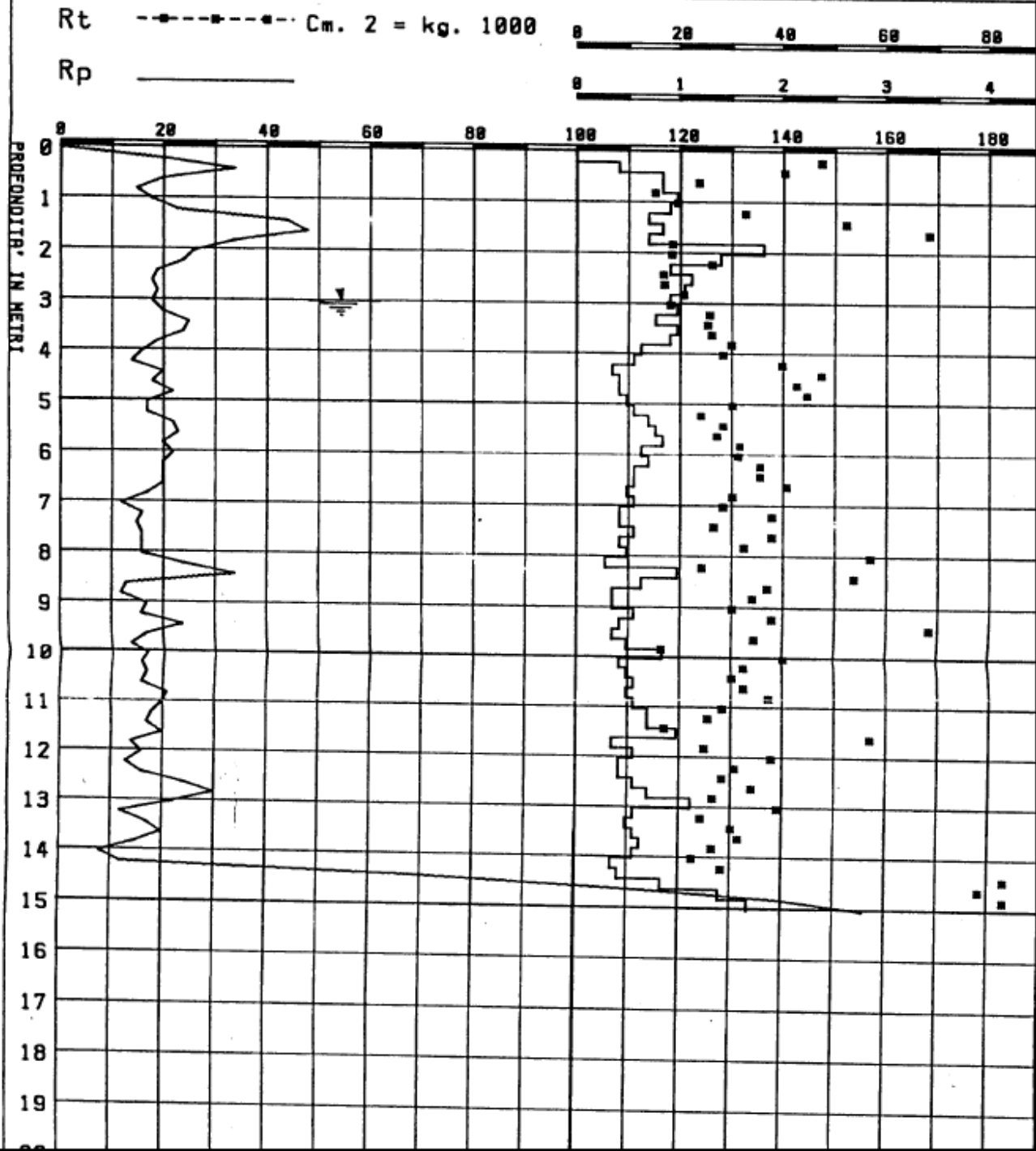


# ALLEGATI

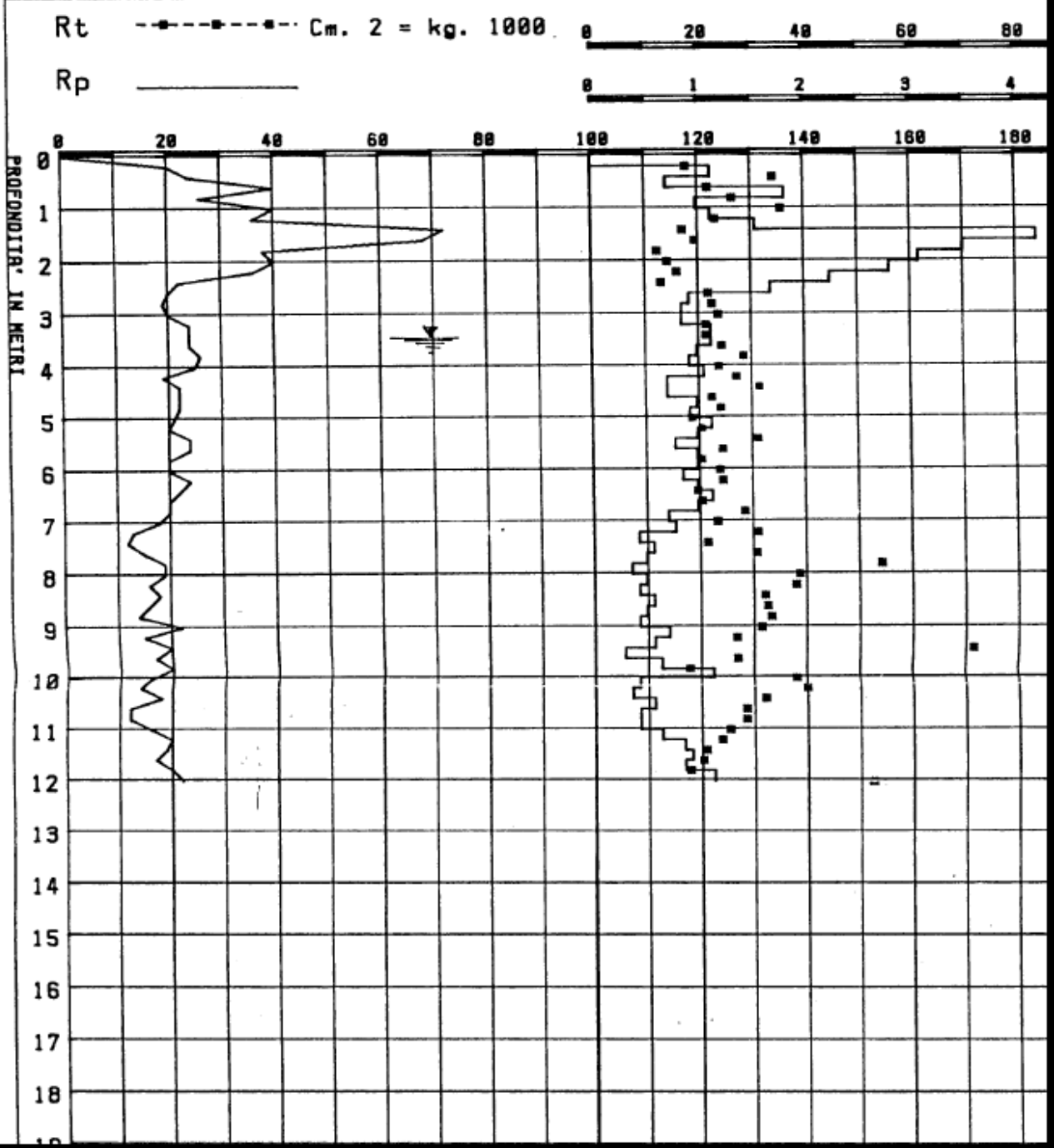
Ubicazione prove realizzate sul sito di interesse e quelle realizzate all'interno dell'azienda



IMPRESA GEOTECNICA Dott. ANGELO ANGELI - C  
 COMMITTENTE : F.LLI ZANI - Fondo Ma  
 CANTIERE : FAENZA - Via Monte S.  
 DATA: 241085 QUOTA: p.c. - LIVELLO AC  
 PENETROMETRIA STATICA N. 3 - ATTREZZO :



IMPRESA GEOTECNICA Dott. ANGELO ANGELI -  
 COMMITTENTE : F.LLI ZANI - Fondo Ma  
 CANTIERE : FAENZA - Via Monte S.  
 DATA: 241085 QUOTA: p.c. - LIVELLO AC  
 PENETROMETRIA STATICA N. 4 - ATTREZZO :



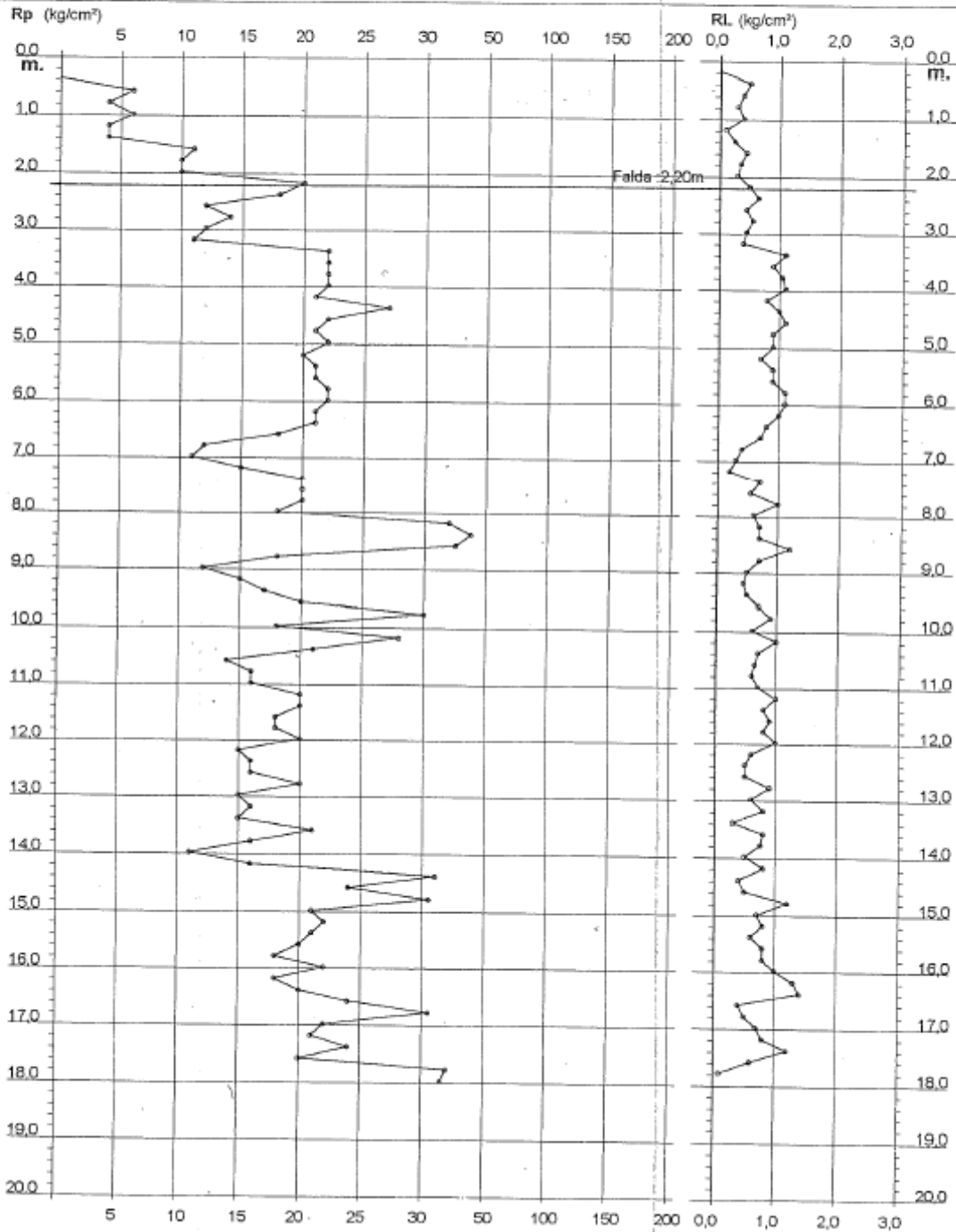
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.  
- lavoro : Variante al P.R.G. Vigente  
- località : Granarolo Faentino (Ra)

- data : 13/02/1998  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,20 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100





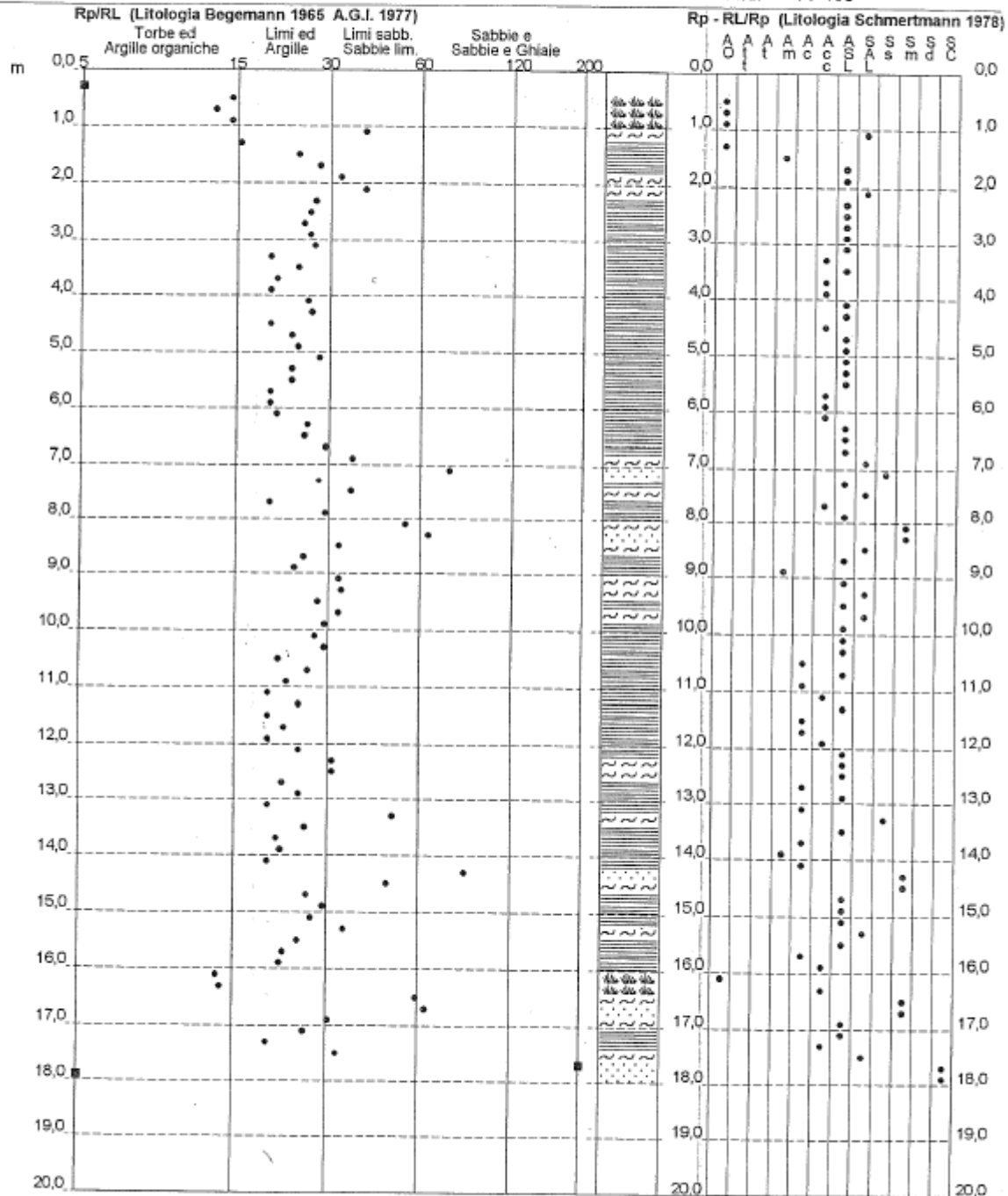
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.  
 - lavoro : Variante al P.R.G. Vigente  
 - località : Granarolo Faentino (Ra)  
 - note :

- data : 13/02/1998  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,20 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100





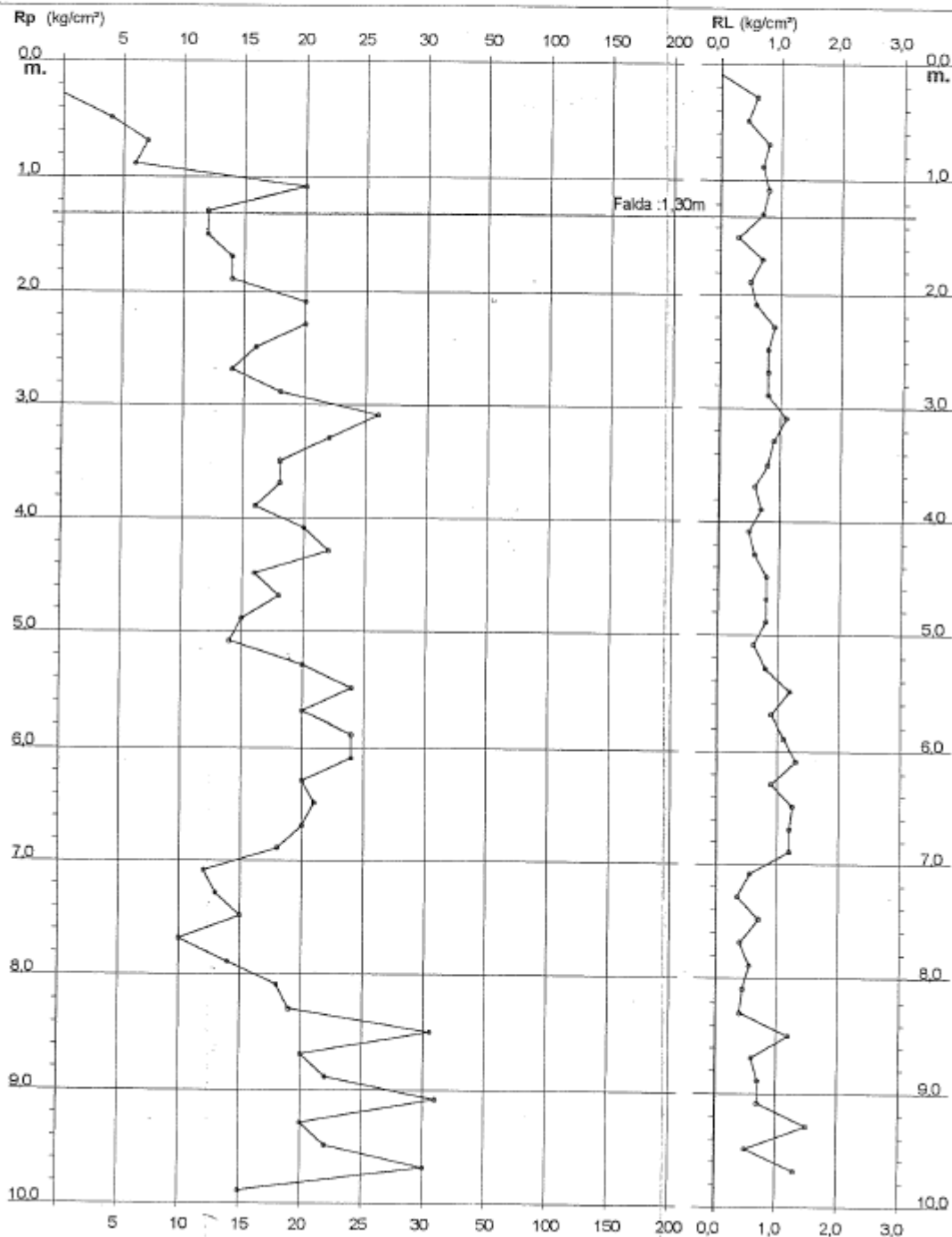
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 2**

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.  
 - lavoro : Variante al P.R.G. Vigente  
 - località : Granarolo Faentino (Ra)

- data : 13/02/1998  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 50



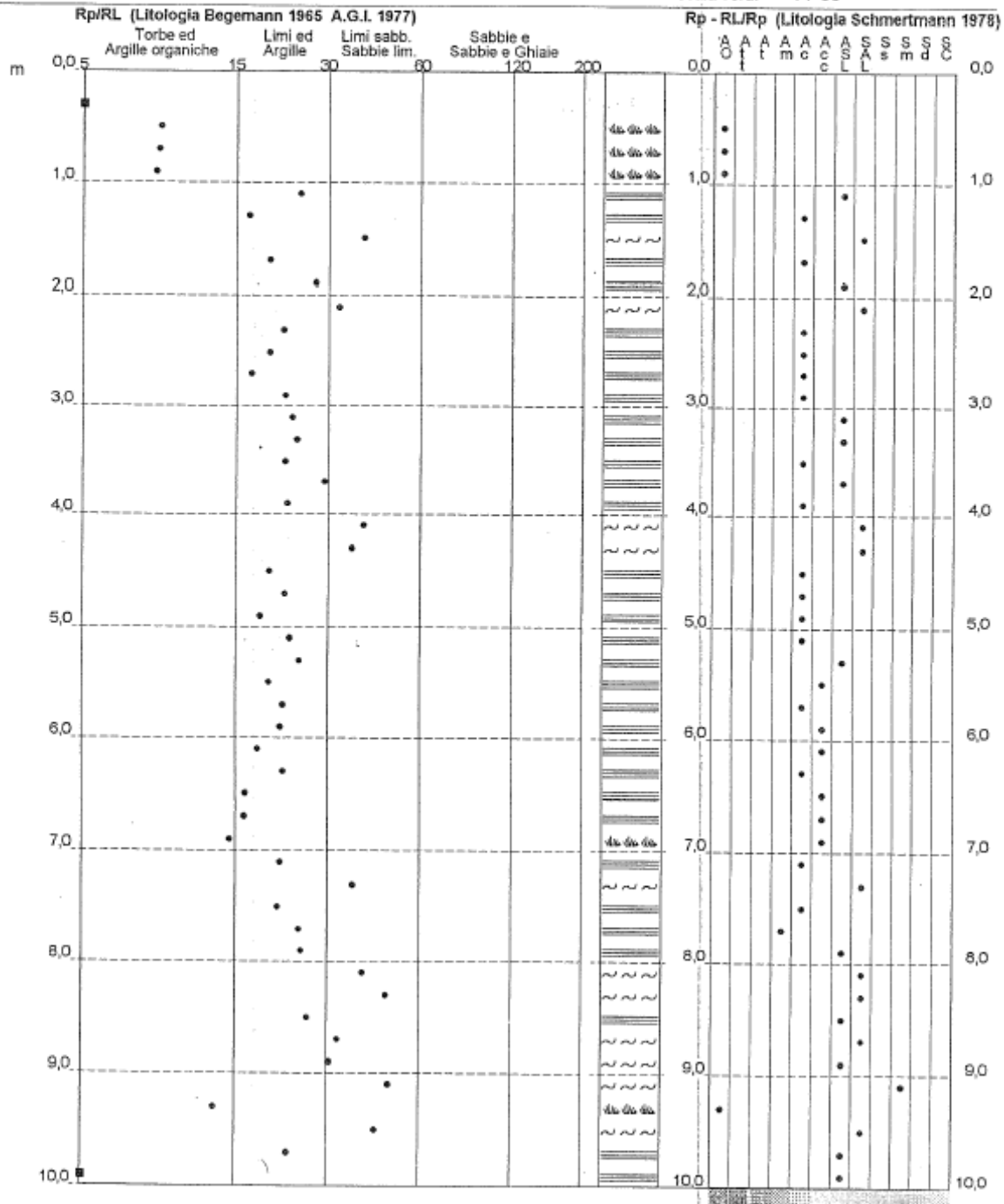
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 2**

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.  
 - lavoro : Variante al P.R.G. Vigente  
 - località : Granarolo Faentino (Ra)  
 - note :

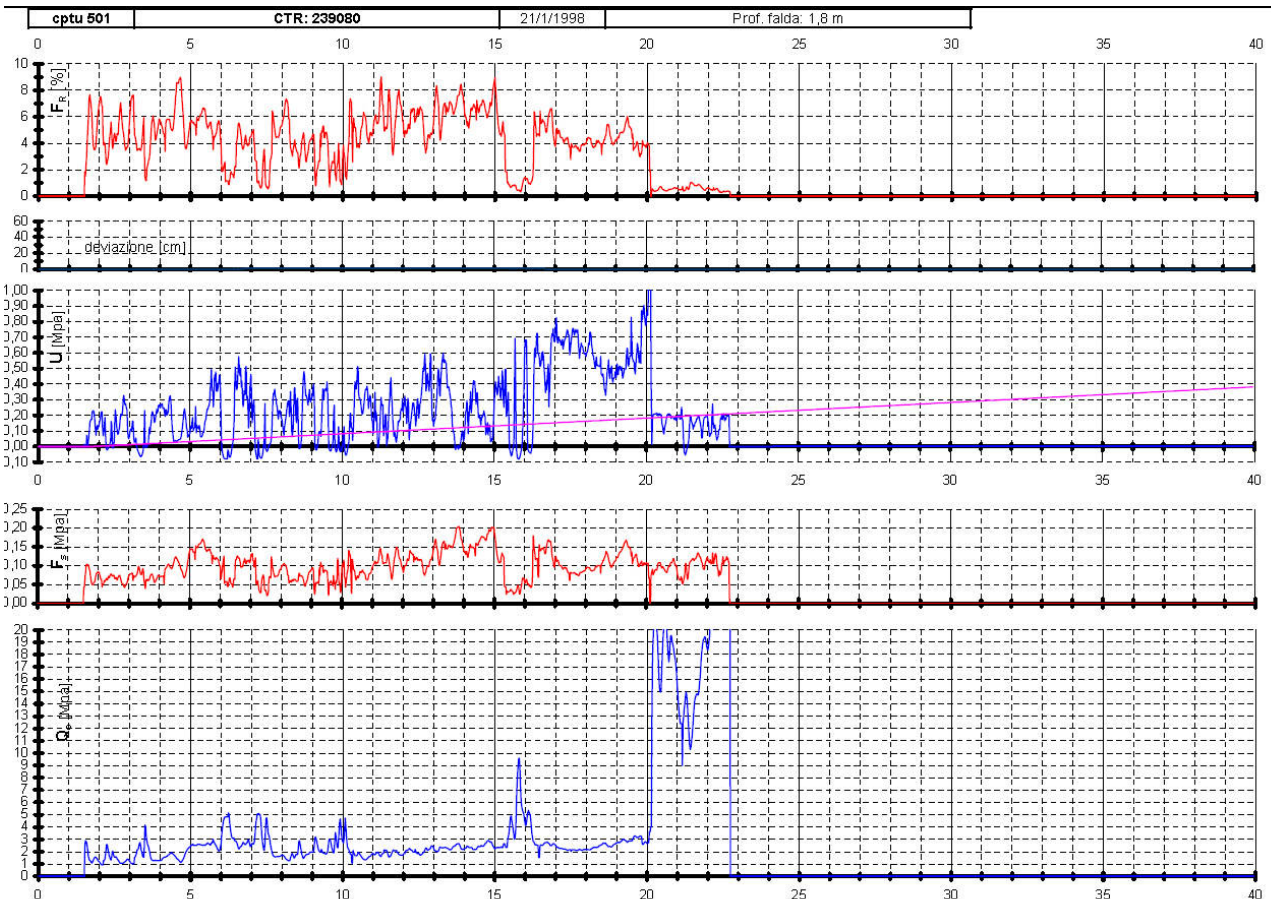
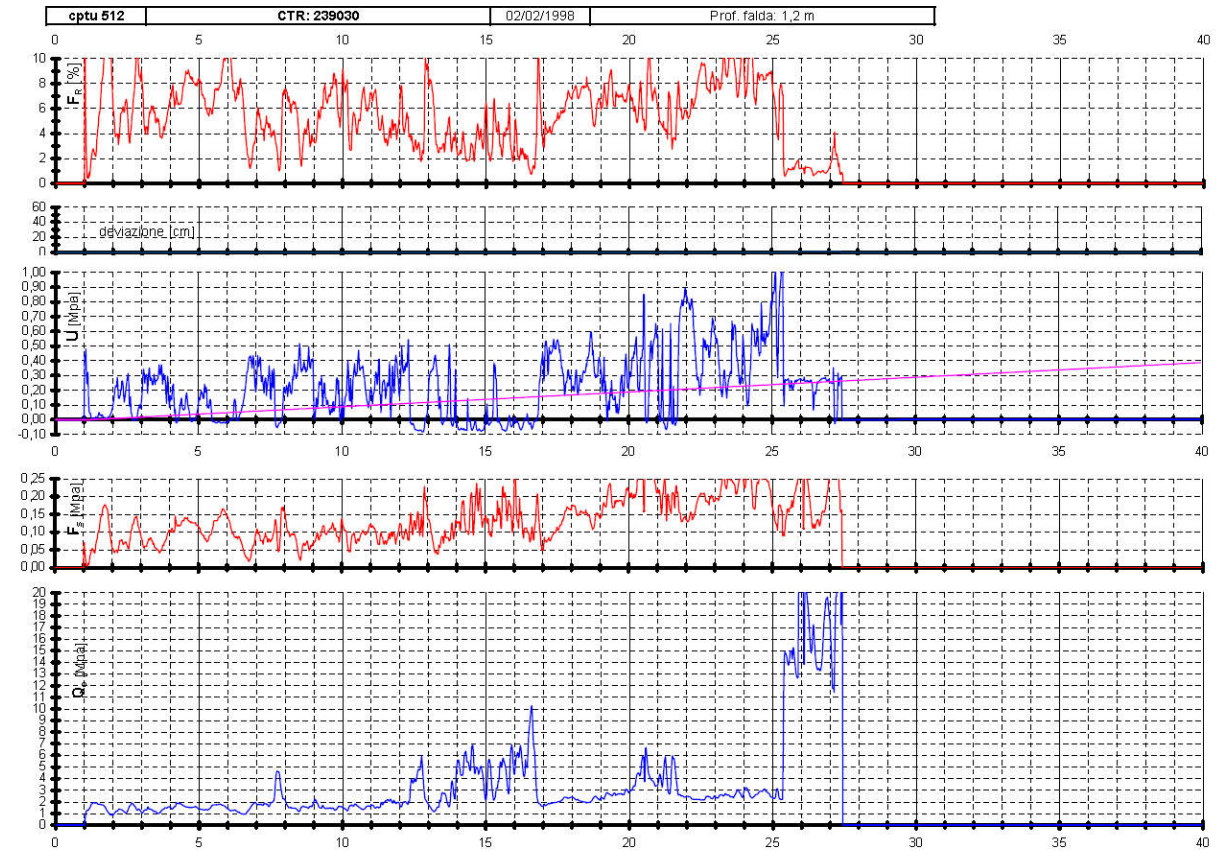
- data : 13/02/1998  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 50







Prove di riferimento regionali (vedi stralcio carta geologica allegata)



Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
24/01/2012

Falda  
foro chiuso a 0.80  
Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 010104  
Inizio prova  
26-set-2011  
31-mar-2011

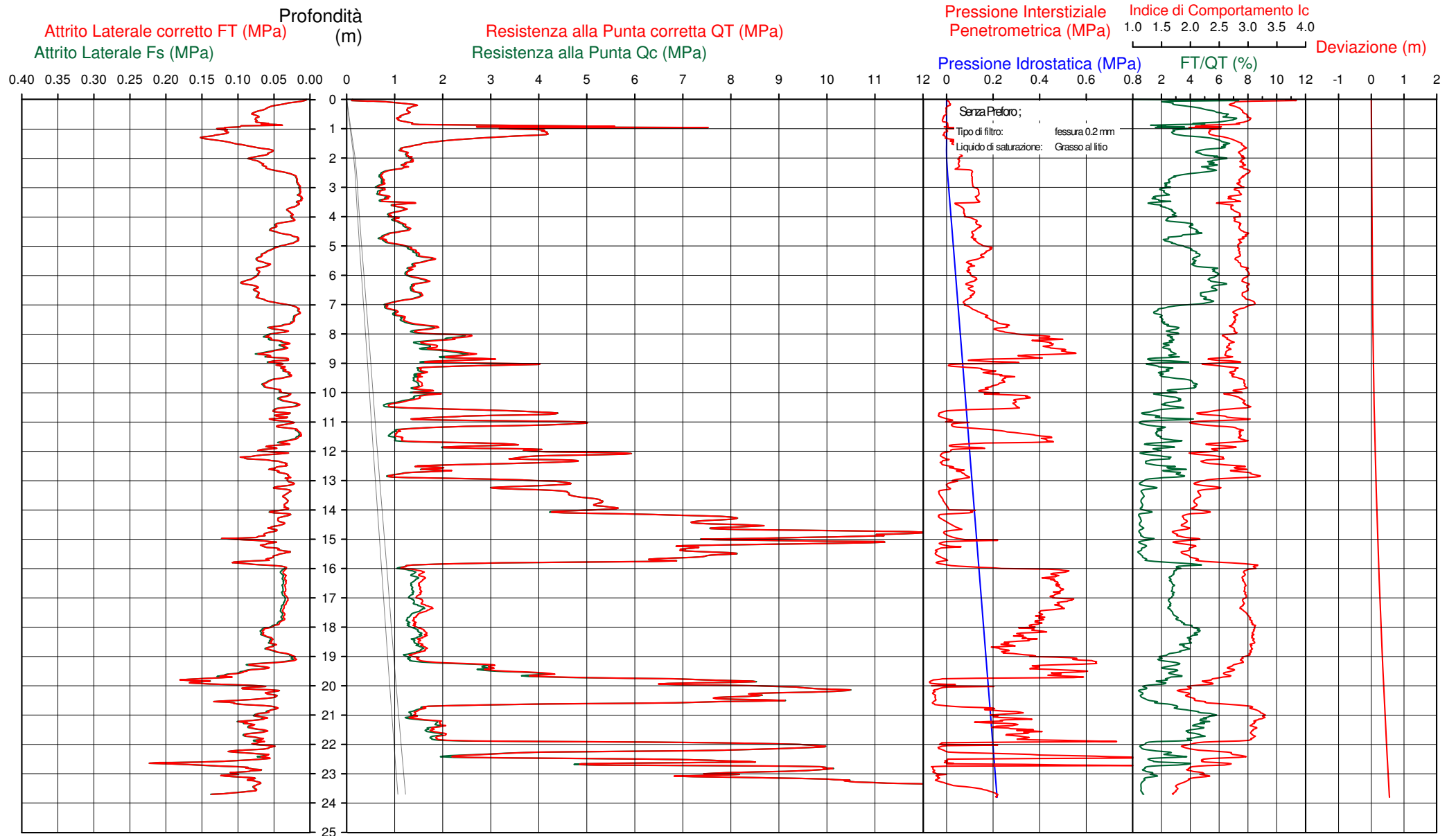


Società di  
Geologia  
Territoriale

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

# CPTU

## 1





CPTU

1

Data 24/01/2012  
Cantiere / Via Monte Sant'Andrea  
Località Granarolo Faentina  
Comune Faenza  
Profondità falda idrica m. 2.10 foro chiuso a 0.80

|      |
|------|
| Vs23 |
| 180  |

| QT   | Qc1N<br>daN/cm <sup>2</sup> | FT<br>daN/cm <sup>2</sup> | FT/Qc1N<br>% | lc<br>Robertson | Litologia Robertson 1990<br>basato su Fr vs Qc1N | H<br>m | Litologia grafica | Falda<br>idrica | Addensamento (Sabbia)<br>Consistenza (Argilla) | Densità<br>Relativa<br>Tatsuoka 195 | Angolo<br>Attrito $\phi$<br>Robertson | Coesione<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | OCR<br>0.20<br>Robertson | Modulo<br>Edometrico<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs<br>Baldi (sabbie),<br>Mayne & Rix (argille)<br>m/sec |
|------|-----------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|--|--------|-------------------|-----------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|--|--|
| 4.8  | 8.2                         | 0.12                      | 3.7          | 3.22            | argilla-argilla limosa                           | 0.10   |                   |                 | Fluido-plastica (Molto Soffice)                |                                     |                                       | 0.36                                       | 105.88                   | 29.9   | 84   |
| 13.0 | 22.1                        | 0.60                      | 4.6          | 2.83            | limo argilloso-argilla limosa                    | 0.50   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.80                                       |                          | 74.6   | 157  |
| 11.4 | 19.4                        | 0.74                      | 6.6          | 2.99            | argilla-argilla limosa                           | 0.80   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.72                                       | 19.19                    | 63.4   | 144  |
| 23.2 | 39.4                        | 0.61                      | 3.2          | 2.55            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 0.90   |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 36.2                                | 42.6                                  |  |                          | 135.3  | 215  |
| 45.5 | 76.6                        | 1.12                      | 2.8          | 2.30            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 1.00   |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 58.2                                | 45.3                                  |  |                          | 249.9  | 219  |
| 38.9 | 66.1                        | 1.26                      | 3.3          | 2.39            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 1.30   |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 53.4                                | 43.6                                  |  |                          | 226.9  | 235  |
| 14.9 | 25.4                        | 0.85                      | 5.8          | 2.87            | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.10   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.88                                       |                          | 84.3   | 166  |
| 12.0 | 20.4                        | 0.63                      | 5.5          | 2.92            | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.40   |                   | H2O             | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.75                                       |                          | 67.9   | 149  |
| 7.8  | 13.2                        | 0.32                      | 4.4          | 2.99            | argilla-argilla limosa                           | 2.60   |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |                                     |                                       | 0.53                                       | 3.47                     | 44.7   | 113  |
| 7.6  | 12.9                        | 0.15                      | 2.1          | 2.82            | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.50   |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |                                     |                                       | 0.52                                       |                          | 33.0   | 112  |
| 12.2 | 19.9                        | 0.16                      | 1.4          | 2.57            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 3.60   |                   |                 | Molto Sciolta                                  | 13.8                                | 32.2                                  |  |                          | 43.0   | 149  |
| 11.4 | 18.7                        | 0.26                      | 2.4          | 2.72            | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.80   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.72                                       |                          | 54.5   | 144  |
| 9.4  | 15.4                        | 0.26                      | 3.0          | 2.84            | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.00   |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |                                     |                                       | 0.62                                       |                          | 54.4   | 128  |
| 11.7 | 18.1                        | 0.40                      | 3.6          | 2.83            | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.50   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.73                                       |                          | 67.9   | 146  |
| 8.4  | 12.8                        | 0.25                      | 3.2          | 2.92            | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.90   |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |                                     |                                       | 0.57                                       |                          | 49.0   | 119  |
| 14.7 | 20.4                        | 0.58                      | 4.2          | 2.84            | limo argilloso-argilla limosa                    | 5.70   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.87                                       |                          | 84.7   | 168  |
| 14.1 | 18.4                        | 0.78                      | 6.0          | 2.98            | argilla-argilla limosa                           | 6.50   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.84                                       | 3.81                     | 79.4   | 164  |
| 14.1 | 17.6                        | 0.69                      | 5.4          | 2.96            | argilla-argilla limosa                           | 6.90   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.85                                       | 3.52                     | 80.3   | 164  |
| 8.8  | 11.0                        | 0.26                      | 3.4          | 2.98            | argilla-argilla limosa                           | 7.20   |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |                                     |                                       | 0.59                                       | 1.99                     | 51.5   | 123  |
| 13.8 | 16.2                        | 0.30                      | 2.3          | 2.76            | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.00   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.83                                       |                          | 63.0   | 160  |
| 23.8 | 26.6                        | 0.56                      | 2.5          | 2.61            | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.20   |                   |                 | Solido-plastica (Duro)                         |                                     |                                       | 1.19                                       |                          | 117.2  | 227  |
| 17.5 | 19.4                        | 0.35                      | 2.2          | 2.68            | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.50   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.98                                       |                          | 76.8   | 189  |
| 22.9 | 24.8                        | 0.55                      | 2.6          | 2.64            | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.80   |                   |                 | Solido-plastica (Duro)                         |                                     |                                       | 1.17                                       |                          | 115.2  | 223  |
| 27.1 | 29.0                        | 0.31                      | 1.2          | 2.40            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 8.90   |                   |                 | Sciolta  | 26.1                                | 33.4                                  |  |                          | 91.8   | 217  |
| 21.0 | 22.4                        | 0.50                      | 2.8          | 2.69            | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.00   |                   |                 | Solido-plastica (Duro)                         |                                     |                                       | 1.10                                       |                          | 113.7  | 212  |
| 32.8 | 34.6                        | 0.42                      | 1.4          | 2.37            | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 9.10   |                   |                 | Sciolta  | 32.0                                | 34.6                                  |  |                          | 116.3  | 234  |
| 15.4 | 16.0                        | 0.44                      | 3.2          | 2.84            | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.90   |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.90                                       |                          | 90.0   | 175  |
| 16.9 | 17.1                        | 0.35                      | 2.3          | 2.74            | limo argilloso-argilla limosa                    |        |                   |                 | Plastica                                       |                                     |                                       | 0.96                                       |                          | 78.2   | 185  |



CPTU

1

Data 24/01/2012  
Cantiere / Via Monte Sant'Andrea  
Località Granarolo Faentina  
Comune Faenza  
Profondità falda idrica m. 2.10 foro chiuso a 0.80

|      |
|------|
| Vs23 |
| 180  |

| QT    | Qc1N  | FT   | FT/Qc1N | lc   | Litologia Robertson 1990      | H     | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa Tatsuoka 1990 % | Angolo Attrito $\psi$ Robertson ° | Coesione Benassi daN/cm <sup>2</sup> | OCR 0.20 Robertson | Modulo Edometrico Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
|-------|-------|------|---------|------|-------------------------------|-------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|---|---|
|       |       |      |         |      |                               | 10.10 |                   |              |   |                                  |                                   |                                      |                    |   |   |
| 12.9  | 12.8  | 0.32 | 2.8     | 2.89 | limo argilloso-argilla limosa | 10.40 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.79                                 |                    | 69.9  | 154   |
| 9.2   | 9.0   | 0.20 | 2.7     | 3.01 | argilla-argilla limosa        | 10.50 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                                  |                                   | 0.61                                 | 1.43               | 48.6  | 126   |
| 32.2  | 31.5  | 0.43 | 1.7     | 2.44 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 10.80 |                   |              | Sciolta                                     | 28.9                             | 33.6                              |                                      |                    | 121.9   | 229   |
| 17.5  | 16.9  | 0.42 | 2.9     | 2.79 | limo argilloso-argilla limosa | 10.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.98                                 |                    | 97.5  | 189   |
| 34.7  | 33.4  | 0.37 | 1.5     | 2.38 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 11.20 |                   |              | Sciolta                                     | 30.8                             | 33.9                              |                                      |                    | 126.1   | 224   |
| 11.8  | 11.0  | 0.20 | 2.0     | 2.86 | limo argilloso-argilla limosa | 11.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.74                                 |                    | 48.6  | 147   |
| 32.8  | 30.6  | 0.37 | 1.2     | 2.37 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 11.80 |                   |              | Sciolta                                     | 27.9                             | 33.3                              |                                      |                    | 110.9   | 238   |
| 23.8  | 22.0  | 0.54 | 2.5     | 2.68 | limo argilloso-argilla limosa | 11.90 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                                   | 1.20                                 |                    | 118.1   | 229   |
| 40.1  | 37.0  | 0.57 | 1.6     | 2.37 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 12.50 |                   |              | Sciolta                                     | 34.2                             | 34.3                              |                                      |                    | 149.2   | 248   |
| 18.3  | 16.1  | 0.48 | 3.0     | 2.83 | limo argilloso-argilla limosa | 12.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 1.01                                 |                    | 108.3   | 194   |
| 10.8  | 9.3   | 0.32 | 3.9     | 3.09 | argilla-argilla limosa        | 12.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.69                                 | 1.41               | 62.4  | 139   |
| 37.6  | 33.3  | 0.33 | 1.0     | 2.29 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 13.30 |                   |              | Sciolta                                     | 30.7                             | 33.5                              |                                      |                    | 122.8   | 231   |
| 49.6  | 43.5  | 0.35 | 0.8     | 2.13 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 14.10 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 39.5                             | 35.1                              |                                      |                    | 155.4   | 217   |
| 76.7  | 67.6  | 0.42 | 0.6     | 1.91 | sabbia-sabbia limosa          | 14.70 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 54.1                             | 37.4                              |                                      |                    | 235.5   | 209   |
| 113.7 | 102.3 | 0.60 | 0.5     | 1.74 | sabbia-sabbia limosa          | 14.90 |                   |              | Addensata                                   | 67.7                             | 39.5                              |                                      |                    | 348.5   | 222   |
| 82.0  | 70.8  | 0.58 | 0.7     | 1.94 | sabbia-sabbia limosa          | 15.60 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 55.6                             | 37.5                              |                                      |                    | 256.3   | 214   |
| 61.3  | 50.9  | 0.73 | 1.4     | 2.20 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 15.80 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 44.7                             | 35.6                              |                                      |                    | 214.9   | 257   |
| 14.9  | 11.1  | 0.48 | 4.0     | 3.04 | argilla-argilla limosa        | 16.10 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.88                                 | 1.65               | 86.4  | 168   |
| 15.7  | 11.5  | 0.35 | 2.7     | 2.92 | limo argilloso-argilla limosa | 16.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.91                                 |                    | 82.7  | 176   |
| 15.3  | 11.0  | 0.34 | 2.8     | 2.95 | limo argilloso-argilla limosa | 16.80 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.89                                 |                    | 82.8  | 173   |
| 14.9  | 10.6  | 0.34 | 2.8     | 2.96 | argilla-argilla limosa        | 17.00 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.88                                 | 1.55               | 81.9  | 171   |
| 16.3  | 11.5  | 0.35 | 2.6     | 2.91 | limo argilloso-argilla limosa | 17.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.94                                 |                    | 82.9  | 181   |
| 15.1  | 10.2  | 0.48 | 4.0     | 3.06 | argilla-argilla limosa        | 19.00 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.89                                 | 1.45               | 87.6  | 172   |
| 15.6  | 10.2  | 0.25 | 2.0     | 2.90 | limo argilloso-argilla limosa | 19.20 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                   | 0.91                                 |                    | 65.1  | 175   |
| 27.0  | 18.4  | 0.74 | 3.2     | 2.80 | limo argilloso-argilla limosa | 19.30 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                                   | 1.29                                 |                    | 157.8   | 248   |
| 35.3  | 24.6  | 0.89 | 2.8     | 2.67 | limo argilloso-argilla limosa | 19.70 |                   |              | Semi solida (Molto duro)                    |                                  |                                   | 1.49                                 |                    | 191.0   | 290   |
| 72.5  | 54.7  | 1.40 | 2.1     | 2.31 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 20.00 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 47.1                             | 35.3                              |                                      |                    | 309.2   | 333   |





CPTU

1

Data 24/01/2012  
Cantiere / Via Monte Sant'Andrea  
Località Granarolo Faentina  
Comune Faenza  
Profondità falda idrica m. 2.10 foro chiuso a 0.80

|      |
|------|
| Vs23 |
| 180  |

| QT                  | Qc1N       | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990<br>basato su Fr vs Qc1N | H     | Litologia grafica | Falda<br>idrica | Addensamento (Sabbia)<br>Consistenza (Argilla) | Densità<br>Relativa<br>Tatsuoka 195 | Angolo<br>Attrito $\psi$<br>Robertson<br>° | Coesione<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | OCR<br>0.20<br>Robertson | Modulo<br>Edometrico<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs<br>Baldi (sabbie),<br>Mayne & Rix (argille)<br>m/sec |
|---------------------|------------|---------------------|---------|-----------|--|-------|-------------------|-----------------|--|-------------------------------------|--|--|--------------------------|--|--|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & E | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson |  | m     |                   |                 |  | %                                   |  |  |                          |  |  |
| 91.6                | 71.0       | 0.61                | 0.7     | 1.93      | sabbia-sabbia limosa                             | 20.40 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 55.7                                | 36.7                                       |  |                          | 284.9  | 233  |
| 60.8                | 44.6       | 0.91                | 2.0     | 2.39      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 20.70 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 40.4                                | 34.0                                       |  |                          | 254.3  | 267  |
| 14.7                | 8.8        | 0.60                | 5.6     | 3.20      | argilla-argilla limosa                           | 21.10 |                   |                 | Plastica                                       |                                     |  | 0.87                                       | 1.17                     | 83.1   | 169  |
| 18.8                | 11.3       | 0.78                | 5.2     | 3.10      | argilla-argilla limosa                           | 21.80 |                   |                 | Plastica                                       |                                     |  | 1.03                                       | 1.55                     | 106.8  | 197  |
| 25.7                | 15.9       | 0.69                | 3.6     | 2.89      | limo argilloso-argilla limosa                    | 21.90 |                   |                 | Solido-plastica (Duro)                         |                                     |  | 1.25                                       |                          | 149.2  | 240  |
| 88.5                | 65.3       | 0.67                | 0.8     | 2.00      | sabbia-sabbia limosa                             | 22.20 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 52.9                                | 35.9                                       |  |                          | 279.9  | 243  |
| 37.3                | 24.0       | 0.75                | 2.5     | 2.66      | limo argilloso-argilla limosa                    | 22.50 |                   |                 | Semi solida (Molto duro)                       |                                     |  | 1.53                                       |                          | 182.8  | 293  |
| 67.2                | 46.6       | 1.52                | 2.6     | 2.41      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 22.70 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 41.8                                | 34.1                                       |  |                          | 344.0  | 344  |
| 86.8                | 62.4       | 0.99                | 1.2     | 2.12      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 23.10 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 51.5                                | 35.6                                       |  |                          | 295.4  | 278  |
| 99.3                | 72.8       | 0.79                | 0.8     | 1.97      | sabbia-sabbia limosa                             | 23.30 |                   |                 | Mediamente Addensata                           | 56.5                                | 36.3                                       |  |                          | 314.9  | 244  |
| 139.1               | 109.8      | 0.84                | 0.6     | 1.76      | sabbia-sabbia limosa                             |       |                   |                 | Addensata                                      | 70.1                                | 38.2                                       |  |                          | 429.5  | 256  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

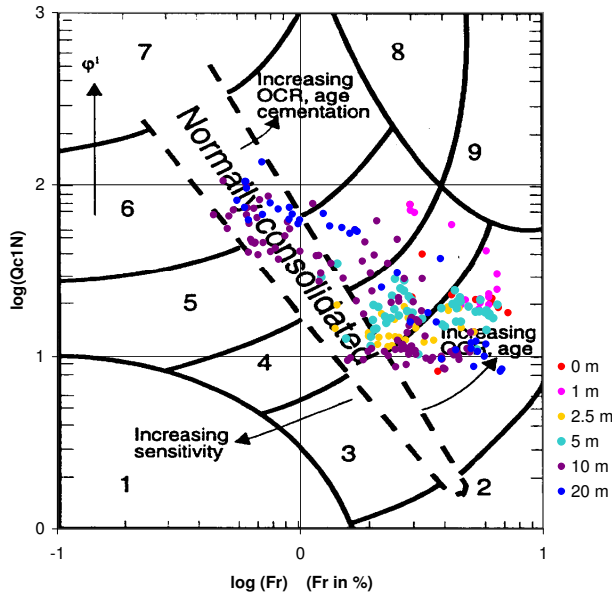
Numero prova 1  
 Quota falda 2.10



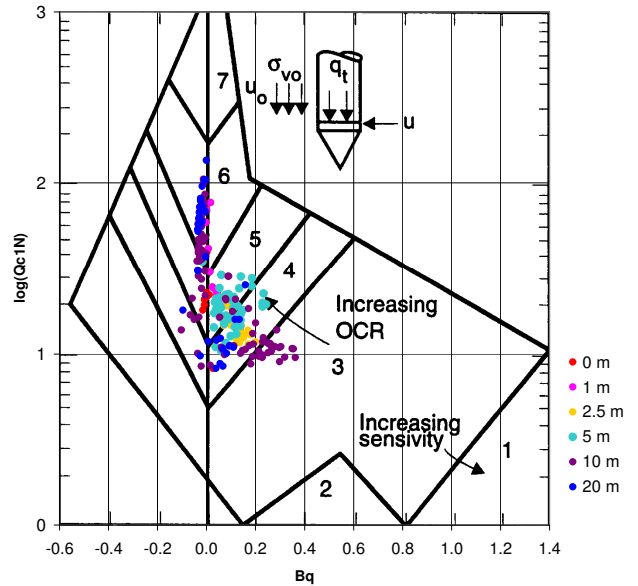
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

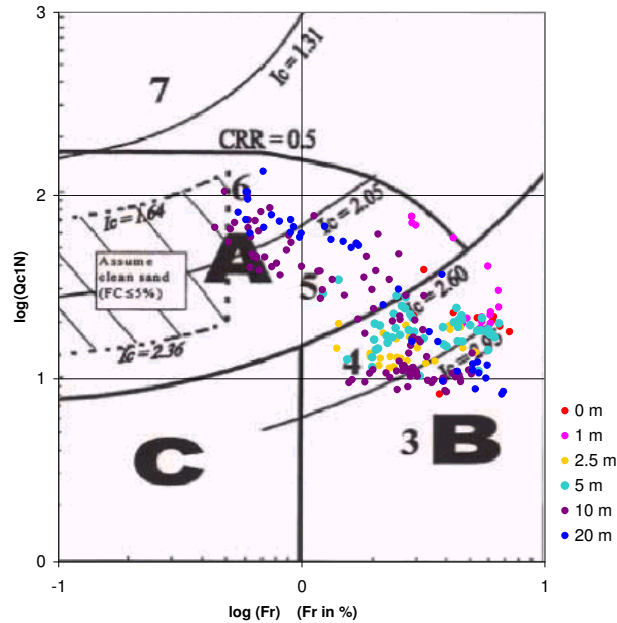
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



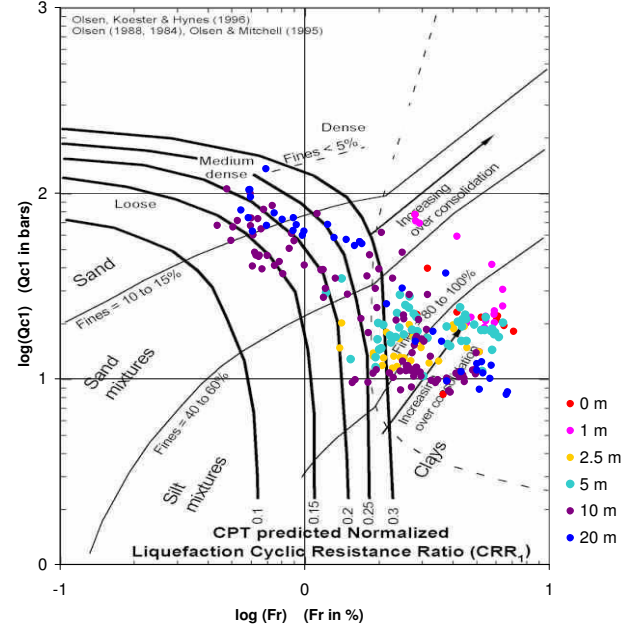
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
24-gen-12

Falda **2.20m**  
Sigla della Punta Tecnopenta 010104  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 26-set-2011  
Ultimo taratura per deriva termica 31-mar-2011

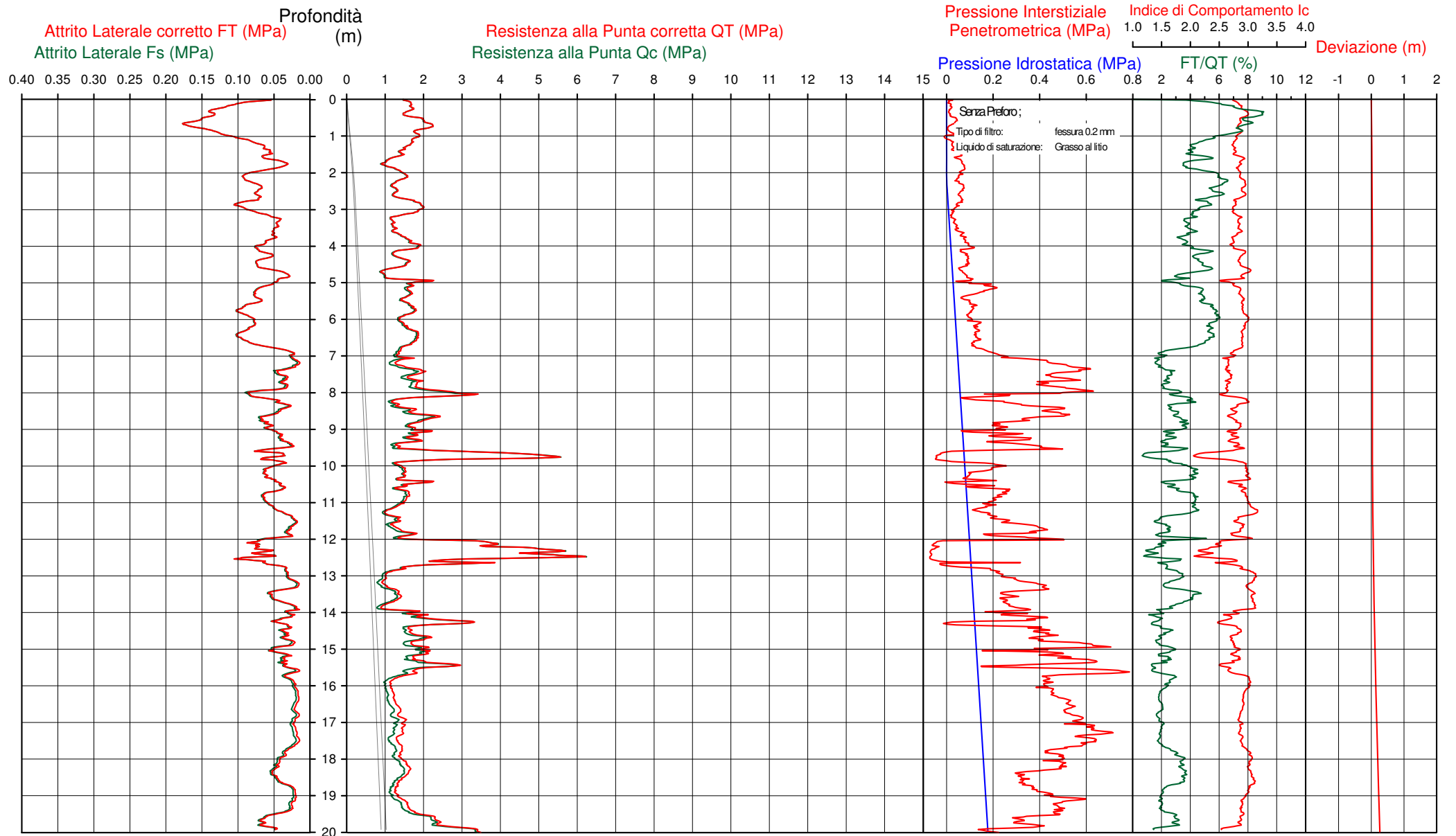


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 2





Società di  
Geologia  
Territoriale

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

CPTU

2

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24 gennaio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.20

|      |
|------|
| Vs20 |
| 175  |

| QT                  | Qc1N       | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990      | H    | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa | Angolo Attrito φ' | Coesione                    | OCR       | Modulo Edometrico           | Velocità Vs                                 |
|---------------------|------------|---------------------|---------|-----------|-------------------------------|------|-------------------|--------------|---|------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------|---|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & E | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson | basato su Fr vs Qc1N          | m    |                   |              |   | Tatsuoka 1990    | Robertson         | Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Robertson | Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
| 16.3                | 27.7       | 1.19                | 7.3     | 2.90      | limo argilloso-argilla limosa | 0.50 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.94                        |           | 89.5                        | 181   |
| 21.1                | 35.8       | 1.62                | 7.7     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa | 0.80 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                  |                   | 1.11                        |           | 114.5                       | 212   |
| 16.2                | 27.5       | 0.84                | 5.2     | 2.80      | limo argilloso-argilla limosa | 1.60 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.93                        |           | 92.1                        | 178   |
| 10.7                | 18.2       | 0.41                | 4.0     | 2.86      | limo argilloso-argilla limosa | 1.90 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.69                        |           | 61.9                        | 138   |
| 13.5                | 22.9       | 0.77                | 5.9     | 2.90      | limo argilloso-argilla limosa | 2.70 |                   | <u>H2O</u>   | Plastica                                    |                  |                   | 0.82                        |           | 75.9                        | 160   |
| 18.6                | 29.6       | 0.88                | 4.9     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa | 3.10 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 1.02                        |           | 106.6                       | 196   |
| 12.6                | 20.0       | 0.49                | 4.1     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa | 3.70 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.78                        |           | 72.9                        | 154   |
| 16.9                | 24.9       | 0.62                | 3.8     | 2.75      | limo argilloso-argilla limosa | 4.10 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.96                        |           | 98.3                        | 185   |
| 14.1                | 20.2       | 0.66                | 5.0     | 2.89      | limo argilloso-argilla limosa | 4.60 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.84                        |           | 80.6                        | 164   |
| 9.7                 | 13.9       | 0.40                | 4.6     | 2.99      | argilla-argilla limosa        | 4.80 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                  |                   | 0.64                        | 2.86      | 55.9                        | 131   |
| 16.2                | 21.2       | 0.72                | 4.7     | 2.86      | limo argilloso-argilla limosa | 5.90 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.93                        |           | 92.7                        | 178   |
| 14.1                | 17.6       | 0.79                | 6.1     | 2.99      | argilla-argilla limosa        | 6.10 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.84                        | 3.57      | 79.0                        | 165   |
| 17.3                | 20.8       | 0.88                | 5.5     | 2.91      | limo argilloso-argilla limosa | 6.70 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.97                        |           | 98.0                        | 187   |
| 14.2                | 16.7       | 0.33                | 2.5     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa | 7.10 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.85                        |           | 70.7                        | 166   |
| 13.6                | 15.6       | 0.17                | 1.4     | 2.65      | limo argilloso-argilla limosa | 7.30 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.82                        |           | 47.7                        | 161   |
| 18.2                | 20.3       | 0.36                | 2.1     | 2.66      | limo argilloso-argilla limosa | 7.90 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 1.01                        |           | 78.4                        | 193   |
| 28.0                | 30.2       | 0.77                | 2.9     | 2.61      | limo argilloso-argilla limosa | 8.10 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                  |                   | 1.31                        |           | 158.0                       | 251   |
| 15.2                | 16.3       | 0.43                | 3.2     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa | 8.60 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.89                        |           | 89.0                        | 172   |
| 21.7                | 22.6       | 0.64                | 3.2     | 2.73      | limo argilloso-argilla limosa | 8.80 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                  |                   | 1.13                        |           | 126.5                       | 215   |
| 17.4                | 17.6       | 0.45                | 2.9     | 2.79      | limo argilloso-argilla limosa | 9.60 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.98                        |           | 96.8                        | 187   |
| 47.2                | 46.6       | 0.48                | 1.1     | 2.19      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 9.80 |                   |              | Mediamente Addensata                        | 41.8             | 36.1              |                             |           | 156.0                       | 225   |
| 19.2                | 18.8       | 0.48                | 2.8     | 2.77      | limo argilloso-argilla limosa | 9.90 |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 1.04                        |           | 104.3                       | 200   |
| 14.5                | 13.9       | 0.55                | 4.3     | 2.98      | argilla-argilla limosa        |      |                   |              | Plastica                                    |                  |                   | 0.86                        | 2.39      | 83.7                        | 168   |



CPTU

2

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24 gennaio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.20

|      |
|------|
| Vs20 |
| 175  |

| QT   | Qc1N | FT   | FT/Qnet | lc   | Litologia Robertson 1990      | H     | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa Tatsuoka 1990 % | Angolo Attrito φ' Robertson ° | Coesione Benassi daN/cmq | OCR o20 Robertson | Modulo Edometrico Benassi daN/cmq | Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
|------|------|------|---------|------|-------------------------------|-------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|
|      |      |      |         |      |                               |       |                   |              |   |                                  |                               |                          |                   |                                   |   |
|      |      |      |         |      |                               | 10.40 |                   |              |   |                                  |                               |                          |                   |                                   |   |
| 16.2 | 15.2 | 0.41 | 2.9     | 2.85 | limo argilloso-argilla limosa | 10.70 |                   |              |   |                                  |                               | 0.93                     |                   | 92.4                              | 178   |
| 13.5 | 12.3 | 0.51 | 4.4     | 3.02 | argilla-argilla limosa        | 11.40 |                   |              |   |                                  |                               | 0.82                     | 2.04              | 78.0                              | 159   |
| 14.0 | 12.4 | 0.25 | 2.1     | 2.83 | limo argilloso-argilla limosa | 11.90 |                   |              |   |                                  |                               | 0.84                     |                   | 59.8                              | 163   |
| 14.4 | 12.6 | 0.46 | 3.8     | 2.96 | argilla-argilla limosa        | 12.00 |                   |              |   |                                  |                               | 0.86                     | 2.05              | 83.8                              | 167   |
| 45.9 | 41.1 | 0.70 | 1.7     | 2.36 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 12.50 |                   |              | 37.6  | 34.8                             |                               |                          |                   | 176.1                             | 265   |
| 24.5 | 21.0 | 0.61 | 2.8     | 2.74 | limo argilloso-argilla limosa | 12.80 |                   |              |   |                                  |                               | 1.21                     |                   | 132.4                             | 224   |
| 11.3 | 9.1  | 0.33 | 3.6     | 3.07 | argilla-argilla limosa        | 13.90 |                   |              |   |                                  |                               | 0.72                     | 1.36              | 65.9                              | 142   |
| 18.7 | 14.9 | 0.29 | 1.8     | 2.74 | limo argilloso-argilla limosa | 14.20 |                   |              |   |                                  |                               | 1.03                     |                   | 73.6                              | 196   |
| 31.4 | 25.5 | 0.46 | 1.6     | 2.51 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 14.30 |                   |              | 21.9  | 31.6                             |                               |                          |                   | 116.4                             | 258   |
| 18.2 | 14.1 | 0.30 | 1.9     | 2.77 | limo argilloso-argilla limosa | 14.90 |                   |              |   |                                  |                               | 1.01                     |                   | 74.4                              | 193   |
| 20.0 | 15.3 | 0.39 | 2.3     | 2.78 | limo argilloso-argilla limosa | 15.40 |                   |              |   |                                  |                               | 1.07                     |                   | 91.4                              | 205   |
| 26.5 | 20.4 | 0.34 | 1.4     | 2.56 | sabbia limosa-limo sabbioso   | 15.50 |                   |              | 14.5  | 30.0                             |                               |                          |                   | 94.3                              | 242   |
| 17.7 | 13.2 | 0.22 | 1.5     | 2.72 | limo argilloso-argilla limosa | 15.70 |                   |              |   |                                  |                               | 0.99                     |                   | 63.6                              | 190   |
| 12.1 | 8.7  | 0.24 | 2.6     | 3.01 | argilla-argilla limosa        | 16.10 |                   |              |   |                                  |                               | 0.75                     | 1.23              | 60.8                              | 149   |
| 13.3 | 9.4  | 0.18 | 1.8     | 2.90 | limo argilloso-argilla limosa | 17.00 |                   |              |   |                                  |                               | 0.81                     |                   | 51.3                              | 159   |
| 14.1 | 9.7  | 0.19 | 1.8     | 2.88 | limo argilloso-argilla limosa | 17.70 |                   |              |   |                                  |                               | 0.84                     |                   | 54.3                              | 165   |
| 15.0 | 10.0 | 0.43 | 3.6     | 3.04 | argilla-argilla limosa        | 18.60 |                   |              |   |                                  |                               | 0.88                     | 1.42              | 87.2                              | 171   |
| 13.0 | 8.4  | 0.25 | 2.6     | 3.03 | argilla-argilla limosa        | 19.00 |                   |              |   |                                  |                               | 0.80                     | 1.13              | 66.6                              | 157   |
| 15.9 | 10.3 | 0.26 | 2.1     | 2.90 | limo argilloso-argilla limosa | 19.50 |                   |              |   |                                  |                               | 0.92                     |                   | 68.0                              | 178   |
| 24.7 | 16.3 | 0.61 | 3.0     | 2.82 | limo argilloso-argilla limosa | 19.90 |                   |              |   |                                  |                               | 1.22                     |                   | 142.3                             | 233   |
| 34.2 | 23.2 | 0.48 | 1.6     | 2.54 | sabbia limosa-limo sabbioso   |       |                   |              | 18.7  | 30.4                             |                               |                          |                   | 126.1                             | 278   |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

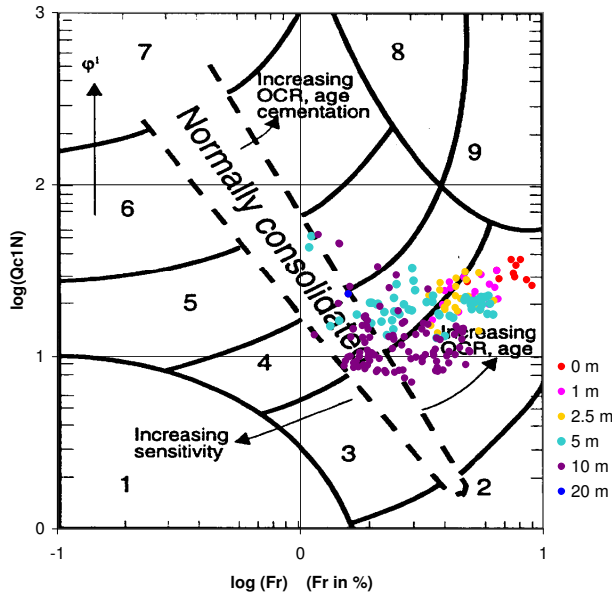
Numero prova 2  
 Quota falda 2.20



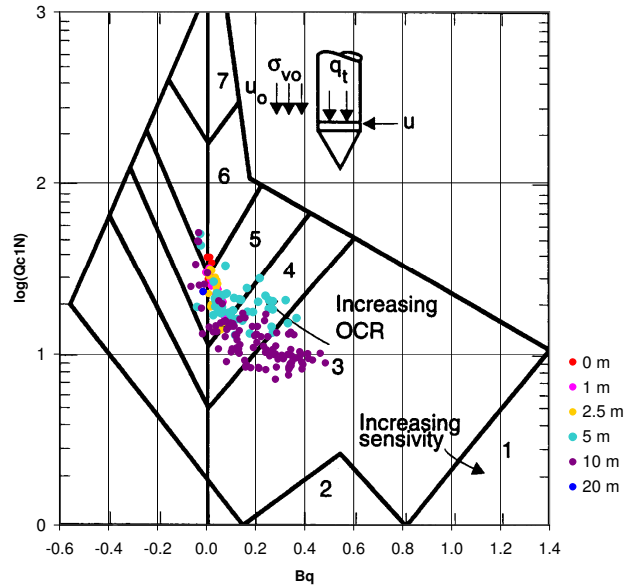
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

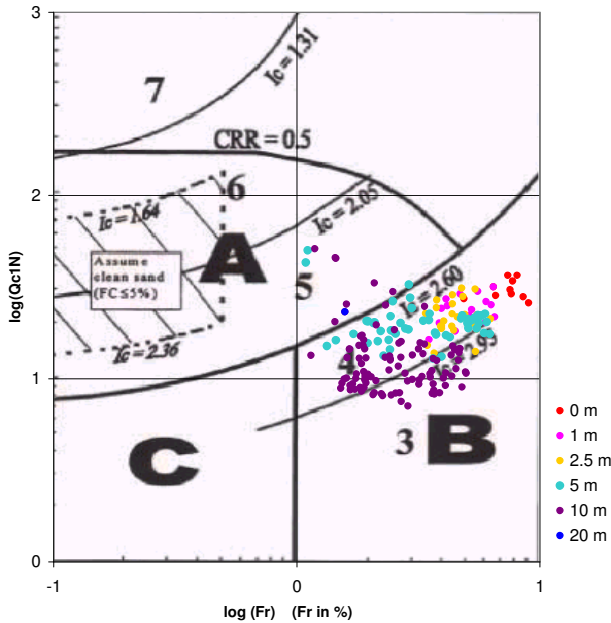
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



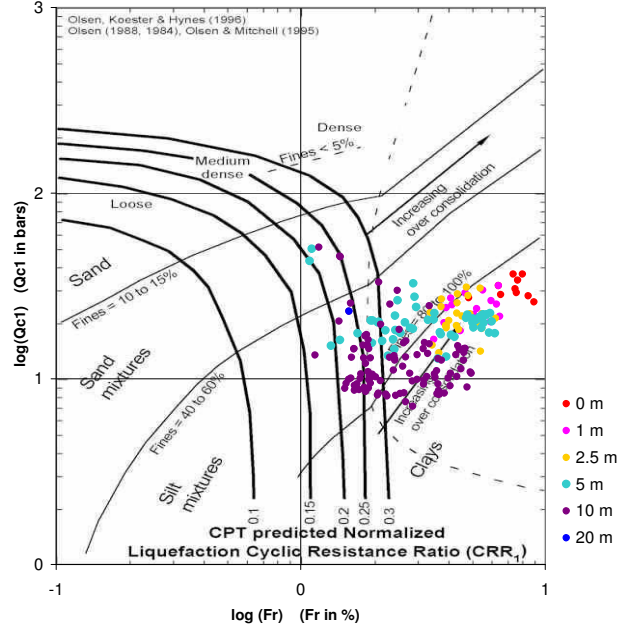
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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



Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
24-gen-12

Falda **2.00m**  
Sigla della Punta Tecnopenta 010104  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 26-set-2011  
Ultimo taratura per deriva termica 31-mar-2011

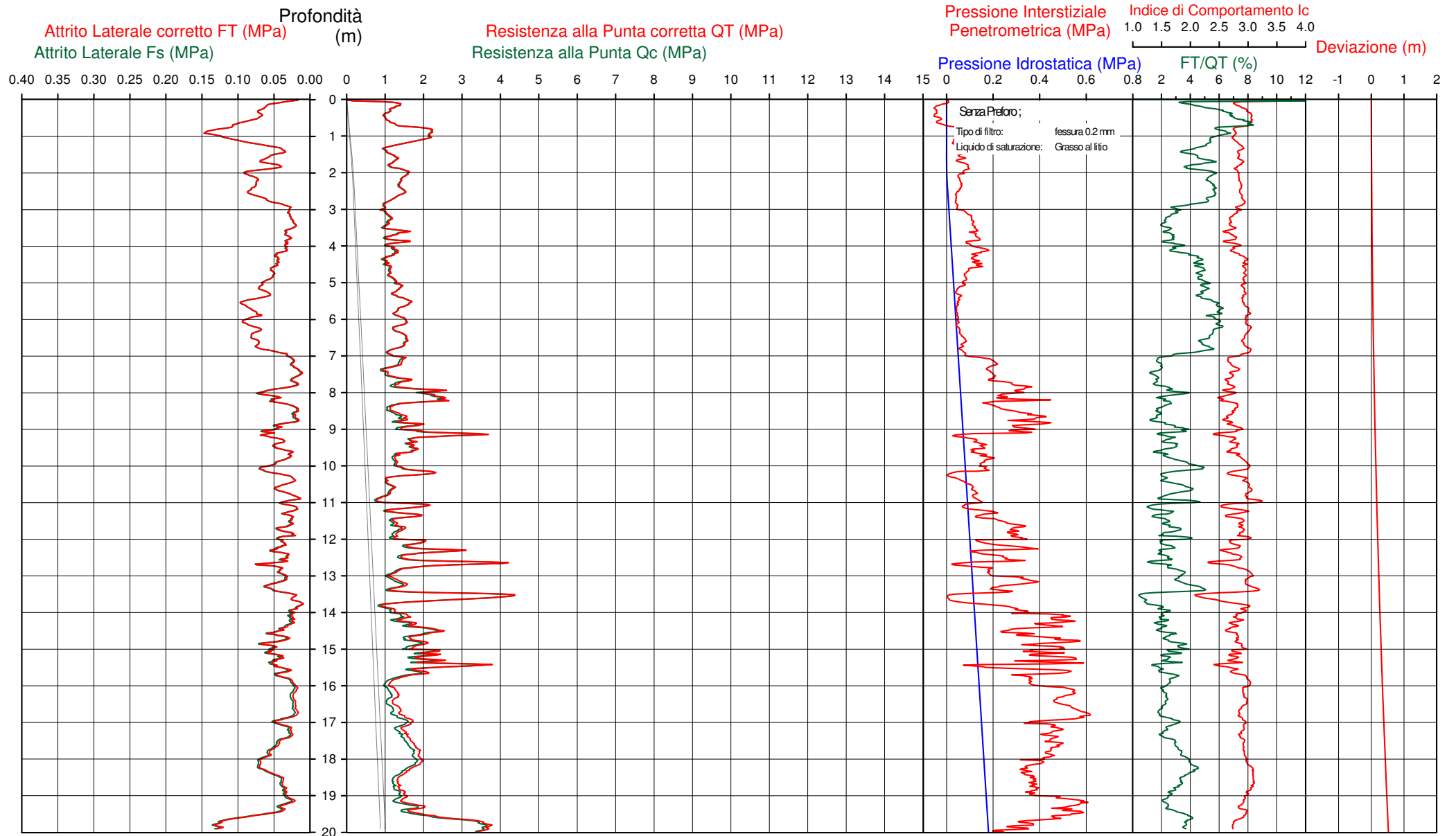


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 3





CPTU

3

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24 gennaio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.00

|      |
|------|
| Vs20 |
| 168  |

| QT      | Qc1N                    | FT         | FT/Qc1N | lc        | Litologia Robertson 1990      | H    | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa Tatsuoka 1990 % | Angolo Attrito φ' Robertson ° | Coesione Benassi dalN/cm² | OCR σ <sub>20</sub> Robertson | Modulo Edometrico Benassi dalN/cm² | Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
|---------|-------------------------|------------|---------|-----------|-------------------------------|------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|
| daN/cm² | Idriss & Esrig dalN/cm² | E dalN/cm² | %       | Robertson | basato su Fr vs Qc1N          | m    |                   |              |   |                                  |                               |                           |                               |                                    |   |
| 7.3     | 12.4                    | 0.32       | 21.6    | 3.45      | argilla-argilla limosa        | 0.10 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                                  |                               | 0.51                      | 148.15                        | 12.1                               | 109   |
| 12.5    | 21.3                    | 0.63       | 5.1     | 2.88      | limo argilloso-argilla limosa | 0.30 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.77                      |                               | 71.3                               | 153   |
| 10.7    | 18.3                    | 0.80       | 7.5     | 3.04      | argilla-argilla limosa        | 0.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.69                      | 23.24                         | 58.7                               | 139   |
| 20.7    | 35.2                    | 1.25       | 6.1     | 2.78      | limo argilloso-argilla limosa | 1.10 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                               | 1.10                      |                               | 116.3                              | 209   |
| 12.5    | 21.2                    | 0.56       | 4.5     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa | 1.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.77                      |                               | 71.7                               | 151   |
| 14.7    | 25.1                    | 0.80       | 5.6     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa | 2.60 |                   | H2O          | Plastica                                    |                                  |                               | 0.87                      |                               | 83.6                               | 170   |
| 12.1    | 20.6                    | 0.63       | 5.4     | 2.91      | limo argilloso-argilla limosa | 2.80 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.76                      |                               | 68.8                               | 150   |
| 9.8     | 16.7                    | 0.32       | 3.5     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa | 3.10 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                                  |                               | 0.64                      |                               | 57.0                               | 131   |
| 10.9    | 18.5                    | 0.24       | 2.3     | 2.71      | limo argilloso-argilla limosa | 3.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.70                      |                               | 49.8                               | 140   |
| 13.0    | 20.9                    | 0.31       | 2.5     | 2.70      | limo argilloso-argilla limosa | 3.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.80                      |                               | 64.3                               | 156   |
| 11.4    | 17.4                    | 0.44       | 4.2     | 2.89      | limo argilloso-argilla limosa | 4.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.72                      |                               | 65.9                               | 144   |
| 14.0    | 19.5                    | 0.70       | 5.3     | 2.92      | limo argilloso-argilla limosa | 5.60 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.84                      |                               | 79.8                               | 164   |
| 13.9    | 18.1                    | 0.80       | 6.3     | 2.99      | argilla-argilla limosa        | 6.40 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.83                      | 3.74                          | 77.7                               | 163   |
| 15.5    | 19.2                    | 0.76       | 5.3     | 2.93      | limo argilloso-argilla limosa | 6.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.90                      |                               | 88.0                               | 175   |
| 12.5    | 15.5                    | 0.63       | 5.6     | 3.01      | argilla-argilla limosa        | 6.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.78                      | 3.01                          | 71.1                               | 152   |
| 13.5    | 16.3                    | 0.27       | 2.3     | 2.75      | limo argilloso-argilla limosa | 7.20 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.82                      |                               | 61.5                               | 160   |
| 11.5    | 13.7                    | 0.18       | 1.7     | 2.75      | limo argilloso-argilla limosa | 7.60 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.73                      |                               | 43.9                               | 144   |
| 16.0    | 18.5                    | 0.24       | 1.7     | 2.63      | limo argilloso-argilla limosa | 7.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.92                      |                               | 60.4                               | 179   |
| 14.2    | 16.3                    | 0.25       | 1.9     | 2.70      | limo argilloso-argilla limosa | 7.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.85                      |                               | 56.9                               | 165   |
| 22.6    | 25.3                    | 0.60       | 2.9     | 2.66      | limo argilloso-argilla limosa | 8.10 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                               | 1.16                      |                               | 127.4                              | 222   |
| 25.3    | 28.0                    | 0.46       | 1.9     | 2.52      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 8.20 |                   |              | Sciolta                                     | 25.0                             | 33.3                          |                           |                               | 103.3                              | 227   |
| 14.4    | 16.0                    | 0.29       | 2.1     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa | 8.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.86                      |                               | 62.9                               | 162   |
| 13.4    | 14.7                    | 0.21       | 1.7     | 2.73      | limo argilloso-argilla limosa | 8.60 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.81                      |                               | 51.5                               | 160   |
| 15.0    | 16.3                    | 0.18       | 1.4     | 2.63      | limo argilloso-argilla limosa | 8.80 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.88                      |                               | 52.4                               | 171   |
| 18.0    | 19.3                    | 0.47       | 2.9     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa | 9.10 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 1.00                      |                               | 102.0                              | 191   |
| 30.7    | 32.1                    | 0.62       | 2.2     | 2.51      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 9.20 |                   |              | Sciolta                                     | 29.5                             | 34.0                          |                           |                               | 134.8                              | 252   |
| 17.1    | 17.9                    | 0.44       | 2.8     | 2.78      | limo argilloso-argilla limosa | 9.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.97                      |                               | 94.5                               | 187   |
| 14.3    | 14.6                    | 0.41       | 3.4     | 2.88      | limo argilloso-argilla limosa |      |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.85                      |                               | 83.5                               | 165   |



CPTU

3

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24 gennaio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.00

|      |
|------|
| Vs20 |
| 168  |

| QT                  | Qc1N       | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990      | H     | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa Tatsuoka 1990 % | Angolo Attrito $\phi'$ Robertson | Coesione Benassi daN/cm <sup>2</sup> | OCR $\sigma_{20}$ Robertson | Modulo Edometrico Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
|---------------------|------------|---------------------|---------|-----------|-------------------------------|-------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & E | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson | basato su Fr vs Qc1N          | m     |                   |              |   |                                  |                                  |                                      |                             |   |   |
|                     |            |                     |         |           |                               | 10.10 |                   |              |   |                                  |                                  |                                      |                             |   |   |
| 18.8                | 18.7       | 0.45                | 2.6     | 2.75      | limo argilloso-argilla limosa | 10.30 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 1.03                                 |                             | 96.5  | 196   |
| 10.5                | 10.3       | 0.25                | 2.9     | 2.97      | argilla-argilla limosa        | 10.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.68                                 | 1.69                        | 58.3  | 137   |
| 12.2                | 11.9       | 0.43                | 4.2     | 3.02      | argilla-argilla limosa        | 10.60 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.76                                 | 2.00                        | 70.6  | 151   |
| 11.4                | 11.0       | 0.36                | 3.8     | 3.02      | argilla-argilla limosa        | 10.80 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.72                                 | 1.82                        | 66.1  | 144   |
| 8.8                 | 8.4        | 0.24                | 3.5     | 3.08      | argilla-argilla limosa        | 11.00 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                                  |                                  | 0.59                                 | 1.29                        | 51.0  | 122   |
| 14.5                | 13.5       | 0.30                | 2.5     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa | 12.00 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.86                                 |                             | 70.3  | 166   |
| 20.0                | 18.2       | 0.38                | 2.1     | 2.70      | limo argilloso-argilla limosa | 12.10 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                                  | 1.07                                 |                             | 86.2  | 206   |
| 16.5                | 14.9       | 0.35                | 2.5     | 2.81      | limo argilloso-argilla limosa | 12.20 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.94                                 |                             | 80.3  | 182   |
| 19.6                | 17.6       | 0.39                | 2.3     | 2.74      | limo argilloso-argilla limosa | 12.60 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 1.06                                 |                             | 90.1  | 200   |
| 36.1                | 32.5       | 0.59                | 1.8     | 2.45      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 12.70 |                   |              | Sciolta                                     | 29.9                             | 33.5                             |                                      |                             | 143.3   | 266   |
| 13.9                | 11.9       | 0.44                | 3.9     | 3.00      | argilla-argilla limosa        | 13.40 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.83                                 | 1.89                        | 80.3  | 161   |
| 31.1                | 26.9       | 0.26                | 1.2     | 2.39      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 13.70 |                   |              | Sciolta                                     | 23.7                             | 32.1                             |                                      |                             | 103.9   | 225   |
| 11.5                | 9.4        | 0.17                | 1.9     | 2.91      | limo argilloso-argilla limosa | 14.00 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.73                                 |                             | 46.9  | 145   |
| 16.0                | 13.1       | 0.26                | 1.9     | 2.79      | limo argilloso-argilla limosa | 14.40 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.92                                 |                             | 64.8  | 178   |
| 20.7                | 16.6       | 0.46                | 2.6     | 2.78      | limo argilloso-argilla limosa | 15.40 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                                  | 1.10                                 |                             | 105.5   | 208   |
| 30.8                | 24.7       | 0.46                | 1.7     | 2.54      | sabbia limosa-limo sabbioso   | 15.50 |                   |              | Sciolta                                     | 20.9                             | 31.3                             |                                      |                             | 116.7   | 260   |
| 19.1                | 14.8       | 0.35                | 2.2     | 2.78      | limo argilloso-argilla limosa | 15.70 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 1.04                                 |                             | 84.2  | 200   |
| 12.6                | 9.3        | 0.23                | 2.4     | 2.97      | argilla-argilla limosa        | 16.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.78                                 | 1.34                        | 59.5  | 153   |
| 14.2                | 10.3       | 0.21                | 1.8     | 2.87      | limo argilloso-argilla limosa | 16.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.85                                 |                             | 56.2  | 165   |
| 16.6                | 12.1       | 0.42                | 3.1     | 2.94      | limo argilloso-argilla limosa | 17.10 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.95                                 |                             | 99.8  | 183   |
| 16.9                | 12.0       | 0.39                | 2.8     | 2.91      | limo argilloso-argilla limosa | 17.90 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.96                                 |                             | 91.4  | 184   |
| 18.5                | 12.9       | 0.67                | 4.4     | 3.01      | argilla-argilla limosa        | 18.30 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 1.02                                 | 1.91                        | 106.3   | 195   |
| 14.2                | 9.5        | 0.39                | 3.6     | 3.06      | argilla-argilla limosa        | 19.00 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.85                                 | 1.32                        | 82.4  | 165   |
| 16.6                | 11.0       | 0.31                | 2.4     | 2.91      | limo argilloso-argilla limosa | 19.40 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.95                                 |                             | 77.7  | 182   |
| 17.8                | 11.8       | 0.49                | 3.4     | 2.97      | argilla-argilla limosa        | 19.50 |                   |              | Plastica                                    |                                  |                                  | 0.99                                 | 1.68                        | 103.7   | 191   |
| 32.0                | 22.2       | 1.13                | 4.0     | 2.80      | limo argilloso-argilla limosa |       |                   |              | Semi solida (Molto duro)                    |                                  |                                  | 1.41                                 |                             | 185.5   | 271   |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

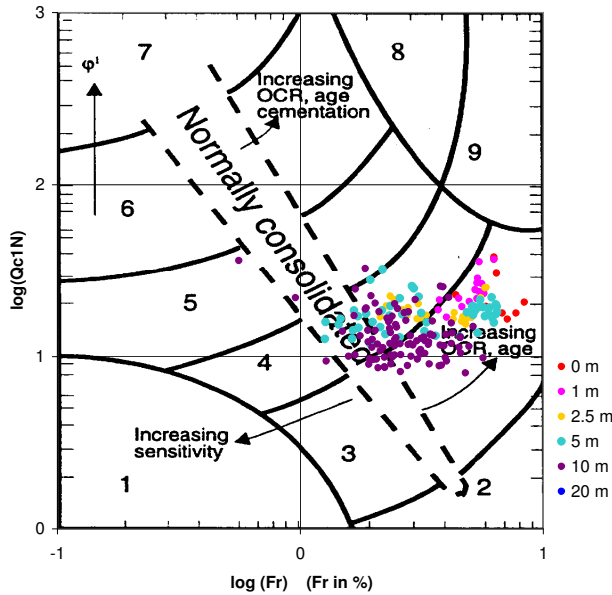
Numero prova 3  
 Quota falda 2.00



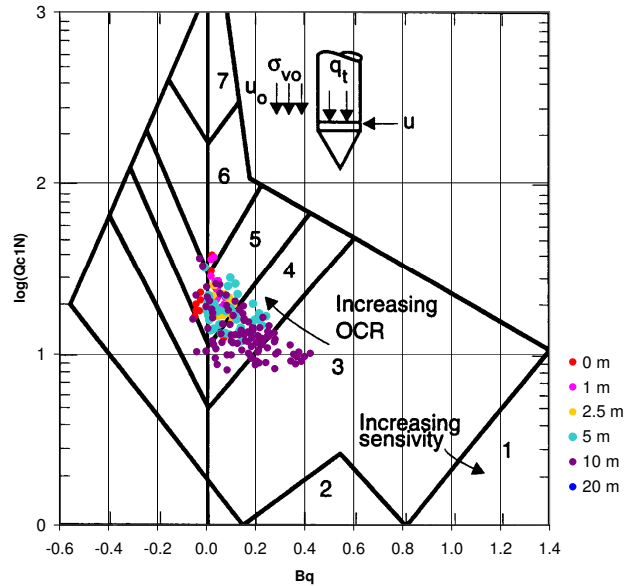
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

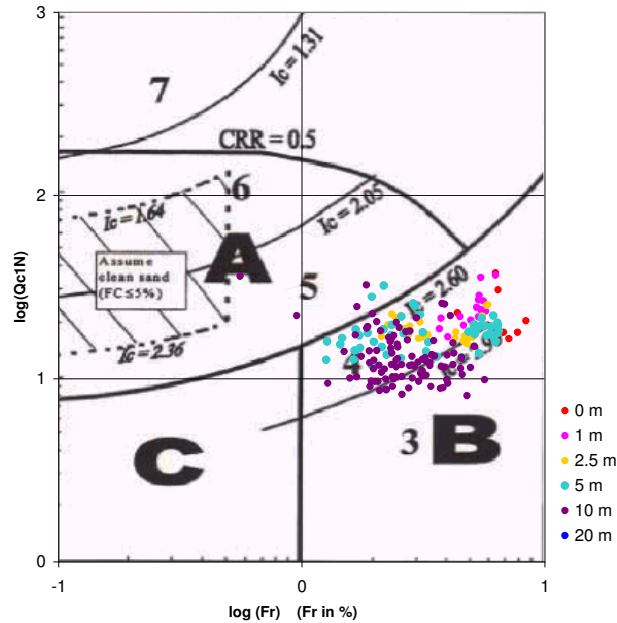
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



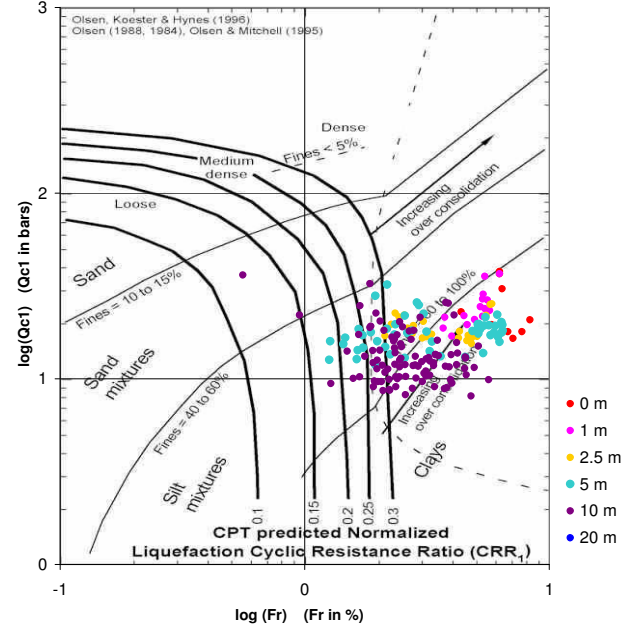
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
24/01/2012

Falda **2.30m**  
Sigla della Punta Tecnopenta 010104  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 26-set-2011  
Ultimo taratura per deriva termica 31-mar-2011

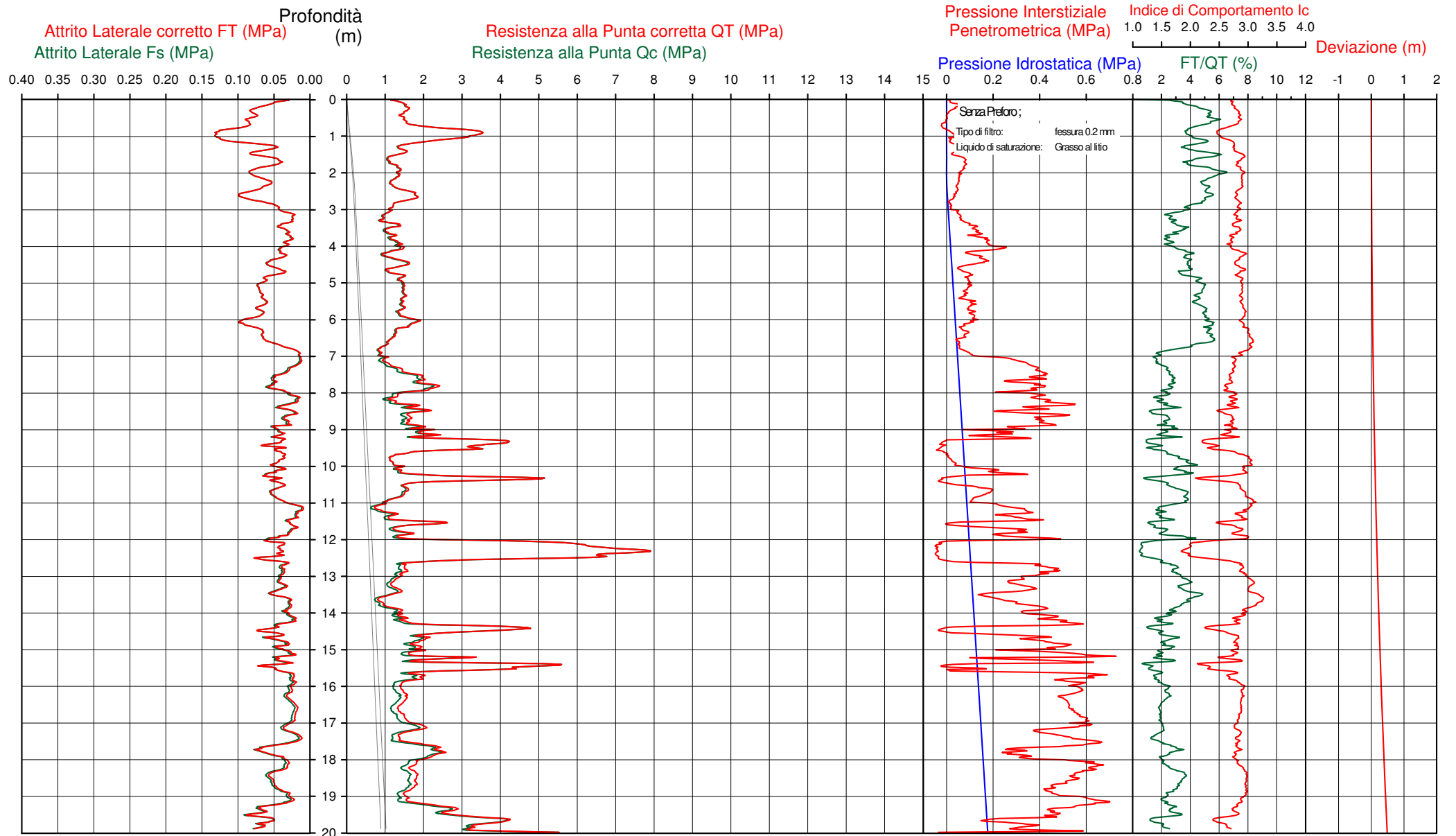


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 4







CPTU

4

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24/01/2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.30

|      |
|------|
| Vs20 |
| 174  |

| QT   | Qc1N | FT   | FT/Qnet | lc   | Litologia Robertson 1990<br>basato su Fr vs Qc1N | H     | Litologia grafica | Falda<br>idrica  | Addensamento (Sabbia)<br>Consistenza (Argilla) | Densità<br>Relativa<br>Tatsuoka 1990<br>% | Angolo<br>Attrito φ'<br>Robertson<br>° | Coesione<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | OCR<br>0.20<br>Robertson | Modulo<br>Edometrico<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs<br>Baldi (sabbie),<br>Mayne & Rix (argille)<br>m/sec |
|------|------|------|---------|------|--|-------|-------------------|------------------|--|---|--|--|--------------------------|--|--|
| 16.1 | 27.3 | 0.76 | 4.7     | 2.78 | limo argilloso-argilla limosa                    | 0.80  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.93                                       |                          | 92.2   | 177  |
| 32.0 | 54.4 | 1.27 | 4.0     | 2.52 | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 1.10  |                   |                  | Mediamente Addensata                           | 46.9                                      | 43.5                                   |  |                          | 185.3  | 250  |
| 15.8 | 26.8 | 0.72 | 4.6     | 2.78 | limo argilloso-argilla limosa                    | 1.50  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.91                                       |                          | 90.6   | 175  |
| 12.4 | 21.1 | 0.62 | 5.1     | 2.88 | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.40  |                   | H <sub>2</sub> O | Plastica                                       |   |  | 0.77                                       |                          | 70.7   | 152  |
| 16.4 | 27.1 | 0.84 | 5.3     | 2.81 | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.80  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.94                                       |                          | 93.5   | 181  |
| 11.6 | 19.3 | 0.43 | 3.9     | 2.83 | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.10  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.73                                       |                          | 67.3   | 146  |
| 9.4  | 15.7 | 0.24 | 2.7     | 2.81 | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.30  |                   |                  | Molle-plastica (Soffice)                       |   |  | 0.62                                       |                          | 49.2   | 128  |
| 11.8 | 18.5 | 0.32 | 2.9     | 2.77 | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.90  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.74                                       |                          | 65.9   | 147  |
| 14.2 | 21.1 | 0.36 | 2.7     | 2.70 | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.10  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.85                                       |                          | 73.9   | 165  |
| 10.5 | 15.7 | 0.37 | 3.9     | 2.91 | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.30  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.68                                       |                          | 60.6   | 137  |
| 14.8 | 21.2 | 0.54 | 3.9     | 2.81 | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.50  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.87                                       |                          | 85.6   | 169  |
| 12.0 | 17.2 | 0.45 | 4.0     | 2.88 | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.70  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.75                                       |                          | 69.5   | 148  |
| 14.4 | 19.3 | 0.65 | 4.8     | 2.89 | limo argilloso-argilla limosa                    | 5.90  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.86                                       |                          | 82.8   | 167  |
| 17.1 | 21.3 | 0.88 | 5.5     | 2.90 | limo argilloso-argilla limosa                    | 6.20  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.97                                       |                          | 96.9   | 186  |
| 11.5 | 14.1 | 0.57 | 5.4     | 3.03 | argilla-argilla limosa                           | 6.80  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.73                                       | 2.72                     | 65.4   | 144  |
| 9.2  | 11.0 | 0.15 | 1.9     | 2.85 | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.10  |                   |                  | Molle-plastica (Soffice)                       |   |  | 0.61                                       |                          | 37.1   | 126  |
| 15.3 | 17.5 | 0.32 | 2.2     | 2.73 | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.70  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.89                                       |                          | 68.0   | 169  |
| 22.1 | 24.4 | 0.52 | 2.5     | 2.64 | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.90  |                   |                  | Solido-plastica (Duro)                         |   |  | 1.14                                       |                          | 109.5  | 219  |
| 13.9 | 15.3 | 0.23 | 1.9     | 2.73 | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.30  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.83                                       |                          | 55.2   | 161  |
| 18.8 | 20.2 | 0.34 | 2.0     | 2.64 | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.50  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 1.03                                       |                          | 79.1   | 195  |
| 16.4 | 17.4 | 0.29 | 1.9     | 2.69 | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.80  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.94                                       |                          | 66.8   | 181  |
| 19.2 | 20.0 | 0.41 | 2.4     | 2.69 | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.20  |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 1.05                                       |                          | 89.7   | 200  |
| 32.8 | 33.2 | 0.45 | 1.6     | 2.41 | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 9.60  |                   |                  | Sciolta  | 30.6                                      | 34.1                                   |  |                          | 120.7  | 237  |
| 12.6 | 12.5 | 0.42 | 3.9     | 2.99 | argilla-argilla limosa                           | 10.00 |                   |                  | Plastica                                       |   |  | 0.78                                       | 2.15                     | 73.0   | 153  |



CPTU

4

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

24/01/2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.30

|      |
|------|
| Vs20 |
| 174  |

| QT                  | Qc1N        | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990<br>basato su Fr vs Qc1N | H     | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia)<br>Consistenza (Argilla) | Densità Relativa<br>Tatsuoka 199 | Angolo Attrito φ'<br>Robertson | Coesione<br>Benassi daN/cm <sup>2</sup> | OCR<br>0.20<br>Robertson | Modulo Edometrico<br>Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs<br>Baldi (sabbie),<br>Mayne & Rix (argille)<br>m/sec |
|---------------------|-------------|---------------------|---------|-----------|--|-------|-------------------|--------------|--|----------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------|--|--|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & Es | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson |  | m     |                   |              |  | %                                | °                              |   |                          |  |  |
| 14.0                | 13.7        | 0.45                | 3.6     | 2.94      | limo argilloso-argilla limosa                    | 10.20 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.84                                    |                          | 81.4   | 164  |
| 36.3                | 35.3        | 0.53                | 1.8     | 2.42      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 10.40 |                   |              | Sciolta  | 32.6                             | 34.3                           |   |                          | 143.8  | 249  |
| 16.1                | 15.3        | 0.44                | 3.1     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa                    | 10.70 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.93                                    |                          | 94.2   | 179  |
| 12.7                | 11.9        | 0.44                | 4.1     | 3.02      | argilla-argilla limosa                           | 11.00 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.78                                    | 1.97                     | 73.4   | 153  |
| 8.3                 | 7.6         | 0.14                | 2.1     | 3.01      | argilla-argilla limosa                           | 11.20 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                       |                                  |                                | 0.56                                    | 1.14                     | 36.0   | 118  |
| 12.5                | 11.4        | 0.21                | 2.0     | 2.86      | limo argilloso-argilla limosa                    | 11.50 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.77                                    |                          | 52.4   | 152  |
| 22.8                | 20.9        | 0.27                | 1.3     | 2.54      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 11.60 |                   |              | Sciolta  | 15.3                             | 30.7                           |   |                          | 79.2   | 218  |
| 14.8                | 13.3        | 0.32                | 2.5     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa                    | 12.00 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.88                                    |                          | 73.7   | 169  |
| 64.6                | 59.5        | 0.43                | 0.7     | 2.01      | sabbia-sabbia limosa                             | 12.40 |                   |              | Mediamente Addensata                           | 49.9                             | 37.1                           |   |                          | 202.2  | 209  |
| 47.2                | 42.6        | 0.56                | 1.5     | 2.32      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 12.60 |                   |              | Mediamente Addensata                           | 38.8                             | 35.0                           |   |                          | 170.1  | 230  |
| 15.2                | 12.9        | 0.35                | 2.8     | 2.88      | limo argilloso-argilla limosa                    | 12.90 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.89                                    |                          | 81.2   | 173  |
| 12.9                | 10.7        | 0.42                | 4.0     | 3.04      | argilla-argilla limosa                           | 13.50 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.79                                    | 1.67                     | 75.0   | 156  |
| 9.2                 | 7.3         | 0.30                | 4.5     | 3.21      | argilla-argilla limosa                           | 13.80 |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                       |                                  |                                | 0.61                                    | 1.03                     | 52.7   | 126  |
| 14.3                | 11.4        | 0.28                | 2.4     | 2.89      | limo argilloso-argilla limosa                    | 14.30 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.85                                    |                          | 67.5   | 166  |
| 39.6                | 33.0        | 0.56                | 1.6     | 2.41      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 14.50 |                   |              | Sciolta  | 30.4                             | 33.2                           |   |                          | 145.8  | 273  |
| 20.2                | 15.8        | 0.39                | 2.2     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa                    | 15.30 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                         |                                  |                                | 1.08                                    |                          | 90.4   | 206  |
| 38.8                | 31.2        | 0.46                | 1.4     | 2.41      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 15.60 |                   |              | Sciolta  | 28.6                             | 32.7                           |   |                          | 136.7  | 267  |
| 18.8                | 14.2        | 0.24                | 1.5     | 2.70      | limo argilloso-argilla limosa                    | 15.80 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 1.03                                    |                          | 67.8   | 198  |
| 14.8                | 10.7        | 0.23                | 2.0     | 2.87      | limo argilloso-argilla limosa                    | 17.00 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.87                                    |                          | 60.6   | 170  |
| 18.0                | 12.8        | 0.30                | 2.0     | 2.81      | limo argilloso-argilla limosa                    | 17.30 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 1.00                                    |                          | 75.0   | 191  |
| 15.5                | 10.8        | 0.20                | 1.6     | 2.82      | limo argilloso-argilla limosa                    | 17.60 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.90                                    |                          | 56.8   | 173  |
| 23.1                | 16.3        | 0.55                | 2.7     | 2.80      | limo argilloso-argilla limosa                    | 18.00 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                         |                                  |                                | 1.17                                    |                          | 122.0  | 224  |
| 17.4                | 11.8        | 0.33                | 2.3     | 2.87      | limo argilloso-argilla limosa                    | 18.30 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.98                                    |                          | 79.8   | 188  |
| 17.2                | 11.5        | 0.45                | 3.2     | 2.97      | argilla-argilla limosa                           | 19.00 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.97                                    | 1.65                     | 100.4  | 186  |
| 16.7                | 10.9        | 0.27                | 2.0     | 2.88      | limo argilloso-argilla limosa                    | 19.20 |                   |              | Plastica                                       |                                  |                                | 0.95                                    |                          | 70.3   | 183  |
| 26.2                | 17.7        | 0.66                | 2.9     | 2.79      | limo argilloso-argilla limosa                    | 19.50 |                   |              | Solido-plastica (Duro)                         |                                  |                                | 1.26                                    |                          | 146.9  | 243  |
| 37.2                | 25.8        | 0.61                | 1.9     | 2.54      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 19.80 |                   |              | Sciolta  | 22.3                             | 31.1                           |   |                          | 149.2  | 290  |
| 32.3                | 22.1        | 0.70                | 2.4     | 2.66      | limo argilloso-argilla limosa                    |       |                   |              | Semi solida (Molto duro)                       |                                  |                                | 1.42                                    |                          | 152.8  | 277  |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

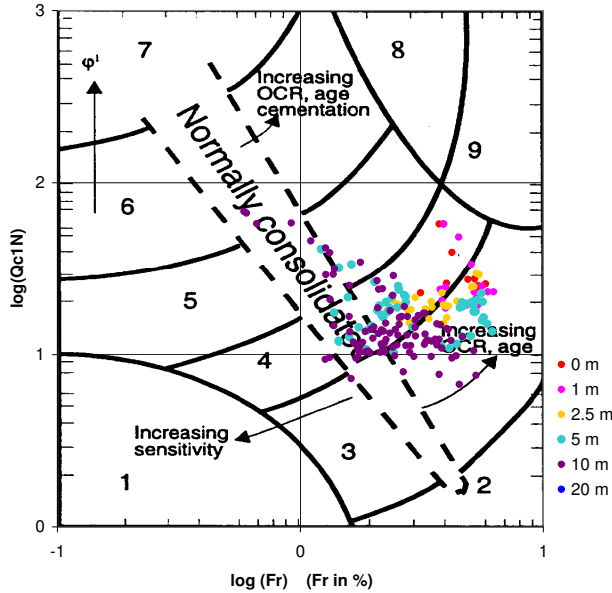
Numero prova 4  
 Quota falda 2.30



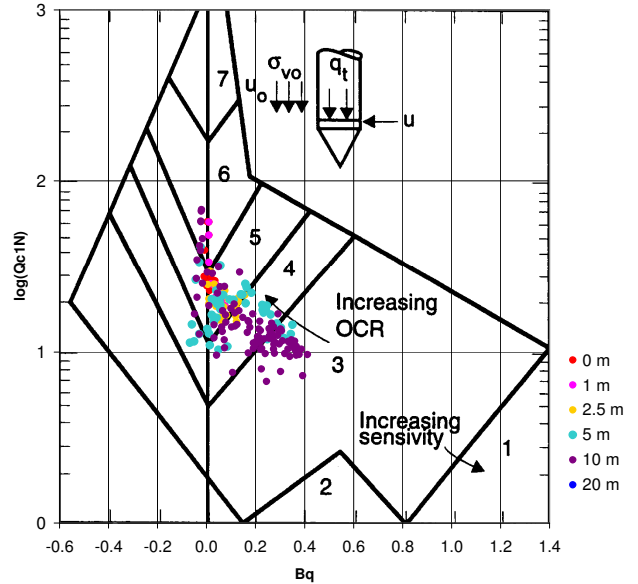
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

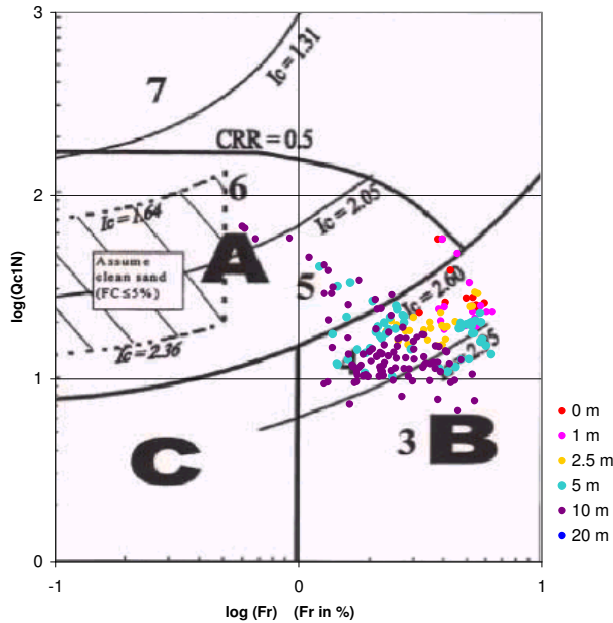
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



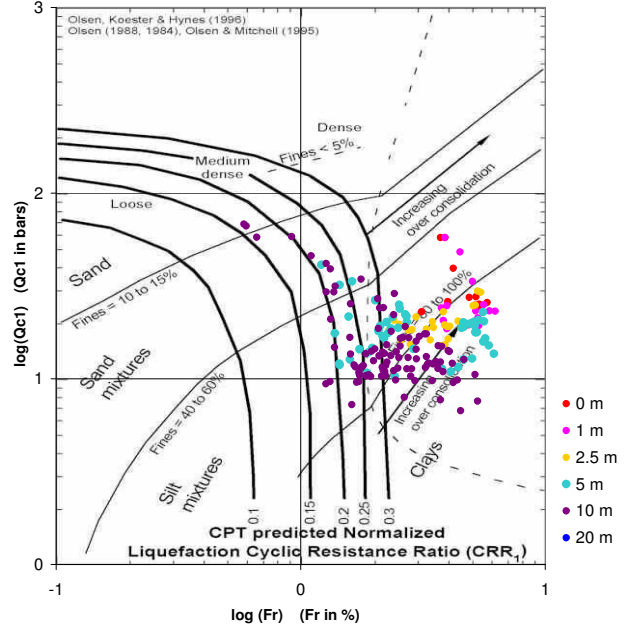
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
17-feb-12

Falda **2.60m**  
Sigla della Punta Tecnopenta 010104  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 26-set-2011  
Ultimo taratura per deriva termica 31-mar-2011

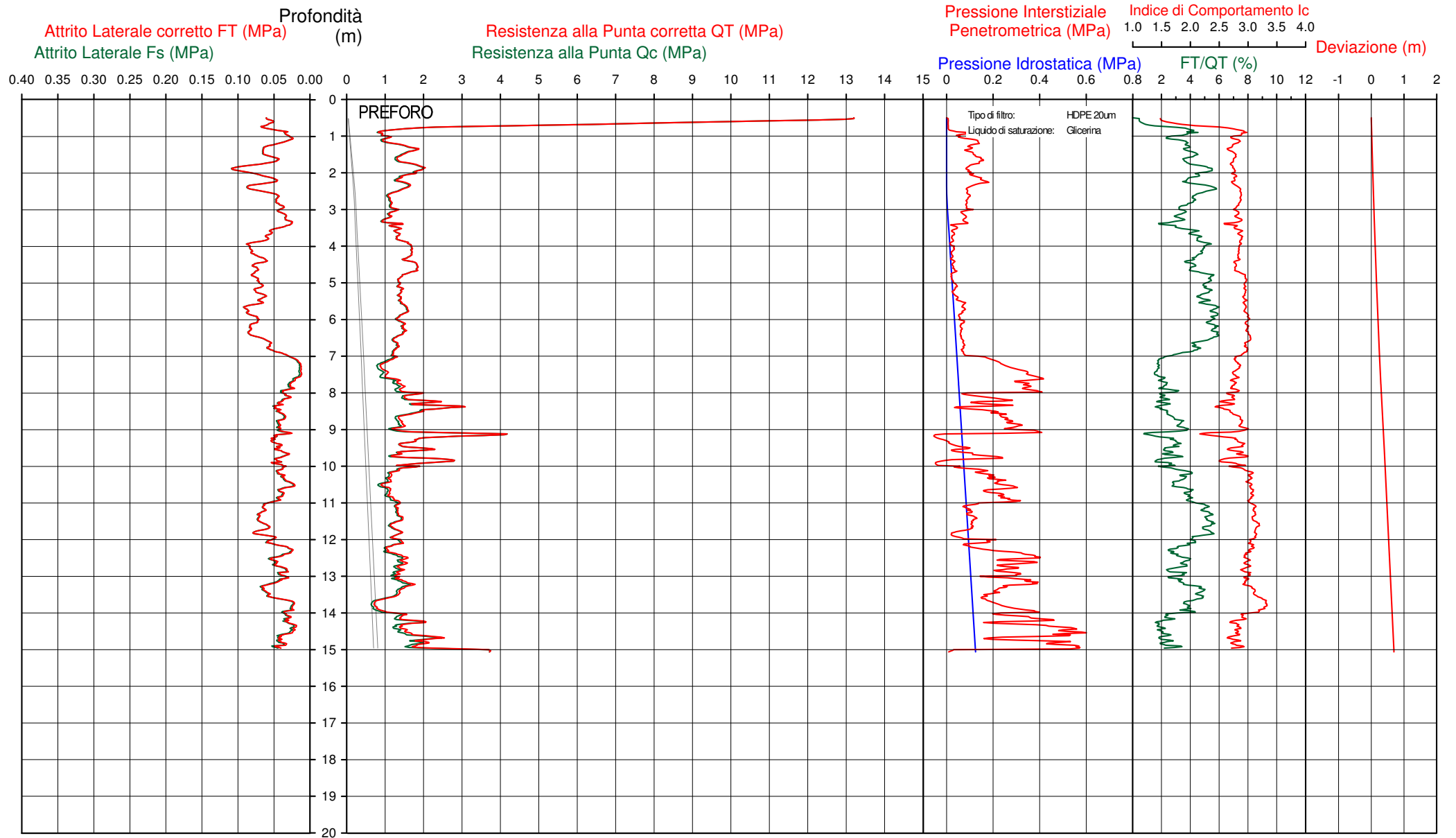


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 5





CPTU

5

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

17 febbraio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.60

|           |
|-----------|
| Vs 0 - 15 |
| 163       |

| QT                  | Qc1N           | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990<br>basato su Fr vs Qc1N | H     | Litologia grafica | Falda<br>idrica | Addensamento (Sabbia)<br>Consistenza (Argilla) | Densità<br>Relativa<br>Tatsuoka 1990<br>% | Angolo<br>Attrito φ'<br>Robertson<br>° | Coesione<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | OCR<br>0.20<br>Robertson | Modulo<br>Edometrico<br>Benassi<br>daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs<br>Baldi (sabbie),<br>Mayne & Rix (argille)<br>m/sec |
|---------------------|----------------|---------------------|---------|-----------|--|-------|-------------------|-----------------|--|---|--|--|--------------------------|--|--|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & Esrig | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson |  | m     |                   |                 |  |   |  |  |                          |  |  |
| 72.3                | 115.0          | 0.58                | 1.4     | 1.93      | sabbia-sabbia limosa                             | 0.80  |                   |                 | Addensata                                      | 71.6                                      | 48.9                                   |  |                          | 253.9  | 160  |
| 9.7                 | 16.6           | 0.36                | 3.8     | 2.88      | limo argilloso-argilla limosa                    | 1.00  |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |   |  | 0.64                                       |                          | 56.5   | 131  |
| 10.5                | 17.9           | 0.31                | 3.0     | 2.79      | limo argilloso-argilla limosa                    | 1.20  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.68                                       |                          | 61.5   | 137  |
| 16.2                | 27.6           | 0.62                | 3.9     | 2.72      | limo argilloso-argilla limosa                    | 1.50  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.93                                       |                          | 94.1   | 180  |
| 13.5                | 23.0           | 0.49                | 3.7     | 2.76      | limo argilloso-argilla limosa                    | 1.70  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.82                                       |                          | 78.7   | 161  |
| 18.6                | 31.5           | 0.88                | 4.8     | 2.74      | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.00  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 1.02                                       |                          | 106.3  | 196  |
| 15.0                | 25.4           | 0.67                | 4.6     | 2.79      | limo argilloso-argilla limosa                    | 2.50  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.88                                       |                          | 86.1   | 171  |
| 11.6                | 18.7           | 0.39                | 3.6     | 2.82      | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.50  |                   | H2O             | Plastica                                       |   |  | 0.73                                       |                          | 67.2   | 145  |
| 13.6                | 20.3           | 0.59                | 4.5     | 2.86      | limo argilloso-argilla limosa                    | 3.90  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.82                                       |                          | 78.3   | 161  |
| 16.9                | 23.4           | 0.76                | 4.7     | 2.83      | limo argilloso-argilla limosa                    | 4.80  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.96                                       |                          | 96.8   | 184  |
| 14.3                | 18.5           | 0.75                | 5.6     | 2.95      | argilla-argilla limosa                           | 5.90  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.86                                       | 3.84                     | 81.3   | 167  |
| 14.4                | 17.5           | 0.79                | 5.9     | 2.99      | argilla-argilla limosa                           | 6.40  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.86                                       | 3.48                     | 81.3   | 167  |
| 12.9                | 15.1           | 0.59                | 5.1     | 2.99      | argilla-argilla limosa                           | 6.90  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.79                                       | 2.89                     | 73.3   | 156  |
| 11.6                | 13.3           | 0.23                | 2.2     | 2.82      | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.20  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.73                                       |                          | 52.0   | 145  |
| 9.2                 | 10.4           | 0.12                | 1.6     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.40  |                   |                 | Molle-plastica (Soffice)                       |   |  | 0.61                                       |                          | 34.0   | 126  |
| 10.5                | 11.7           | 0.14                | 1.5     | 2.77      | limo argilloso-argilla limosa                    | 7.60  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.68                                       |                          | 37.6   | 137  |
| 15.0                | 16.3           | 0.29                | 2.2     | 2.74      | limo argilloso-argilla limosa                    | 8.20  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.88                                       |                          | 65.5   | 171  |
| 22.9                | 24.1           | 0.44                | 2.1     | 2.60      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 8.50  |                   |                 | Sciolta  | 20.0                                      | 32.1                                   |  |                          | 98.1   | 220  |
| 14.6                | 15.1           | 0.40                | 3.1     | 2.86      | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.00  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.87                                       |                          | 87.9   | 168  |
| 27.5                | 27.7           | 0.39                | 1.8     | 2.51      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 9.20  |                   |                 | Sciolta  | 24.6                                      | 32.9                                   |  |                          | 108.6  | 224  |
| 16.6                | 16.6           | 0.47                | 3.2     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.50  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.95                                       |                          | 97.2   | 182  |
| 19.6                | 19.3           | 0.44                | 2.5     | 2.72      | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.60  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 1.06                                       |                          | 96.1   | 203  |
| 15.3                | 14.9           | 0.37                | 2.8     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa                    | 9.80  |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.89                                       |                          | 83.9   | 172  |
| 25.9                | 25.2           | 0.46                | 1.9     | 2.56      | sabbia limosa-limo sabbioso                      | 9.90  |                   |                 | Sciolta  | 21.5                                      | 32.1                                   |  |                          | 105.7  | 236  |
| 15.7                | 15.0           | 0.40                | 2.9     | 2.85      | limo argilloso-argilla limosa                    | 10.10 |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.91                                       |                          | 88.9   | 176  |
| 11.4                | 10.6           | 0.38                | 3.9     | 3.04      | argilla-argilla limosa                           |       |                   |                 | Plastica                                       |   |  | 0.72                                       | 1.73                     | 66.2   | 144  |





**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

CPTU

5

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

17 febbraio 2012  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Faenza  
2.60

|           |
|-----------|
| Vs 0 - 15 |
| 163       |

| QT                  | Qc1N                               | FT                  | FT/Qnet | lc        | Litologia Robertson 1990      | H     | Litologia grafica | Falda idrica | Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla) | Densità Relativa Tatsuoka 1990 % | Angolo Attrito φ' Robertson ° | Coesione Benassi daN/cm <sup>2</sup> | OCR o <sub>20</sub> Robertson | Modulo Edometrico Benassi daN/cm <sup>2</sup> | Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec |
|---------------------|------------------------------------|---------------------|---------|-----------|-------------------------------|-------|-------------------|--------------|---|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|---|
| daN/cm <sup>2</sup> | Idriss & Esrig daN/cm <sup>2</sup> | daN/cm <sup>2</sup> | %       | Robertson | basato su Fr vs Qc1N          | m     |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               |       |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 11.00 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 13.6                | 12.2                               | 0.67                | 5.8     | 3.10      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.82                                 | 2.00                          | 76.6  | 161   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 11.50 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 11.9                | 10.4                               | 0.60                | 6.1     | 3.17      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.75                                 | 1.66                          | 67.0  | 149   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 11.70 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 12.6                | 10.8                               | 0.49                | 4.6     | 3.07      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.78                                 | 1.71                          | 72.5  | 153   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 12.40 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 14.9                | 12.5                               | 0.47                | 3.7     | 2.97      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.88                                 | 2.01                          | 86.5  | 171   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 12.70 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 14.0                | 11.4                               | 0.48                | 4.1     | 3.03      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.84                                 | 1.78                          | 80.9  | 164   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 13.60 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 8.4                 | 6.5                                | 0.27                | 4.6     | 3.26      | argilla-argilla limosa        |       |                   |              | Molle-plastica (Soffice)                    |                                  |                               | 0.57                                 | 0.87                          | 48.2  | 118   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 14.00 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 15.7                | 12.2                               | 0.27                | 2.1     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa |       |                   |              | Plastica                                    |                                  |                               | 0.91                                 |                               | 66.9  | 176   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 14.60 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 20.7                | 16.0                               | 0.40                | 2.2     | 2.75      | limo argilloso-argilla limosa |       |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                               | 1.10                                 |                               | 92.8  | 209   |
|                     |                                    |                     |         |           |                               | 14.90 |                   |              |   |                                  |                               |                                      |                               |   |   |
| 24.9                | 14.6                               | 0.44                | 2.7     | 2.84      | limo argilloso-argilla limosa |       |                   |              | Solido-plastica (Duro)                      |                                  |                               | 1.23                                 |                               | 131.5   | 236   |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

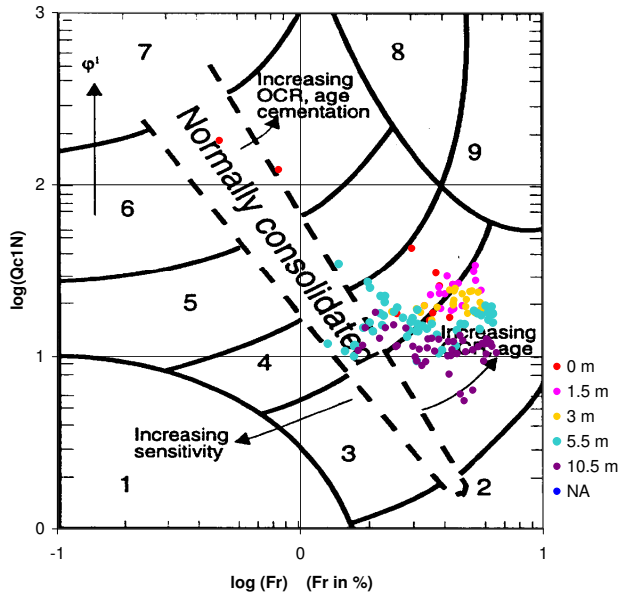
Numero prova 5  
 Quota falda 2.60



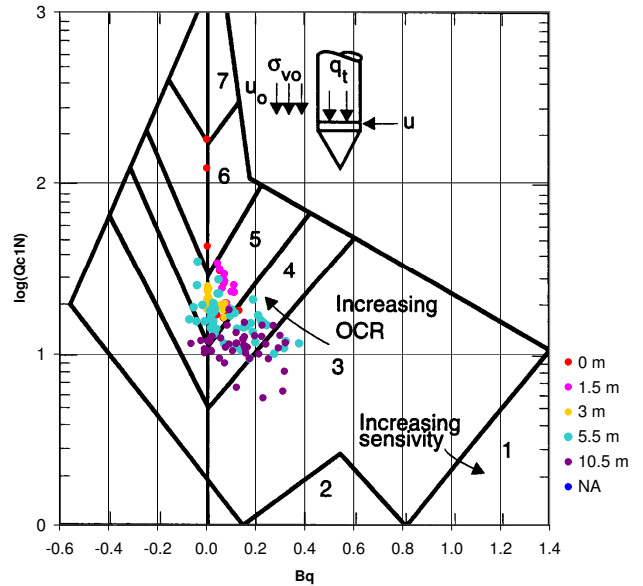
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

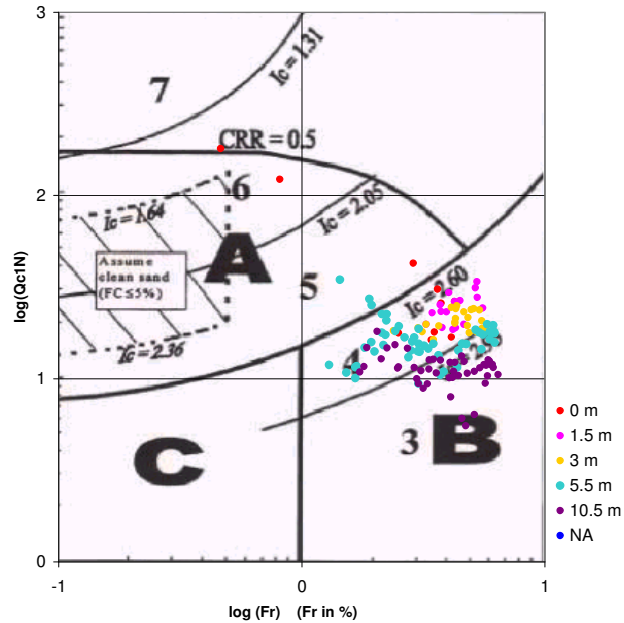
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



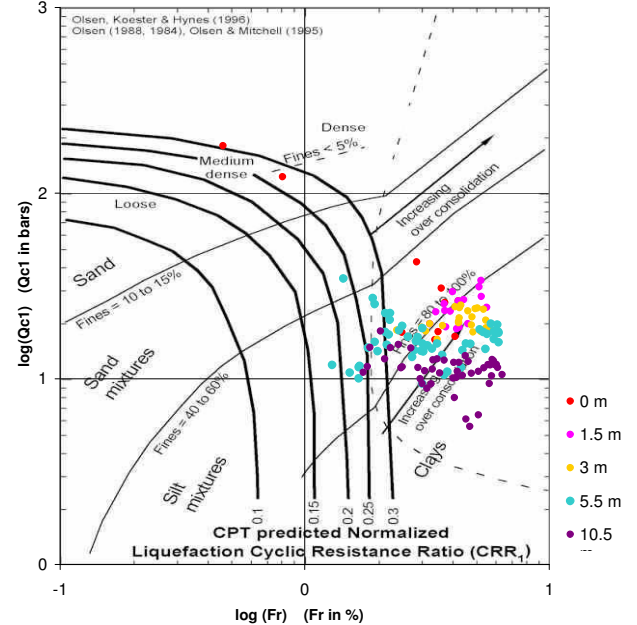
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Monte Sant'Andrea  
Granarolo Faentina  
Granfrutta Zani  
17-feb-12

Falda **2.60m**  
Sigla della Punta Tecnopenta 010104  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 26-set-2011  
Ultimo taratura per deriva termica 31-mar-2011

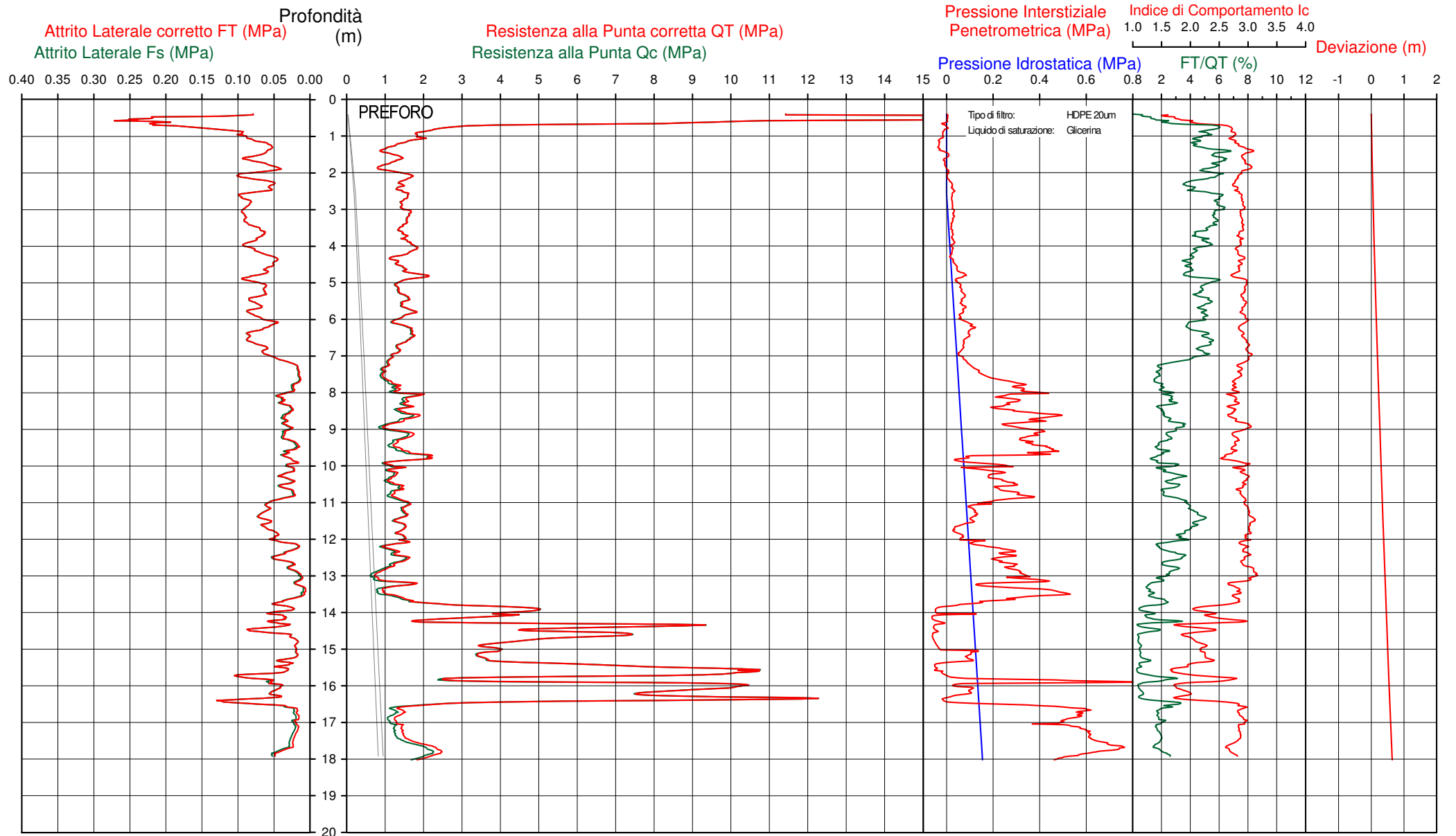


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 6









Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

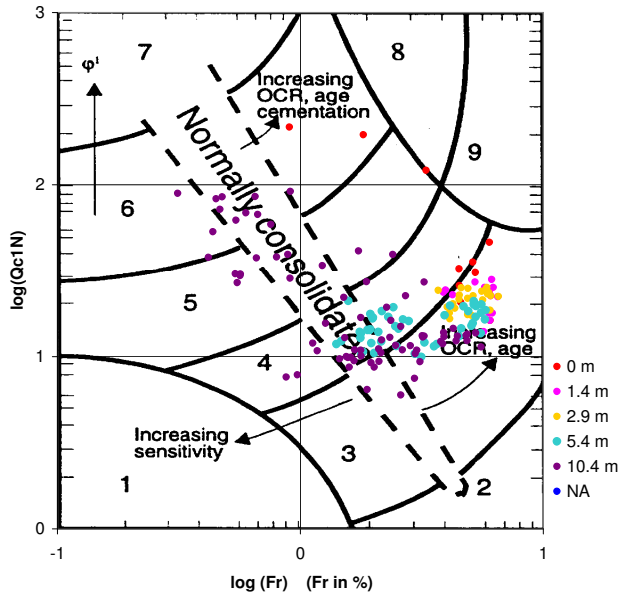
Numero prova 6  
 Quota falda 2.60



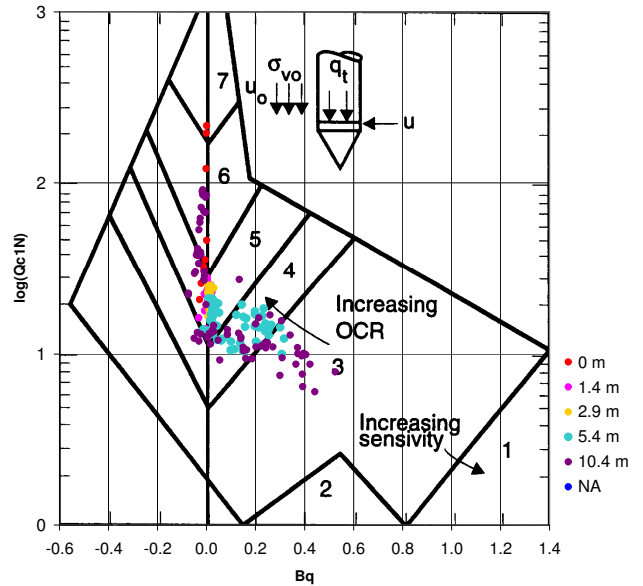
**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

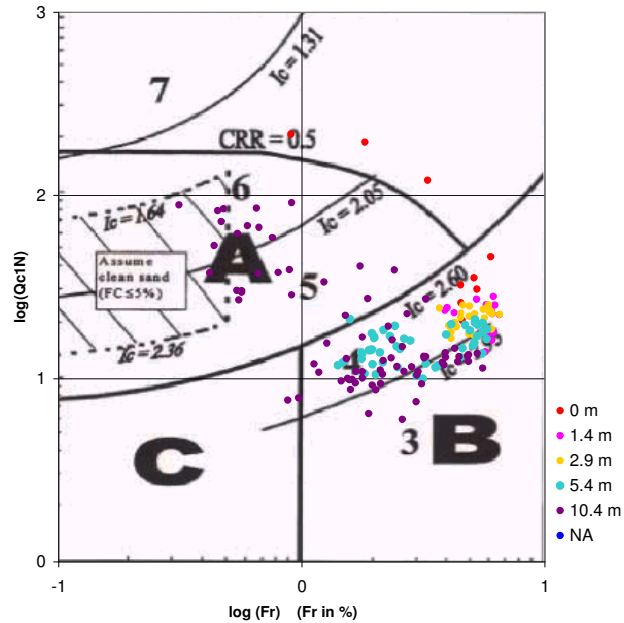
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



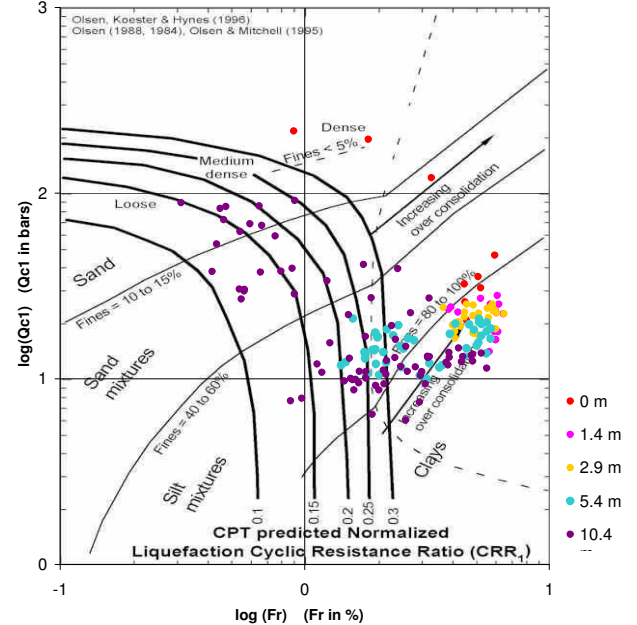
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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 liquefabilità

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

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPTU**

**1**

Profondità (m)

15.00

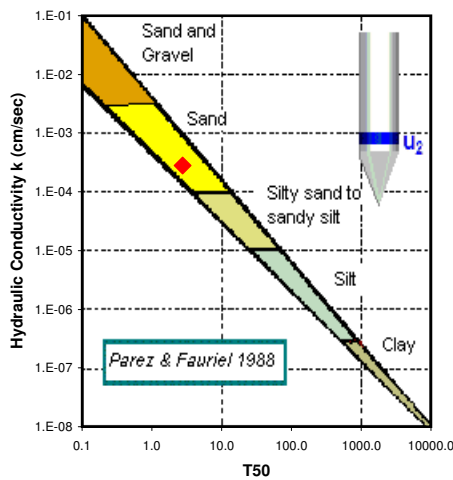
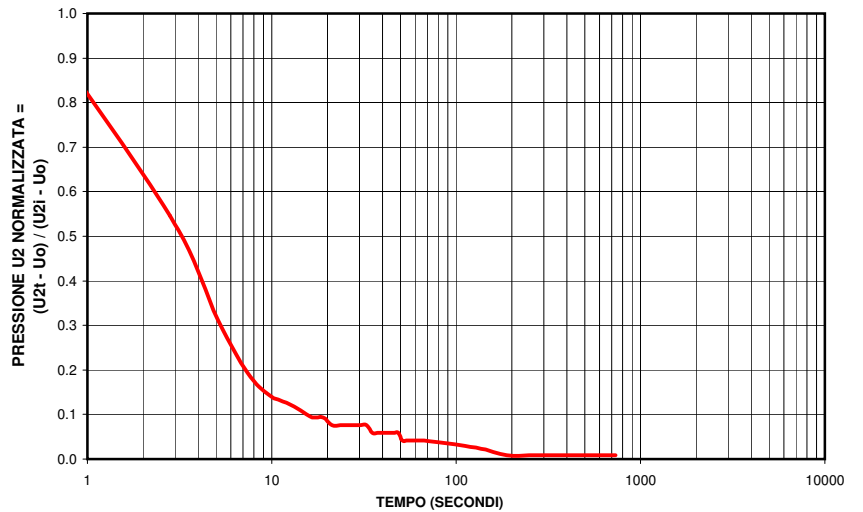
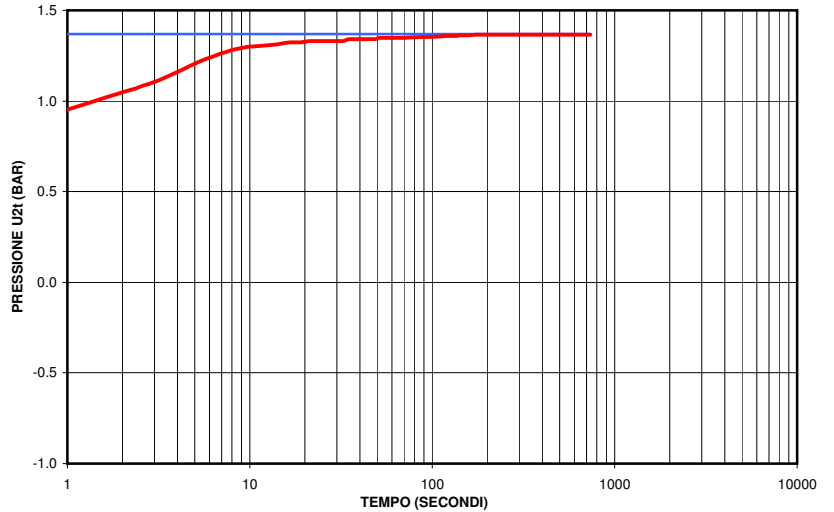
|            |       |
|------------|-------|
| Tmax (sec) | 188.4 |
| Tmin (sec) | 0.5   |

|                    |      |
|--------------------|------|
| Profondita Falda m | 1.30 |
|--------------------|------|

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar) | 1.370 |
|---------------------------------------|-------|

|                                   |                           |           |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------|
| <b>(Perez &amp; Fauriel 1988)</b> |                           |           |
| T50 (sec)                         | Permeabilita' Kh (cm/sec) | Litologia |
| 3                                 | 2.82E-04                  | sabbia    |

| T(sec.) | U2(bar) | T(sec)Umin=0 | Uidro(bar) | Norm.U2 |
|---------|---------|--------------|------------|---------|
| 0.5     | 0.86    | 0.0          | 1.370      | 1.000   |
| 2.8     | 1.09    | 2.3          | 1.370      | 0.546   |
| 5.1     | 1.21    | 4.6          | 1.370      | 0.311   |
| 7.4     | 1.27    | 6.9          | 1.370      | 0.194   |
| 9.7     | 1.30    | 9.2          | 1.370      | 0.143   |
| 12.0    | 1.31    | 11.5         | 1.370      | 0.126   |
| 14.3    | 1.31    | 13.8         | 1.370      | 0.109   |
| 16.6    | 1.32    | 16.1         | 1.370      | 0.093   |
| 18.9    | 1.32    | 18.4         | 1.370      | 0.093   |
| 21.2    | 1.33    | 20.7         | 1.370      | 0.076   |
| 23.5    | 1.33    | 23.0         | 1.370      | 0.076   |
| 25.8    | 1.33    | 25.3         | 1.370      | 0.076   |
| 28.1    | 1.33    | 27.6         | 1.370      | 0.076   |
| 30.4    | 1.33    | 29.9         | 1.370      | 0.076   |
| 32.7    | 1.33    | 32.2         | 1.370      | 0.076   |
| 35.0    | 1.34    | 34.5         | 1.370      | 0.059   |
| 37.3    | 1.34    | 36.8         | 1.370      | 0.059   |
| 39.6    | 1.34    | 39.1         | 1.370      | 0.059   |
| 41.9    | 1.34    | 41.4         | 1.370      | 0.059   |
| 44.2    | 1.34    | 43.7         | 1.370      | 0.059   |
| 46.5    | 1.34    | 46.0         | 1.370      | 0.059   |
| 48.8    | 1.34    | 48.3         | 1.370      | 0.059   |
| 51.1    | 1.35    | 50.6         | 1.370      | 0.042   |
| 53.4    | 1.35    | 52.9         | 1.370      | 0.042   |
| 55.7    | 1.35    | 55.2         | 1.370      | 0.042   |
| 58.0    | 1.35    | 57.5         | 1.370      | 0.042   |
| 60.3    | 1.35    | 59.8         | 1.370      | 0.042   |
| 62.7    | 1.35    | 62.2         | 1.370      | 0.042   |
| 65.0    | 1.35    | 64.5         | 1.370      | 0.042   |
| 67.3    | 1.35    | 66.8         | 1.370      | 0.042   |
| 127.8   | 1.36    | 127.3        | 1.370      | 0.026   |
| 188.4   | 1.37    | 187.9        | 1.370      | 0.009   |
| 249.0   | 1.37    | 248.5        | 1.370      | 0.009   |
| 309.6   | 1.37    | 309.1        | 1.370      | 0.009   |
| 370.2   | 1.37    | 369.7        | 1.370      | 0.009   |
| 430.8   | 1.37    | 430.3        | 1.370      | 0.009   |
| 491.4   | 1.37    | 490.9        | 1.370      | 0.009   |
| 552.0   | 1.37    | 551.5        | 1.370      | 0.009   |
| 612.6   | 1.37    | 612.1        | 1.370      | 0.009   |
| 673.2   | 1.37    | 672.7        | 1.370      | 0.009   |
| 733.8   | 1.37    | 733.3        | 1.370      | 0.009   |



|  |
|--|
| <b>Tipologia di dissipazione</b>   |
| Burns & Maine 1998<br>(Penetrometers for Soil Permeability and<br>Chemical Detection<br>Georgia Institute of Tecnology;<br>Report no. GIT-CEECEO-98-1) |
| NA   |
| $T_{Umax} / T_{50}$  |
| NA   |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPTU 2**  
 Profondità (m) 12.20

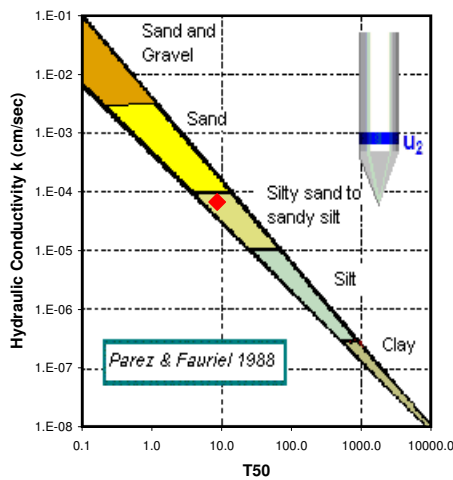
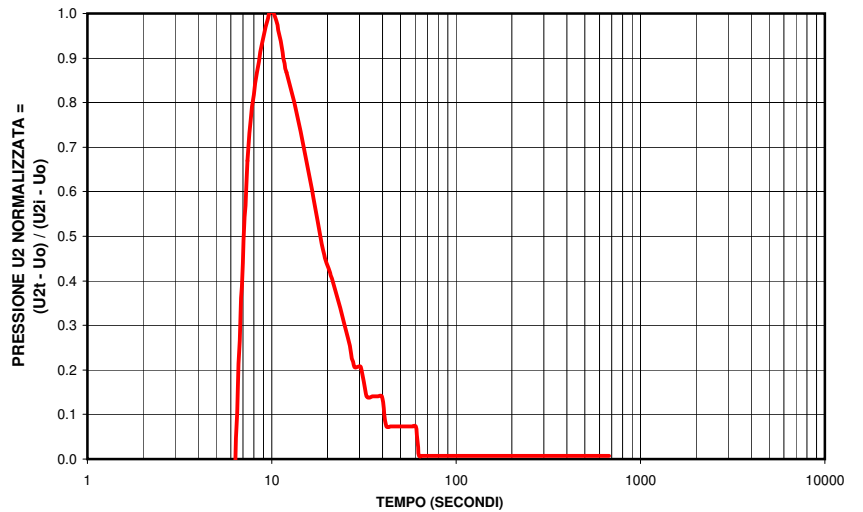
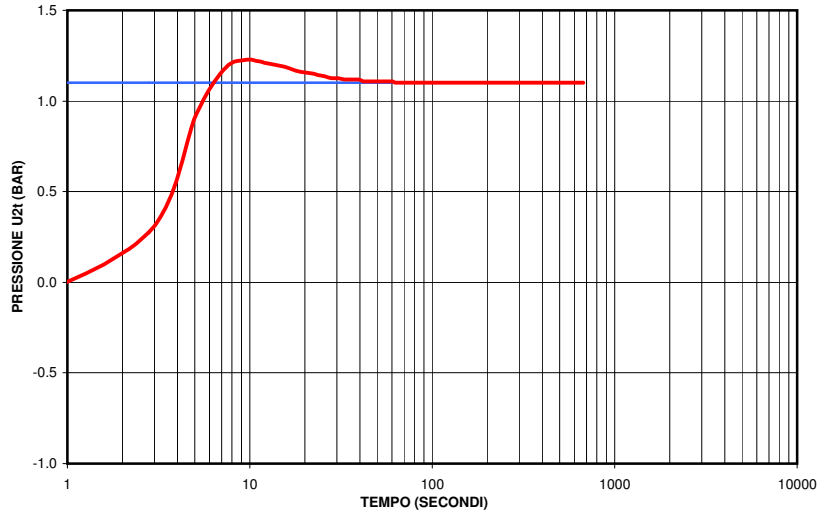
|            |     |
|------------|-----|
| Tmax (sec) | 9.7 |
| Tmin (sec) | 0.5 |

|                    |      |
|--------------------|------|
| Profondità Falda m | 1.20 |
|--------------------|------|

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar) | 1.100 |
|---------------------------------------|-------|

| (Perez & Fauriel 1988) |                          |                               |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| T50 (sec)              | Permeabilità Kh (cm/sec) | Litologia                     |
| 9                      | 6.71E-05                 | sabbia limosa a limo sabbioso |

| T(sec.) | U2(bar) | T(sec)Umin=0 | Uidro(bar) | Norm.U2 |
|---------|---------|--------------|------------|---------|
| 0.5     | -0.15   | -9.2         | 1.100      | -9.652  |
| 2.8     | 0.27    | -6.9         | 1.100      | -6.410  |
| 5.1     | 0.93    | -4.6         | 1.100      | -1.316  |
| 7.4     | 1.19    | -2.3         | 1.100      | 0.669   |
| 9.7     | 1.23    | 0.0          | 1.100      | 1.000   |
| 12.0    | 1.21    | 2.3          | 1.100      | 0.867   |
| 14.3    | 1.19    | 4.6          | 1.100      | 0.736   |
| 16.6    | 1.18    | 6.9          | 1.100      | 0.603   |
| 18.9    | 1.16    | 9.2          | 1.100      | 0.471   |
| 21.2    | 1.15    | 11.5         | 1.100      | 0.405   |
| 23.5    | 1.14    | 13.8         | 1.100      | 0.339   |
| 25.8    | 1.14    | 16.1         | 1.100      | 0.272   |
| 28.1    | 1.13    | 18.4         | 1.100      | 0.206   |
| 30.4    | 1.13    | 20.7         | 1.100      | 0.206   |
| 32.7    | 1.12    | 23.0         | 1.100      | 0.140   |
| 35.0    | 1.12    | 25.3         | 1.100      | 0.140   |
| 37.3    | 1.12    | 27.6         | 1.100      | 0.140   |
| 39.6    | 1.12    | 29.9         | 1.100      | 0.140   |
| 41.9    | 1.11    | 32.2         | 1.100      | 0.074   |
| 44.2    | 1.11    | 34.5         | 1.100      | 0.074   |
| 46.5    | 1.11    | 36.8         | 1.100      | 0.074   |
| 48.8    | 1.11    | 39.1         | 1.100      | 0.074   |
| 51.1    | 1.11    | 41.4         | 1.100      | 0.074   |
| 53.4    | 1.11    | 43.7         | 1.100      | 0.074   |
| 55.8    | 1.11    | 46.1         | 1.100      | 0.074   |
| 58.1    | 1.11    | 48.4         | 1.100      | 0.074   |
| 60.4    | 1.11    | 50.7         | 1.100      | 0.074   |
| 62.7    | 1.10    | 53.0         | 1.100      | 0.008   |
| 65.0    | 1.10    | 55.3         | 1.100      | 0.008   |
| 67.3    | 1.10    | 57.6         | 1.100      | 0.008   |
| 127.9   | 1.10    | 118.2        | 1.100      | 0.008   |
| 188.4   | 1.10    | 178.7        | 1.100      | 0.008   |
| 249.0   | 1.10    | 239.3        | 1.100      | 0.008   |
| 309.6   | 1.10    | 299.9        | 1.100      | 0.008   |
| 370.2   | 1.10    | 360.5        | 1.100      | 0.008   |
| 430.8   | 1.10    | 421.1        | 1.100      | 0.008   |
| 491.4   | 1.10    | 481.7        | 1.100      | 0.008   |
| 552.0   | 1.10    | 542.3        | 1.100      | 0.008   |
| 612.6   | 1.10    | 602.9        | 1.100      | 0.008   |
| 673.2   | 1.10    | 663.5        | 1.100      | 0.008   |



|  |
|--|
| <b>Tipologia di dissipazione</b>   |
| Burns & Maine 1998<br>(Penetrometers for Soil Permeability and<br>Chemical Detection<br>Georgia Institute of Tecnology;<br>Report no. GIT-CEEGEO-98-1) |
| NA   |
| $T_{Umax} / T_{50}$  |
| NA   |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012



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

**CPTU**

**3**

Profondità (m)

20.00

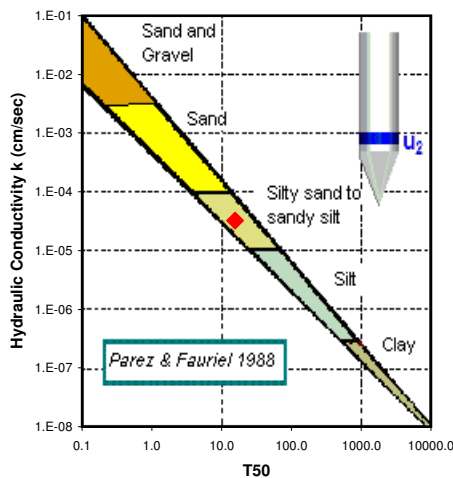
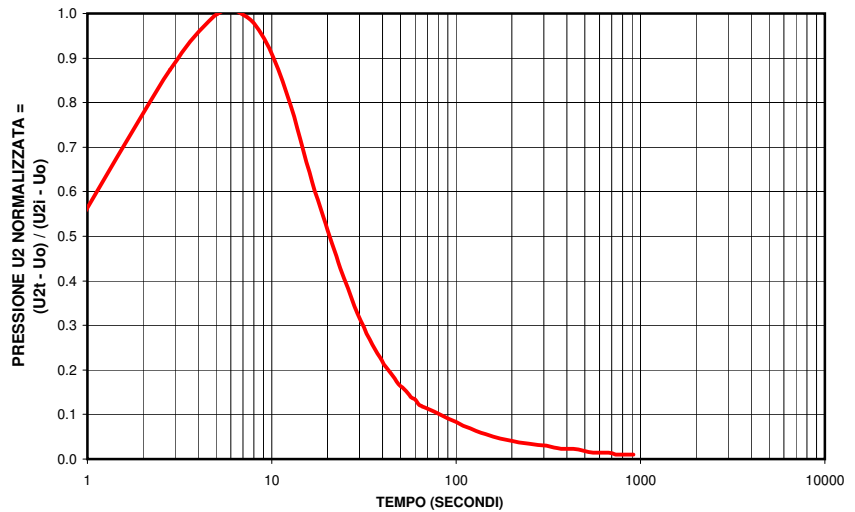
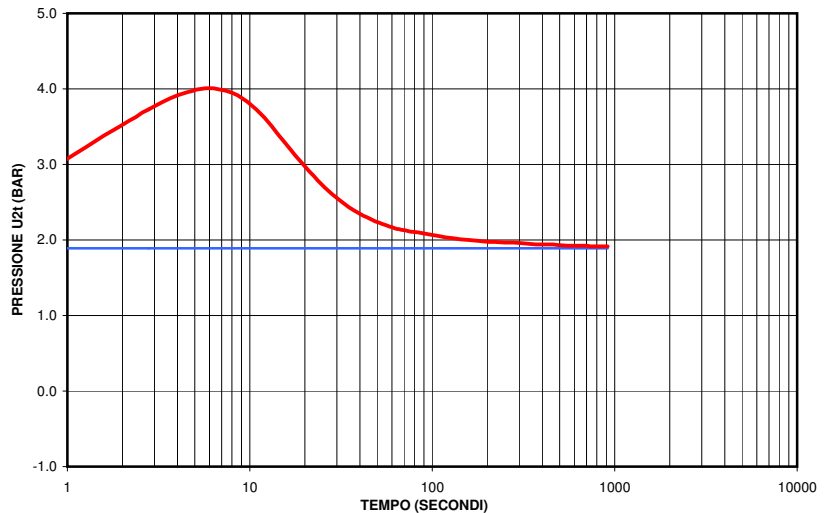
|            |       |
|------------|-------|
| Tmax (sec) | 5.1   |
| Tmin (sec) | 733.7 |

|                  |   |      |
|------------------|---|------|
| Profondità Falda | m | 1.10 |
|------------------|---|------|

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar) | 1.890 |
|---------------------------------------|-------|

|                                   |                          |                               |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b> |                          |                               |
| T50 (sec)                         | Permeabilità Kh (cm/sec) | Litologia                     |
| 16                                | 3.25E-05                 | sabbia limosa a limo sabbioso |

| T(sec.) | U2(bar) | T(sec)Umin=0 | Uidro(bar) | Norm.U2 |
|---------|---------|--------------|------------|---------|
| 0.5     | 2.63    | -4.6         | 1.890      | 0.351   |
| 2.8     | 3.73    | -2.3         | 1.890      | 0.874   |
| 5.1     | 3.99    | 0.0          | 1.890      | 1.000   |
| 7.4     | 3.98    | 2.3          | 1.890      | 0.992   |
| 9.7     | 3.83    | 4.6          | 1.890      | 0.923   |
| 12.0    | 3.62    | 6.9          | 1.890      | 0.822   |
| 14.3    | 3.40    | 9.2          | 1.890      | 0.716   |
| 16.6    | 3.20    | 11.5         | 1.890      | 0.623   |
| 18.9    | 3.04    | 13.8         | 1.890      | 0.546   |
| 21.2    | 2.91    | 16.1         | 1.890      | 0.485   |
| 23.5    | 2.79    | 18.4         | 1.890      | 0.428   |
| 25.8    | 2.70    | 20.7         | 1.890      | 0.384   |
| 28.1    | 2.61    | 23.0         | 1.890      | 0.343   |
| 30.4    | 2.54    | 25.3         | 1.890      | 0.311   |
| 32.7    | 2.48    | 27.6         | 1.890      | 0.282   |
| 35.0    | 2.43    | 29.9         | 1.890      | 0.258   |
| 37.3    | 2.39    | 32.2         | 1.890      | 0.238   |
| 39.6    | 2.36    | 34.5         | 1.890      | 0.221   |
| 41.9    | 2.32    | 36.8         | 1.890      | 0.205   |
| 44.2    | 2.30    | 39.1         | 1.890      | 0.193   |
| 46.5    | 2.27    | 41.4         | 1.890      | 0.181   |
| 48.8    | 2.24    | 43.7         | 1.890      | 0.169   |
| 51.1    | 2.23    | 46.0         | 1.890      | 0.160   |
| 53.4    | 2.21    | 48.3         | 1.890      | 0.152   |
| 55.7    | 2.19    | 50.6         | 1.890      | 0.144   |
| 58.0    | 2.18    | 52.9         | 1.890      | 0.136   |
| 60.3    | 2.17    | 55.2         | 1.890      | 0.132   |
| 62.6    | 2.15    | 57.5         | 1.890      | 0.124   |
| 64.9    | 2.14    | 59.8         | 1.890      | 0.120   |
| 67.2    | 2.13    | 62.1         | 1.890      | 0.116   |
| 127.8   | 2.02    | 122.7        | 1.890      | 0.063   |
| 188.4   | 1.98    | 183.3        | 1.890      | 0.043   |
| 249.0   | 1.96    | 243.9        | 1.890      | 0.035   |
| 309.6   | 1.95    | 304.5        | 1.890      | 0.031   |
| 370.2   | 1.94    | 365.1        | 1.890      | 0.023   |
| 430.8   | 1.94    | 425.7        | 1.890      | 0.023   |
| 491.4   | 1.93    | 486.3        | 1.890      | 0.018   |
| 551.9   | 1.92    | 546.8        | 1.890      | 0.014   |
| 612.5   | 1.92    | 607.4        | 1.890      | 0.014   |
| 673.1   | 1.92    | 668.0        | 1.890      | 0.014   |
| 733.7   | 1.91    | 728.6        | 1.890      | 0.010   |
| 794.3   | 1.91    | 789.2        | 1.890      | 0.010   |
| 854.9   | 1.91    | 849.8        | 1.890      | 0.010   |
| 915.5   | 1.91    | 910.4        | 1.890      | 0.010   |



**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**

$T_{Umax} / T_{50}$

**0.33**

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

**CPTU** **4**  
 Profondità (m) 9.40

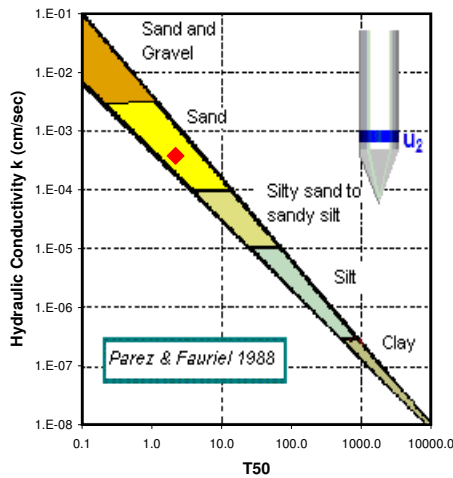
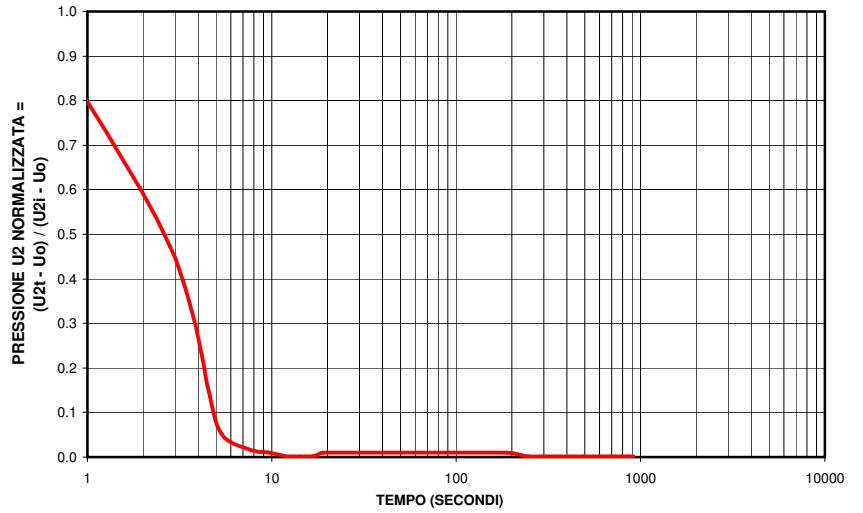
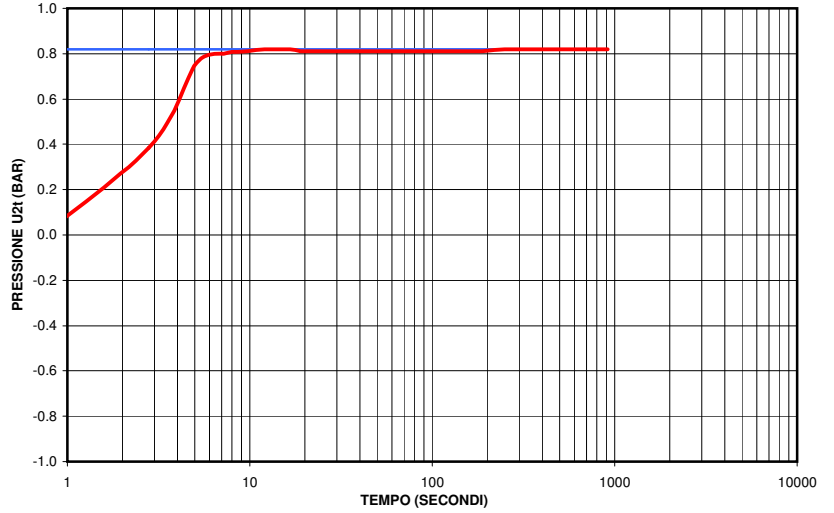
|            |      |
|------------|------|
| Tmax (sec) | 12.0 |
| Tmin (sec) | 0.5  |

|                  |      |
|------------------|------|
| Profondita Falda | 1.20 |
| m                |      |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Ultima lettura Uo oppure Ufalda (bar) | 0.820 |
|---------------------------------------|-------|

|                                   |                          |           |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------|
| <b>(Perez &amp; Fauriel 1988)</b> |                          |           |
| T50 (sec)                         | Permeabilita Kh (cm/sec) | Litologia |
| 2                                 | 3.78E-04                 | sabbia    |

| T(sec.) | U2(bar) | T(sec)Umin=0 | Uidro(bar) | Norm.U2 |
|---------|---------|--------------|------------|---------|
| 0.5     | -0.10   | 0.0          | 0.820      | 1.000   |
| 2.8     | 0.38    | 2.3          | 0.820      | 0.473   |
| 5.1     | 0.76    | 4.6          | 0.820      | 0.065   |
| 7.4     | 0.80    | 6.9          | 0.820      | 0.019   |
| 9.7     | 0.81    | 9.2          | 0.820      | 0.010   |
| 12.0    | 0.82    | 11.5         | 0.820      | 0.001   |
| 14.3    | 0.82    | 13.8         | 0.820      | 0.001   |
| 16.6    | 0.82    | 16.1         | 0.820      | 0.001   |
| 18.9    | 0.81    | 18.4         | 0.820      | 0.010   |
| 21.2    | 0.81    | 20.7         | 0.820      | 0.010   |
| 23.5    | 0.81    | 23.0         | 0.820      | 0.010   |
| 25.8    | 0.81    | 25.3         | 0.820      | 0.010   |
| 28.1    | 0.81    | 27.6         | 0.820      | 0.010   |
| 30.4    | 0.81    | 29.9         | 0.820      | 0.010   |
| 32.7    | 0.81    | 32.2         | 0.820      | 0.010   |
| 35.0    | 0.81    | 34.5         | 0.820      | 0.010   |
| 37.3    | 0.81    | 36.8         | 0.820      | 0.010   |
| 39.6    | 0.81    | 39.1         | 0.820      | 0.010   |
| 41.9    | 0.81    | 41.4         | 0.820      | 0.010   |
| 44.2    | 0.81    | 43.7         | 0.820      | 0.010   |
| 46.5    | 0.81    | 46.0         | 0.820      | 0.010   |
| 48.8    | 0.81    | 48.3         | 0.820      | 0.010   |
| 51.1    | 0.81    | 50.6         | 0.820      | 0.010   |
| 53.4    | 0.81    | 52.9         | 0.820      | 0.010   |
| 55.7    | 0.81    | 55.2         | 0.820      | 0.010   |
| 58.0    | 0.81    | 57.5         | 0.820      | 0.010   |
| 60.3    | 0.81    | 59.8         | 0.820      | 0.010   |
| 62.7    | 0.81    | 62.2         | 0.820      | 0.010   |
| 65.0    | 0.81    | 64.5         | 0.820      | 0.010   |
| 67.3    | 0.81    | 66.8         | 0.820      | 0.010   |
| 127.8   | 0.81    | 127.3        | 0.820      | 0.010   |
| 188.4   | 0.81    | 187.9        | 0.820      | 0.010   |
| 249.0   | 0.82    | 248.5        | 0.820      | 0.001   |
| 309.6   | 0.82    | 309.1        | 0.820      | 0.001   |
| 370.2   | 0.82    | 369.7        | 0.820      | 0.001   |
| 430.8   | 0.82    | 430.3        | 0.820      | 0.001   |
| 491.4   | 0.82    | 490.9        | 0.820      | 0.001   |
| 552.0   | 0.82    | 551.5        | 0.820      | 0.001   |
| 612.6   | 0.82    | 612.1        | 0.820      | 0.001   |
| 673.2   | 0.82    | 672.7        | 0.820      | 0.001   |
| 733.8   | 0.82    | 733.3        | 0.820      | 0.001   |
| 794.4   | 0.82    | 793.9        | 0.820      | 0.001   |
| 855.0   | 0.82    | 854.5        | 0.820      | 0.001   |
| 915.6   | 0.82    | 915.1        | 0.820      | 0.001   |



|   |
|---|
| <b>Tipologia di dissipazione</b>  |
| Burns & Maine 1998<br>(Penetrometers for Soil Permeability and<br>Chemical Detection<br>Georgia Institute of Technology;<br>Report no. GIT-CEECEO-98-1) |
| NA  |
| $T_{Umax} / T_{50}$   |
| NA  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 24/01/2012

# CPT 1

Falda 2.1 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

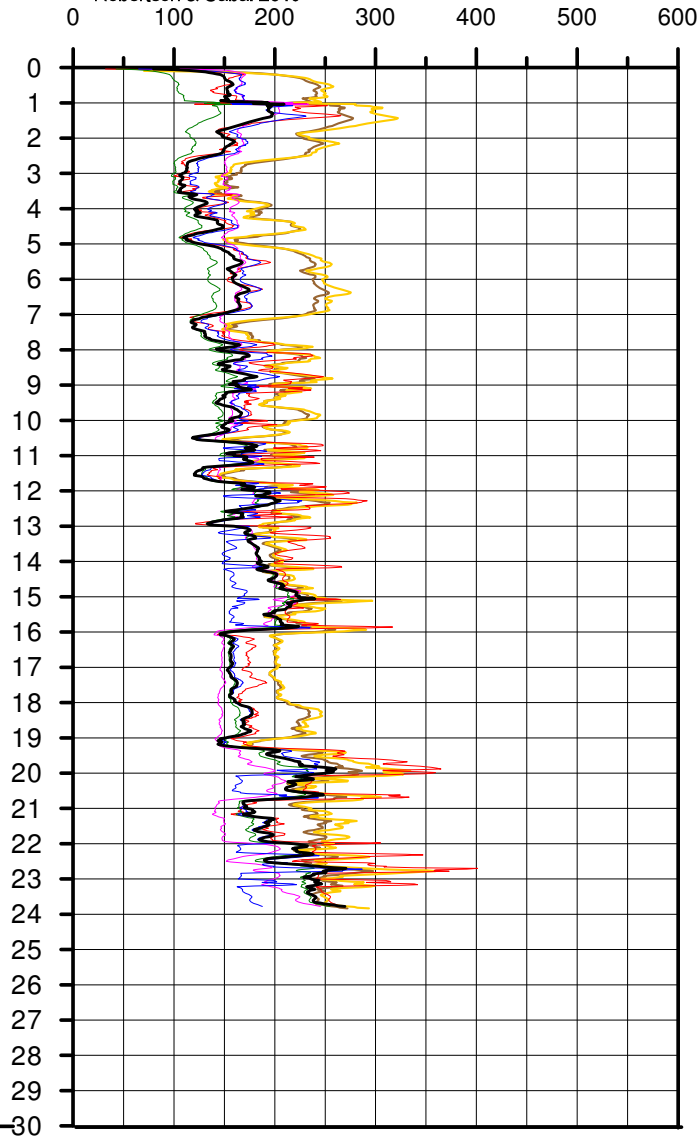
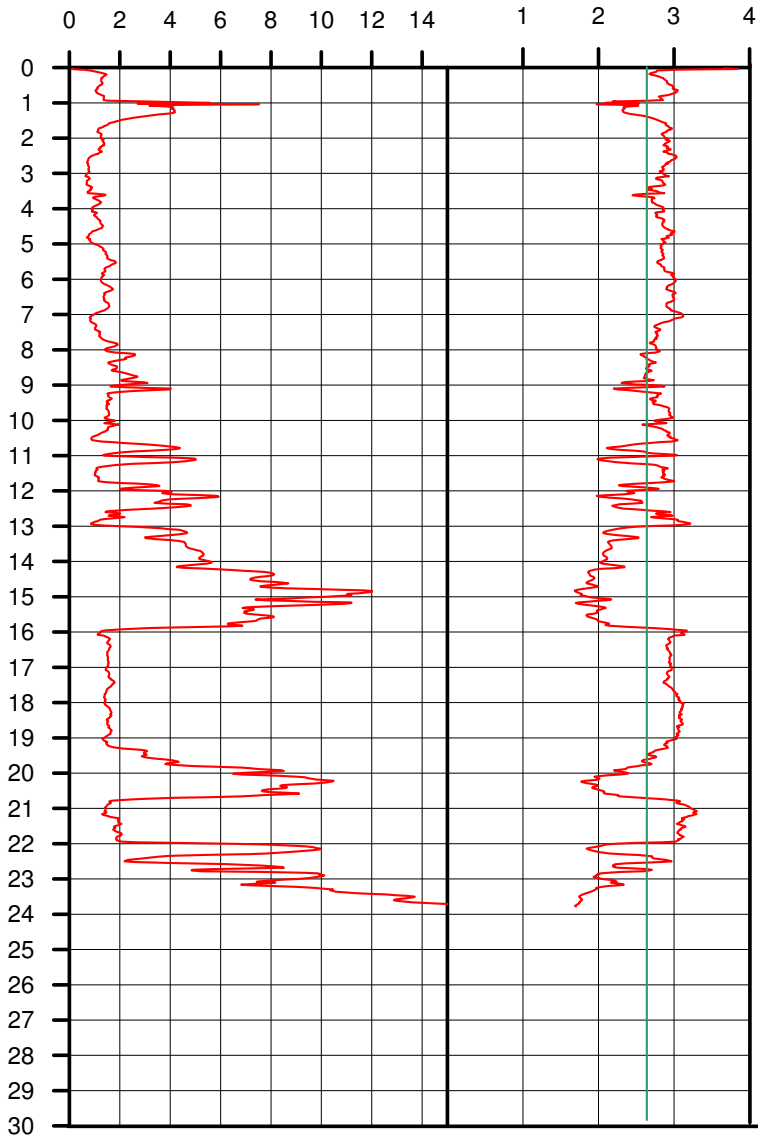
www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

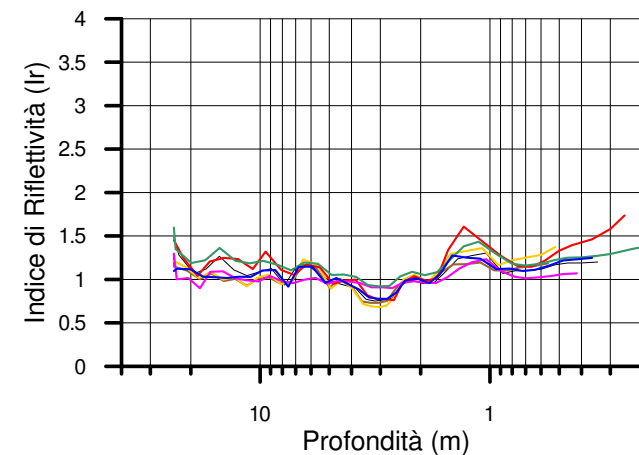
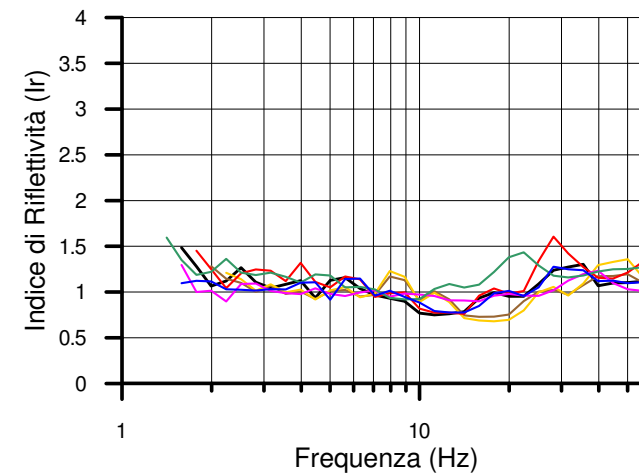
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



| Autore  | Vs24 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 163  |
| Piratheepan 2002                              | 149  |
| Madiai 2002                                   | 165  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 178  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 212  |
| Mayne 2006                                    | 216  |
| Robertson Cabal 2010                          | 163  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 24-gen-12

# CPT 2

Falda 2.2 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

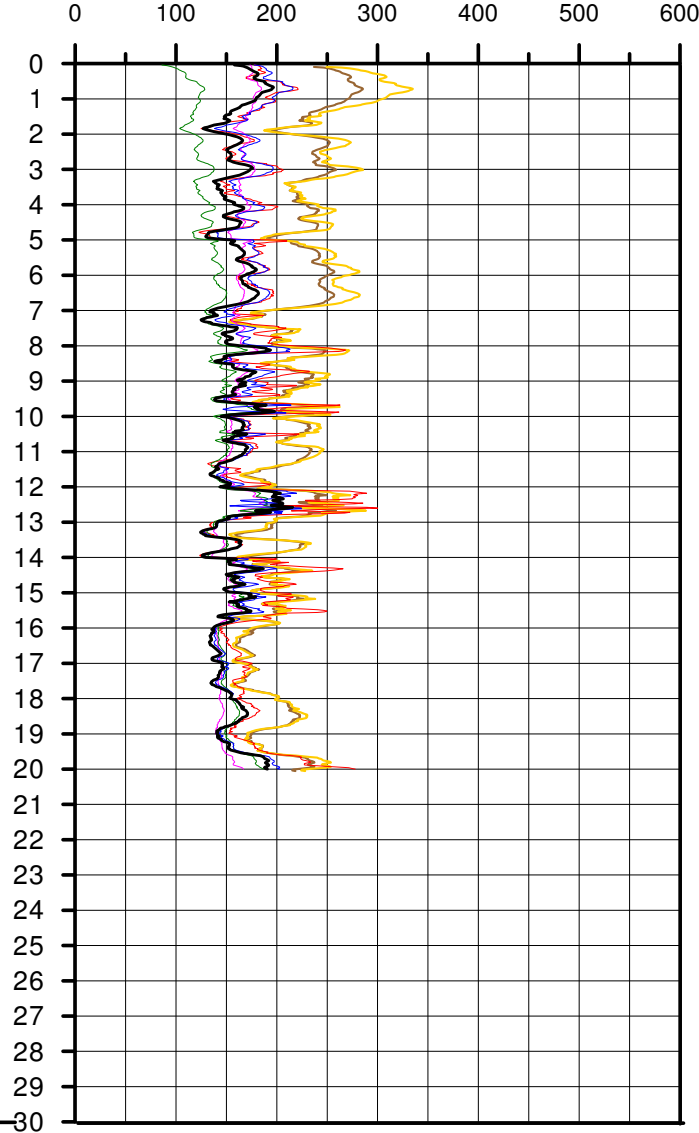
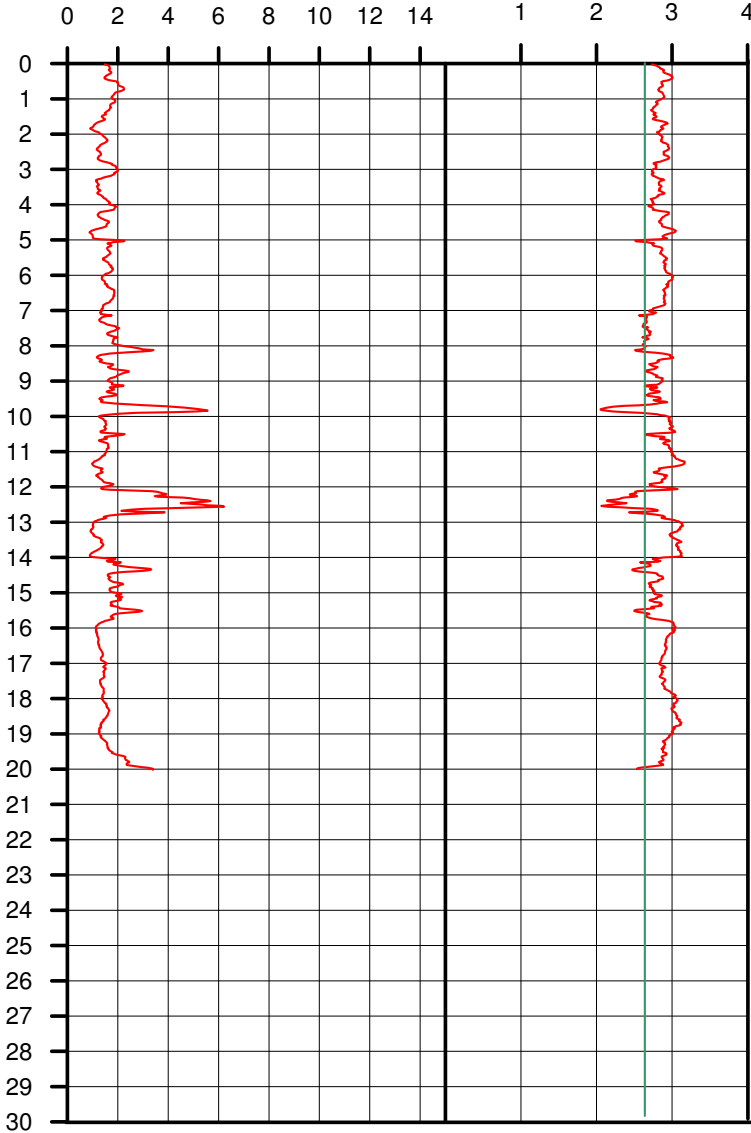
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

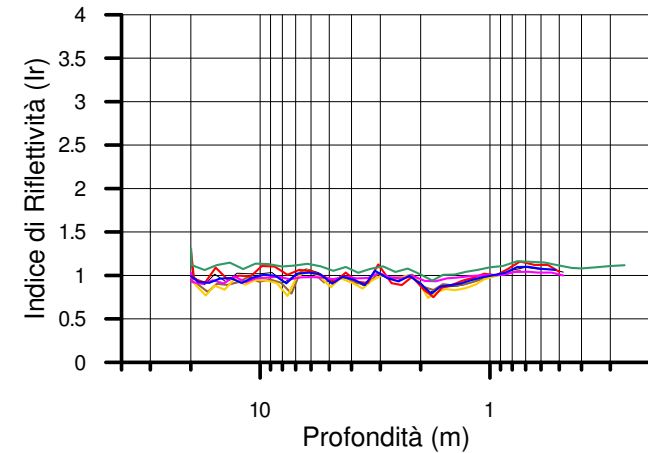
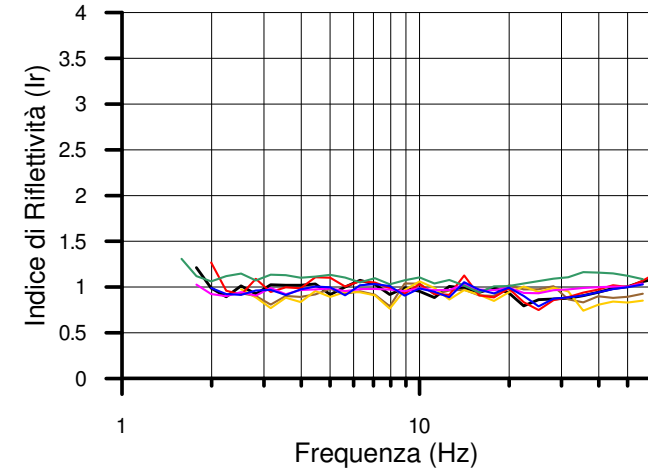
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



| Autore  | Vs20 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 166  |
| Piratheepan 2002                              | 141  |
| Madiai 2002                                   | 158  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 174  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 210  |
| Mayne 2006                                    | 215  |
| Robertson Cabal 2010                          | 157  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 24-gen-12

# CPT 3

Falda 2 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

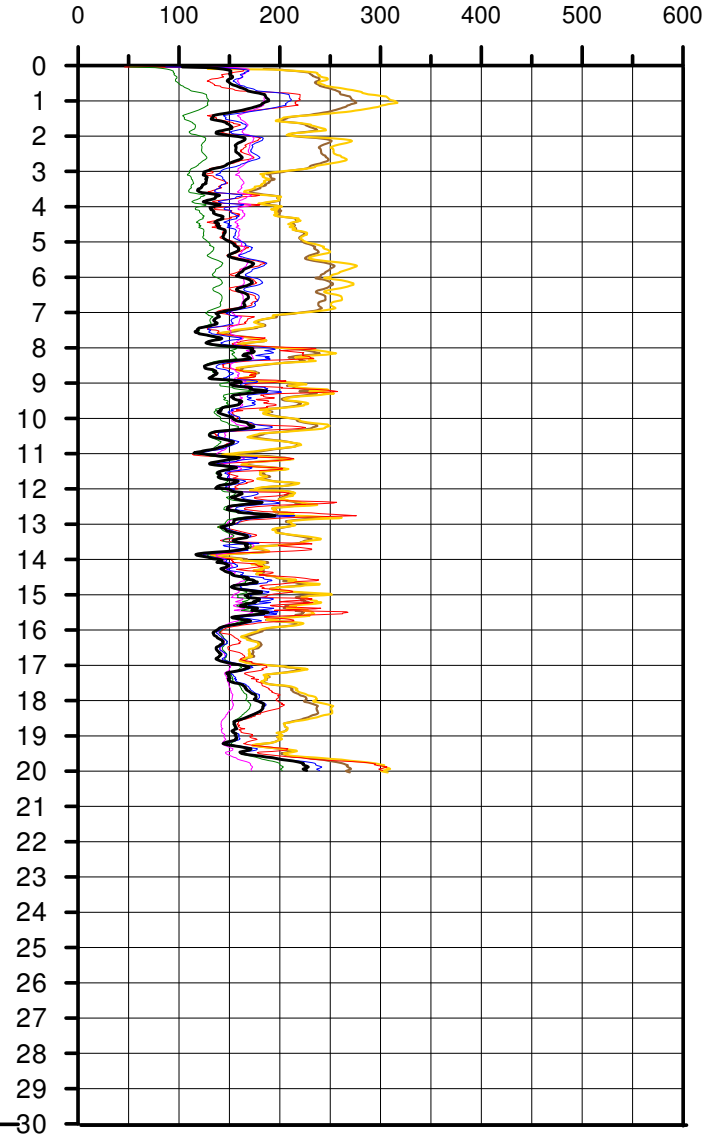
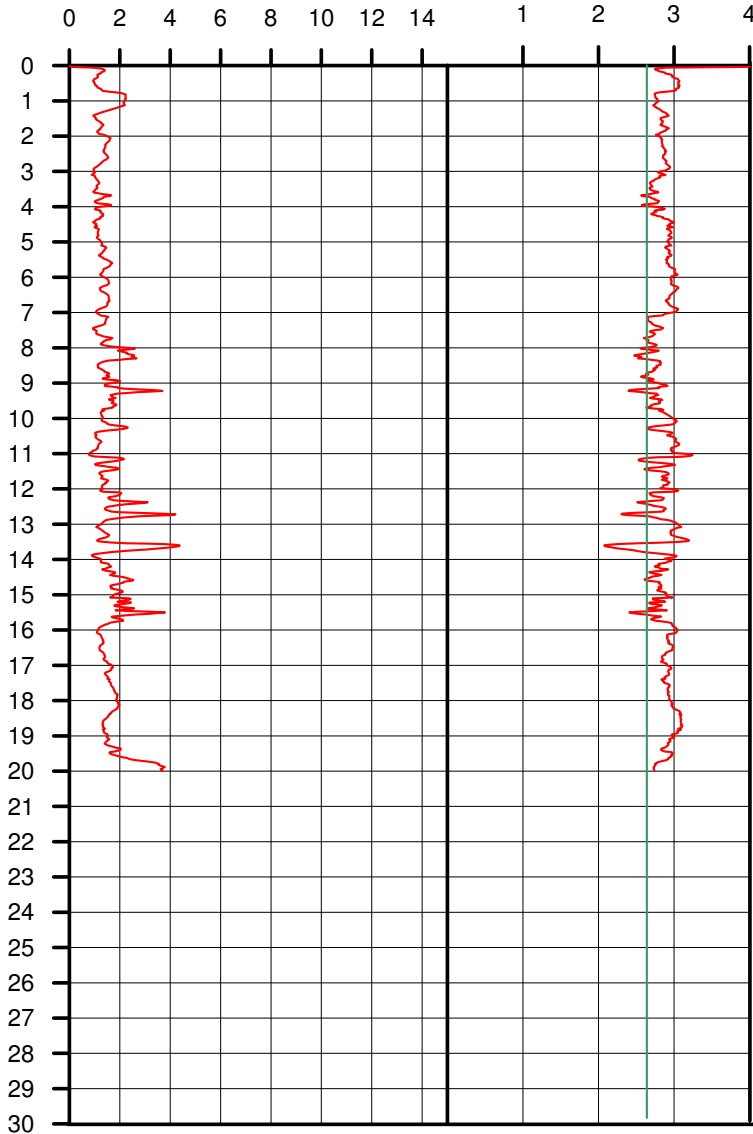
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

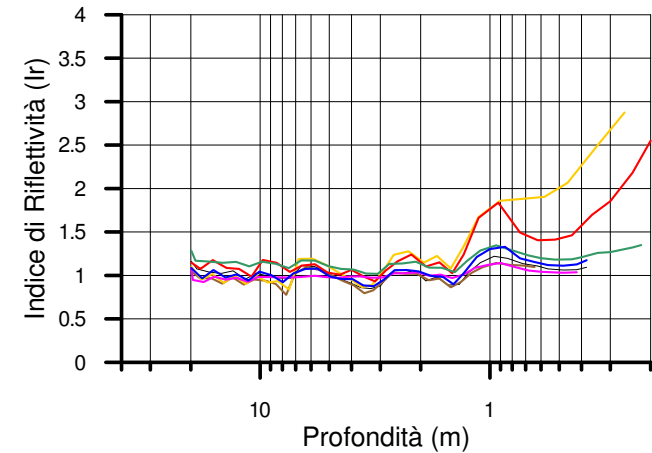
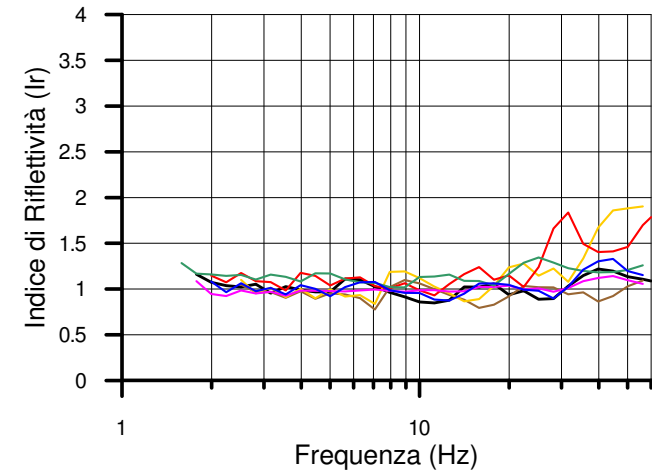
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



| Autore  | Vs20 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 161  |
| Piratheepan 2002                              | 137  |
| Madiai 2002                                   | 157  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 165  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 206  |
| Mayne 2006                                    | 205  |
| Robertson Cabal 2010                          | 151  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 24/01/2012

# CPT 4

Falda 2.3 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

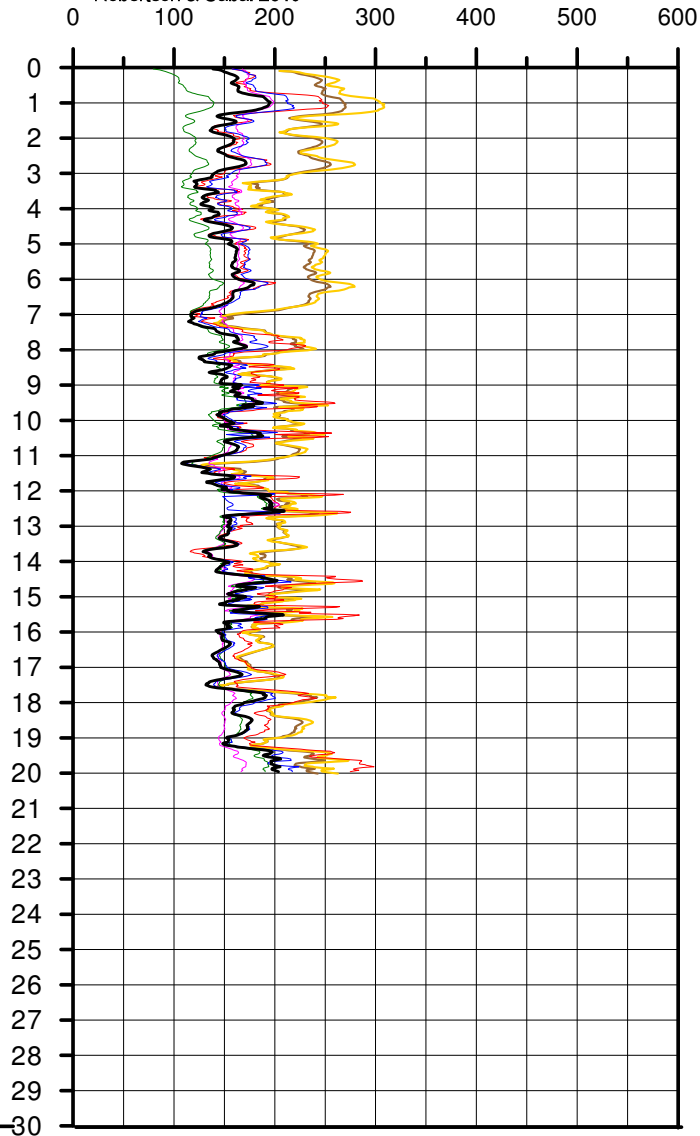
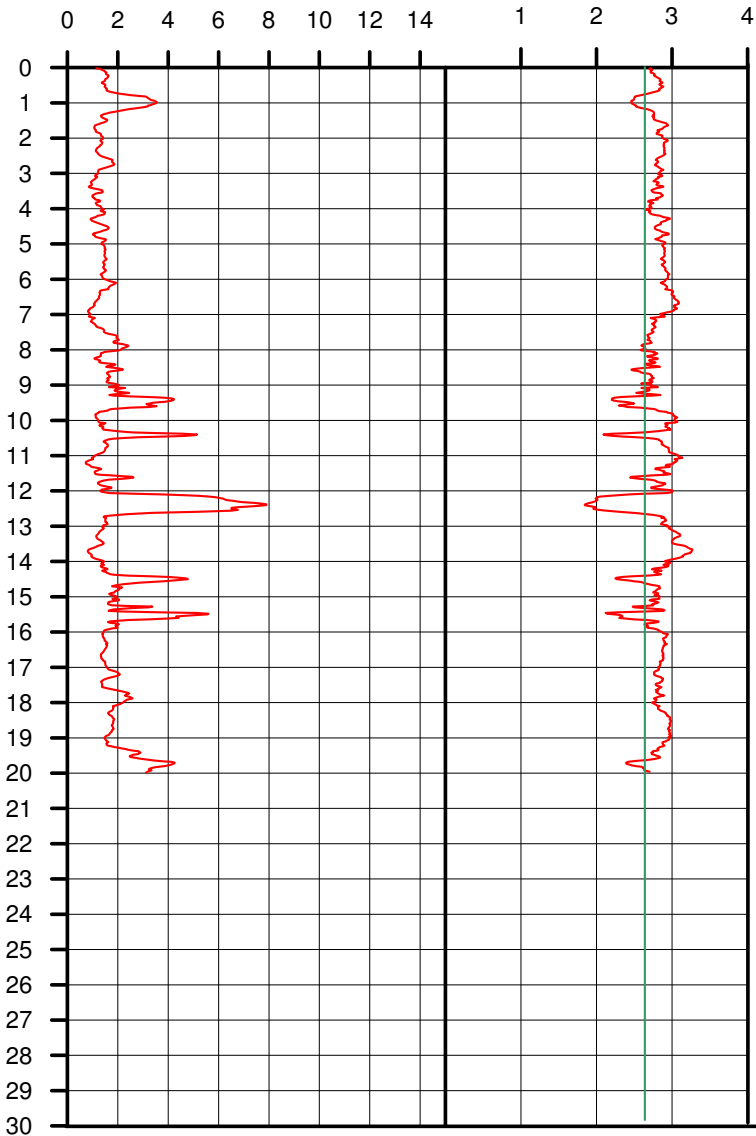
www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

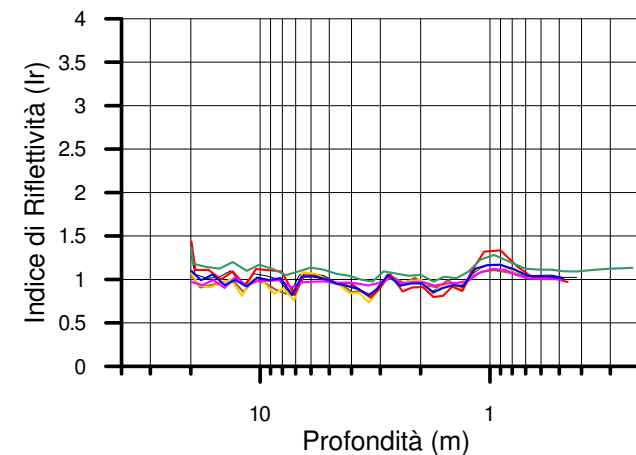
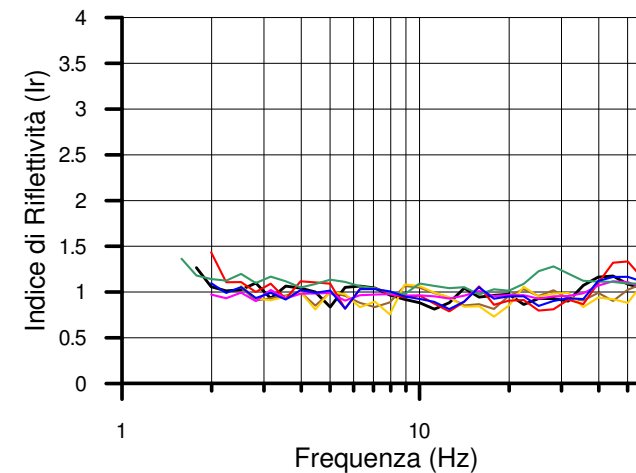
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



| Autore  | Vs20 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 163  |
| Piratheepan 2002                              | 140  |
| Madiai 2002                                   | 159  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 173  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 206  |
| Mayne 2006                                    | 209  |
| Robertson Cabal 2010                          | 154  |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 17-feb-12

# CPT 5

Falda 2.6 metri

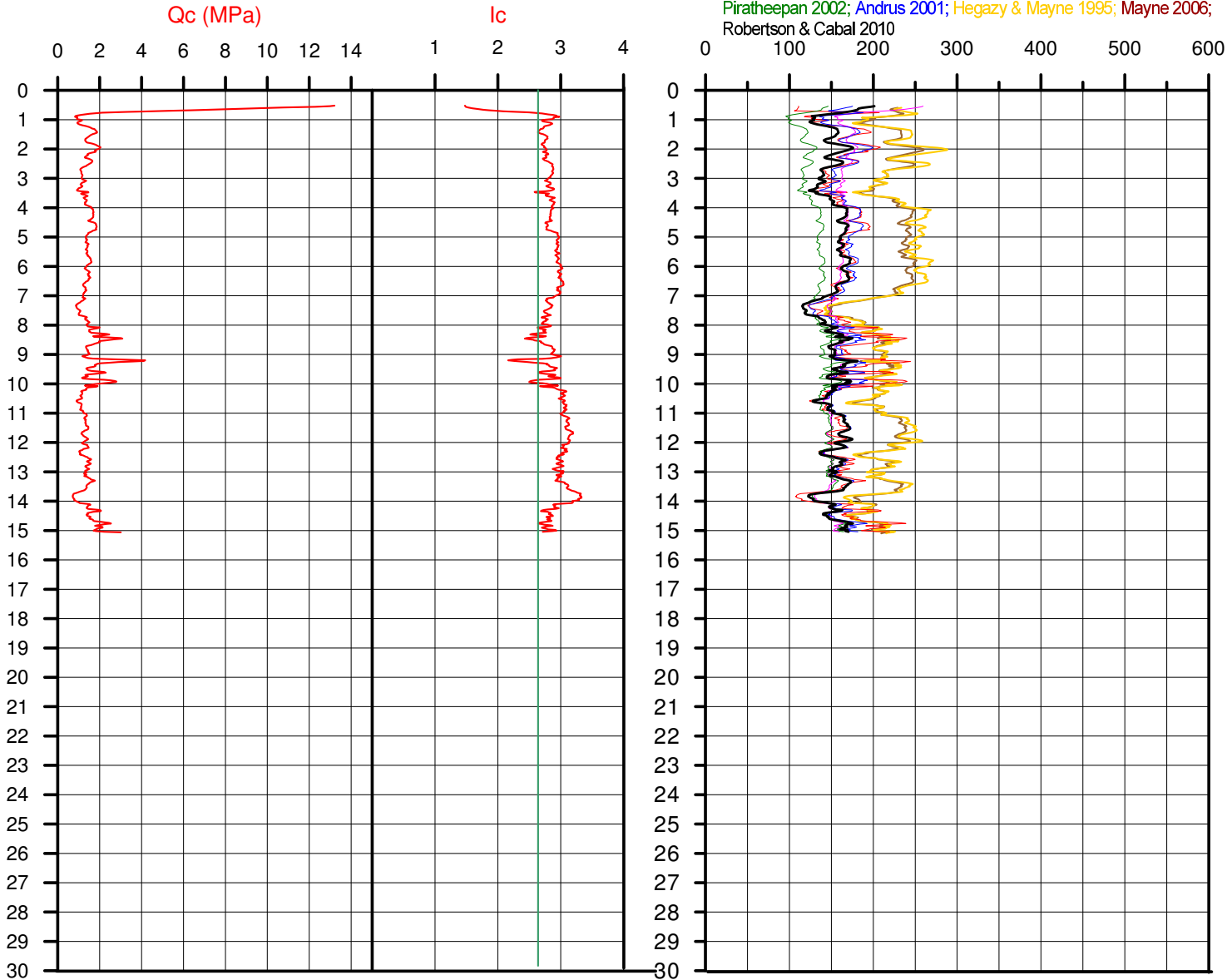


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

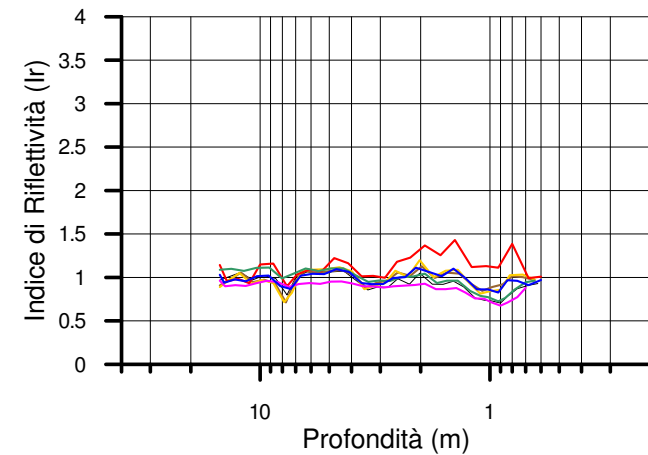
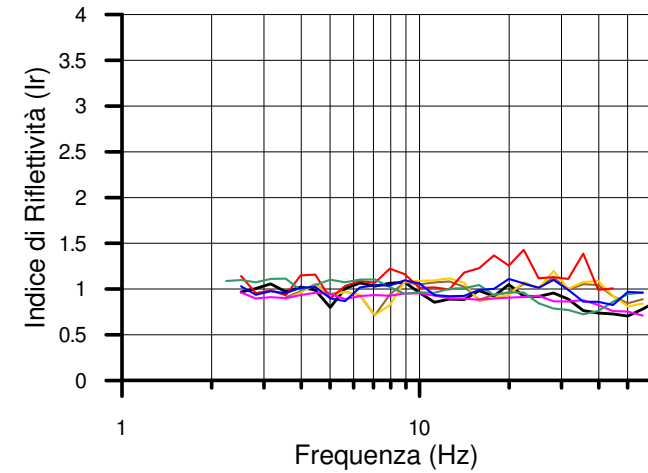
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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



| Autore  | Vs15 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 162  |
| Piratheepan 2002                              | 135  |
| Madiai 2002                                   | 158  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 161  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 213  |
| Mayne 2006                                    | 216  |
| Robertson Cabal 2010                          | 153  |





Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Data 17-feb-12

# CPT 6

Falda 2.6 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

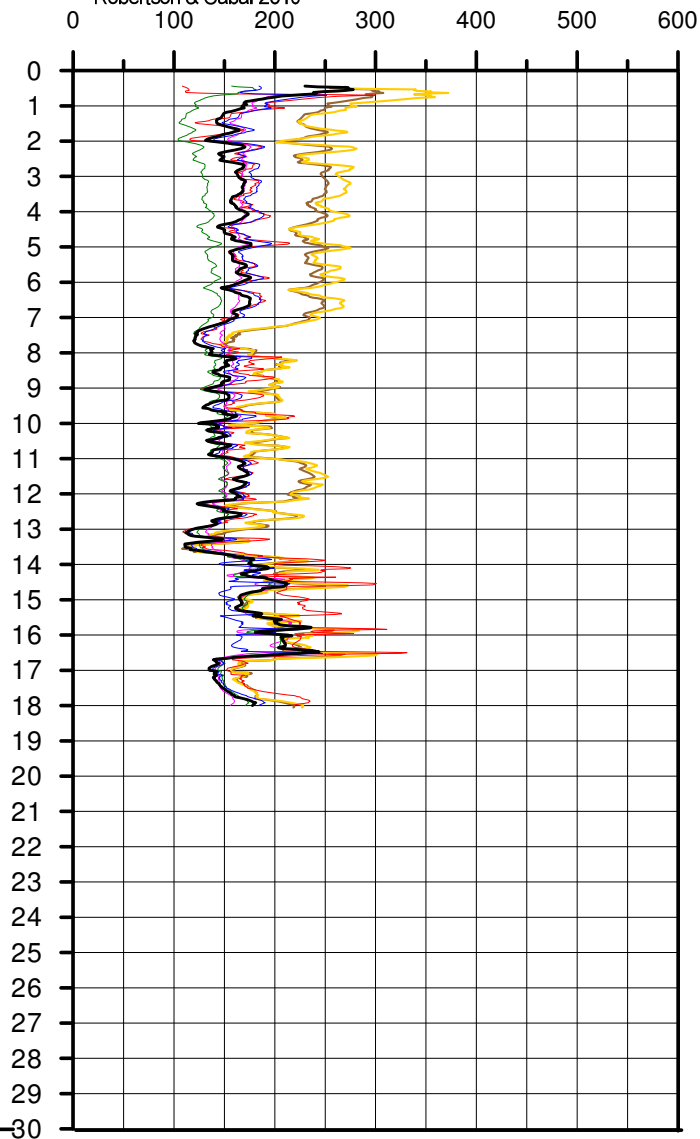
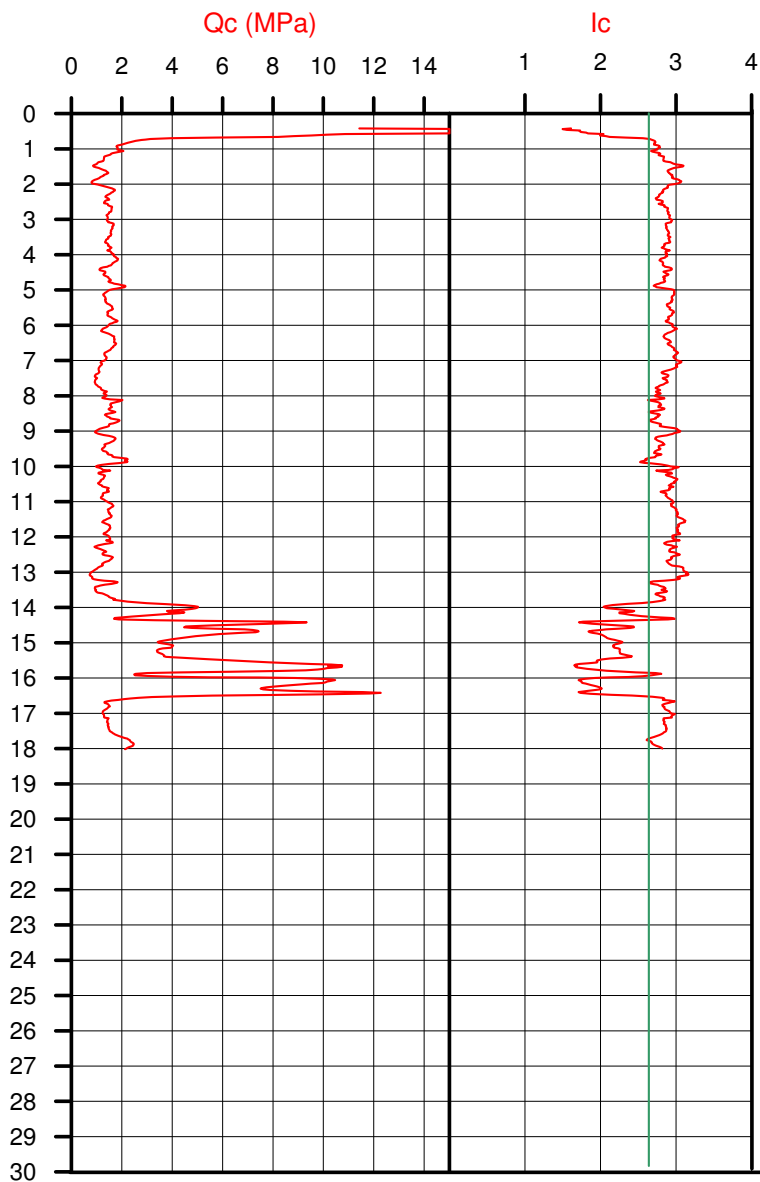
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

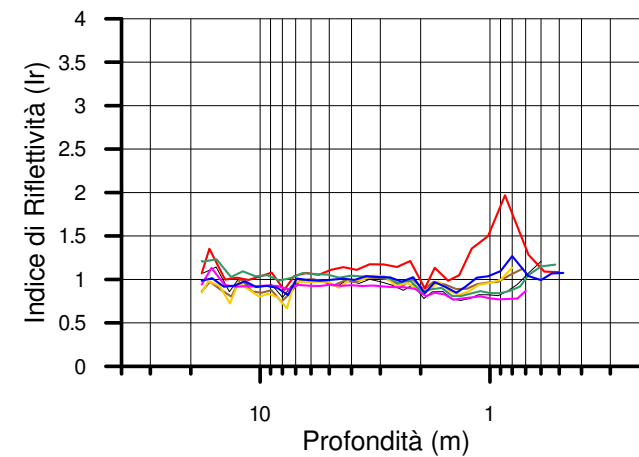
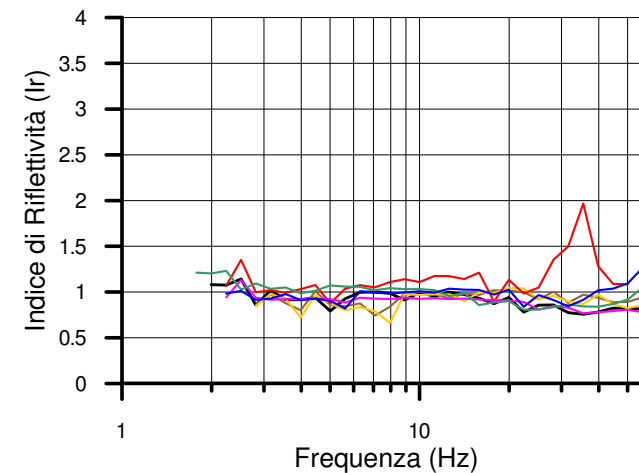
www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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



| Autore  | Vs18 |
|---|------|
| Andrus et.al. 2001                            | 162  |
| Piratheepan 2002                              | 142  |
| Madiai 2002                                   | 161  |
| Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands) | 171  |
| Hegazy & Mayne 1995                           | 205  |
| Mayne 2006                                    | 209  |
| Robertson Cabal 2010                          | 157  |

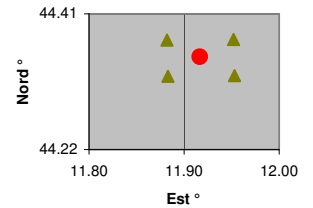


**VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO**  
**CON RIFERIMENTO AL PROGETTO**  
**SECONDO DECRETO MINISTERIALE DEL 14-01-2008**



**Ubicazione del sito**

|                          |                      |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|
| Comune                   | Faenza               |                |
| Località                 | Granarolo Faentina   |                |
|                          | Google Earth (WSG84) | NTC2008 (ED50) |
| Longitudine (° decimali) | <b>11.9147</b>       | <b>11.9165</b> |
| Latitudine (° decimali)  | <b>44.3500</b>       | <b>44.3511</b> |



**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 |
|-------|---------------------------------------|-------------|------------|
| 17404 | 3.741                                 | 11.882      | 44.374     |
| 17405 | 3.875                                 | 11.952      | 44.375     |
| 17626 | 4.022                                 | 11.883      | 44.324     |
| 17627 | 4.105                                 | 11.953      | 44.325     |

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

| Classe d'uso   | Coefficiente Cu | Progetto Coefficiente Cu |
|--|-----------------|--------------------------|
| 1 Occasionali presenza di persone                        | 0.7             | <b>1</b>                 |
| 2 Normali affollamenti                                   | 1               |                          |
| 3 Affollamenti significativi                             | 1.5             |                          |
| 4 Edifici confunzioni 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 Colosso | 5%   | 975   |

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

|  | $a_g$ (m/sec <sup>2</sup> ) | $a_g/g$      | Fo    | Tc*   |
|--|-----------------------------|--------------|-------|-------|
| 1. Stato Limite di Operatività             | 0.613                       | 0.062        | 2.430 | 0.260 |
| 2. Stato Limite di Danno                   | 0.782                       | 0.080        | 2.413 | 0.270 |
| 3. Stato Limite di salvaguardia della Vita | <b>1.948</b>                | <b>0.199</b> | 2.405 | 0.308 |
| 4. Stato Limite di prevenzione del Colosso | 2.476                       | 0.252        | 2.445 | 0.320 |

**Valori sismici DELIBERA 112 del 2007 REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

|   | $a_g$ (m/sec <sup>2</sup> ) | $a_g/g$      | M     |
|---|-----------------------------|--------------|-------|
| Per periodo di ritorno = 475 anni in comune di Faenza | <b>2.011</b>                | <b>0.205</b> | 5.663 |

| Valori applicati                           | $a_g$        | $a_g/g$      | Fo           | TC*          |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 3. Stato Limite di salvaguardia della Vita | <b>1.948</b> | <b>0.199</b> | <b>2.405</b> | <b>0.308</b> |

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

|  |             |
|--|-------------|
| Rapporto terreno coesivo / terreno granulare (m/m) | 16.27 / 7.3 |
| Massimo profondità indagato (m)                    | 23.70       |

|  |     | TIPO DI SUOLO SUGGERITO |
|--|-----|-------------------------|
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001) (m/sec)                                     | 163 | D o S1                  |
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002) (m/sec)                                | 149 | D o S1                  |
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002) (m/sec)                                     | 165 | D o S1                  |
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie) (m/sec) | 178 | D o S1                  |
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hegazy & Mayne 1995) (m/sec)                             | 216 | C                       |
| Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006) (m/sec)                                      | 212 | C                       |

|  |      |        |
|--|------|--------|
| Resistenza penetrometrica equivalente N <sub>spt</sub> (Norme AGI per terreni granulari) (N) | 12.4 | D o S1 |
| Resistenza al taglio non drenata equivalente Cu (Norme AGI per terreni coesivi) (kPa)        | 80   | C      |

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

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

Stato Limite di salvaguardia della Vita Tr = 475

|  |                           |                          |         |
|--|---------------------------|--------------------------|---------|
| Accelerazione massima al substrato sismico | amax al substrato sismico | 1.948 m/sec <sup>2</sup> | 0.199 g |
| Amplificazione per tipo di suolo           | C                         | Ss                       | 1.41    |
| Amplificazione topografica                 |                           | ST                       | 1.00    |
| S totale                                   |                           | Ss * ST                  | 1.41    |
| Accelerazione massima in superficie        | amax in superficie        | 2.753 m/sec <sup>2</sup> | 0.281 g |

|   |   |           |      |
|---|---|-----------|------|
| ε (%) coefficiente di smorzamento viscoso | 5 | fattore η | 1.00 |
|---|---|-----------|------|

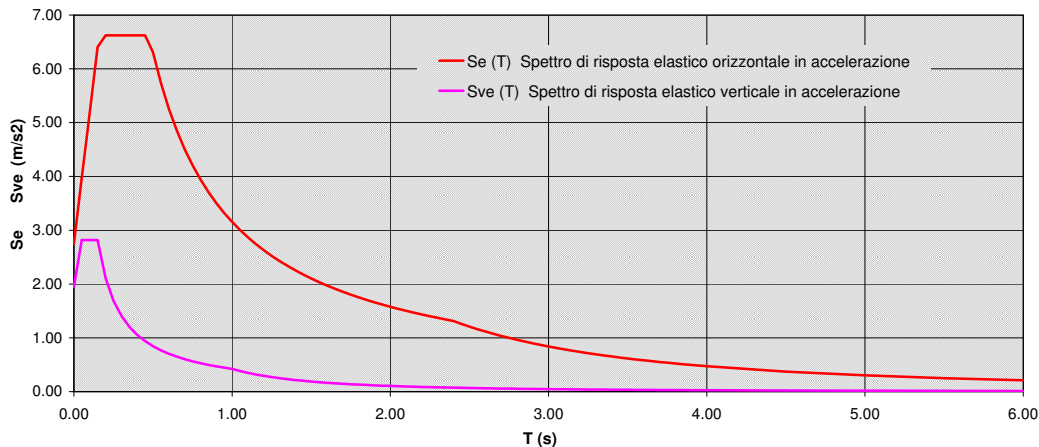
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

| Tipo di suolo | C | ORIZZONTALE | VERTICALE |
|---------------|---|-------------|-----------|
| Tb            |   | 0.16        | 0.05      |
| Tc            |   | 0.48        | 0.15      |
| Td            |   | 2.39        | 1.00      |
| Te            |   | 6.00        |           |
| Tf            |   | 10.00       |           |

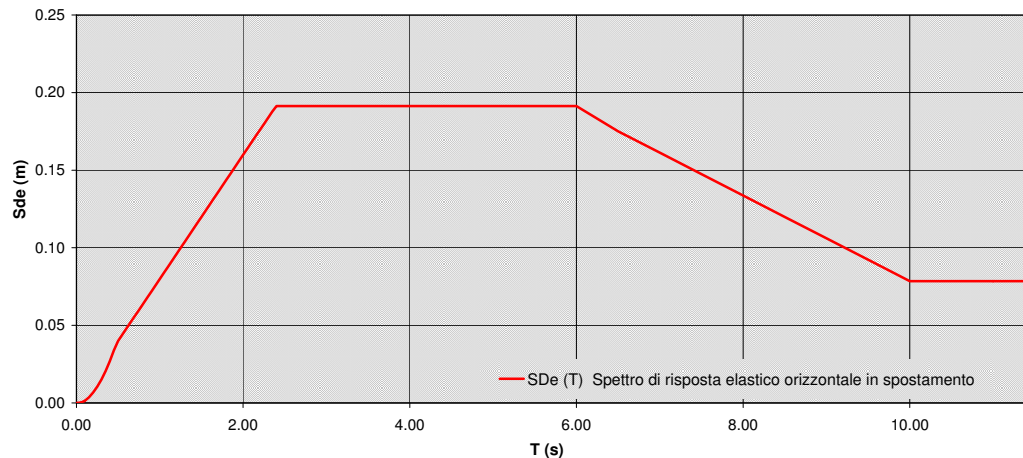
**PARAMETRI DI PICCO**

|                                   |    |                          |
|-----------------------------------|----|--------------------------|
| Accelerazione orizzontale massima | ag | 2.753 m/sec <sup>2</sup> |
| Velocità orizzontale massima      | vg | 0.21 m/sec               |
| Spostamento orizzontale massimo   | dq | 0.08 m                   |

**Spettro di risposta elastico allo Stato Limite di salvaguardia della Vita in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo Stato Limite di salvaguardia della Vita in spostamento (m)**



| DATI SISMICI DERIVATI DEL TERRENO |  | FONDAZIONI E PENDI | OPERE DI SOSTEGNO |
|-----------------------------------|--|--------------------|-------------------|
| a <sub>max</sub> /g               | Accelerazione orizzontale massima atteso al sito | 0.281              |                   |
| β <sub>s</sub>                    | Coefficiente di riduzione a <sub>g</sub> /g      | 0.280              | 0.310             |
| K <sub>h terreno</sub>            | Coefficiente sismico orizzontale                 | 0.079              | 0.087             |
| K <sub>v terreno</sub>            | Coefficiente sismico verticale                   | 0.039              | 0.043             |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

**CPT 1**  
 Falda 2.1 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

|                      |                                      |       |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione               | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica           | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 2.753 |
|                      | magnitudine                          | 5.500 |

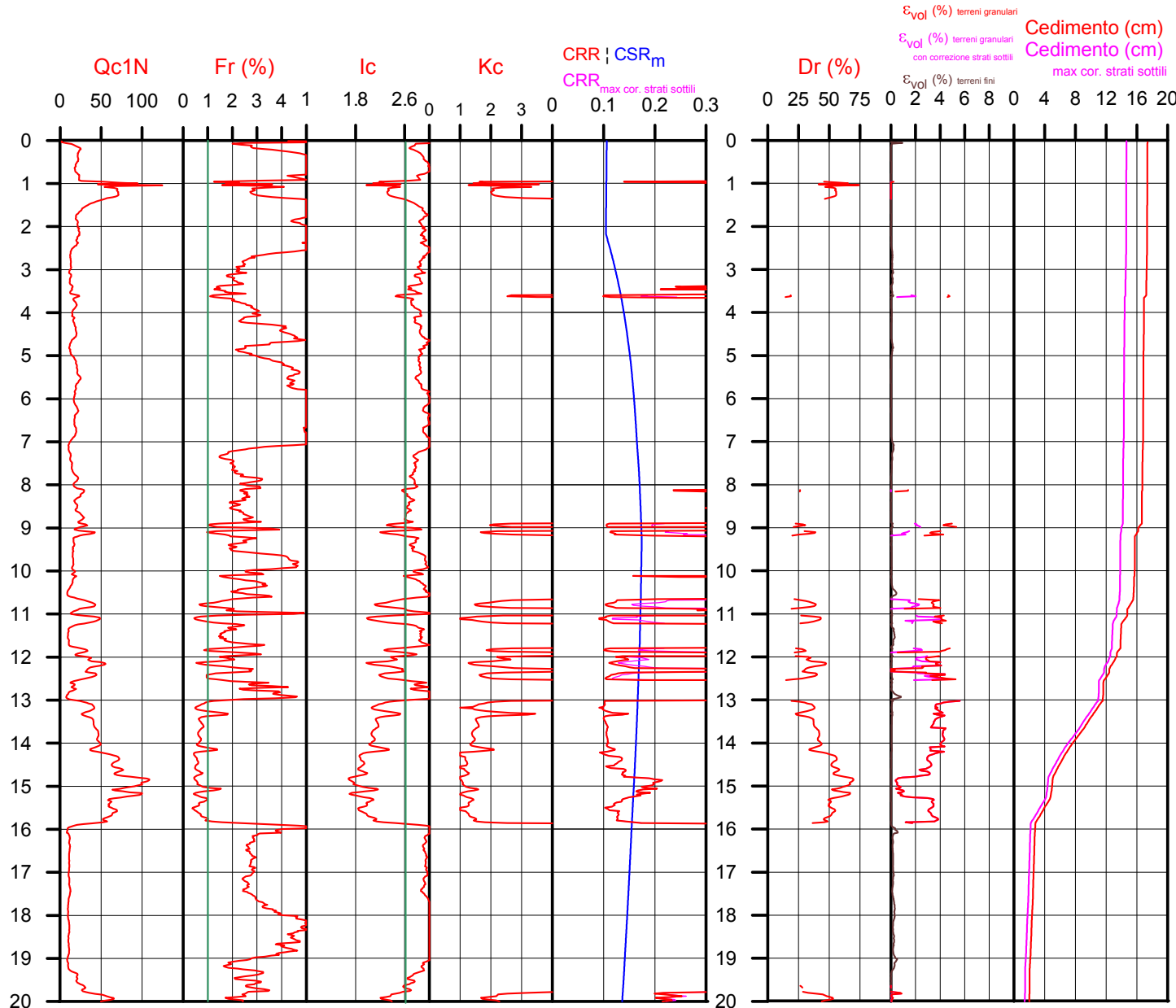
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

|               |                                      |       |
|---------------|--------------------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 2.011 |
|               | fattore amplificazione               | 1.500 |
|               | amplificazione topografica           | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 3.017 |
|               | magnitudine                          | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fsl<sub>iq</sub> = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>16</b>                        | <b>180</b>                              |
| Cedimento totale considerando strati sottili  | 13                               | 166                                     |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>                    | <b>17</b>                              |
| Cedimento totale considerando strati sottili  | 2                           | 15                                     |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA |                      |
|--|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                       |                      |
| 3.7  | 2.3                               | IL ≤ 5                | BASSO                |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15           | ELEVATO              |
|  |                                   | IL > 15               | ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPT 2**  
 Falda 2.2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

|                      |                            |       |
|----------------------|----------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec2)    | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione     | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec2)      | 2.753 |
|                      | magnitudine                | 5.500 |

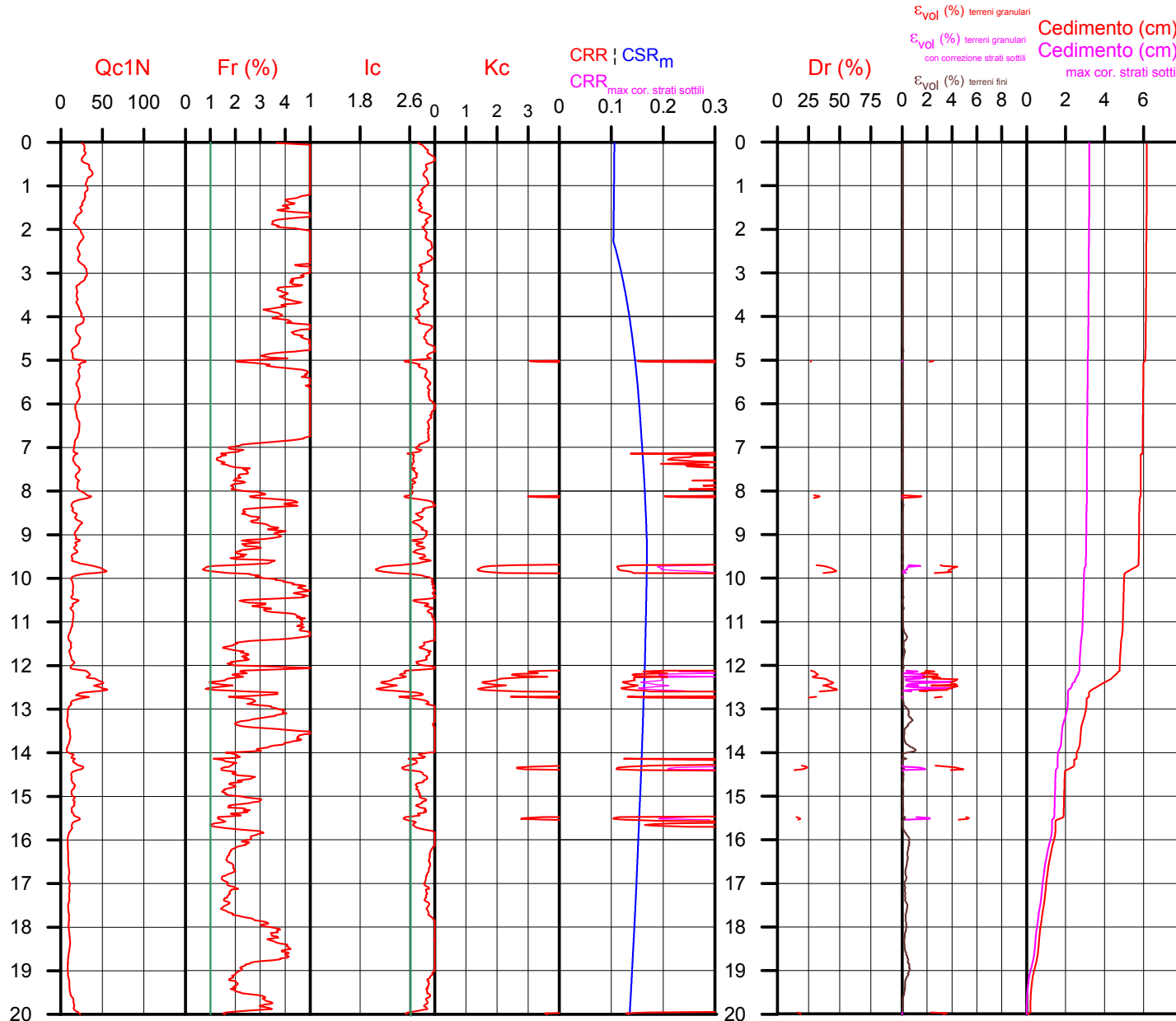
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

|               |                            |       |
|---------------|----------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec2)    | 2.011 |
|               | fattore amplificazione     | 1.500 |
|               | amplificazione topografica | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec2)      | 3.017 |
|               | magnitudine                | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>4</b>                         | <b>41</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>1</b>                         | <b>3</b>                                |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>                    | <b>6</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>2</b>                    | <b>3</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili      | con correzione per strati sottili |                                 |
| 0.6                                      | 0.0                               | IL <= 5<br>BASSO                |
|  |                                   | 5 < IL <= 15<br>ELEVATO         |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPT 3**  
 Falda 2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

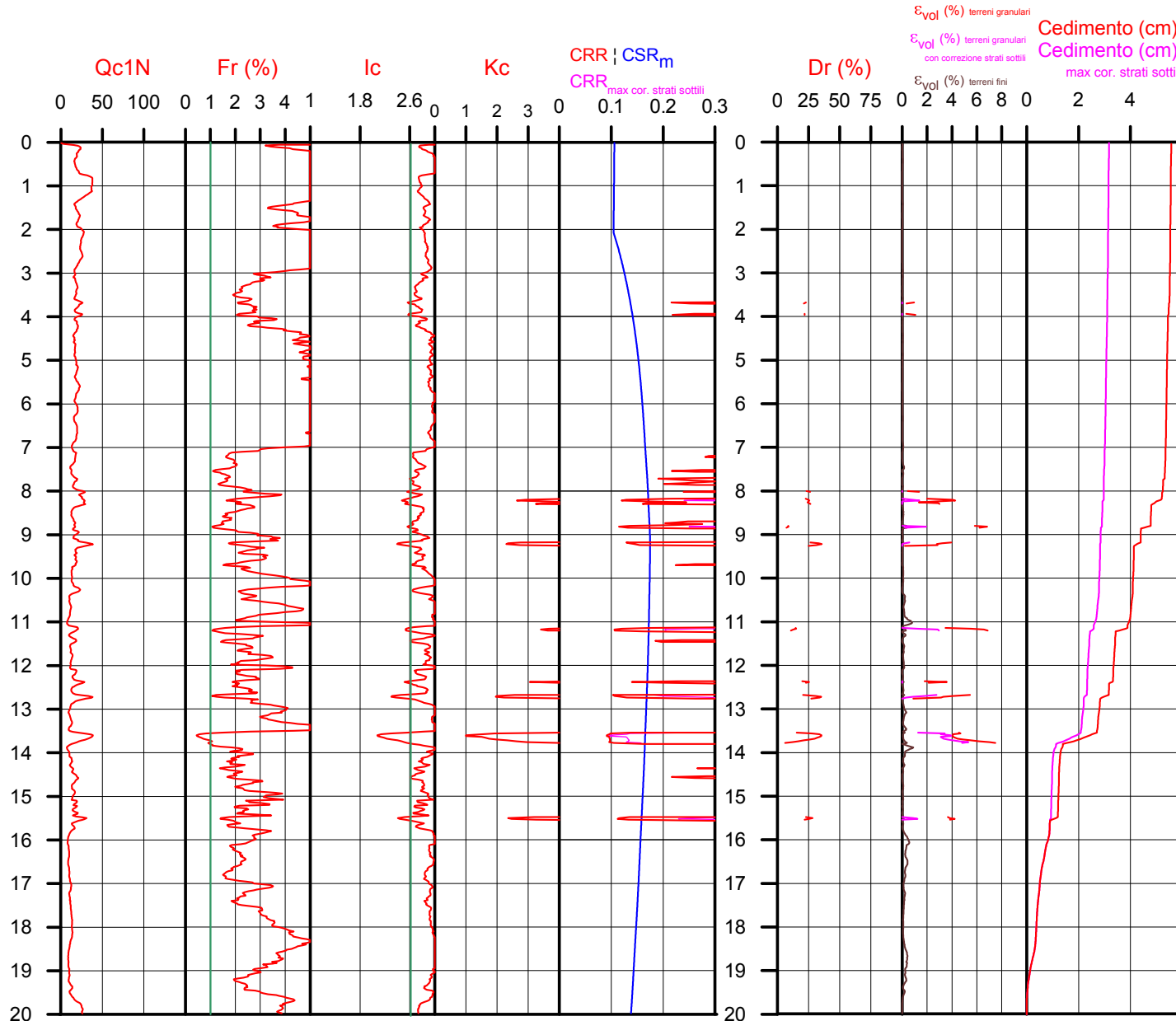
|                      |                            |       |
|----------------------|----------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec2)    | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione     | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec2)      | 2.753 |
|                      | magnitudine                | 5.500 |

|               |                            |       |
|---------------|----------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec2)    | 2.011 |
|               | fattore amplificazione     | 1.500 |
|               | amplificazione topografica | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec2)      | 3.017 |
|               | magnitudine                | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fsl_{liq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>4</b>                         | <b>4</b>                                |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>1</b>                         | <b>2</b>                                |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>                    | <b>6</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>2</b>                    | <b>3</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| 0.8  | 0.2                               | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
Via Monte Sant'Andrea  
Localita' Granarolo Faentina  
Committente Granfrutta Zani  
Data 24/01/2012

**CPT 4**  
Falda 2.3 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

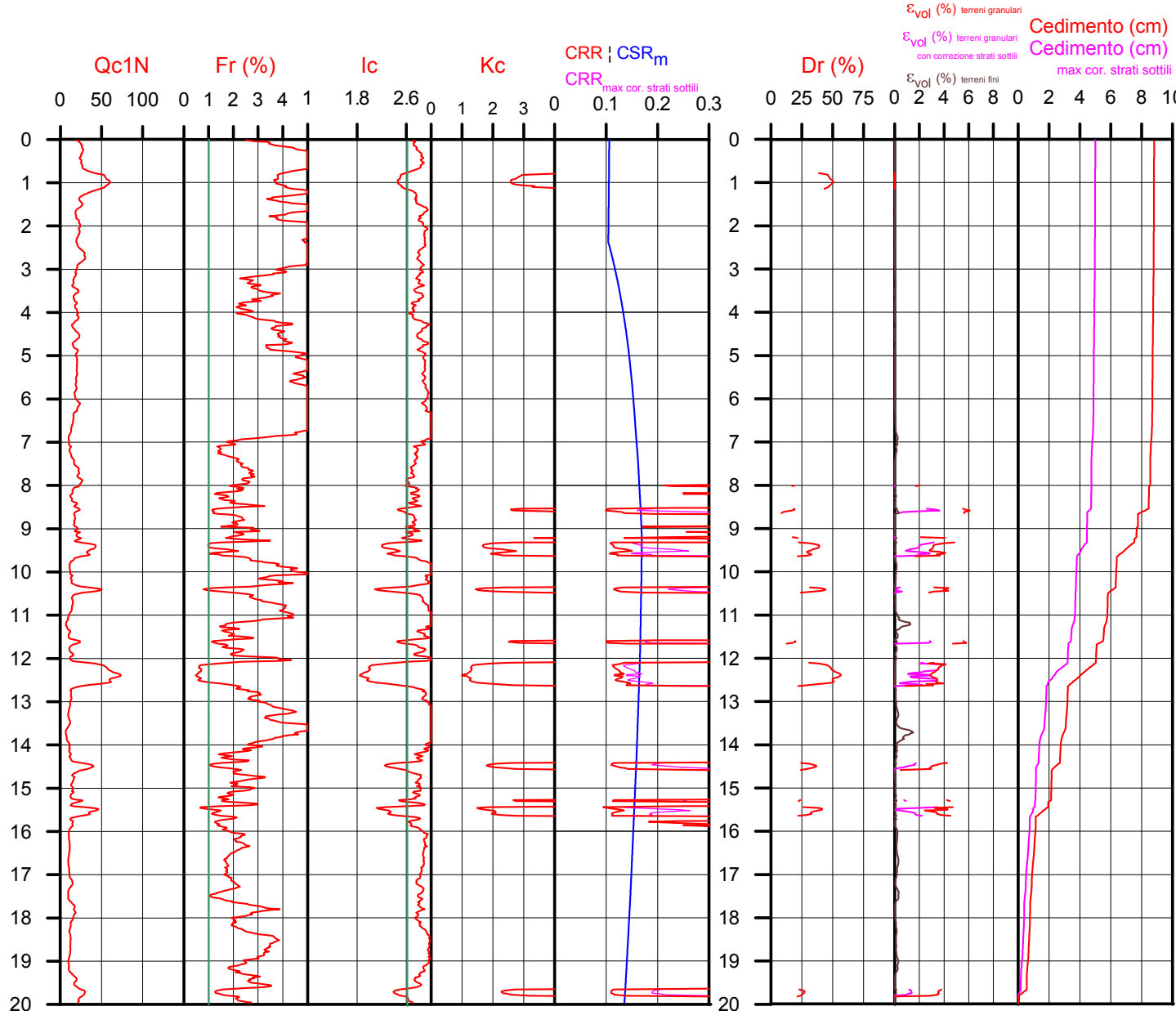
|                      |                                      |       |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione               | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica           | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 2.753 |
|                      | magnitudine                          | 5.500 |

|               |                                      |       |
|---------------|--------------------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 2.011 |
|               | fattore amplificazione               | 1.500 |
|               | amplificazione topografica           | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 3.017 |
|               | magnitudine                          | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fsl_{liq} = CRR / CSR$

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>7</b>                         | <b>63</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>3</b>                         | <b>20</b>                               |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>                    | <b>9</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>2</b>                    | <b>5</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| 1.7  | 0.2                               | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

**CPT 5**  
 Falda 2.6 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

|                      |                                      |       |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione               | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica           | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 2.753 |
|                      | magnitudine                          | 5.500 |

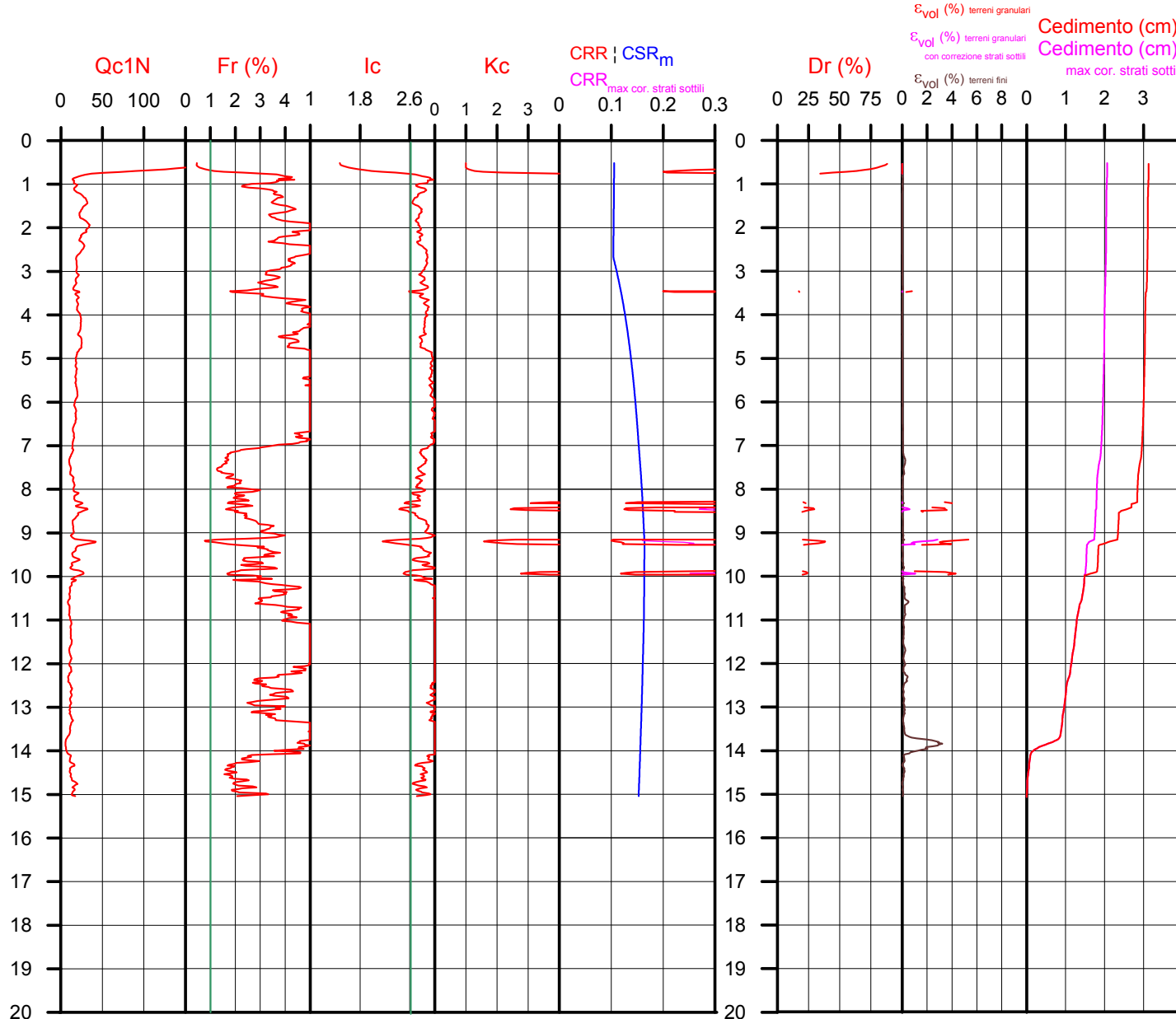
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

|               |                                      |       |
|---------------|--------------------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec <sup>2</sup> ) | 2.011 |
|               | fattore amplificazione               | 1.500 |
|               | amplificazione topografica           | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )   | 3.017 |
|               | magnitudine                          | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fsl_{liq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | 1                                | 2                                       |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | 0                                | 0                                       |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | 2                           | 3                                      |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | 2                           | 2                                      |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| 0.4  | 0.0                               | IL <= 5<br>BASSO                |
|  |                                   | 5 < IL <= 15<br>ELEVATO         |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

**CPT 6**  
 Falda 2.6 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

|                      |                            |       |
|----------------------|----------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°  | amax substrato (m/sec2)    | 1.948 |
| longitudine 11.9165° | fattore amplificazione     | 1.414 |
| tipo di suolo C      | amplificazione topografica | 1.000 |
|                      | amax al p.c. (m/sec2)      | 2.753 |
|                      | magnitudine                | 5.500 |

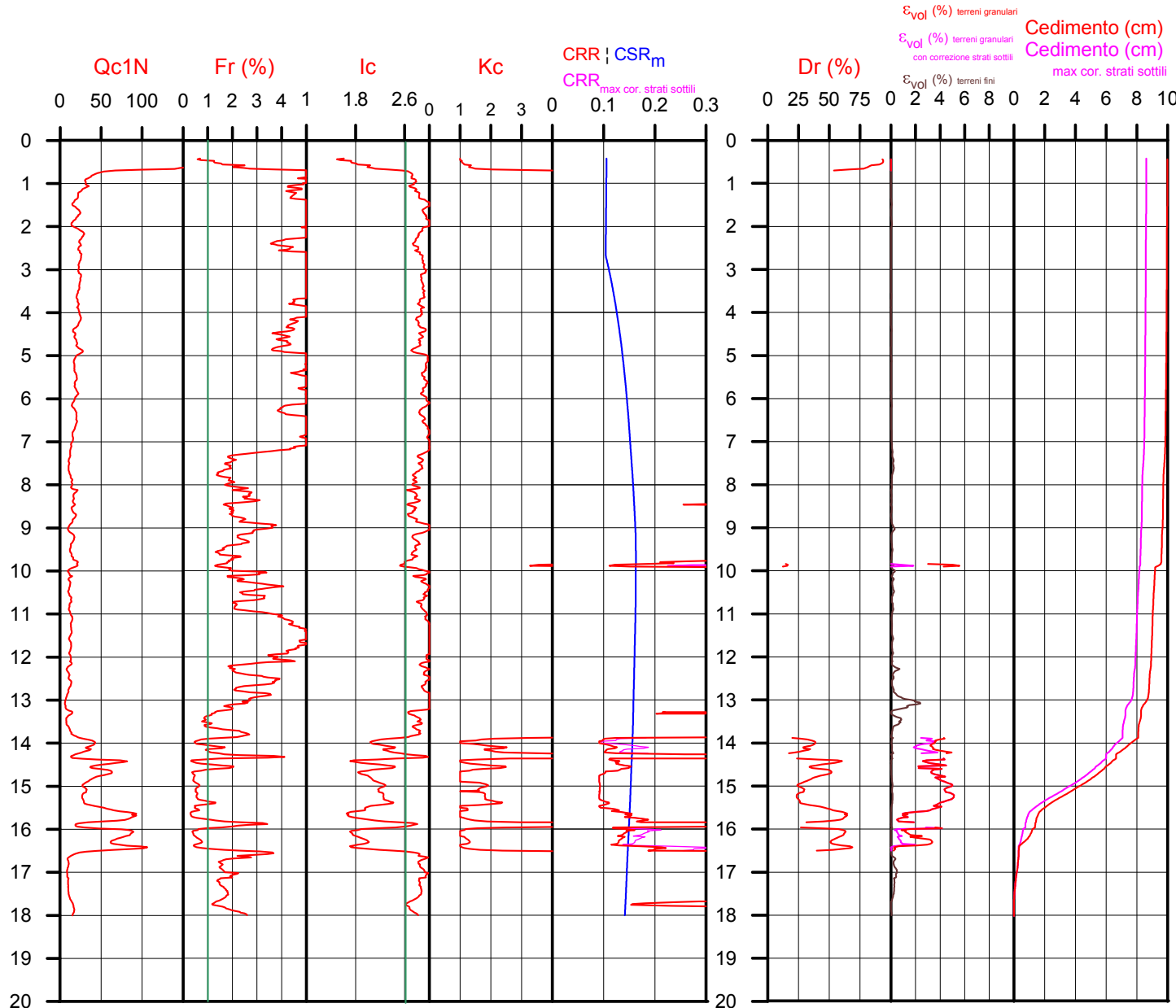
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

|               |                            |       |
|---------------|----------------------------|-------|
| comune Faenza | amax substrato (m/sec2)    | 2.011 |
|               | fattore amplificazione     | 1.500 |
|               | amplificazione topografica | 1.000 |
|               | amax al p.c. (m/sec2)      | 3.017 |
|               | magnitudine                | 5.500 |



**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 MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic secondo Robertson & Cabal 2009
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari | Cedimento terreni granulari (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------------------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>8</b>                         | <b>81</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>7</b>                         | <b>50</b>                               |

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini | Cedimento terreni fini (cm) | Cedimento totale fini + granulari (cm) |
|---|-----------------------------|--|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>                    | <b>10</b>                              |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>2</b>                    | <b>9</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili      | con correzione per strati sottili |                                 |
| 1.5                                      | 1.2                               | IL <= 5<br>BASSO                |
|  |                                   | 5 < IL <= 15<br>ELEVATO         |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

**CPT 1**

Falda 2.1 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

|               |          |                         |       |
|---------------|----------|-------------------------|-------|
| latitudine    | 44.3511° | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine   | 11.9165° |                         |       |
| tipo di suolo | C        | fattore amplificazione  | 1.414 |
|               |          | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
|               |          | magnitudine             | 5.500 |

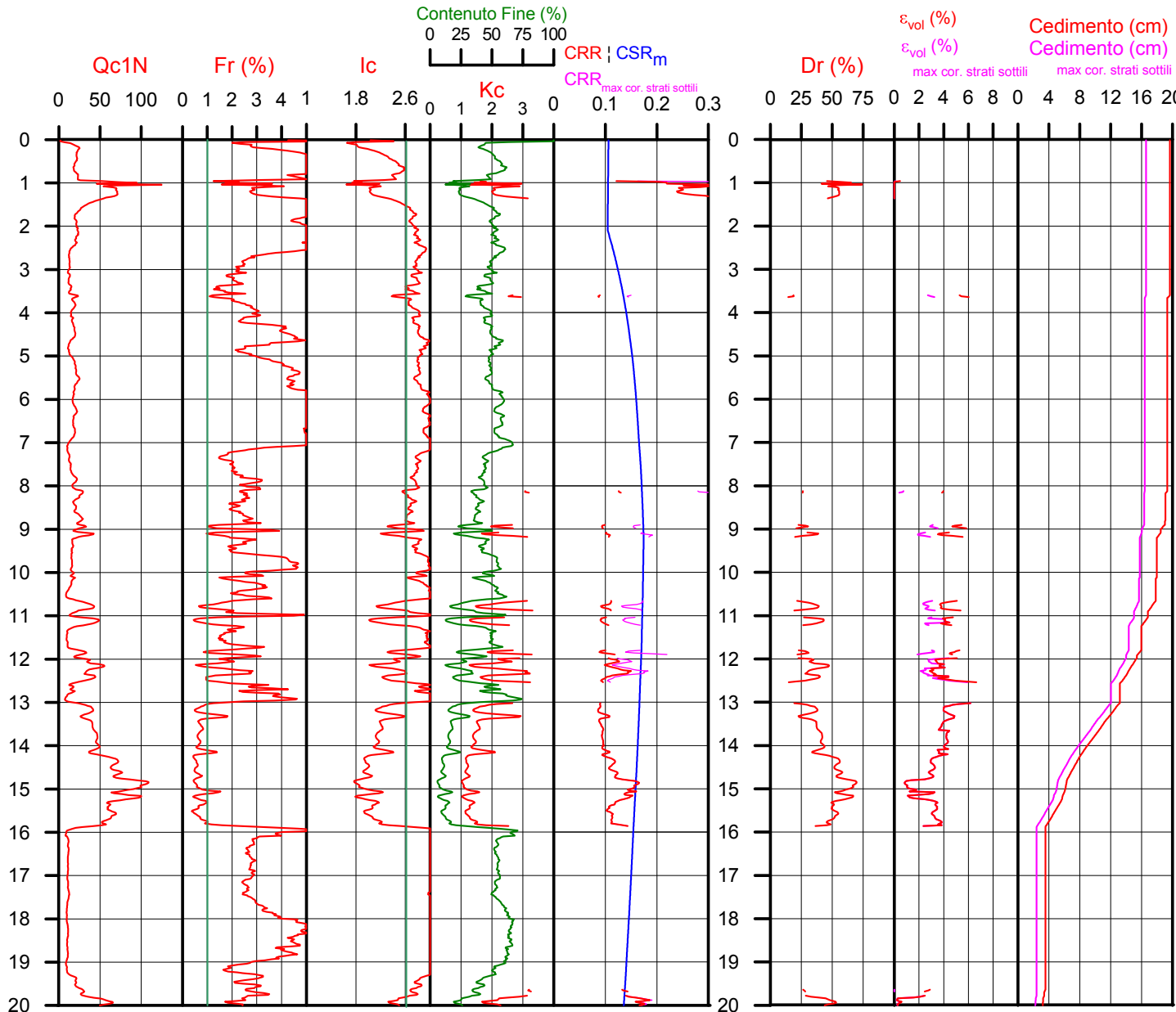
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

|        |        |                         |       |
|--------|--------|-------------------------|-------|
| comune | Faenza | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|        |        | fattore amplificazione  | 1.500 |
|        |        | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|        |        | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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



**PROCEDURA**

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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da 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%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>20</b>      | <b>228</b>                              |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>17</b>      | <b>216</b>                              |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili      | con correzione per strati sottili |                                 |
|  | <b>3.3</b>                        | IL <= 5<br>BASSO                |
| <b>5.2</b>                               |                                   | 5 < IL <= 15<br>ELEVATO         |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |



Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPT 2**

Falda 2.2 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

|                            |          |                         |       |
|----------------------------|----------|-------------------------|-------|
| latitudine                 | 44.3511° | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine                | 11.9165° | fattore amplificazione  | 1.414 |
| tipo di suolo              | C        | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
| amplificazione topografica | 1.000    | magnitudine             | 5.500 |

**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

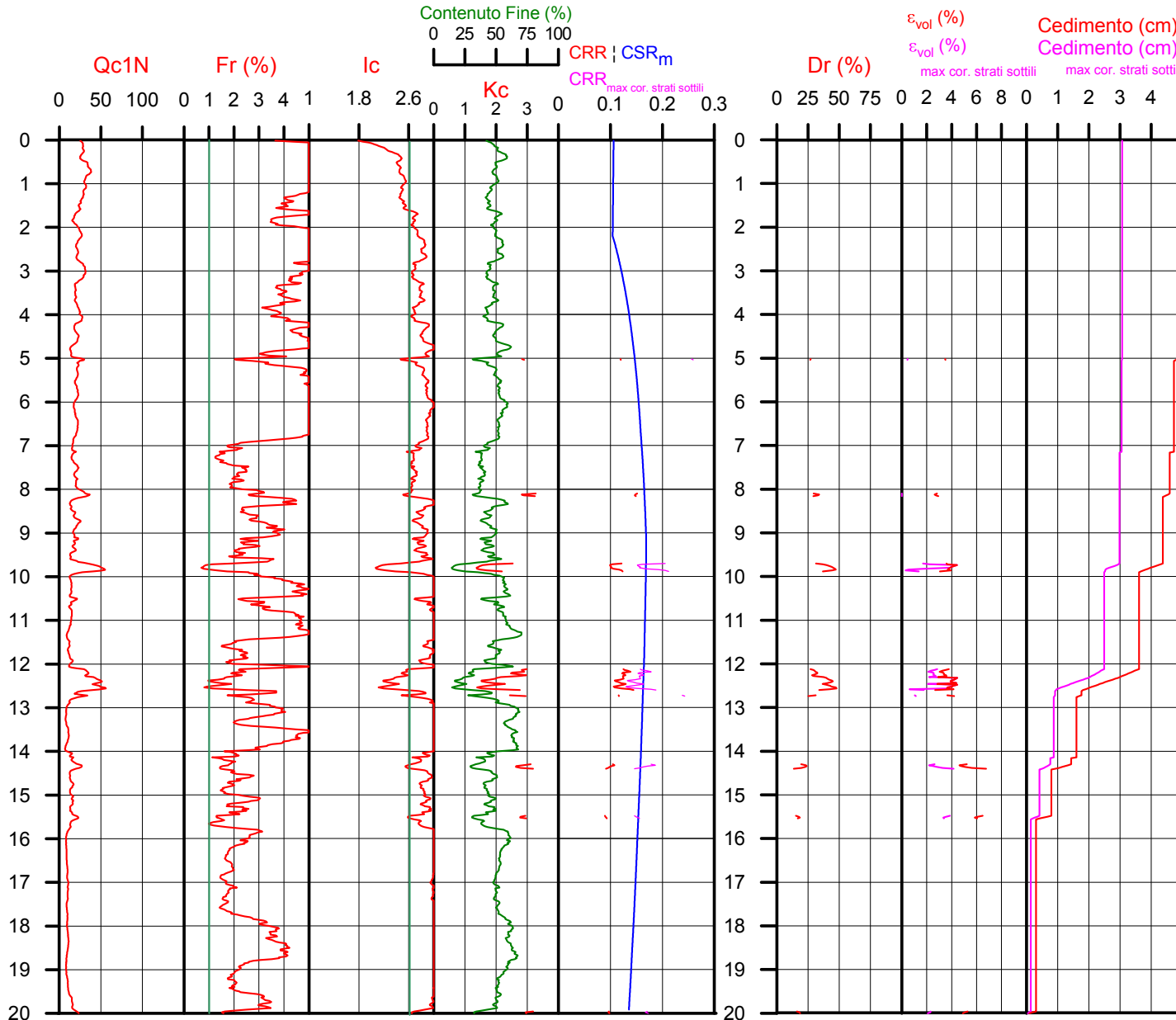
|                            |        |                         |       |
|----------------------------|--------|-------------------------|-------|
| comune                     | Faenza | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|                            |        | fattore amplificazione  | 1.500 |
| amplificazione topografica | 1.000  | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|                            |        | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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

**PROCEDURA**



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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>5</b>       | <b>44</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>3</b>       | <b>28</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| <b>1.3</b>   | <b>0.2</b>                        | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24-gen-12

**CPT 3**

Falda 2 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

|                            |          |                         |       |
|----------------------------|----------|-------------------------|-------|
| latitudine                 | 44.3511° | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine                | 11.9165° | fattore amplificazione  | 1.414 |
| tipo di suolo              | C        | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
| amplificazione topografica | 1.000    | magnitudine             | 5.500 |

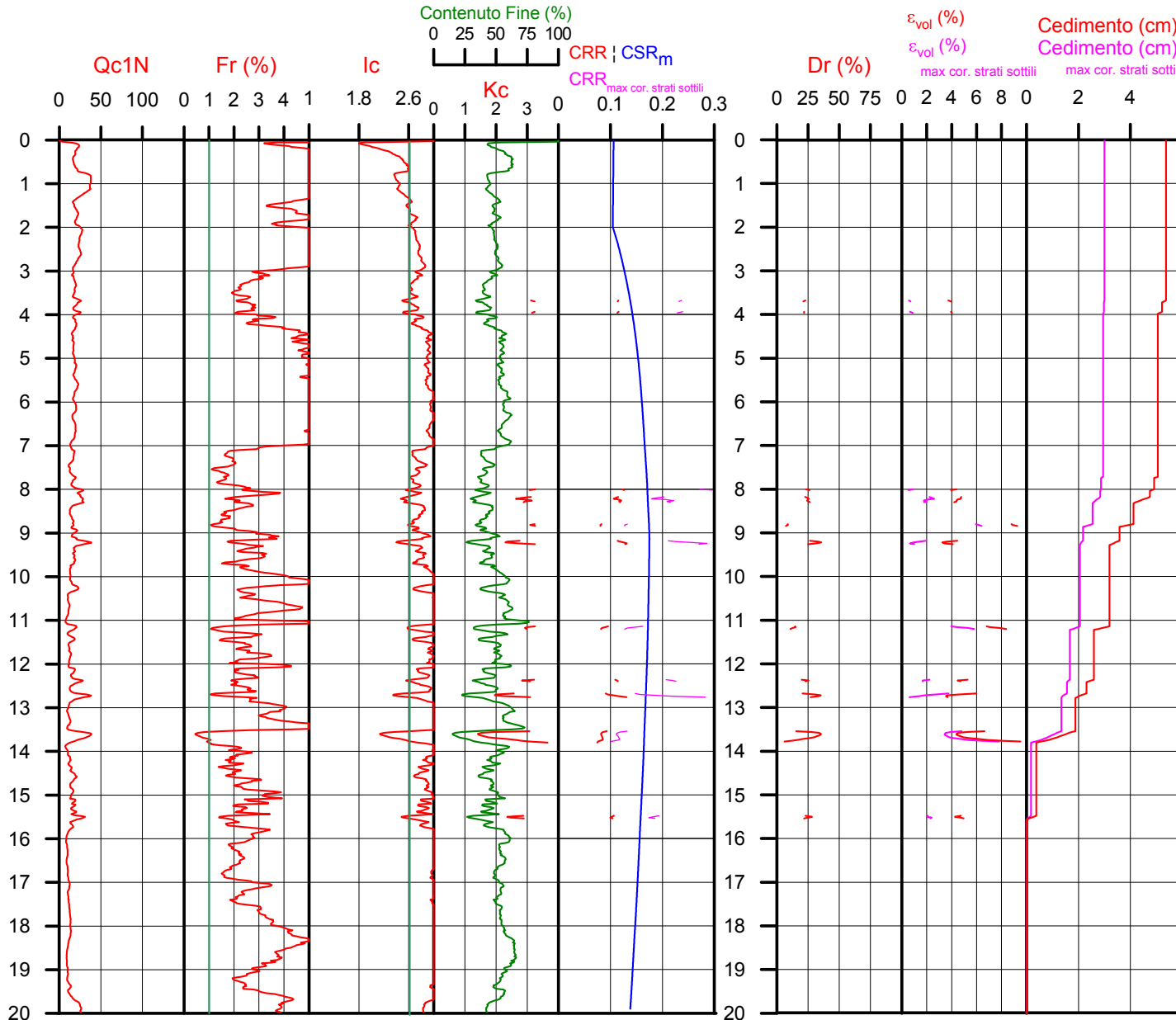
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

|                            |        |                         |       |
|----------------------------|--------|-------------------------|-------|
| comune                     | Faenza | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|                            |        | fattore amplificazione  | 1.500 |
| amplificazione topografica | 1.000  | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|                            |        | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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



**PROCEDURA**

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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fsl<sub>iq</sub> = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>5</b>       | <b>6</b>                                |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>3</b>       | <b>3</b>                                |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| <b>1.7</b>   | <b>0.4</b>                        | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 24/01/2012

**CPT 4**

Falda 2.3 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

|                            |          |                         |       |
|----------------------------|----------|-------------------------|-------|
| latitudine                 | 44.3511° | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine                | 11.9165° | fattore amplificazione  | 1.414 |
| tipo di suolo              | C        | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
| amplificazione topografica | 1.000    | magnitudine             | 5.500 |

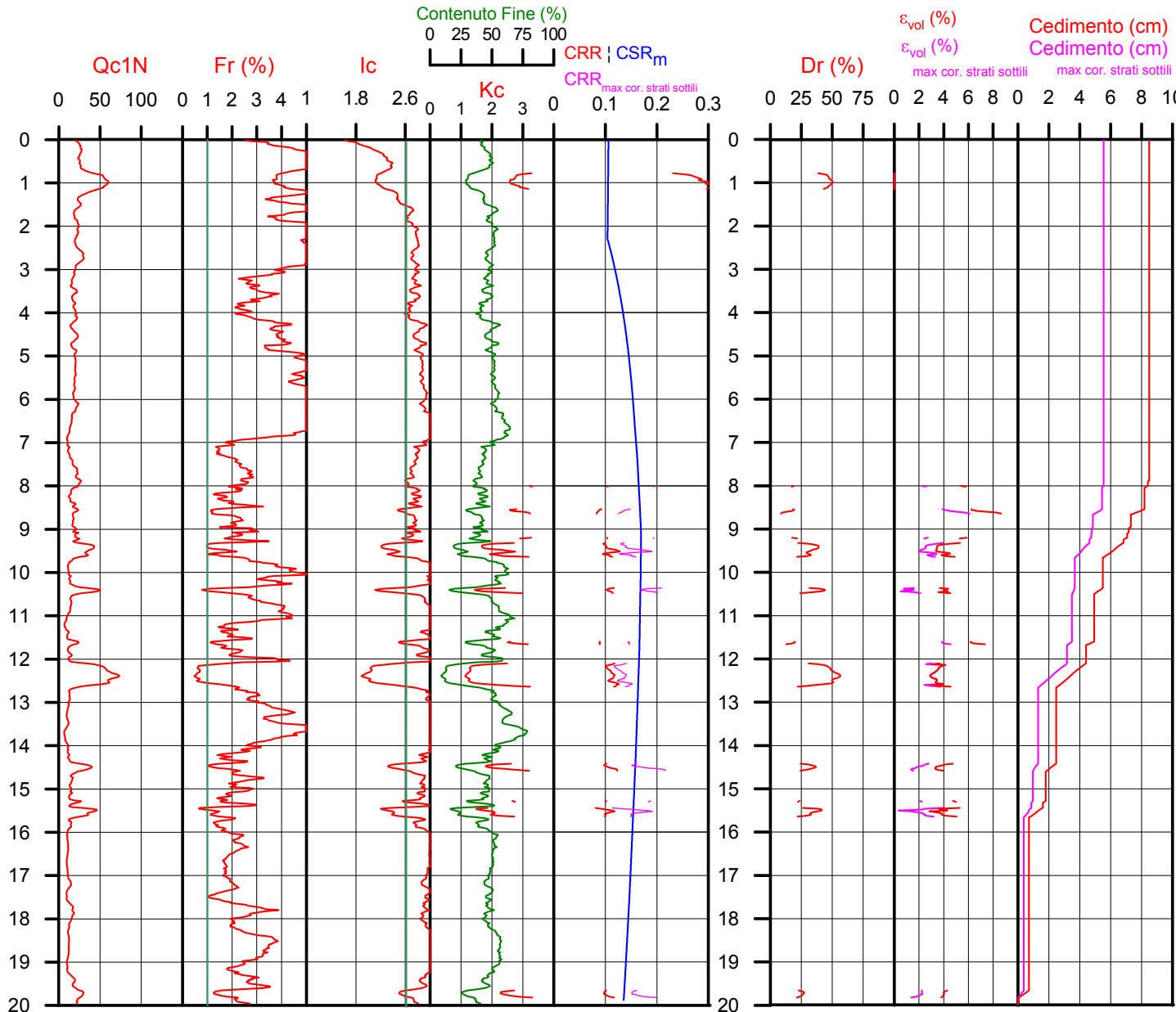
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

|                            |        |                         |       |
|----------------------------|--------|-------------------------|-------|
| comune                     | Faenza | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|                            |        | fattore amplificazione  | 1.500 |
| amplificazione topografica | 1.000  | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|                            |        | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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



**PROCEDURA**

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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

Parametri utilizzati:

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>8</b>       | <b>66</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>6</b>       | <b>41</b>                               |

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

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

Parametri utilizzati:

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

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| <b>2.7</b>   | <b>0.8</b>                        | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

**CPT 5**

Falda 2.6 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

|                            |                         |       |
|----------------------------|-------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°        | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine 11.9165°       |                         |       |
| tipo di suolo              | fattore amplificazione  | 1.414 |
|                            | C                       |       |
| amplificazione topografica | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
|                            | 1.000                   |       |
|                            | magnitudine             | 5.500 |

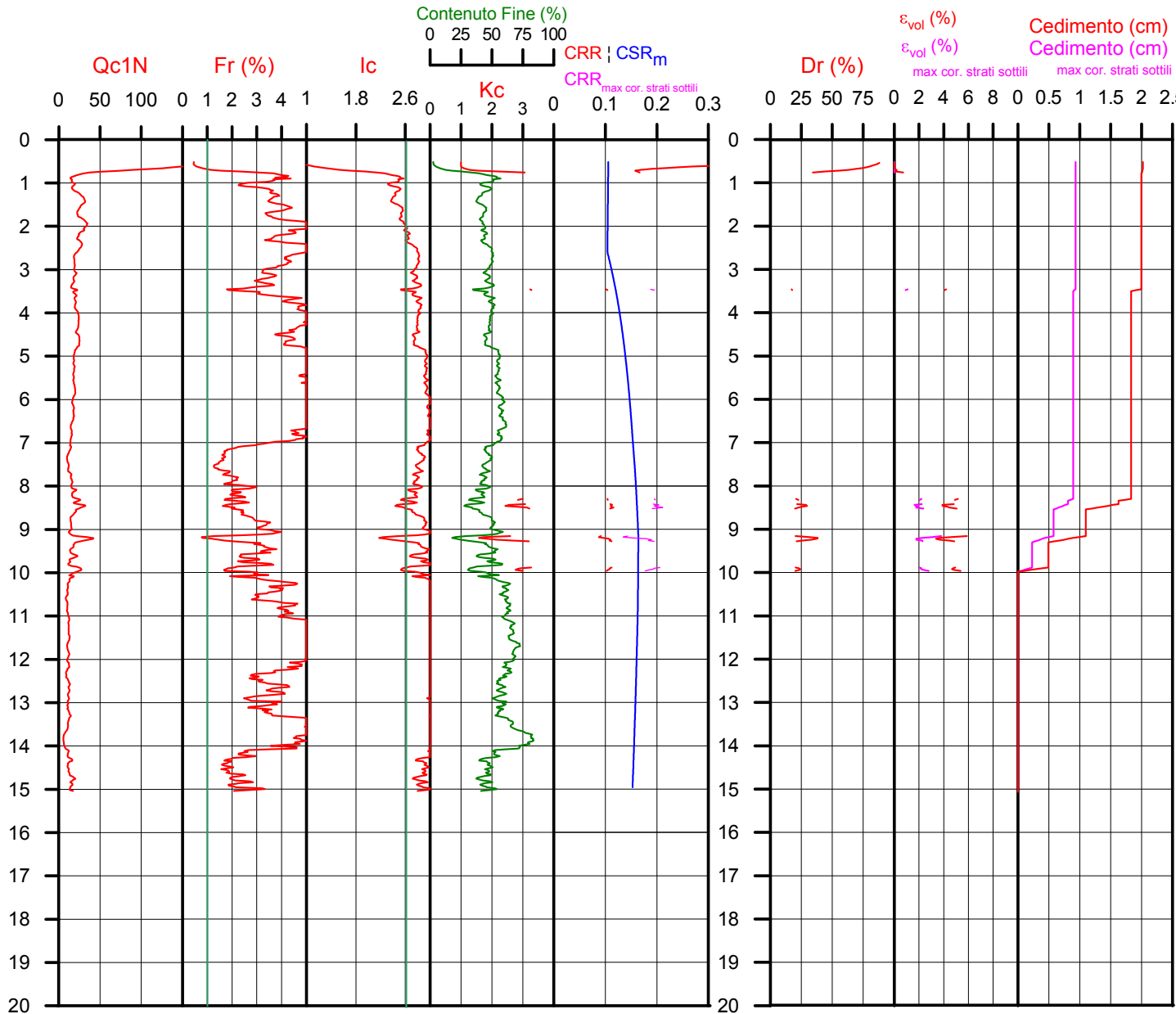
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

|                            |                         |       |
|----------------------------|-------------------------|-------|
| comune Faenza              | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|                            |                         |       |
|                            | fattore amplificazione  | 1.500 |
|                            |                         |       |
| amplificazione topografica | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|                            | 1.000                   |       |
|                            | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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



**PROCEDURA**

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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
  - Ic > 2.60 e Fr > 1%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{liq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>2</b>       | <b>3</b>                                |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>1</b>       | <b>1</b>                                |

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

- Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su  $F_{liq}$  e la profondità.
- Parametri utilizzati:
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
  - \* Profondità

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| <b>0.8</b>   | <b>0.0</b>                        | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |

Comune Faenza  
 Via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Granarolo Faentina  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 17-feb-12

**CPT 6**

Falda 2.6 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

|                            |                         |       |
|----------------------------|-------------------------|-------|
| latitudine 44.3511°        | amax substrato (m/sec2) | 1.948 |
| longitudine 11.9165°       |                         |       |
| tipo di suolo              | fattore amplificazione  | 1.414 |
|                            | C                       |       |
| amplificazione topografica | amax al p.c. (m/sec2)   | 2.753 |
|                            | 1.000                   |       |
|                            | magnitudine             | 5.500 |

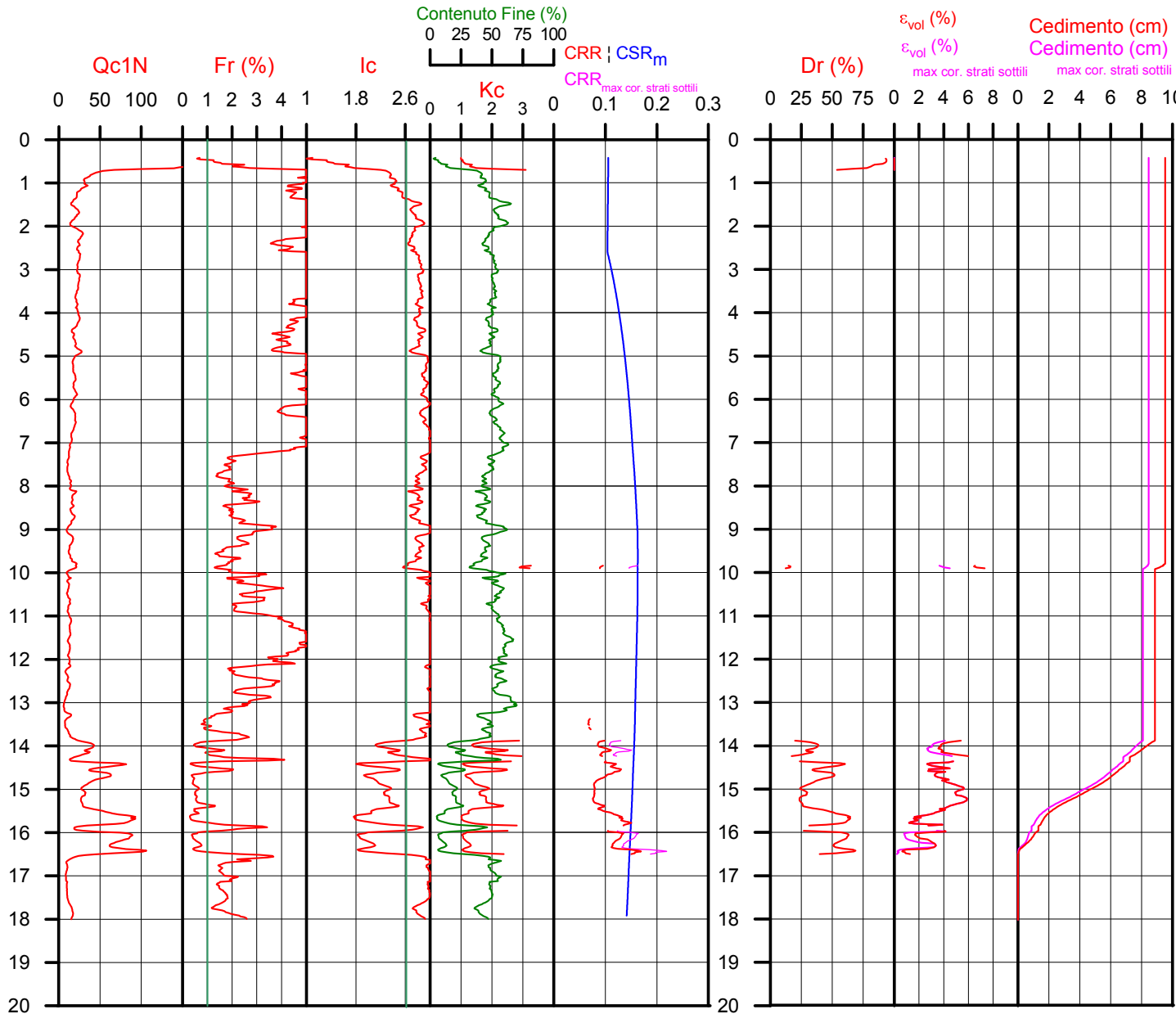
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

|                            |                         |       |
|----------------------------|-------------------------|-------|
| comune Faenza              | amax substrato (m/sec2) | 2.011 |
|                            |                         |       |
|                            | fattore amplificazione  | 1.500 |
|                            |                         |       |
| amplificazione topografica | amax al p.c. (m/sec2)   | 3.017 |
|                            | 1.000                   |       |
|                            | magnitudine             | 5.500 |



**Società di Geologia Territoriale**

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



**PROCEDURA**

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

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008
- \* CSR 5.5 secondo Idriss & Boulanger 2004 (Cyclic Stress Ratio corretto per magnitudine)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Idriss 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998: Ic > 2.60 e Fr > 1%
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione: Fsl<sub>iq</sub> = CRR 7.5 / CSR 5.5

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

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

| Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova | Cedimento (cm) | Indice di spostamento laterale LDI (cm) |
|---|----------------|---|
| <b>Cedimento totale</b>   | <b>10</b>      | <b>90</b>                               |
| <b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>   | <b>8</b>       | <b>71</b>                               |

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

- Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>iq</sub> e la profondità.
- Parametri utilizzati:
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
  - \* Profondità

| INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE |                                   | POTENZIALE DI ROTTURA           |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| senza correzione per strati sottili                  | con correzione per strati sottili |                                 |
| <b>2.5</b>   | <b>1.6</b>                        | IL ≤ 5<br>BASSO                 |
|  |                                   | 5 < IL ≤ 15<br>ELEVATO          |
|  |                                   | IL > 15<br>ESTREMAMENTE ELEVATO |



|                                       |  |                                       |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| COMMITTENTE: Granfrutta ZANI          | SOND.N°: S.1                                   | PROF.(m): 32.00                       |
| CANTIERE: Granarolo Faentino (RA)     | QUOTA (m): p.d.c.                              |                                       |
| PERFORATRICE: CMV MK900 D1            | LATITUDINE (°): N 44,235014°                   |                                       |
| METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo | LONGITUDINE (°): E 11,91461°                   |                                       |
| RIVESTIMENTO: Ø 127 mm                | ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø101 mm | DATA INIZ-FINE: 29/11/2011-29/11/2011 |
| PIEZOMETRO:                           |  | SCALA: 1:100                          |
| RIF.PREV.N°: 277-11                   | CERTIFICATO N°: C11-141-1                      | RAPPORTO N°: -----                    |
|                                       |  | DATA DI EMISSIONE: 05/12/2011         |
|                                       |  | PAGINA N°: 1 di 2                     |

| Scala 1:100 | P.P. I [daN/cm²] | Vane Test [daN/cm²] | Profondità [m] | Stratigrafia | Descrizione   | Campioni        | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Pz. Norton | Pz Casagrande | Tubo Down Hole |
|-------------|------------------|---------------------|----------------|--------------|---|-----------------|---------------|------------------------|-------|------------|---------------|----------------|
| 1           | >6.0             |                     | 1.10           |              | Limo argilloso di colore marrone - grigio   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 2           | 2.6              | 1.20                | 1.60           |              | Campione indisturbato   | 1.10<br>C.I. 1  |               |                        |       |            |               |                |
| 3           | 2.0              | 1.00                | 2.60           |              | Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre, con calcinelli   |                 |               |                        | 2.70  |            |               |                |
| 4           |                  |                     | 3.90           |              | Limo sabbioso di colore grigio - giallastro   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 5           | 1.5              | 0.70                | 5.50           |              | Limo con argilla di colore grigio con striature giallastre, raramente nere. Presenti rari bioclasti                                     |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 6           | 1.6              | 0.80                | 6.10           |              | Campione indisturbato   | 5.50<br>C.I. 3  |               |                        |       |            |               |                |
| 7           | 2.2              | 1.10                | 7.00           |              | Limo con argilla di colore grigio con striature giallastre, raramente nere. Presenti rari bioclasti. Da -6.40 m colore grigio scuro     | 6.10            |               |                        |       |            |               |                |
| 8           |                  |                     | 7.50           |              | Limo sabbioso di colore grigio - giallastro, con calcinelli   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 9           |                  |                     | 10.10          |              | Sabbia limosa di colore giallastro - grigio   |                 |               | 9.00                   |       |            |               |                |
| 10          |                  |                     |                |              |   |                 |               | 3/4/6                  |       |            |               |                |
| 11          | 2.0              | 1.00                | 12.00          |              | Alternanza decimetrica con passaggi graduali di limo argilloso e sabbia limosa. Colore grigio - giallastro, con striature nere nel limo |                 |               | 9.45                   |       |            |               |                |
| 12          | 1.9              | 0.90                | 12.60          |              | Campione indisturbato   | 12.00<br>C.I. 3 |               |                        |       |            |               |                |
| 13          | 1.8              | 0.80                | 13.50          |              | Alternanza decimetrica con passaggi graduali di limo argilloso e sabbia limosa. Colore grigio - giallastro, con striature nere nel limo | 12.60           |               |                        |       |            |               |                |
| 14          | 2.0              | 1.00                | 14.00          |              | Argilla limosa di colore grigio con qualche striature giallastre  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 15          | 2.0              | 1.00                | 15.00          |              | Limo sabbioso di colore grigio con variegature giallastre   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 16          |                  |                     | 16.00          |              | Sabbia limosa di colore grigio  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 17          | 1.8              | 0.90                | 16.50          |              | Argilla limosa di colore grigio con rare striature nere e giallastre e con alcuni calcinelli  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 18          | 1.6              | 0.80                | 17.10          |              | Campione indisturbato   | 16.50<br>C.I. 4 |               |                        |       |            |               |                |
| 19          | 1.3              | 0.60                | 19.60          |              | Argilla limosa di colore grigio con rare striature nere e giallastre e con alcuni calcinelli  | 17.10           |               |                        |       |            |               |                |
| 20          | 2.0              | 1.00                | 20.00          |              | Sabbia limosa di colore giallo  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 21          | 2.0              | 1.00                | 21.20          |              | Sabbia fine - media di colore giallo  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 22          | 1.7              | 0.80                | 21.50          |              | Argilla limosa di colore grigio con striature giallastre  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 23          |                  |                     | 22.90          |              | Sabbia limosa di colore grigio - giallo   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 24          |                  |                     | 25.00          |              | Sabbia fine - media di colore giallo  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 25          |                  |                     |                |              |   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 26          |                  |                     |                |              |   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 27          |                  |                     |                |              |   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 28          |                  |                     |                |              | Sabbia fine - media di colore grigio, con alcuni inclusi ricchi in sostanza organica  |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 29          |                  |                     | 29.50          |              |   |                 |               |                        |       |            |               |                |
| 30          |                  |                     | 30.00          |              | Ghiaia fine - media, arrotondata, in matrice sabbiosa - limosa di colore grigio   |                 |               |                        |       |            |               |                |

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

|                                       |                           |  |                               |
|---------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------|
| COMMITTENTE: Granfrutta ZANI          |                           | SOND.N°: S.1                                   | PROF.(m): 32.00               |
| CANTIERE: Granarolo Faentino (RA)     |                           | QUOTA (m): p.d.c.                              |                               |
| PERFORATRICE: CMV MK900 D1            |                           | LATITUDINE (°): N 44,235014°                   |                               |
| METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo |                           | LONGITUDINE (°): E 11,91461°                   |                               |
| RIVESTIMENTO: Ø 127 mm                |                           | ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø101 mm |                               |
| PIEZOMETRO:                           |                           | SCALA: 1:100                                   |                               |
| RIF.PREV.N°: 277-11                   | CERTIFICATO N°: C11-141-1 | RAPPORTO N°: -----                             | DATA DI EMISSIONE: 05/12/2011 |
|                                       |                           | PAGINA N°: 2 di 2                              |                               |

| Scala 1:100 | P.P. I [daN/cm <sup>2</sup> ] | Vane Test [daN/cm <sup>2</sup> ] | Profondita' [m] | Stratigrafia | Descrizione   | Campioni | Campioni Rim. | S.P.T. [n. colpi] P.A. | Falda | Pz.Norton | Pz Casagrande | Tubo Down Hole |
|-------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------|---|----------|---------------|------------------------|-------|-----------|---------------|----------------|
| 31          | 2.1                           | 1.00                             | 30.00           |              | Argilla limosa di colore grigio con striature giallastre e nere e con qualche livello millimetrico, talora centimetrico, sabbioso |          |               |                        |       |           |               |                |
| 32          | 2.0                           | 0.90                             | 32.00           |              |   |          |               |                        |       |           |               | 31.50          |
| 33          | 2.3                           | 1.10                             |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 34          | 2.2                           | 1.10                             |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 35          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 36          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 37          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 38          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 39          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |
| 40          |                               |                                  |                 |              |   |          |               |                        |       |           |               |                |

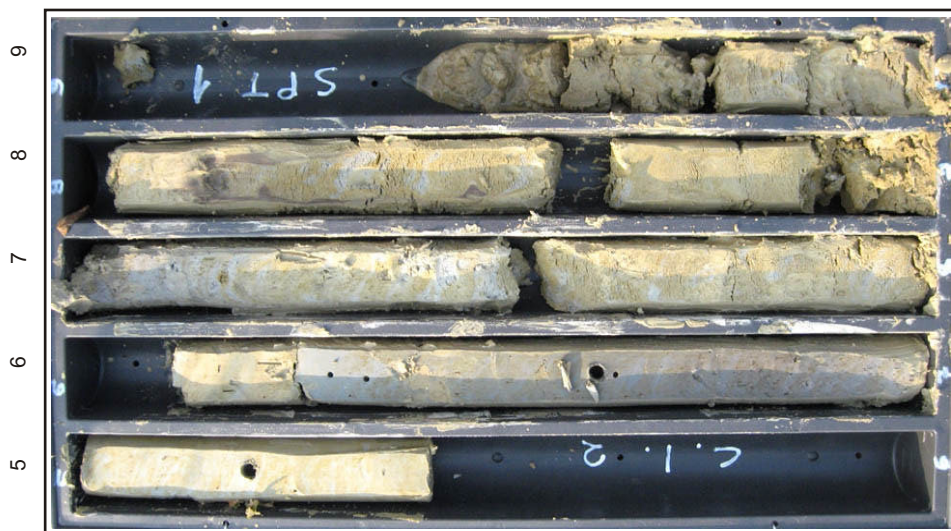
Note:  
Livello acqua rilevato a -2.70 m dal p.d.c. a fine sondaggio.  
-----  
Installato tubo per down-hole in p.v.c. Ø 3" a -31.50 m dal p.d.c.

C.I. = campioni indisturbati

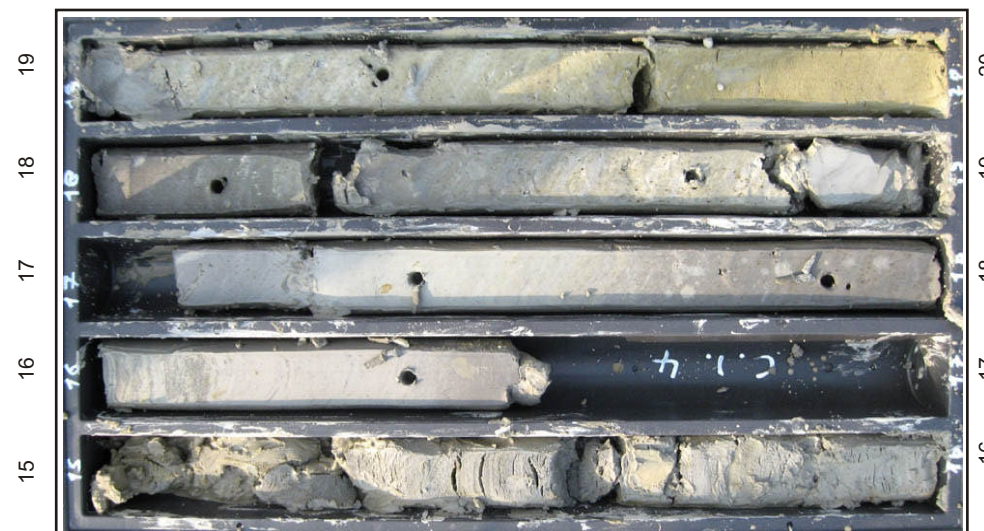
Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

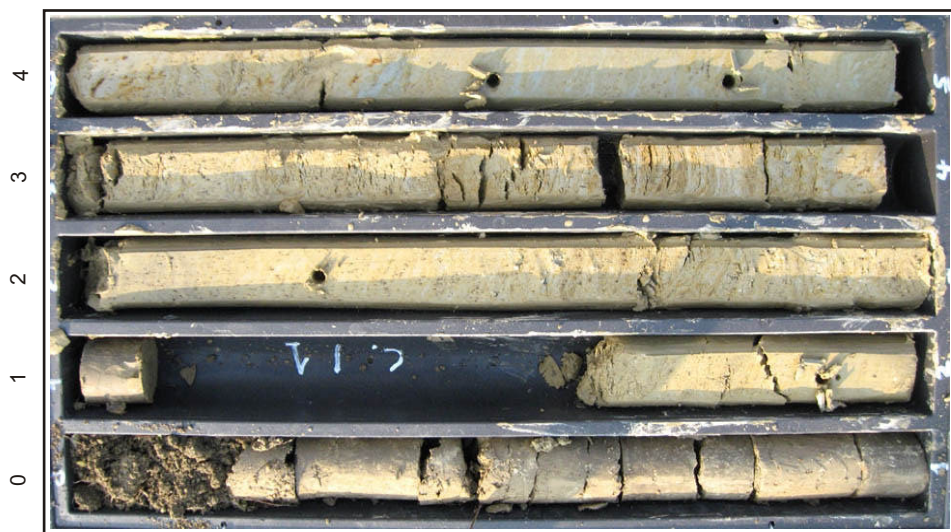




Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m

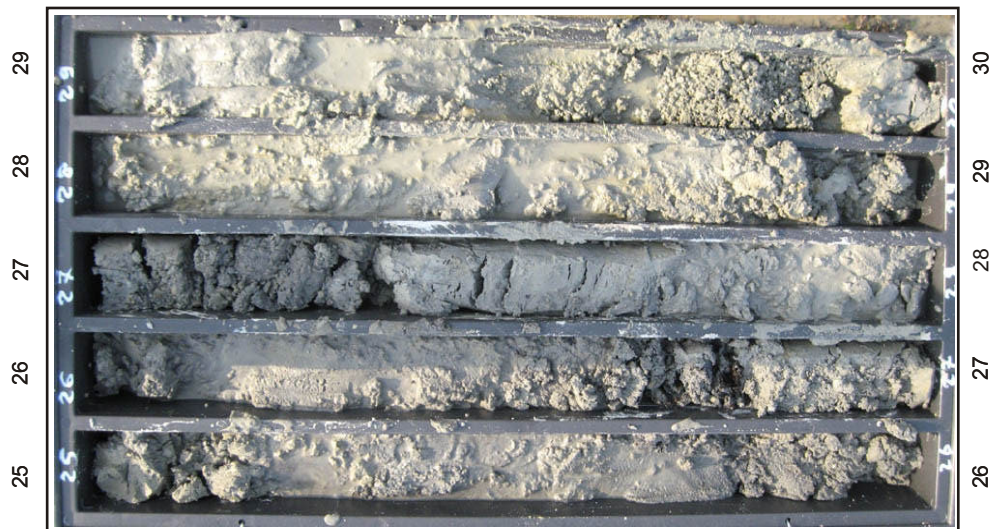


Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

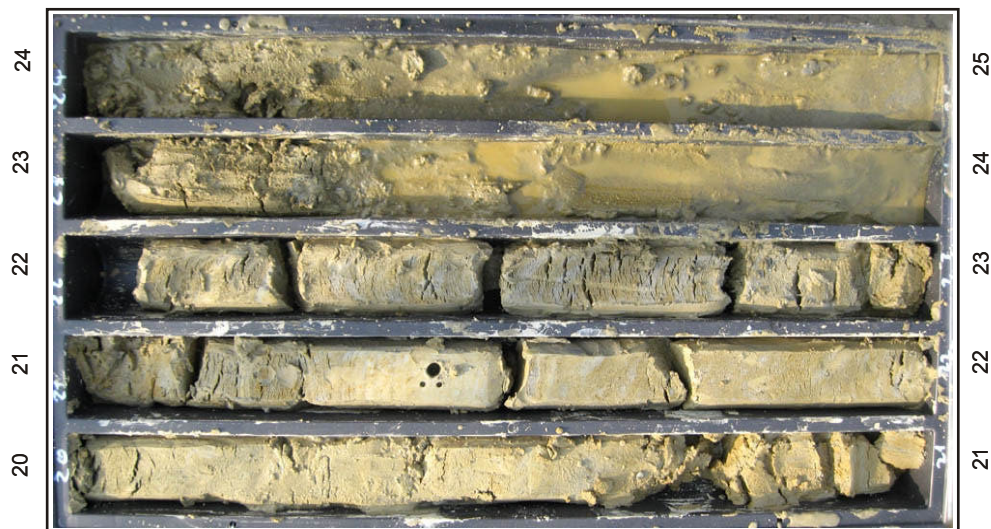




Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Posizionamento



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m



Tubo per down-hole



COMMITTENTE: Granfrutta ZANI

SONDAGGIO N° S.1

CANTIERE: Granarolo Faentino (RA)

RIF. PREV. N: 277-11

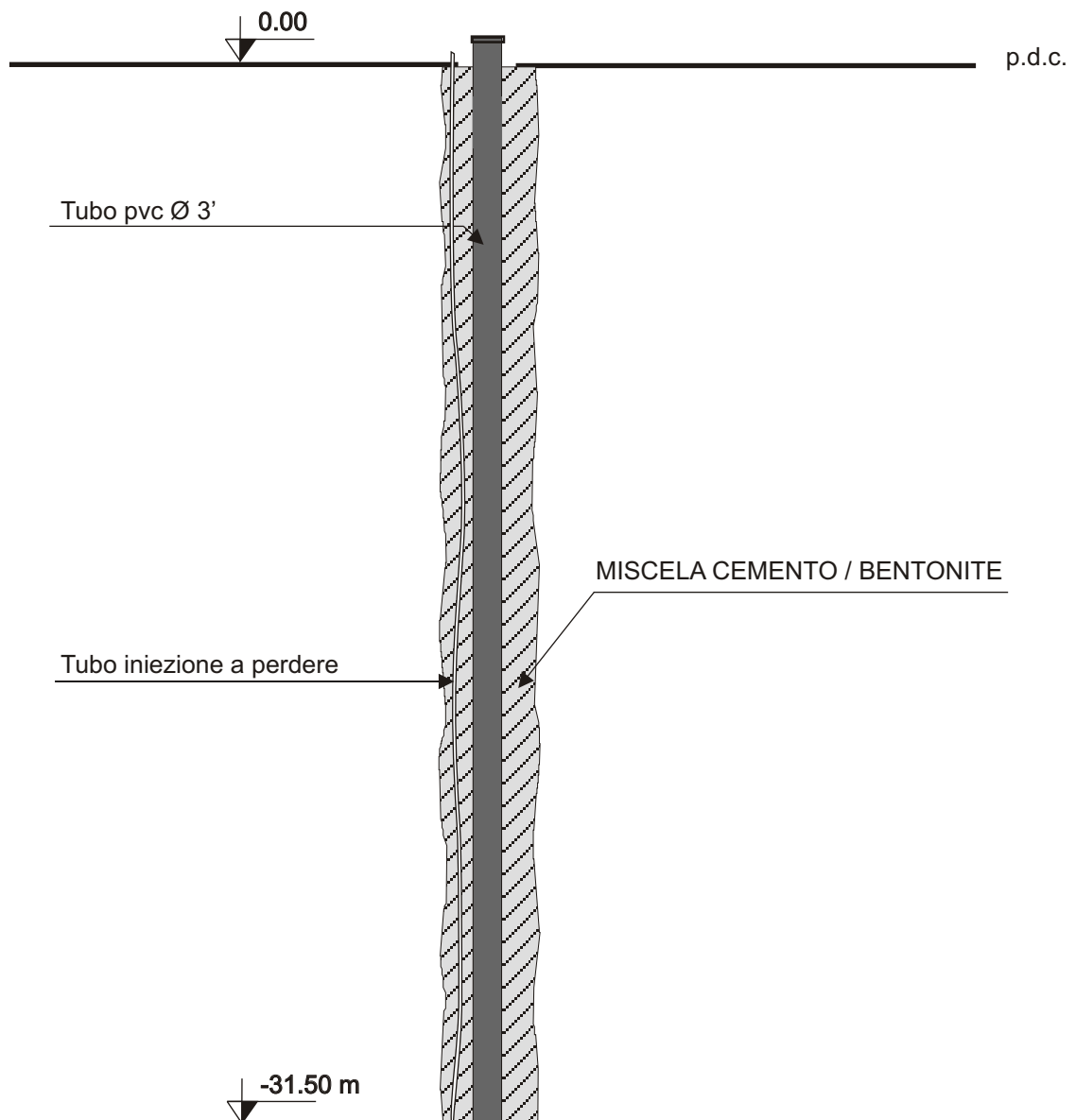
LOCALITA': Granarolo Faentino (RA)

DATA DI ESECUZIONE: 29/11/2011

N° CERTIFICATO: C11-141-1

N° RAPPORTO: -----

DATA DI EMISSIONE: 05/12/2011



N.B: SCHEMA NON IN SCALA

|                   |                       |                              |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|
| Lo Sperimentatore | Note ed osservazioni: | Il Direttore del Laboratorio |
|                   |                       |                              |



C.G.A.



Studio Tecnico Associato Consulenze di Geologia e Ambiente del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa  
Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28

## Comune di Faenza (RA)

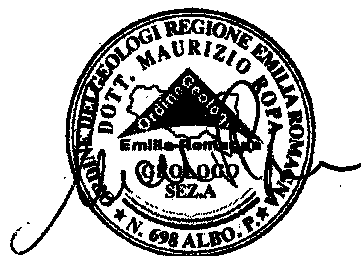
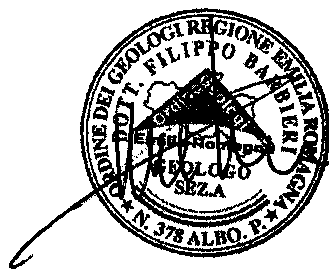
Località: Granarolo

Committente: COOP. GRANFRUTTA ZANI

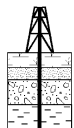
Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1

| <i>PROGETTO:</i> | <i>CODIFICA:</i> | <i>DATA</i>     |
|------------------|------------------|-----------------|
| <i>A 765</i>     | <i>GF 277</i>    | 26 gennaio 2012 |

I Geologi



C.G.A.



**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

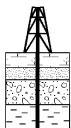
| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 1 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

## SOMMARIO

|  |          |
|--|----------|
| <b>SOMMARIO .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>INTRODUZIONE .....</b>  | <b>2</b> |
| <b>METODOLOGIA DI INDAGINE.....</b>  | <b>3</b> |
| INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN HOLE .....   | 3        |
| <i>Modalità esecutive della prova</i> .....  | 3        |
| <b>ELABORAZIONE DEI DATI .....</b>   | <b>6</b> |
| INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN HOLE .....   | 6        |
| <i>Picking</i> .....   | 6        |
| <i>Interpretazione</i> .....   | 6        |
| <b>PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....</b>   | <b>9</b> |
| Determinazione della velocità delle onde sismiche nei primi 30 m ( $V_{S30}$ ).....                    | 9        |
| Determinazione delle categorie di suolo di fondazione .....  | 10       |
| <br><b>APPENDICE 1 – FIGURE ED ELABORATI GRAFICI</b>   |          |
| <br><b>APPENDICE 2 – CERTIFICATI PROVE SISMICHE DOWN HOLE - Sismogrammi e relative interpretazioni</b> |          |

C.G.A.



**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 2 di 10 |

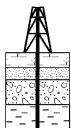
L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

## INTRODUZIONE

Su incarico di COOP. GRANFRUTTA ZANI è stata redatta questa indagine geofisica, tramite l'esecuzione di una prova Down Hole a 31 m, per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

L'ubicazione della zona di indagine, effettuata su base fotoaerea 1 : 2.000, è riportata in figura n° 1 (appendice n° 1).

C.G.A.



**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 3 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

## METODOLOGIA DI INDAGINE

### INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN HOLE

Lo scopo della prova consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di volume, di compressione (onde P) e di taglio (onde S), calcolando il tempo ad esse necessario per spostarsi dalla sorgente ai ricevitori, di cui è nota la distanza.

Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno di ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

#### *Modalità esecutive della prova*

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali (per la generazione di onde di compressione P) ed orizzontali (per onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH) mediante una sorgente meccanica e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde attraverso un sistema formato da un sensore a cinque componenti, alloggiato a profondità note all'interno del foro di sondaggio appositamente strumentato.

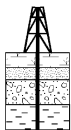
Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

*I sistemi energizzanti* (sia per la generazione delle onde P sia delle onde SH) devono essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (ed eventualmente anche verticali).

C.G.A.



Studio Tecnico Associato

**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 4 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

Per generare le onde di compressione P, è stato utilizzato l'impatto di una massa battente (martello) su un piatto di alluminio alloggiato sul suolo.

Per generare le onde SH è stato utilizzato un parallelepipedo di legno armato alle estremità di piastre in alluminio.

Il parallelepipedo è stato gravato di un carico statico addizionale in modo da rimanere aderente al terreno sia al momento in cui viene colpito sia successivamente, affinché l'energia prodotta non venga in parte dispersa. Con questo dispositivo è stato possibile generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità nella polarizzazione e con una generazione di onde P trascurabile. Inoltre, data l'entità di energia generalmente prodotta, le deformazioni indotte nel terreno in prossimità della superficie sono da considerarsi trascurabili.

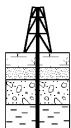
*Il sistema di ricezione* è costituito da cinque componenti, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità orientato secondo gli assi di due terne cartesiane ortogonali aventi in comune l'origine e l'asse delle ordinate e ruotate rispetto all'origine di 45°. I trasduttori di velocità sono collocati all'interno di un unico contenitore impermeabile sino a 10 Bar di pressione.

E' stato adottato un sistema di ancoraggio pneumatico per garantire un buon accoppiamento in foro tra i ricevitori e le pareti di rivestimento.

*Il trigger* è costituito da un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, consentendo a un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

*Il sistema di acquisizione dati* è di tipo multicanale in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni in foro ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.



**C.G.A.**
**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: cgastudio@cgastudio.eu

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 5 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

**SISMOGRAFO M.A.E. - A600S**

|  |
|--|
| CPU NS Geode GXLV 233MHz                                   |
| Memoria RAM 128 Mb PC100 Mhz                               |
| Hard Disk 512 Mb on Compact Flash Disk Udma/33             |
| Batteria di riserva al Litio                               |
| Monitoraggio Hardware Winbond W83781D                      |
| Display LCD 10,5" Tft Transflective a colori, touch screen |
| Controller Fast Ethernet Intel 82559ER 10/100 Base-T       |
| Alimentazione con alimentatore Switching 12 Volt 2Ah       |
| Valigia in copolimeri di polypropylene antisciacchiamento  |
| Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C                   |
| Dimensioni e peso L280 X H220 X P170 mm, 3 Kg              |

**GEOFONI GEOSPACE GS-11D**

|  |                      |
|--|----------------------|
| Natural Frequency  | 10 ± 0,75 Hz         |
| Coil Resistance @ 25°C ± 5%  | 380 Ohms             |
| Intrinsic Voltage Sensitivity with 380 Ohm Coil ± 10%                    | 0,32 V/cm/s          |
| Normalized Transduction Constant (V/in/sec)                              | 0,42 (sq.root of Rc) |
| Open Circuit Damping   | 0,32 ± 20%           |
| Damping Constant with 380 Ohm Coil                                       | 482                  |
| Optional Coil Resistances ± 5%   | 56,16 Ohms           |
| Moving Mass ± 5%   | 16,8 g               |
| Typical Case to Coil Motion P-P  | 0,18 cm              |
| Harmonic Distortion with Driving Velocity of 0.7 in/sec (1.8 cm/sec) P-P | 0,2 % or less        |

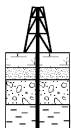
**Dimensioni**

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Height (less terminals*) | 3,35 cm |
| Diameter                 | 3,18 cm |
| Weight                   | 111 g   |

\* terminal height is 0,3429 cm

*Tabella n° 1 - Tabella delle caratteristiche del sismografo e dei geofoni utilizzati.*

C.G.A.



Studio Tecnico Associato

**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)

Codice Fiscale e P. IVA 04112290376

Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28

Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 6 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

## ELABORAZIONE DEI DATI

### INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN HOLE

#### *Picking*

La valutazione dei tempi dei primi arrivi, sia nel campo delle onde P che delle onde SH, viene effettuato utilizzando il software di picking TOM TIME, prodotto dalla Rimrock Geophisic Inc. in collaborazione con la Geo Tom LLC. Tale software permette sia di effettuare analisi di segnali così come rilevati in campagna sia di procedere a filtrazioni, amplificazioni e sovrapposizioni dei segnali stessi.

È importante sottolineare come, nel caso delle onde SH, si sia utilizzato il software per sovrapporre i segnali in opposizione di fase così da rendere più evidente gli arrivi del primo impulso polarizzato orizzontalmente.

#### *Interpretazione*

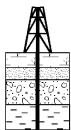
Poiché le onde sismiche prodotte dalla sorgente non si propagano esattamente in direzione verticale rispetto ai ricevitori, data la posizione della sorgente, è necessario correggere i tempi di arrivo stimati per tenere conto dell'inclinazione del percorso effettivo.

Indicata con  $z$  la profondità del ricevitore, con  $d$  la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore e con  $R$  la distanza superficiale tra sorgente e centro del foro con  $t$  il tempo determinato dalle tracce di registrazione, il tempo corretto risulta:

$$t_v = \frac{z}{d} t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} t$$

Dividendo la profondità a cui viene collocato il ricevitore per il tempo corretto si ricavano i valori di velocità per ciascuno dei ricevitori, in corrispondenza di ciascuna delle profondità considerate.

C.G.A.



Studio Tecnico Associato

**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 7 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

Per quanto concerne il calcolo dei parametri elastici sono state utilizzate le seguenti formule:

*Coefficiente di Poisson:*

$$\nu = \frac{V_p^2 - V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

Dove:

$V_p$  = velocità onde di compressione;

$V_s$  = velocità onde di taglio;

*Modulo di taglio:*

$$G = \gamma V_s^2$$

Dove:

$\gamma$  = densità del mezzo attraversato;

$V_s$  = velocità onde di taglio;

*Modulo di Compressibilità volumetrica:*

$$E_v = \gamma(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$$

Dove:

$\gamma$  = densità del mezzo attraversato;

$V_p$  = velocità onde di compressione;

$V_s$  = velocità onde di taglio;

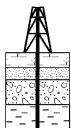
*Modulo di Young:*

$$E = 2\gamma V_s^2 (1 + \nu)$$

Dove:

$\nu$  = Coefficiente di Poisson

C.G.A.



**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)

**COOP. GRANFRUTTA ZANI**

Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{S30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

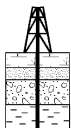
| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 8 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

*Le formule utilizzate per il calcolo dei parametri elastici si basano essenzialmente sulle proprietà sismiche dei terreni ( $V_P$  e  $V_S$ ): i parametri elastici calcolati non sono pertanto sempre confrontabili con quelli ottenuti staticamente da prove in situ e di laboratorio.*

*E' inoltre opportuno ricordare che, nel caso di completa saturazione dei materiali attraversati dai treni d'onda, la velocità di propagazione delle onde P misurata risulta essere quella caratteristica dell'acqua; ne consegue che il calcolo dei parametri elastici perde di significato.*

In appendice 2 sono riportati i certificati delle prove svolte e le relative interpretazioni, sia con il metodo diretto che con il metodo del pseudointervallo.



| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA         |
|----------|----------|------|----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 9 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

## PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

### Determinazione della velocità delle onde sismiche nei primi 30 m ( $V_{s30}$ )

Utilizzando le metodologie e le formule di cui al capitolo precedente, è possibile individuare la seguente sezione sismica di sintesi (30 m):

| Strato | Spessore medio (m) | Vs (m/s) |
|--------|--------------------|----------|
| 1      | 8,00               | 201,17   |
| 2      | 22,00              | 261,26   |

Tabella n° 2 – Stratigrafia da prova sismica e velocità di propagazione dell'onda sismica

Seguendo le prescrizioni dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14.01.2008 la determinazione della  $V_{s30}$  è stata ottenuta utilizzando la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{\Delta n} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

$h_i$  = spessore dello strato -iesimo

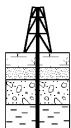
$V_{si}$  = Velocità orizzontale dello strato -iesimo

Sulla base di quanto esposto è pertanto possibile affermare che la  $V_{S30}$  relativa ai primi 30 m di terreno rispetto al piano di campagna è la seguente:

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| <b><math>V_{s30}</math></b> | <b>241,99</b> |
|-----------------------------|---------------|

Tabella n° 3a –  $V_{S30}$  riferite ai primi 30 m



**C.G.A.**
**Studio Tecnico Associato  
Consulenze di Geologia e Ambiente**

del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Studio Tecnico Associato

 Via E. Fermi n° 11/A - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)  
 Codice Fiscale e P. IVA 04112290376  
 Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28  
 Web: <http://www.cgastudio.eu> E-mail: [cgastudio@cgastudio.eu](mailto:cgastudio@cgastudio.eu)
**COOP. GRANFRUTTA ZANI**
 Esecuzione di n° 1 prova Down Hole a 31 m per la determinazione della  $V_{s30}$  per l'ampliamento dello stabilimento in località Granarolo nel Comune di Faenza (RA) - DH S1.

| PROGETTO | CODIFICA | REV. | PAGINA          |
|----------|----------|------|-----------------|
| A 765    | GF 277   | 0    | Pagina 10 di 10 |

L:\A 765 - GF 277 - DH GranFrutta Zani - Granarolo - Faenza (RA)\Relazione DH Granfrutta Zani.doc

### Determinazione delle categorie di suolo di fondazione

Utilizzando la tabella di seguito riportata, si è proceduto alla determinazione della Categoria di appartenenza del suolo di fondazione:

|           |  |
|-----------|--|
| <b>A</b>  | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m.  |
| <b>B</b>  | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| <b>C</b>  | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s.      |
| <b>D</b>  | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s.               |
| <b>E</b>  | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C e D e con spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento ( con $V_{s30} > 800$ m/s)  |
| <b>S1</b> | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ , che includono uno strato spesso almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche  |
| <b>S2</b> | Depositi di terreno suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.   |

Tabella n° 4 – Definizione dei profili stratigrafici

I terreni indagati appartengono alla categoria C.

**C.G.A.**

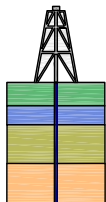


Laboratorio di Geofisica

## ***APPENDICE 1***

- Figure ed elaborati grafici

C.G.A.

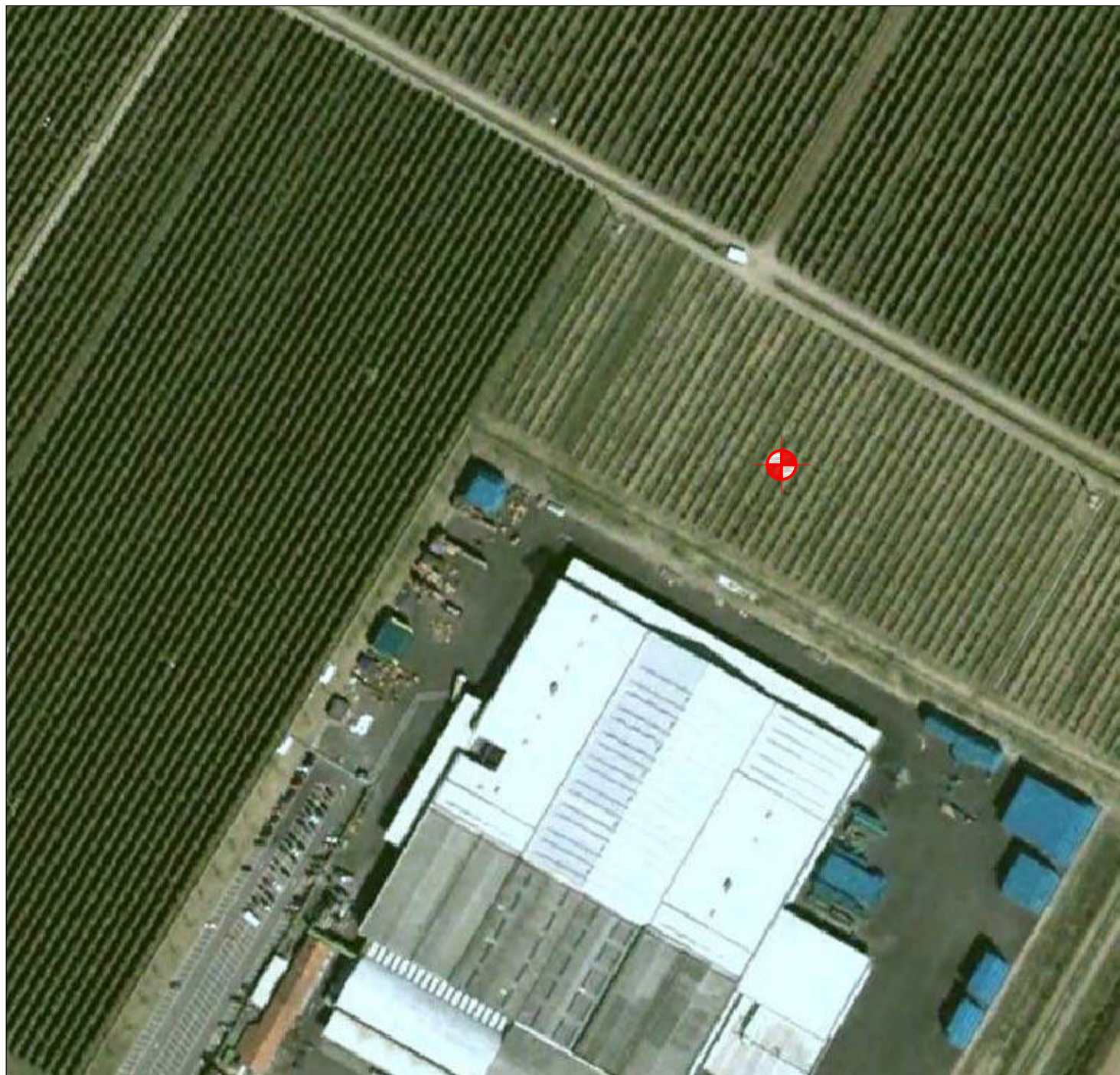


Committente: COOP. GRANFRUTTA ZANI

Prova : DH S1

Località: Granarolo - Comune di Faenza (RA)

Data: 11/01/2012



**FIGURA N°1**  
Ubicazione prova DH

Scala 1:2000

**C.G.A.**



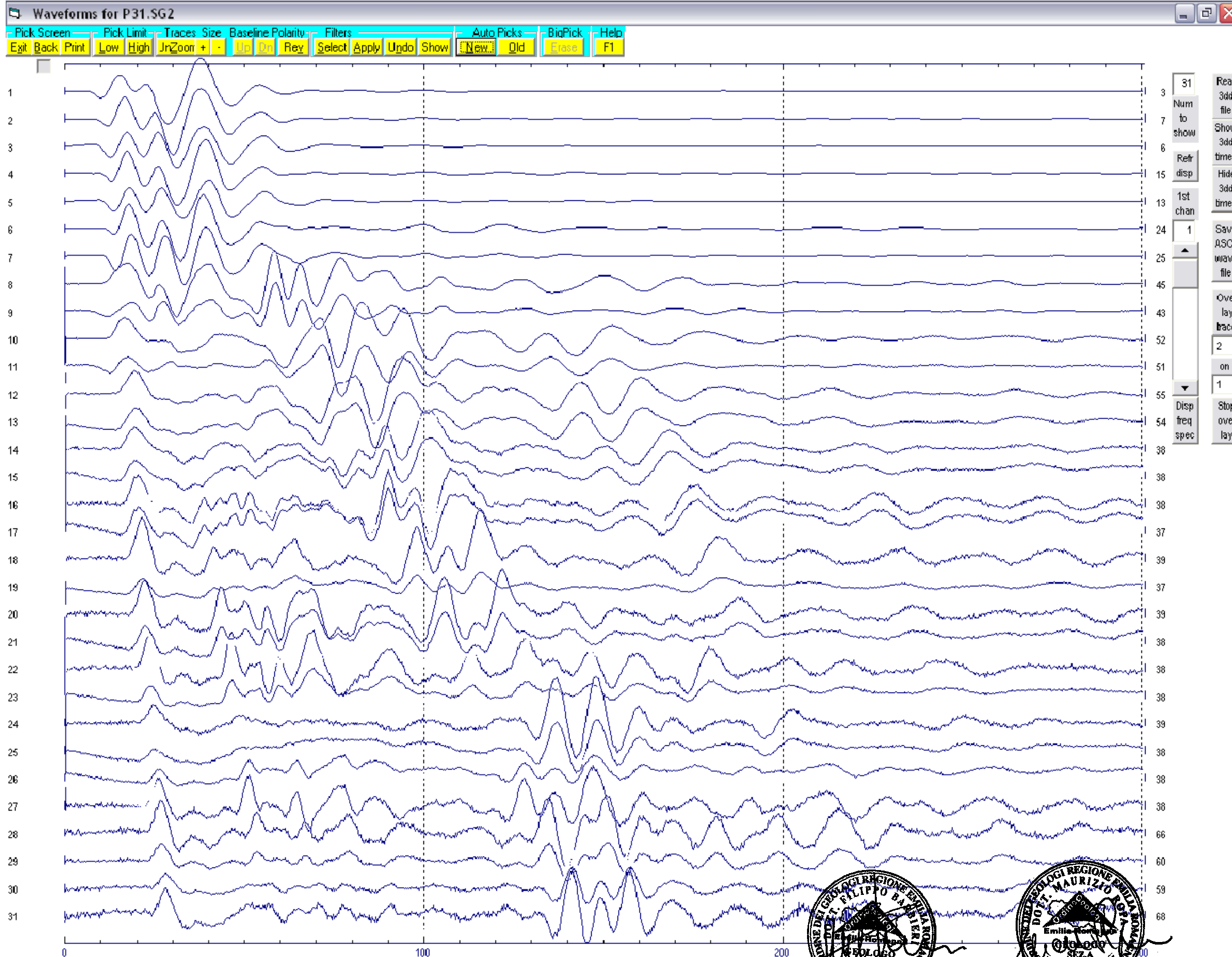
Laboratorio di Geofisica

## ***APPENDICE 2***

- Certificati prove DOWN HOLE



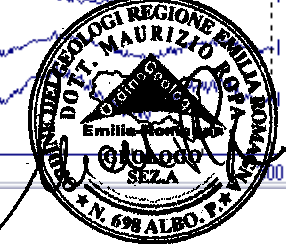
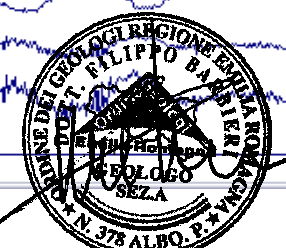
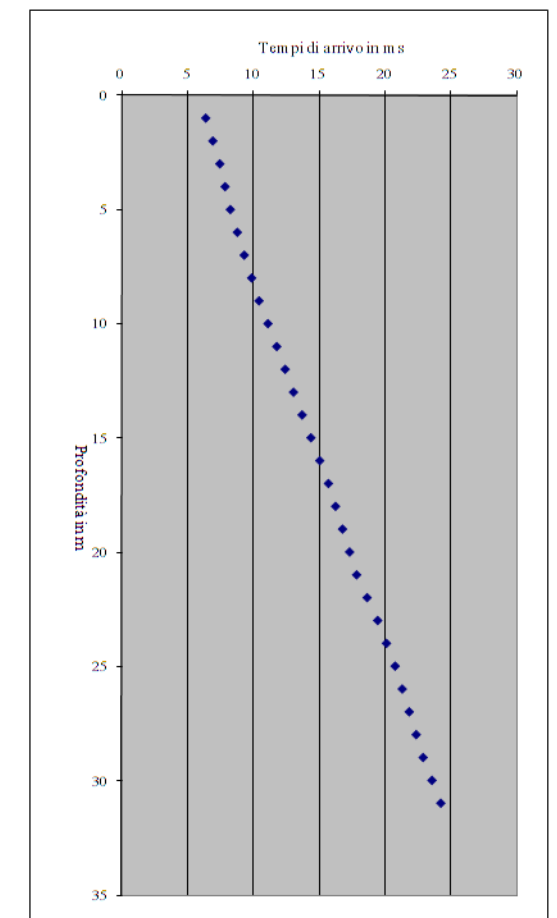
Distanza sorgente - sondaggio = 1.0 m



Tempi di picking in ms

|    | 31    |
|----|-------|
| 1  | 6.40  |
| 2  | 6.94  |
| 3  | 7.47  |
| 4  | 7.87  |
| 5  | 8.27  |
| 6  | 8.80  |
| 7  | 9.33  |
| 8  | 9.89  |
| 9  | 10.45 |
| 10 | 11.13 |
| 11 | 11.80 |
| 12 | 12.44 |
| 13 | 13.07 |
| 14 | 13.73 |
| 15 | 14.40 |
| 16 | 15.07 |
| 17 | 15.73 |
| 18 | 16.27 |
| 19 | 16.80 |
| 20 | 17.34 |
| 21 | 17.87 |
| 22 | 18.67 |
| 23 | 19.47 |
| 24 | 20.14 |
| 25 | 20.80 |
| 26 | 21.34 |
| 27 | 21.87 |
| 28 | 22.40 |
| 29 | 22.93 |
| 30 | 23.60 |
| 31 | 24.27 |

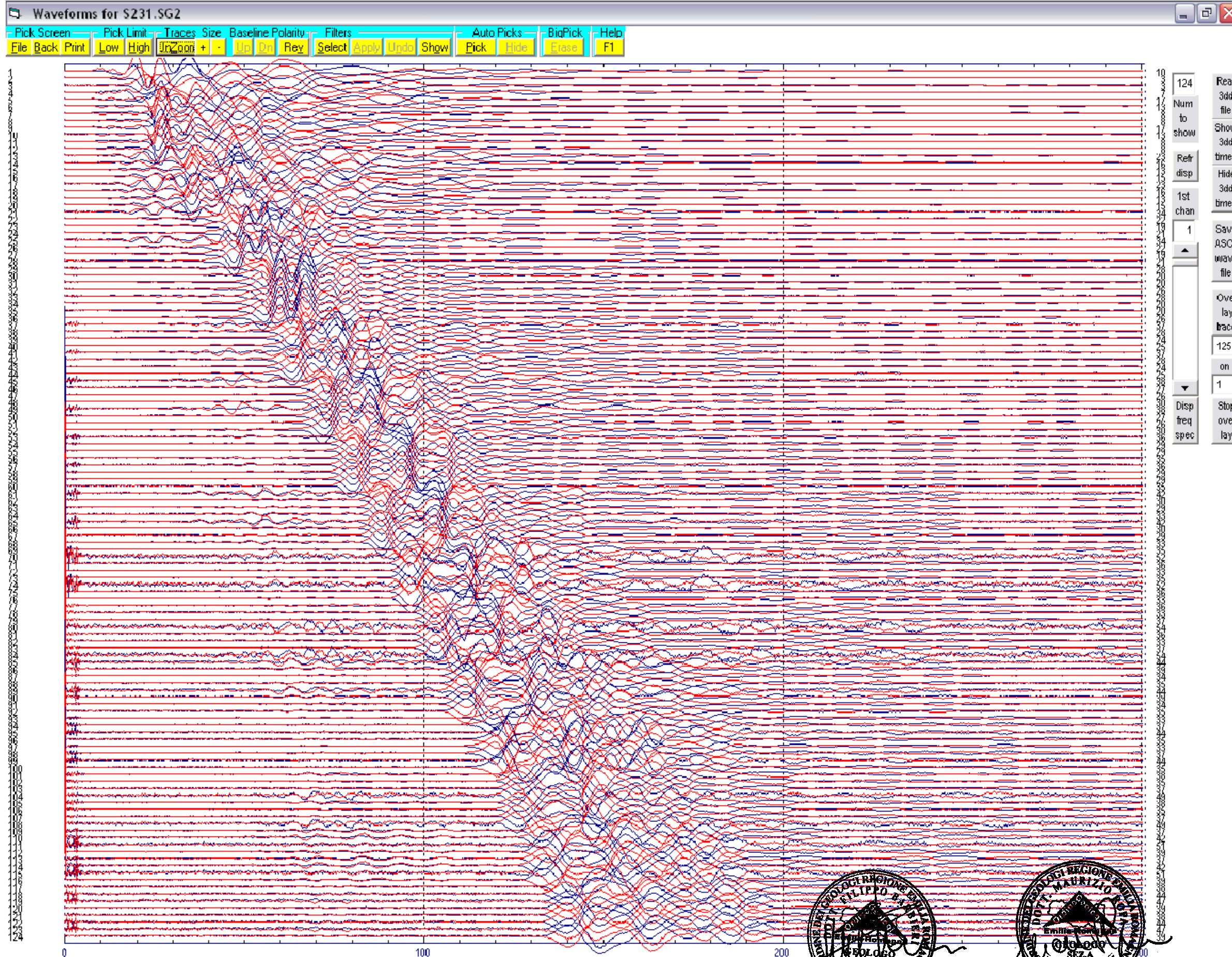
Diagramma di picking







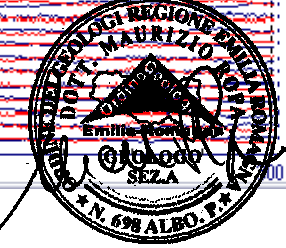
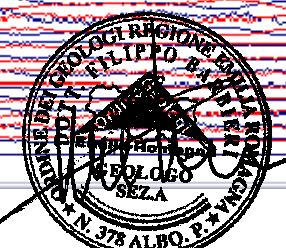
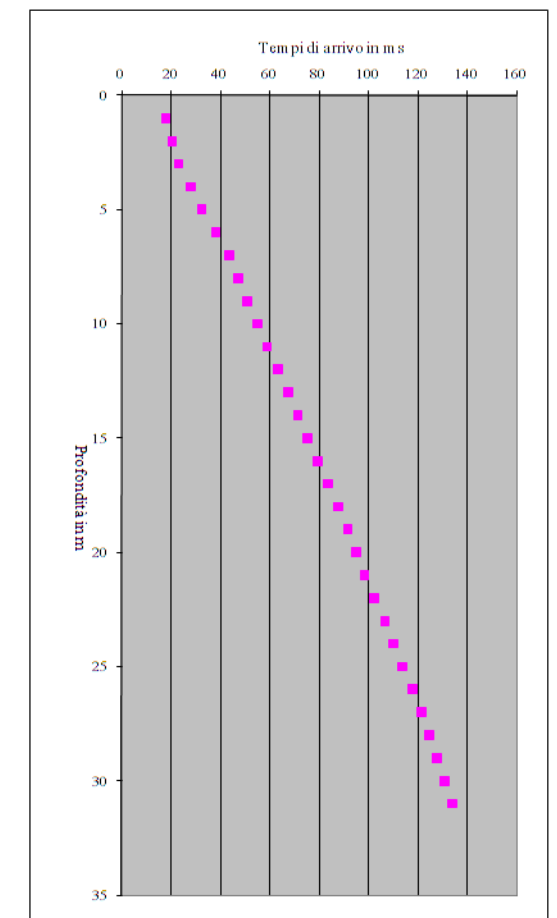
Distanza sorgente - sondaggio = 1.0 m



Tempi di picking in ms

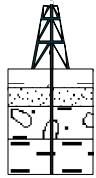
|    | Ts     |
|----|--------|
| 1  | 17.87  |
| 2  | 20.60  |
| 3  | 23.20  |
| 4  | 27.89  |
| 5  | 32.53  |
| 6  | 38.15  |
| 7  | 43.73  |
| 8  | 47.36  |
| 9  | 50.93  |
| 10 | 54.90  |
| 11 | 58.93  |
| 12 | 63.25  |
| 13 | 67.47  |
| 14 | 71.50  |
| 15 | 75.47  |
| 16 | 79.54  |
| 17 | 83.73  |
| 18 | 87.77  |
| 19 | 91.73  |
| 20 | 95.10  |
| 21 | 98.40  |
| 22 | 102.50 |
| 23 | 106.67 |
| 24 | 110.30 |
| 25 | 113.87 |
| 26 | 117.80 |
| 27 | 121.60 |
| 28 | 124.65 |
| 29 | 127.73 |
| 30 | 130.77 |
| 31 | 133.87 |

Diagramma di picking





C.G.A.

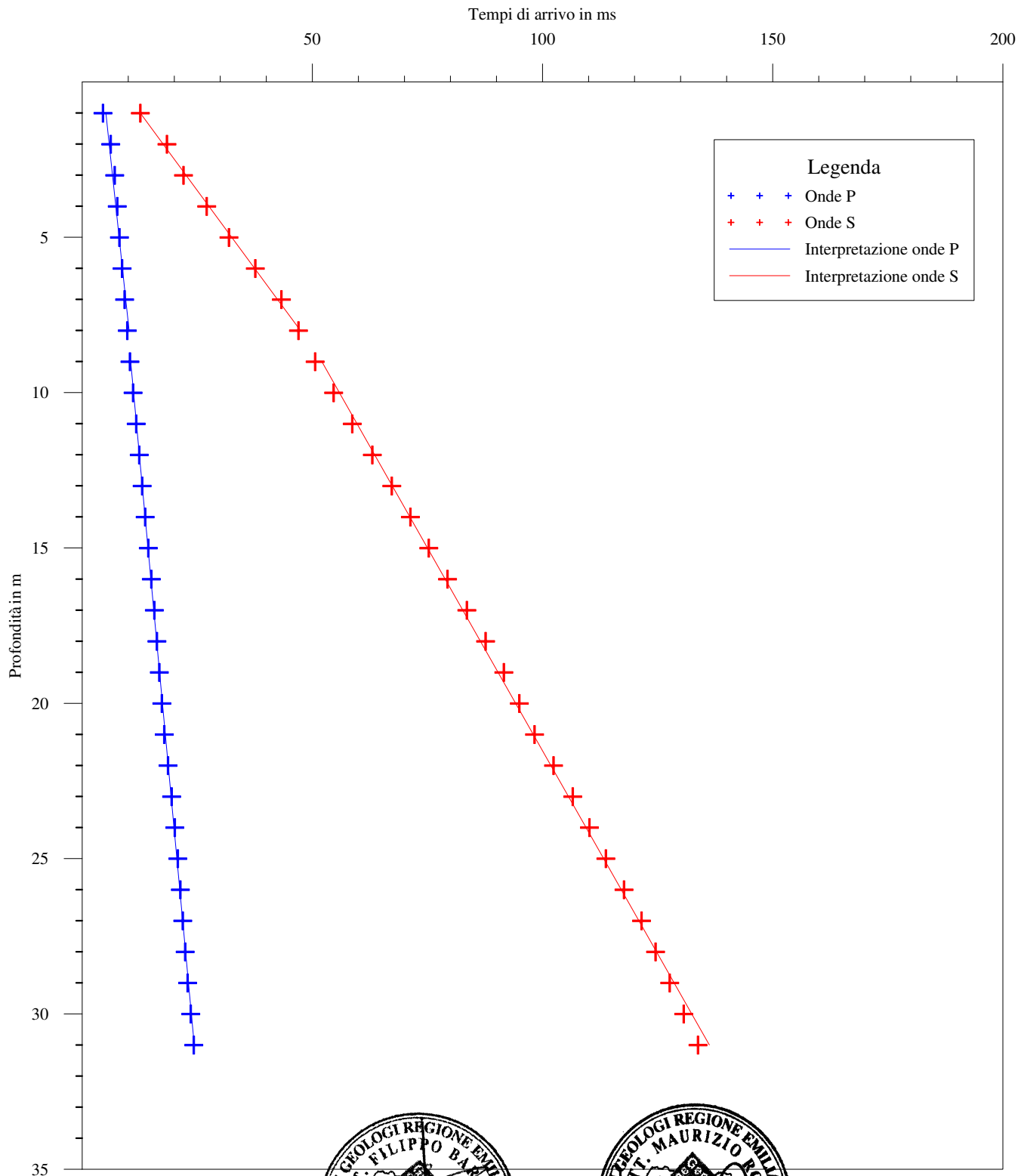


Laboratorio di geofisica

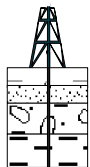
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Interpretazione con il metodo diretto

Certificato n° A765GF277dro



C.G.A.



Laboratorio di geofisica

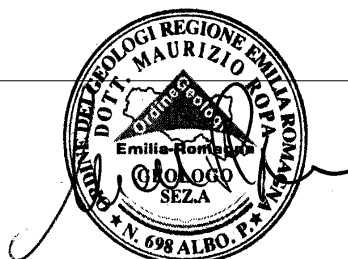
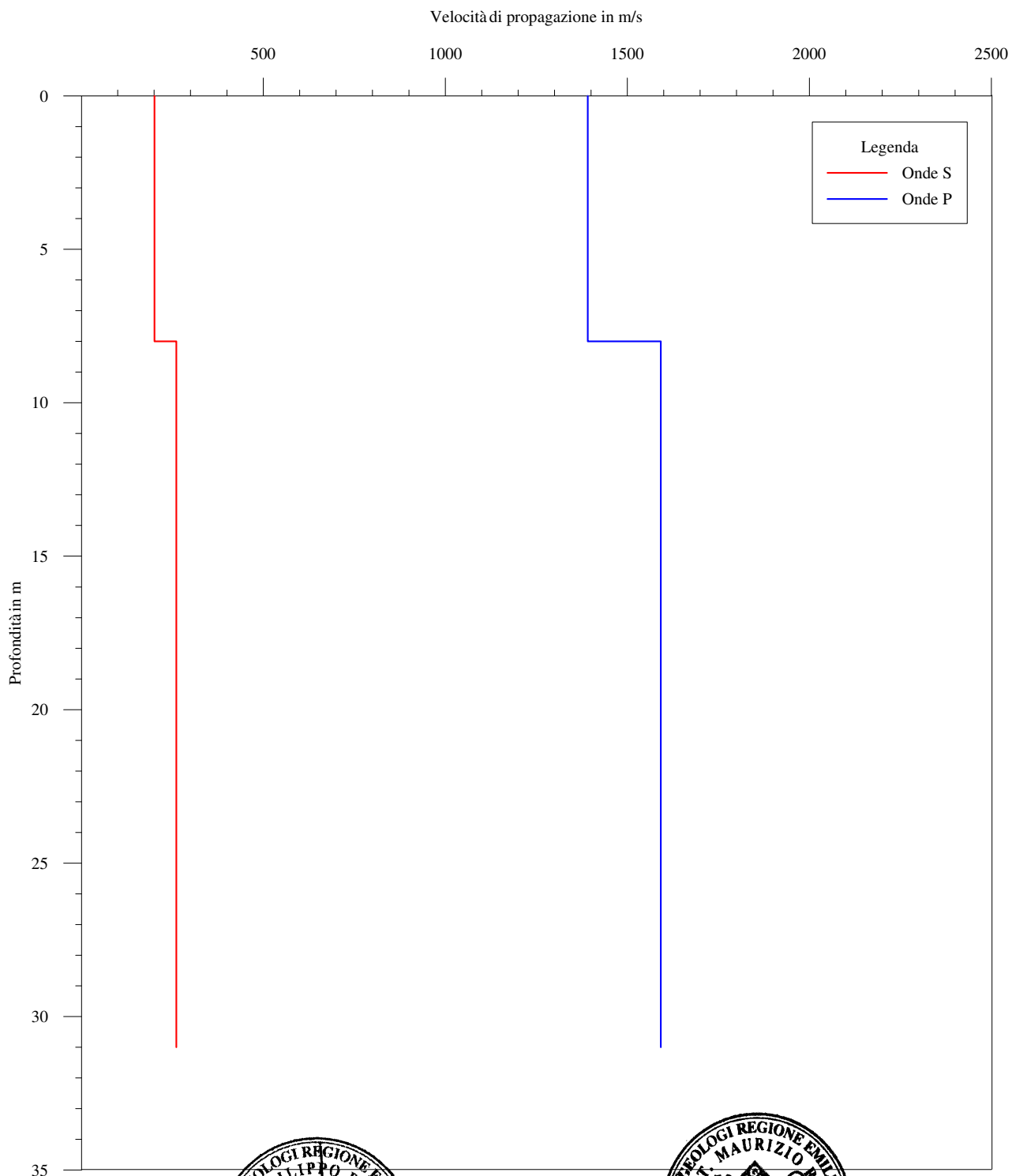
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1

**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)

**Data:** 11 gennaio 2012

## Interpretazione con il metodo diretto

Certificato n° A765GF277vstr



C.G.A.



Laboratorio di geofisica

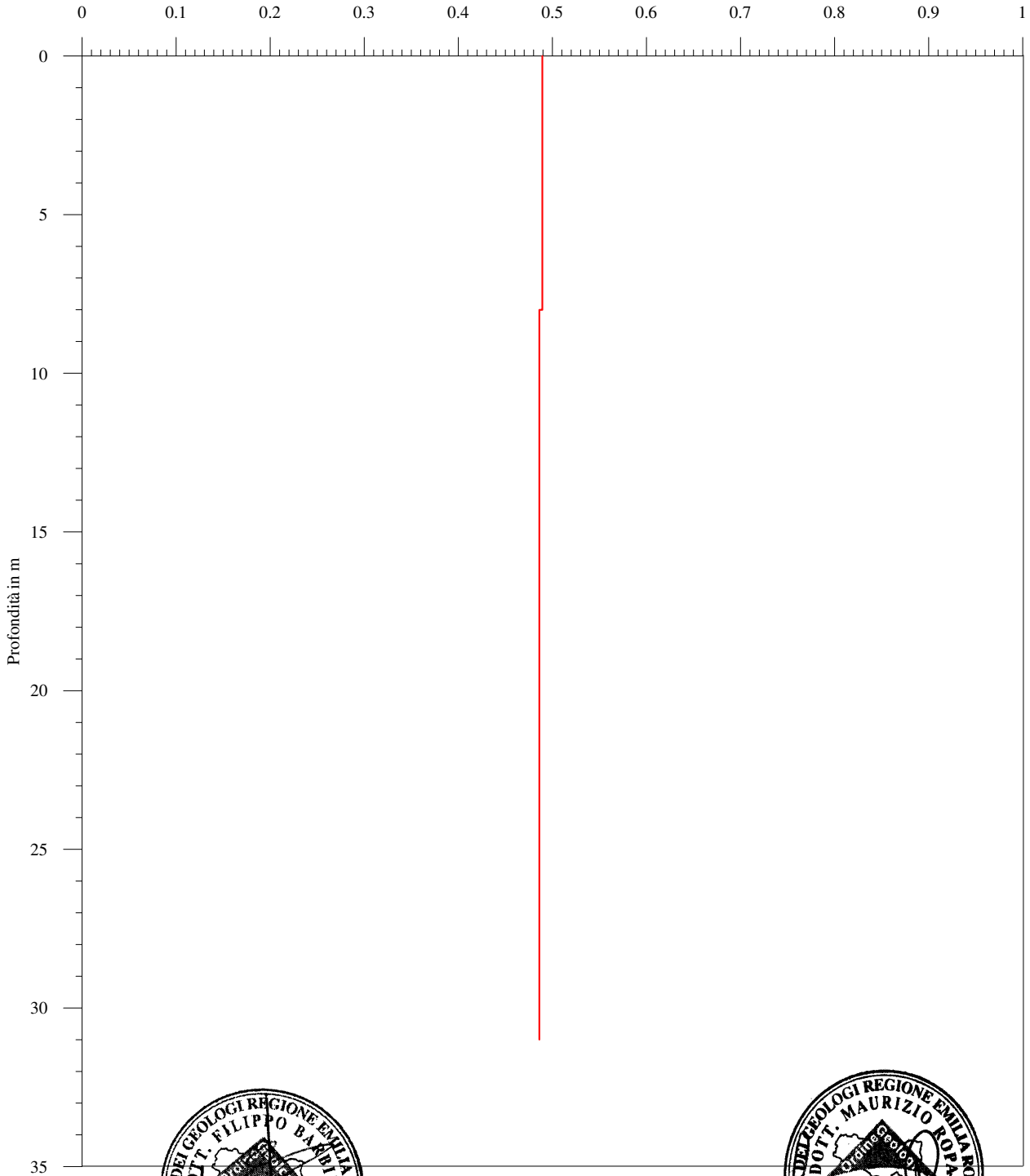
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1

**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)

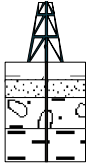
**Data:** 11 gennaio 2012

## Metodo diretto - Coefficiente di Poisson

Certificato n° A765GF277dirpoi



C.G.A.

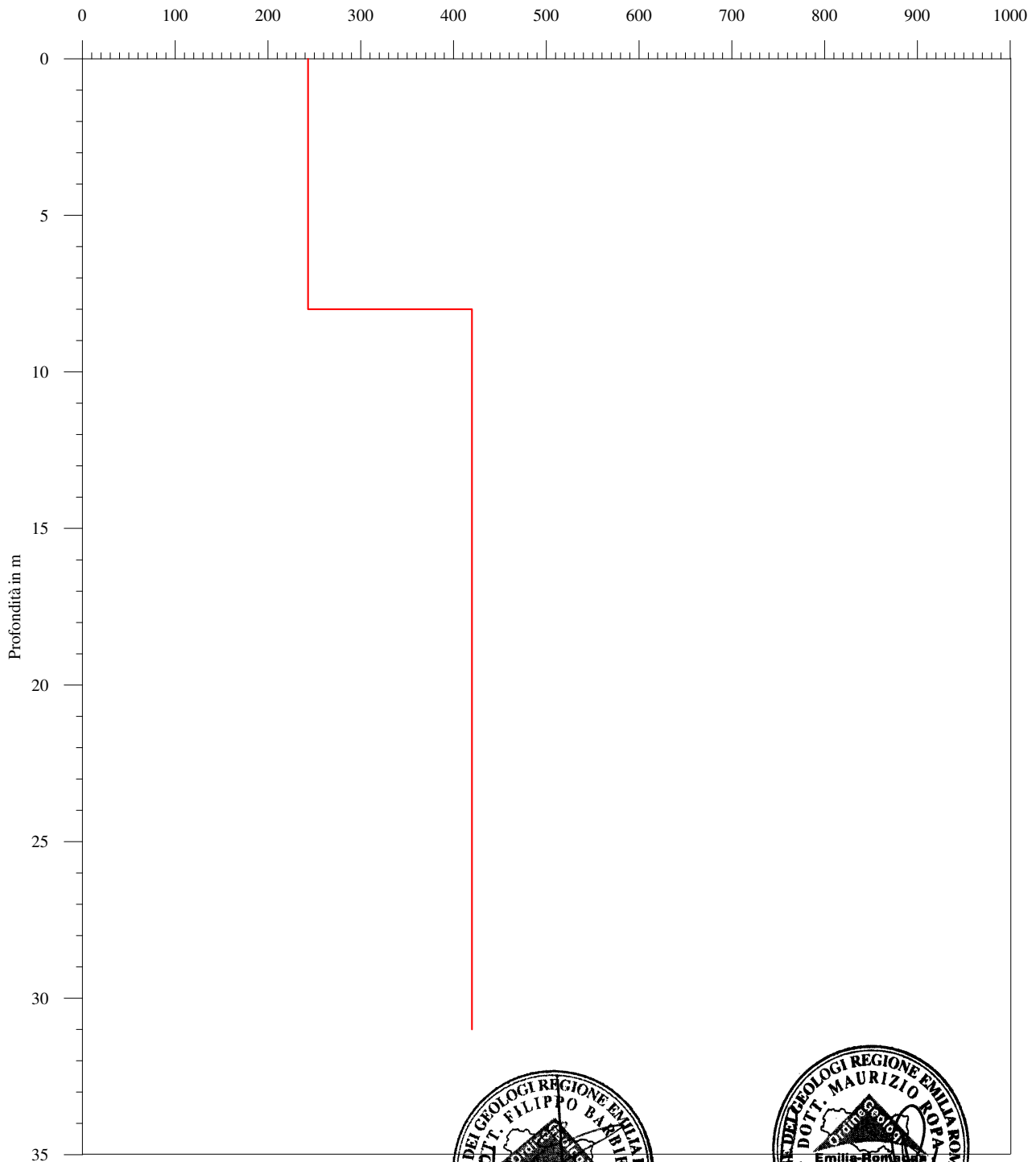


Laboratorio di geofisica

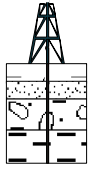
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Metodo diretto - Modulo di Young

Certificato n° A765GF277diryou



C.G.A.

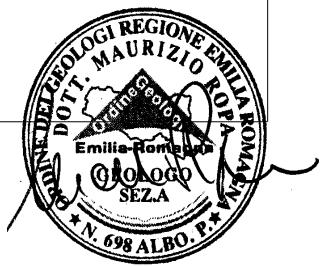
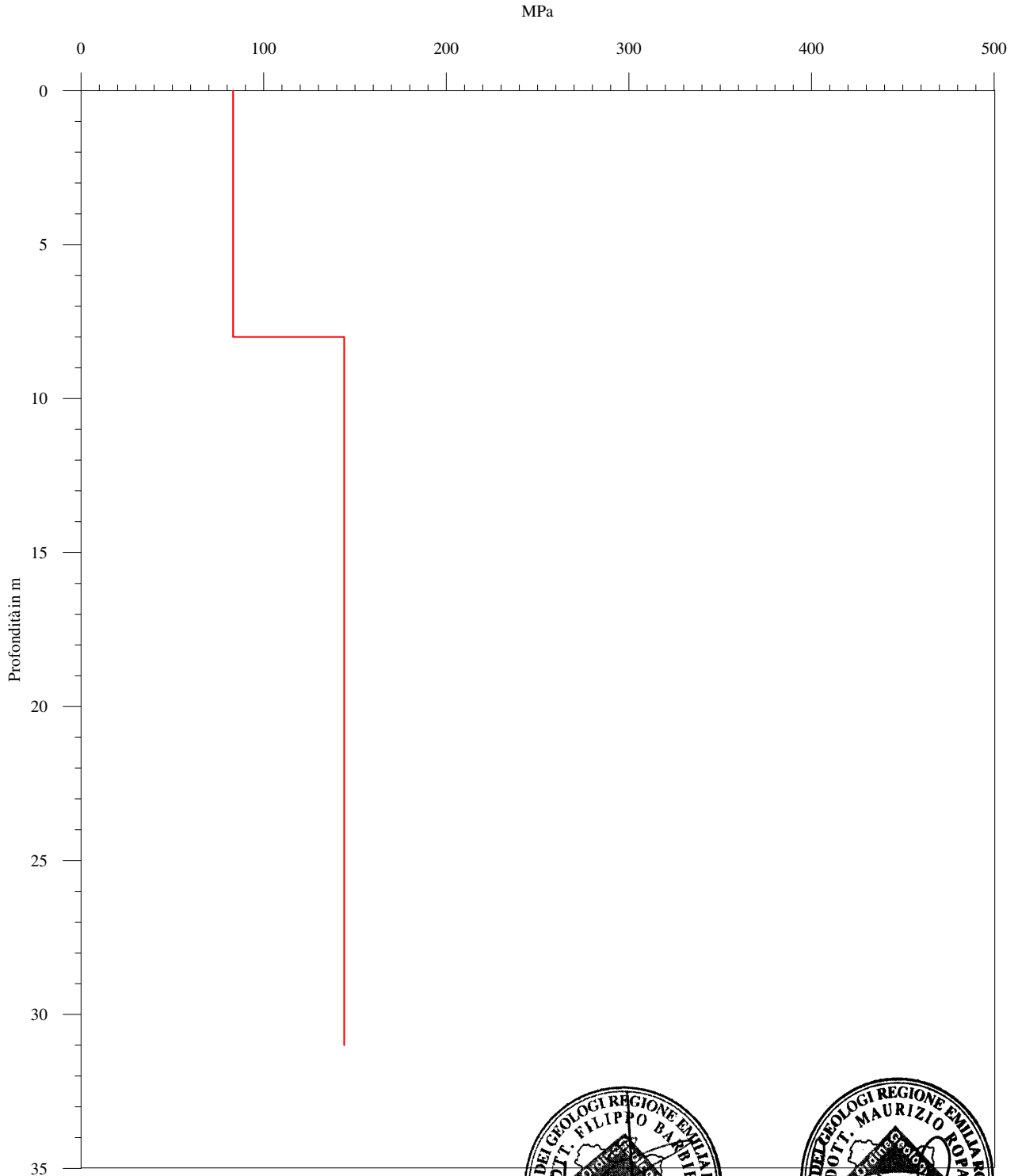


Laboratorio di geofisica

**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

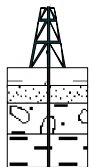
## Metodo diretto - Modulo di deformazione al taglio

Certificato n° A765GF277dirtag





C.G.A.

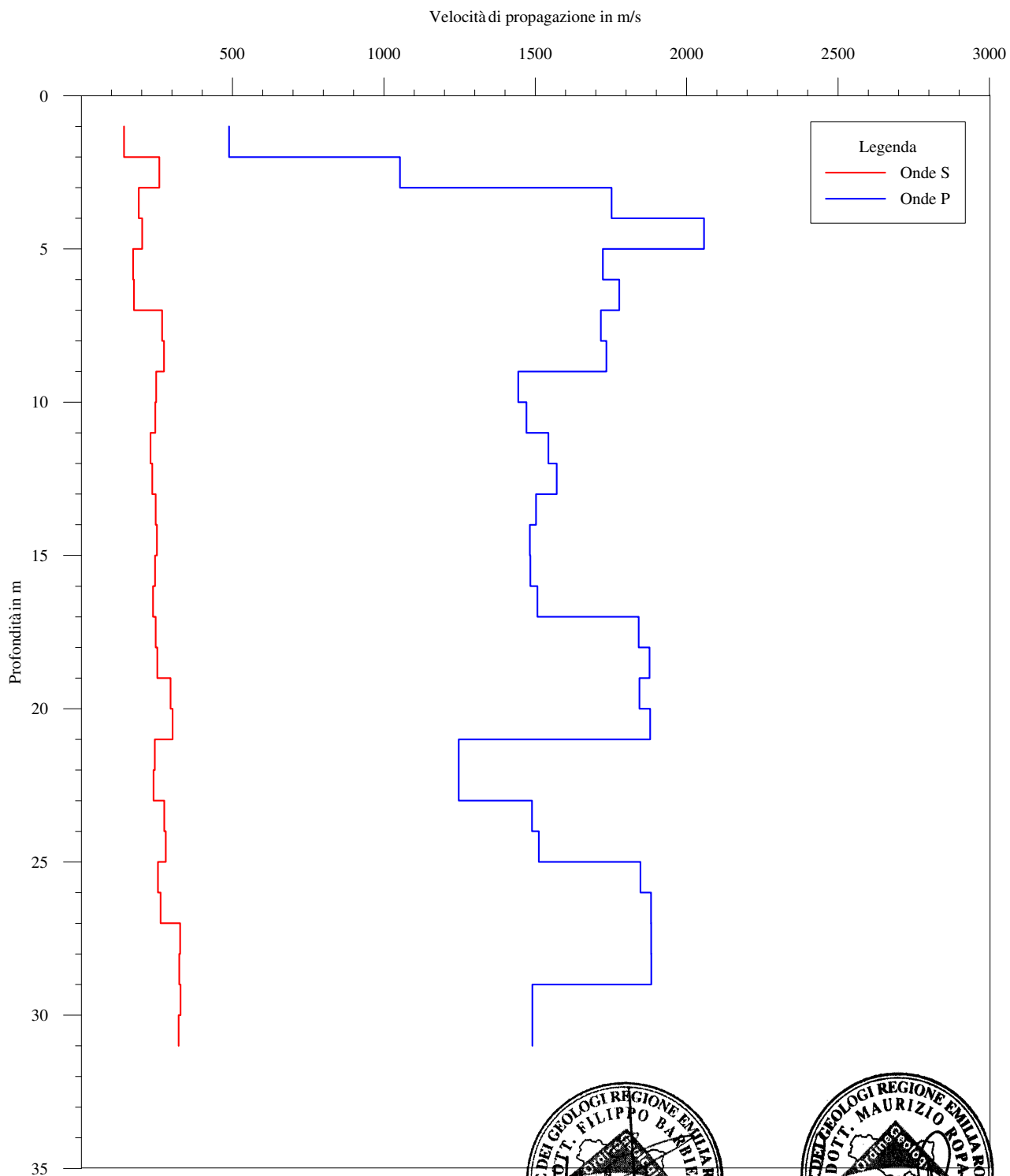


Laboratorio di geofisica

**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Interpretazione con il metodo del pseudointervallo

Certificato n° A765GF277vint



C.G.A.

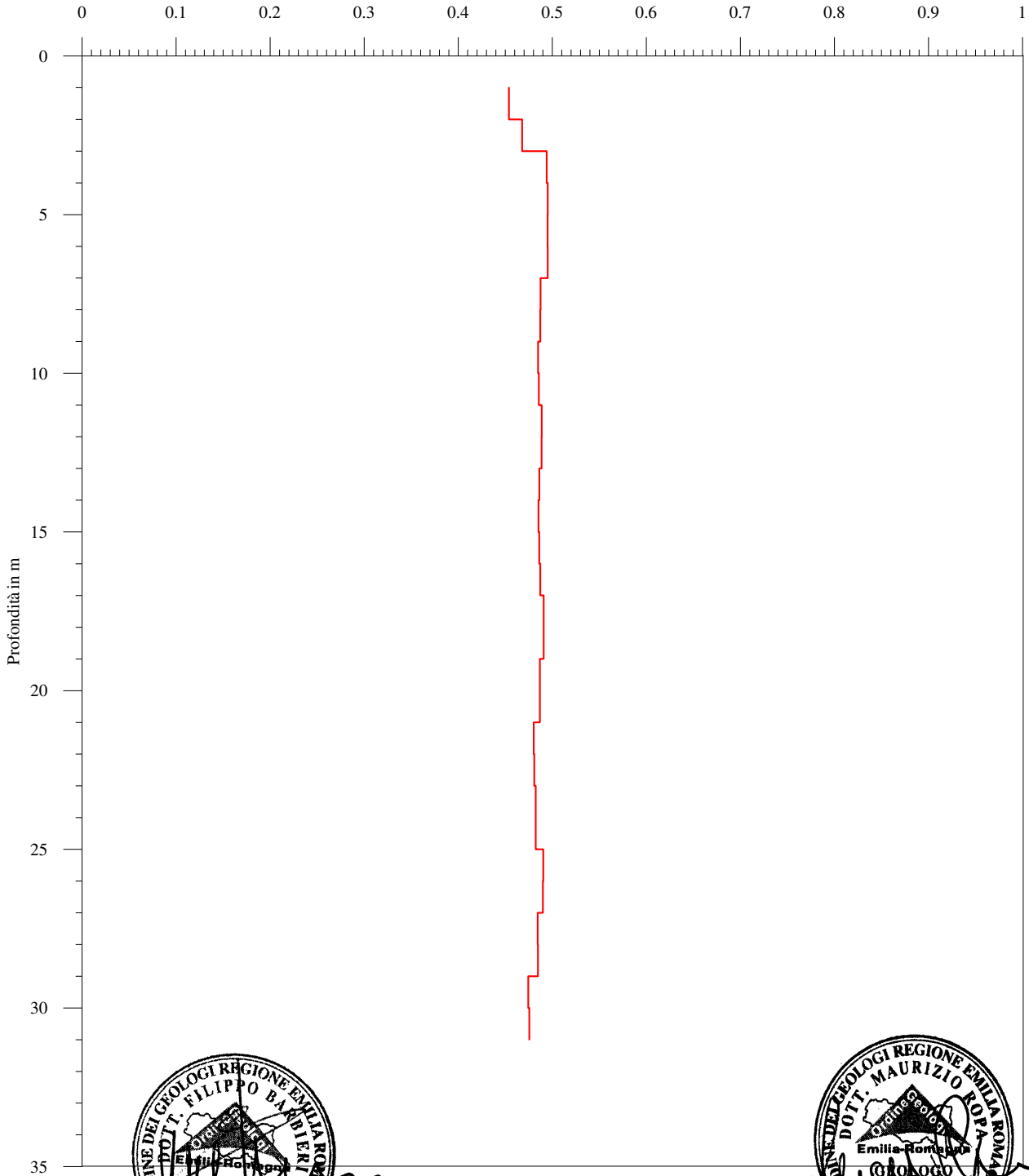


Laboratorio di geofisica

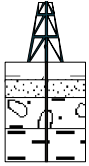
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Metodo pseudointervallo - Coefficiente di Poisson

Certificato n° A765GF277intpoi



C.G.A.

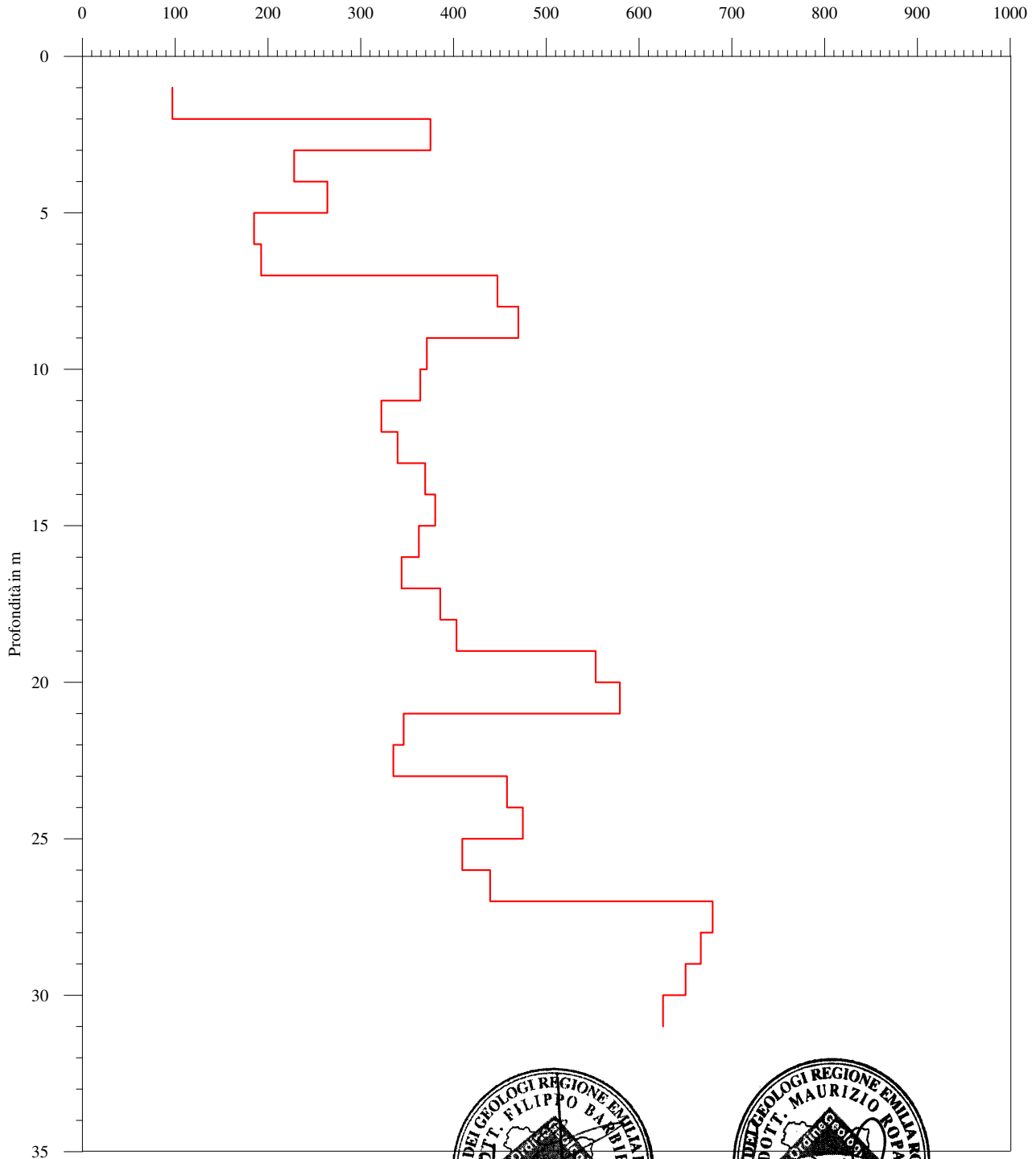


Laboratorio di geofisica

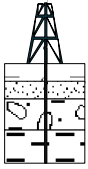
**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Metodo pseudointervallo - Modulo di Young

Certificato n° A765GF277intyou



C.G.A.

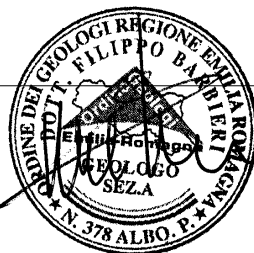
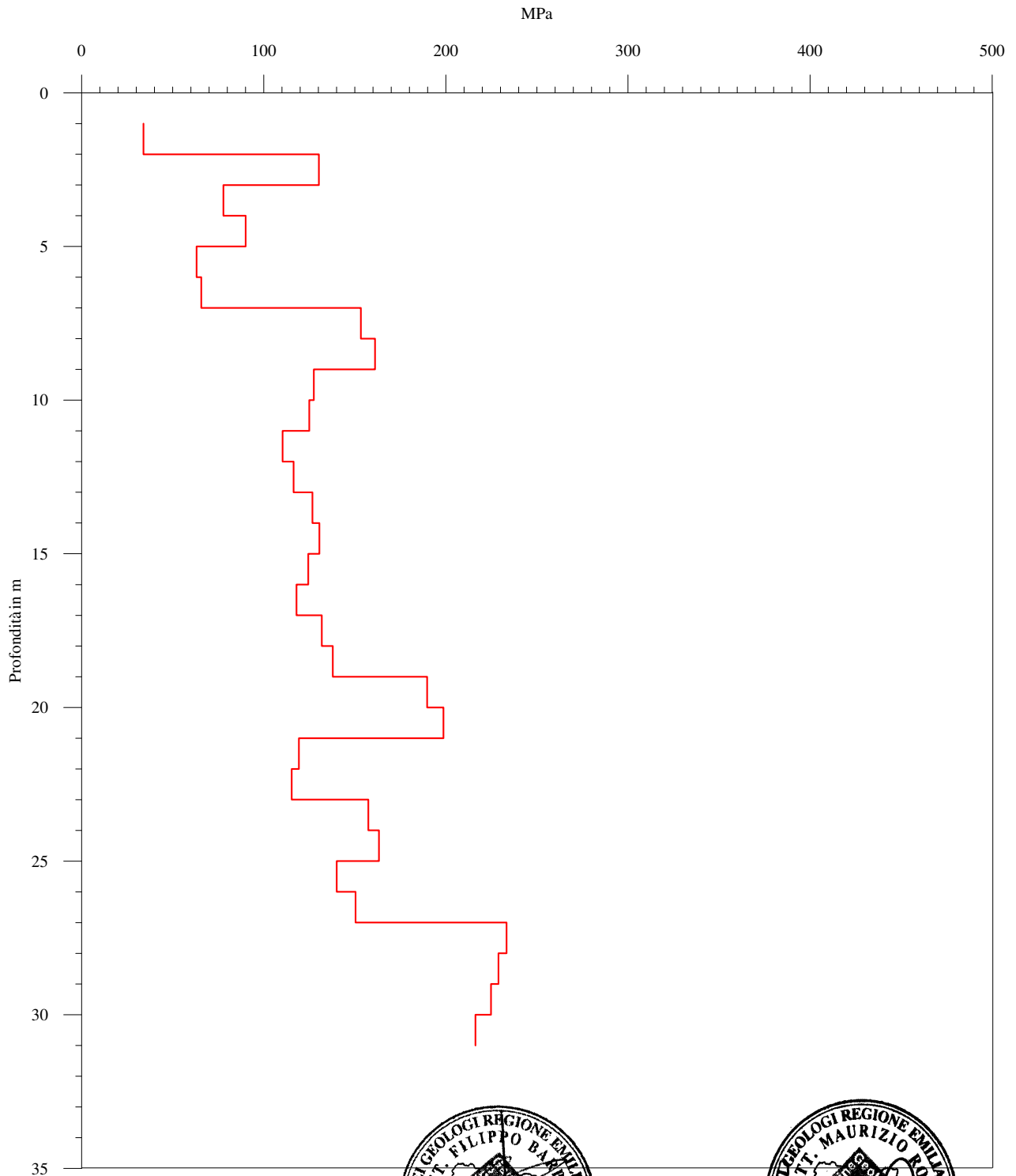


Laboratorio di geofisica

**Committente:** COOP. GRANFRUTTA ZANI **Prova:** DH S1  
**Località:** Granarolo - Comune di Faenza (RA)  
**Data:** 11 gennaio 2012

## Metodo pseudointervallo - Modulo di deformazione al taglio

Certificato n° A765GF277inttag



| Metodo diretto - Velocità e parametri calcolati |          |          |                          |                         |                       |  |
|---|----------|----------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| Profondità (m)                                  | Vp (m/s) | Vs (m/s) | $\gamma_{dinamico}$ (KN) | Coefficiente di Poisson | Modulo di Young (MPa) | Modulo di deformazione al taglio (MPa) |
| 8,00  | 1391,56  | 201,17   | 19,79                    | 0,49                    | 243,22                | 83,26                                  |
| 31,00   | 1592,06  | 261,26   | 20,30                    | 0,49                    | 419,95                | 144,07                                 |

| Metodo intervallo - Velocità e parametri calcolati |          |          |                          |                         |                       |  |
|--|----------|----------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| Profondità (m)                                     | Vp (m/s) | Vs (m/s) | $\gamma_{dinamico}$ (KN) | Coefficiente di Poisson | Modulo di Young (MPa) | Modulo di deformazione al taglio (MPa) |
| 2,00   | 488,66   | 141,96   | 16,22                    | 0,45                    | 96,92                 | 33,99                                  |
| 3,00   | 1053,30  | 258,41   | 18,77                    | 0,47                    | 375,17                | 130,30                                 |
| 4,00   | 1752,19  | 190,35   | 20,67                    | 0,49                    | 228,20                | 77,88                                  |
| 5,00   | 2057,24  | 201,59   | 21,31                    | 0,50                    | 264,09                | 90,06                                  |
| 6,00   | 1723,25  | 171,60   | 20,61                    | 0,49                    | 185,01                | 63,10                                  |
| 7,00   | 1777,65  | 174,63   | 20,73                    | 0,50                    | 192,74                | 65,73                                  |
| 8,00   | 1716,65  | 267,62   | 20,59                    | 0,49                    | 447,38                | 153,34                                 |
| 9,00   | 1734,85  | 274,03   | 20,63                    | 0,49                    | 469,91                | 161,10                                 |
| 10,00  | 1444,06  | 248,06   | 19,93                    | 0,48                    | 371,29                | 127,49                                 |
| 11,00  | 1470,92  | 245,17   | 20,00                    | 0,49                    | 364,17                | 124,97                                 |
| 12,00  | 1543,38  | 229,36   | 20,18                    | 0,49                    | 322,30                | 110,38                                 |
| 13,00  | 1571,08  | 235,11   | 20,25                    | 0,49                    | 339,77                | 116,38                                 |
| 14,00  | 1502,80  | 246,42   | 20,08                    | 0,49                    | 369,51                | 126,77                                 |
| 15,00  | 1482,36  | 250,37   | 20,02                    | 0,49                    | 380,26                | 130,53                                 |
| 16,00  | 1483,80  | 244,45   | 20,03                    | 0,49                    | 362,73                | 124,45                                 |
| 17,00  | 1507,34  | 237,64   | 20,09                    | 0,49                    | 344,09                | 117,96                                 |
| 18,00  | 1841,69  | 246,55   | 20,87                    | 0,49                    | 385,70                | 131,90                                 |
| 19,00  | 1877,56  | 251,63   | 20,94                    | 0,49                    | 403,21                | 137,89                                 |
| 20,00  | 1844,00  | 295,63   | 20,87                    | 0,49                    | 553,17                | 189,69                                 |
| 21,00  | 1879,56  | 302,00   | 20,95                    | 0,49                    | 579,34                | 198,68                                 |
| 22,00  | 1247,14  | 243,30   | 19,38                    | 0,48                    | 346,30                | 119,28                                 |
| 23,00  | 1247,39  | 239,28   | 19,38                    | 0,48                    | 335,11                | 115,37                                 |
| 24,00  | 1489,15  | 274,85   | 20,04                    | 0,48                    | 457,73                | 157,43                                 |
| 25,00  | 1511,97  | 279,52   | 20,10                    | 0,48                    | 474,75                | 163,30                                 |
| 26,00  | 1847,51  | 254,00   | 20,88                    | 0,49                    | 409,47                | 140,08                                 |
| 27,00  | 1882,67  | 262,71   | 20,96                    | 0,49                    | 439,52                | 150,39                                 |
| 28,00  | 1883,01  | 327,23   | 20,96                    | 0,48                    | 679,36                | 233,34                                 |
| 29,00  | 1883,32  | 324,10   | 20,96                    | 0,48                    | 666,58                | 228,90                                 |
| 30,00  | 1490,52  | 328,40   | 20,05                    | 0,47                    | 650,12                | 224,80                                 |
| 31,00  | 1490,66  | 322,10   | 20,05                    | 0,48                    | 625,83                | 216,25                                 |

# ***Prove di laboratorio geotecnico***



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1329-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1329\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

sacchetto di pvc

**Sondaggio :** 1**Campione :** SPT1 **Profondità :** 9.00 - 9.45

m

**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA      | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA    | Analisi granulometrica | 1        | ASTM D 422               |

DATA INIZIO PROVA: 18/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 26/01/2012



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLUIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**
**CSP 11/1329-01**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

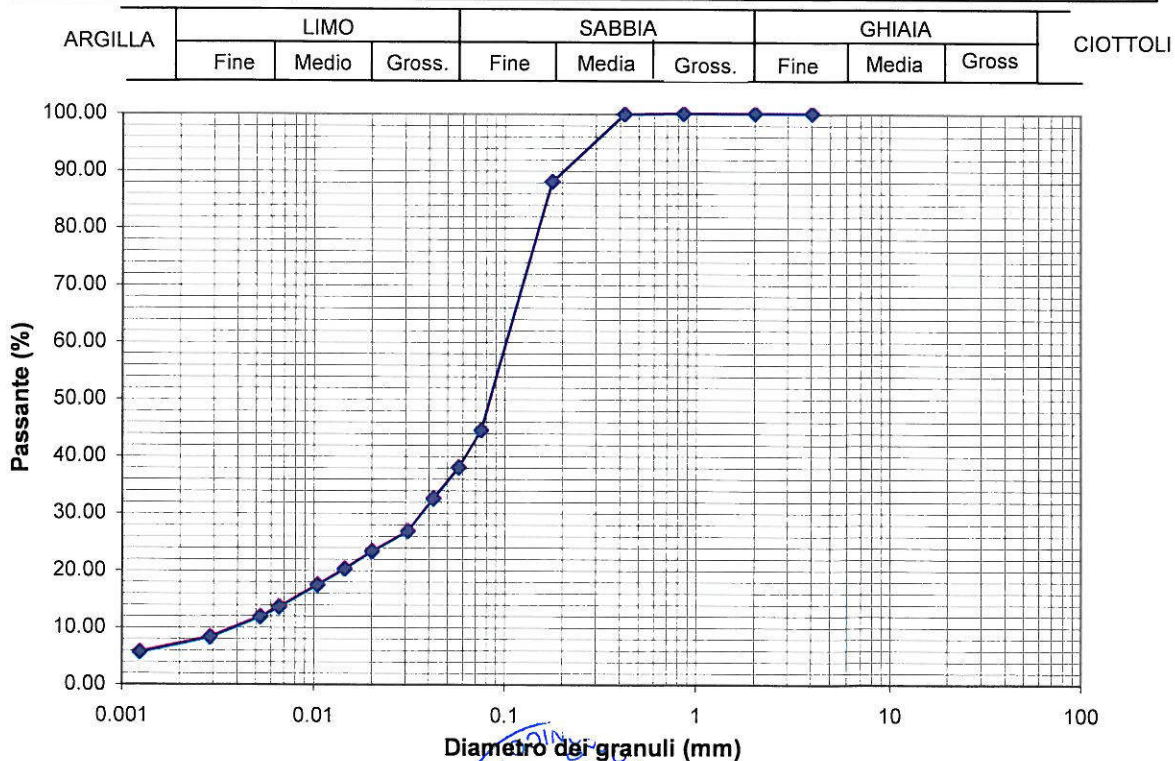
Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE:** SPT1

**PROFONDITA':** 9.00 + 9.45 m

| ANALISI PER VAGLIATURA |                |                       |                         | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE          |                          |
|------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| massa provino          |                | 342.76 g              |                         | massa provino 47.97 g               |                          |
| profondità provino     |                | - ÷ - m               |                         | profondità provino - ÷ - m          |                          |
| VAGLI                  | APERTURA<br>mm | PASSANTE<br>% in peso | TRATTENUTO<br>% in peso | G <sub>s</sub> 2.700 - assunto      |                          |
| 1 1/2 "                | 38.1           | -                     | -                       | Riferimento: -                      |                          |
| 1 "                    | 25.4           | -                     | -                       | eseguita sul passante al vaglio 200 |                          |
| 3/4 "                  | 19.05          | -                     | -                       | aerometro ASTM 151H                 |                          |
| 3/8 "                  | 9.525          | -                     | -                       | DIAMETRO EQUIVALENTE                | % IN PESO PIU' FINE DI D |
| 5                      | 4              | 100.00                | 0.00                    | D (mm)                              |                          |
| 10                     | 2              | 100.00                | 0.00                    | 0.05711                             | 38.00                    |
| 20                     | 0.85           | 99.98                 | 0.02                    | 0.04212                             | 32.55                    |
| 30                     | 0.59           | -                     | -                       | 0.03102                             | 26.81                    |
| 40                     | 0.42           | 99.90                 | 0.08                    | 0.02009                             | 23.27                    |
| 50                     | 0.297          | -                     | -                       | 0.01449                             | 20.18                    |
| 80                     | 0.177          | 88.04                 | 11.87                   | 0.01042                             | 17.38                    |
| 100                    | 0.149          | -                     | -                       | 0.00661                             | 13.55                    |
| 140                    | 0.105          | -                     | -                       | 0.00529                             | 11.78                    |
| 200                    | 0.075          | 44.49                 | 43.55                   | 0.00288                             | 8.25                     |
|                        |                |                       |                         | 0.00124                             | 5.60                     |



DIRETTORE DI LABORATORIO

Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949





**CERTIFICATO n° :****CSP\_11/1325-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1325\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 1 **Profondità :** 1.10 - 1.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC    | Descrizione geotecnica del campione | 1        | ASTM D 2488-84           |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/01/2012



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**
**CSP\_11/1325-01**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

Pagina 2 di 3

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 1      **PROFONDITA' :** 1.10 ÷ 1.60 m

 Data descrizione : 17/01/12      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): Q.5.da 1.36m      Dimensioni del campione : L = 28 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

| Profondità |      | Descrizione   |
|------------|------|---|
| da m       | a m  |   |
| 1.32       | 1.36 | Campione rimaneggiato.  |
| 1.36       | 1.60 | A con L passante a L con A, di colore bruno giallastro chiaro (HUE 2.5Y 6/4).<br>Presenza di livelli a maggiore contenuto della frazione limosa.<br>Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre, veli calcarei, calcinelli, piccoli frustoli e mica.<br>Media reazione a contatto con HCl 5%. |

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso    **L** = Limo/Limoso    **S** = Sabbia/Sabbioso    **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaioso        **F** = Fine                    **M** = Medio                **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
                   ⊥ = perpendicolare all'asse del campione                    = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE   |                         | P.P.<br>(MPa) | T.V.<br>(MPa) | PROVE ESEGUITE               |
|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------|------------------------------|
| Prof. Nominale<br>(m) | Profondità reale<br>(m) |               |               |                              |
| 1.10                  |                         |               |               | CNW, MVT, LIM, GRT, PSG, TDR |
|                       |                         | 1.32          |               |                              |
|                       |                         | 1.36          | 0.53 ⊥        |                              |
|                       |                         |               | 0.41 ⊥        |                              |
|                       |                         |               | 0.34 ⊥        |                              |
| 1.60                  |                         | 0.39 ⊥        |               |                              |
|                       | 1.60                    |               |               |                              |

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949





**CERTIFICATO n°****CSP\_11/1325-01****DATA EMISSIONE****31/01/2012**

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE****SONDAGGIO n° : 1****CAMPIONE: CI 1****PROFONDITA': 1.10 - 1.60 m**

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1325-02****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1325\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 1 **Profondità :** 1.10 - 1.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA      | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA    | Analisi granulometrica | 1        | ASTM D 422               |

DATA INIZIO PROVA: 18/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 26/01/2012



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**
**CSP 11/1325-02**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

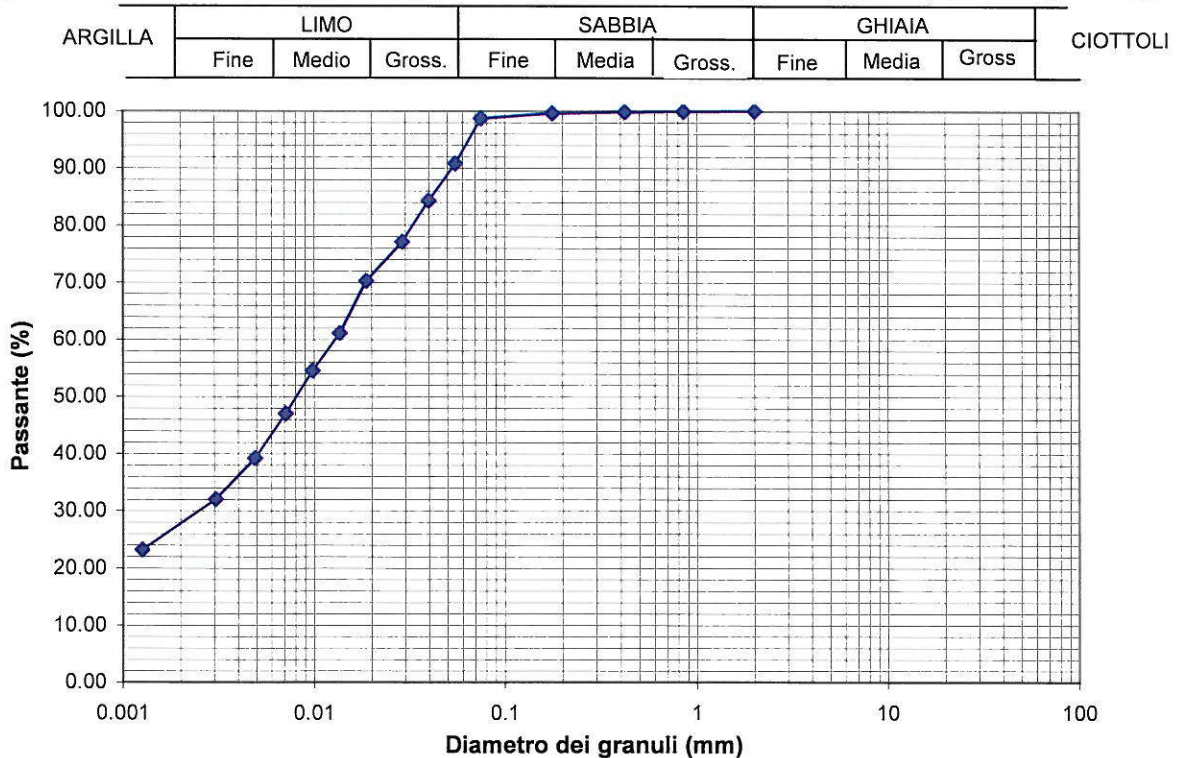
Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**
**ASTM D 422**
**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE:** CI 1

**PROFONDITA':** 1.10 ÷ 1.60 m

| ANALISI PER VAGLIATURA |                 |                 |                   | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE                           |                     |
|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--|---------------------|
| massa provino          | 297.08 g        |                 |                   | massa provino  | 47.52 g             |
| profondità provino     | 1.48 ÷ 1.60 m   |                 |                   | profondità provino                                   | 1.48 ÷ 1.60 m       |
| <b>VAGLI</b>           | <b>APERTURA</b> | <b>PASSANTE</b> | <b>TRATTENUTO</b> | $G_s$  | 2.745 - determinato |
|                        | mm              | % in peso       | % in peso         | <i>Riferimento: Certificato CSP 11/1325-04</i>       |                     |
| 1 1/2 "                | 38.1            | -               | -                 | eseguita sul passante al vaglio 200                  |                     |
| 1 "                    | 25.4            | -               | -                 | aerometro ASTM 151H                                  |                     |
| 3/4 "                  | 19.05           | -               | -                 | <b>DIAMETRO EQUIVALENTE</b> % IN PESO PIU' FINE DI D |                     |
| 3/8 "                  | 9.525           | -               | -                 | D (mm)   |                     |
| 5                      | 4               | -               | -                 | 0.05502  | 90.82               |
| 10                     | 2               | 100.00          | 0.00              | 0.03986  | 84.29               |
| 20                     | 0.85            | 99.94           | 0.06              | 0.02891  | 77.10               |
| 30                     | 0.59            | -               | -                 | 0.01871  | 70.24               |
| 40                     | 0.42            | 99.80           | 0.13              | 0.01362  | 61.09               |
| 50                     | 0.297           | -               | -                 | 0.00983  | 54.56               |
| 80                     | 0.177           | 99.62           | 0.19              | 0.00710  | 47.04               |
| 100                    | 0.149           | -               | -                 | 0.00492  | 39.20               |
| 140                    | 0.105           | -               | -                 | 0.00305  | 32.02               |
| 200                    | 0.075           | 98.69           | 0.93              | 0.00126  | 23.19               |



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1325-03****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1325\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 1 **Profondità :** 1.10 - 1.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                            | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM    | Determinazione del limite liquido e plastico | 1        | CNR-UNI 10014            |

DATA INIZIO PROVA: 23/01/12

DATA TERMINE PROVA: 24/01/12



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. - Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 - R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**

**CSP 11/1325-03**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

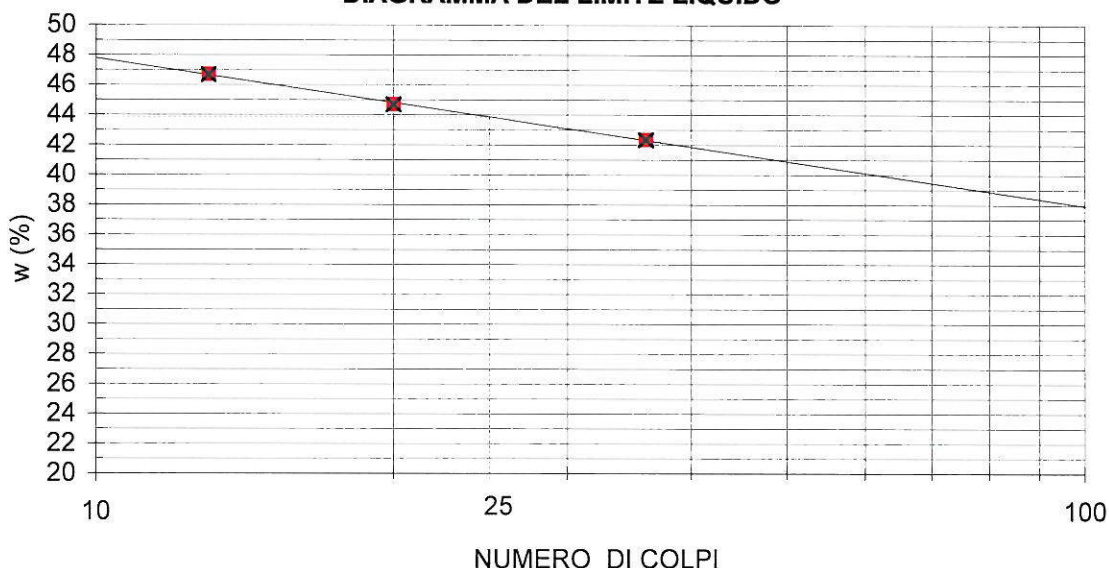
Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014**

**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE:** CI 1      **PROFONDITA':** 1.10 ÷ 1.60 m

| Profondità provino                     | m        | 1.48-1.60 |         |         |   |
|--|----------|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione                         | n°       | 1         | 2       | 3       | 4 |
| Massa tara                             | g        | 32.3787   | 44.2778 | 39.7773 | - |
| Numero colpi                           | -        | 13        | 36      | 20      | - |
| Massa provino umido + tara             | g        | 58.8513   | 70.5939 | 67.5512 | - |
| Massa provino secco + tara             | g        | 50.4239   | 62.7663 | 58.9714 | - |
| Contenuto in acqua                     | %        | 46.7      | 42.3    | 44.7    | - |
| <b>Limite Liquido <math>w_L</math></b> | <b>%</b> | <b>44</b> |         |         |   |

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**



| Determinazione                          | n°       | 1         | 2       | 3 | 4 |
|---|----------|-----------|---------|---|---|
| Massa tara                              | g        | 17.1441   | 17.3589 | - | - |
| Massa provino umido + tara              | g        | 18.7127   | 19.0363 | - | - |
| Massa provino secco + tara              | g        | 18.4322   | 18.7341 | - | - |
| Contenuto in acqua                      | %        | 21.8      | 22.0    | - | - |
| <b>Limite Plastico <math>w_P</math></b> | <b>%</b> | <b>22</b> |         |   |   |

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b><math>I_P</math></b> | <b>22</b> |
|-------------------------|-----------|

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1325-04****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1325\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 1 **Profondità :** 1.10 - 1.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                           | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG    | Determinazione del peso specifico dei grani | 1        | CNR UNI 10013            |

DATA INIZIO PROVA: 24/01/12

DATA TERMINE PROVA: 26/01/12



|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | IL DIRETTORE DEL LABORATORIO<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|--|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565





**CERTIFICATO n° :****CSP\_11/1325-05****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1325\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :** 21/12/11**DATA DI EMISSIONE :** 31/01/12**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** Fustella di acciaio**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 1 **Profondità :** 1.10 - 1.60 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA          | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|----------------------------|----------|--------------------------|
| TDR    | Prova di taglio diretto CD | 3        | ASTM D 3080 / p.i.       |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/12

DATA TERMINE PROVA: 23/01/12



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO**
**CSP\_11/1325-05**

DATA EMISSIONE:

**31/01/2012**

Pagina 2 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. - ASTM D3080**
**SONDAGGIO :**

1

**CAMPIONE :**

CI 1

**PROFONDITA':**

1.10 ± 1.60 m

| Provino                               | 1                              | 2                              | 3                              | 4 | LEGENDA  |
|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--|
| condizione                            | CR                             | CR                             | CR                             | - | CR = come ricevuto   |
| Classe AGI                            | Q.5.                           | Q.5.                           | Q.5.                           | - | R T99 = ricostruito AAHSTO T99   |
| sezione                               | quadrata<br>36 cm <sup>2</sup> | quadrata<br>36 cm <sup>2</sup> | quadrata<br>36 cm <sup>2</sup> | - | R T180 = ricostruito AAHSTO T180   |
| Z (m)                                 | 1.56-1.60                      | 1.53-1.56                      | 1.50-1.53                      | - | Z = profondità del provino   |
| h <sub>0</sub> (mm)                   | 20.00                          | 20.00                          | 20.00                          | - | h <sub>0</sub> = altezza iniziale provino  |
| w <sub>i</sub> (%)                    | 20.36                          | 21.81                          | 19.60                          | - | w <sub>i</sub> = contenuto in acqua iniziale                                     |
|                                       |                                |                                |                                |   | w <sub>f</sub> = contenuto in acqua a fine prova                                 |
| γ (Mg/m <sup>3</sup> )                | 1.937                          | 1.946                          | 1.917                          | - | γ = massa volumica totale  |
|                                       |                                |                                |                                |   | γ <sub>d</sub> = massa volumica provino secco                                    |
| γ <sub>d</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )   | 1.609                          | 1.597                          | 1.603                          | - | γ <sub>s</sub> = massa volumica della parte solida                               |
| G <sub>s</sub> (-) determinato        | 2.745                          | 2.745                          | 2.745                          | - | γ <sub>w</sub> = massa volumica dell' acqua alla temperatura T°                  |
| Rifer. Certificato                    | CSP_11/1325-04                 | CSP_11/1325-04                 | CSP_11/1325-04                 | - | G <sub>s</sub> = peso specifico dei grani  |
| γ <sub>s</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )   | 2.740                          | 2.740                          | 2.740                          | - | T = temperatura dell' acqua  |
| T (°C)                                | 20                             | 20                             | 20                             | - | e = indice dei vuoti   |
| γ <sub>w</sub> (Mg/m <sup>3</sup> )   | 0.99823                        | 0.99823                        | 0.99823                        | - | n = porosità   |
| e (-)                                 | 0.703                          | 0.715                          | 0.710                          | - | S = grado di saturazione   |
| n (%)                                 | 41.28                          | 41.70                          | 41.51                          | - | σ <sub>v</sub> = pressione verticale   |
| S (%)                                 | 79.34                          | 83.55                          | 75.65                          | - | τ <sub>max</sub> = massima tensione di taglio misurata                           |
| σ <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )   | <b>98.1</b>                    | <b>196.1</b>                   | <b>392.3</b>                   | - | D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> = deformazione orizzontale alla massima tensione |
| τ <sub>max</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) | <b>67.8</b>                    | <b>112.1</b>                   | <b>201.5</b>                   | - | τ <sub>r</sub> = resistenza al taglio residua                                    |
| D <sub>o</sub> τ <sub>max</sub> (mm)  | 2.06                           | 4.44                           | 3.82                           | - | D <sub>oc</sub> = deformazione orizzontale cumulativa                            |
| h <sub>dc</sub> (mm)                  | 19.66                          | 19.31                          | 18.64                          | - | v <sub>p</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - picco                    |
| t <sub>50</sub> (min)                 | -                              | -                              | 2.1                            | - | v <sub>r</sub> = velocità avanzamento apparecchiatura - residuo                  |
| t <sub>f</sub> stim. (min)            | -                              | -                              | 105                            | - | h <sub>dc</sub> = altezza provino a fine consolidazione                          |
| v <sub>p</sub> (mm/min)               | 0.005                          | 0.005                          | 0.005                          | - | t <sub>f</sub> stim = tempo di rottura stimato                                   |
| t <sub>f</sub> eff. (min)             | 412                            | 888                            | 764                            | - | t <sub>f</sub> eff. = tempo di rottura effettivo                                 |
| v <sub>r</sub> (mm/min)               | -                              | -                              | -                              | - |  |
| τ <sub>r</sub> (kN/m <sup>2</sup> )   | -                              | -                              | -                              | - |  |
| D <sub>oc</sub> (mm)                  | -                              | -                              | -                              | - |  |
| w <sub>f</sub> (%)                    | 25.46                          | 21.90                          | 20.45                          | - |  |
| Rifer. Certificato                    |                                |                                |                                |   |  |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO**

**CSP\_11/1325-05**

DATA EMISSIONE:

31/01/2012

Pagina 3 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. \_ ASTM D3080**

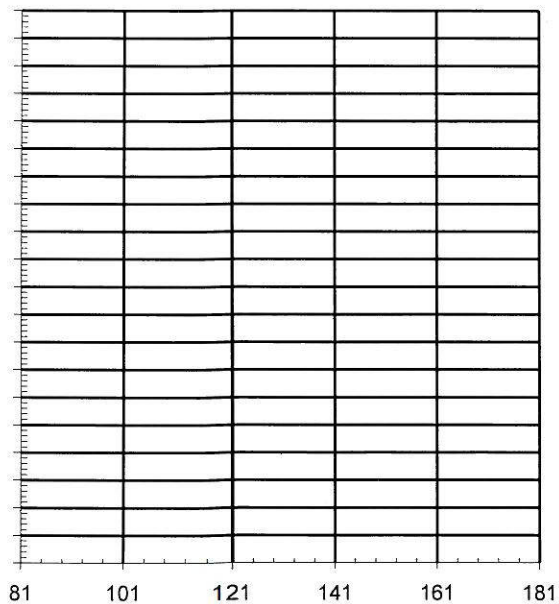
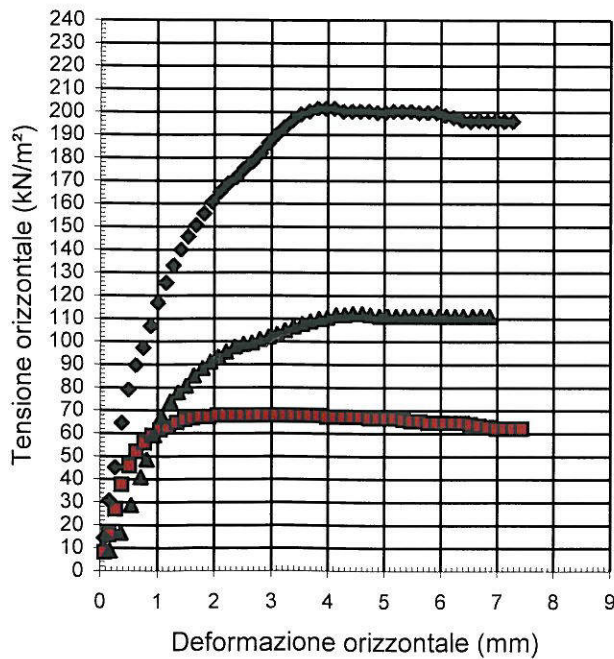
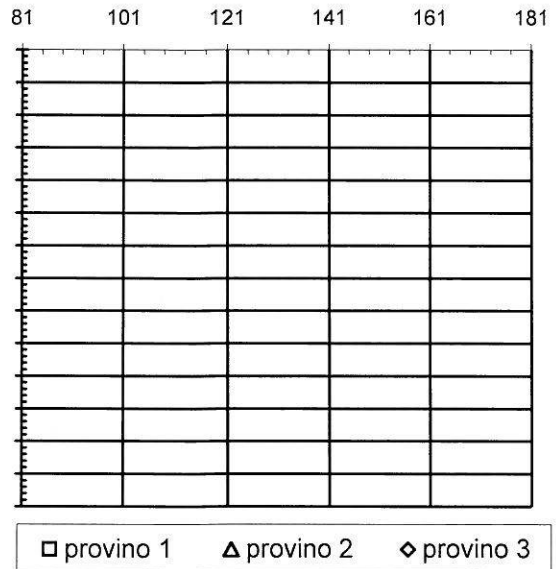
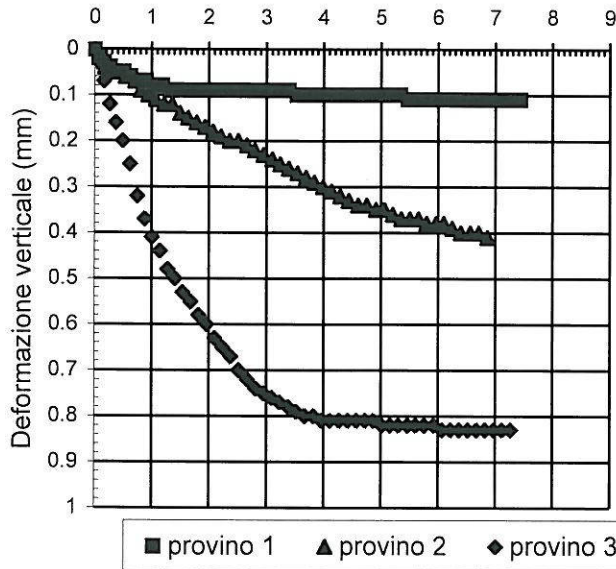
**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE :** CI 1

**PROFONDITA':** 1.10 + 1.60 m

**PICCO**

**RESIDUO**



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO**

**CSP\_11/1325-05**

DATA EMISSIONE:

31/01/2012

Pagina 4 di 4

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.**

**ASTM D3080**

**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 1      **PROFONDITA' :** 1.10 ÷ 1.60 m

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D2435-96)**

RELATIVI ALL' INTERVALLO DI PRESSIONE

da **196** kPa a **392** kPa

PROVINO n. **3**

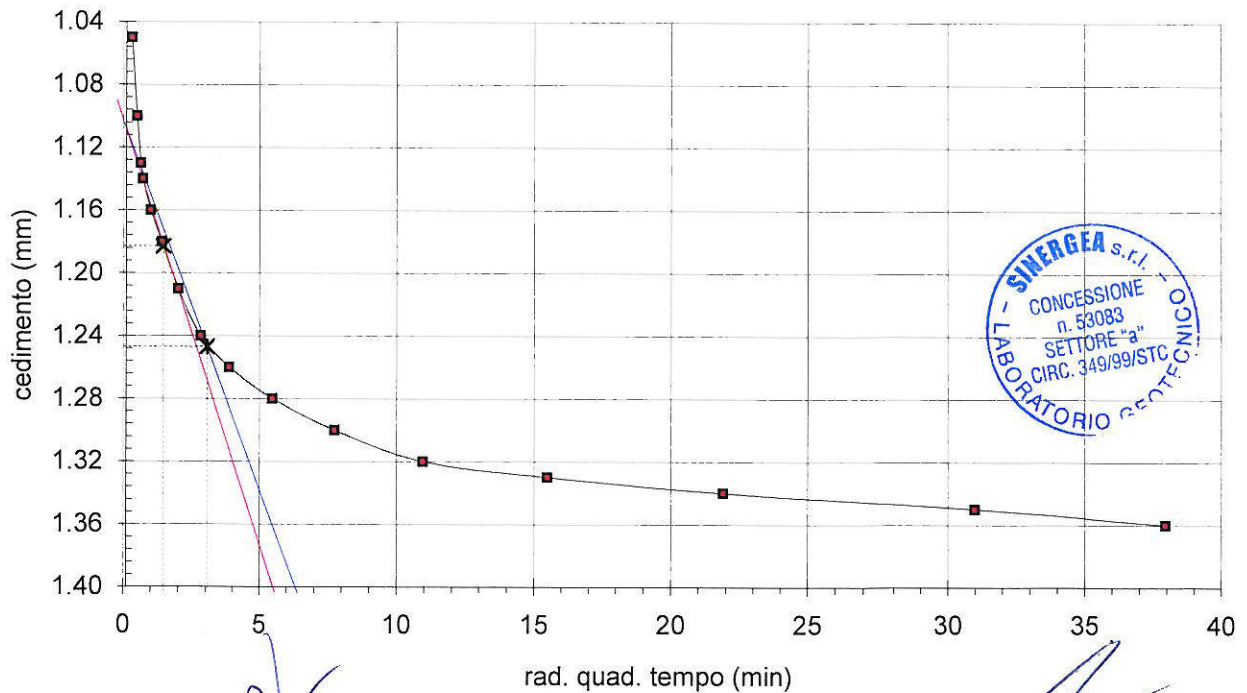
PROFONDITA'

da 1.50 m a 1.53 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

| VALORI MISURATI |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| Tempo (min)     | Cedim. (mm) | Tempo (min) | Cedim. (mm) |
| 0.1             | 1.050       | 960         | 1.350       |
| 0.25            | 1.100       | 1440        | 1.360       |
| 0.4             | 1.130       | 1800        | -           |
| 0.5             | 1.140       | 2880        | -           |
| 1               | 1.160       | 3600        | -           |
| 2               | 1.180       | 5760        | -           |
| 4               | 1.210       |             |             |
| 8               | 1.240       |             |             |
| 15              | 1.260       |             |             |
| 30              | 1.280       |             |             |
| 60              | 1.300       |             |             |
| 120             | 1.320       |             |             |
| 240             | 1.330       |             |             |
| 480             | 1.340       |             |             |

| VALORI CALCOLATI                          |                       |   |                  |
|---|-----------------------|---|------------------|
| $t_{90}$                                  | (min)                 | = | 9.36             |
| $d_{90}$                                  | (mm)                  | = | 1.25             |
| $t_{50}$                                  | (min)                 | = | 2.10             |
| $d_{50}$                                  | (mm)                  | = | 1.18             |
| Tempo per il raggiungimento della rottura |                       |   |                  |
| $t_r$                                     | (min)                 | = | <b>105</b>       |
| $c_v$                                     | (m <sup>2</sup> /sec) | = | <b>1.336E-07</b> |
| $m_v$                                     | (m <sup>2</sup> /kN)  | = | 1.695E-04        |
| $k_v$                                     | (m/sec)               | = | 2.216E-10        |



DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



# PROVA DI TAGLIO DIRETTO CD (ASTM D 3080) - INTERPOLAZIONE DATI

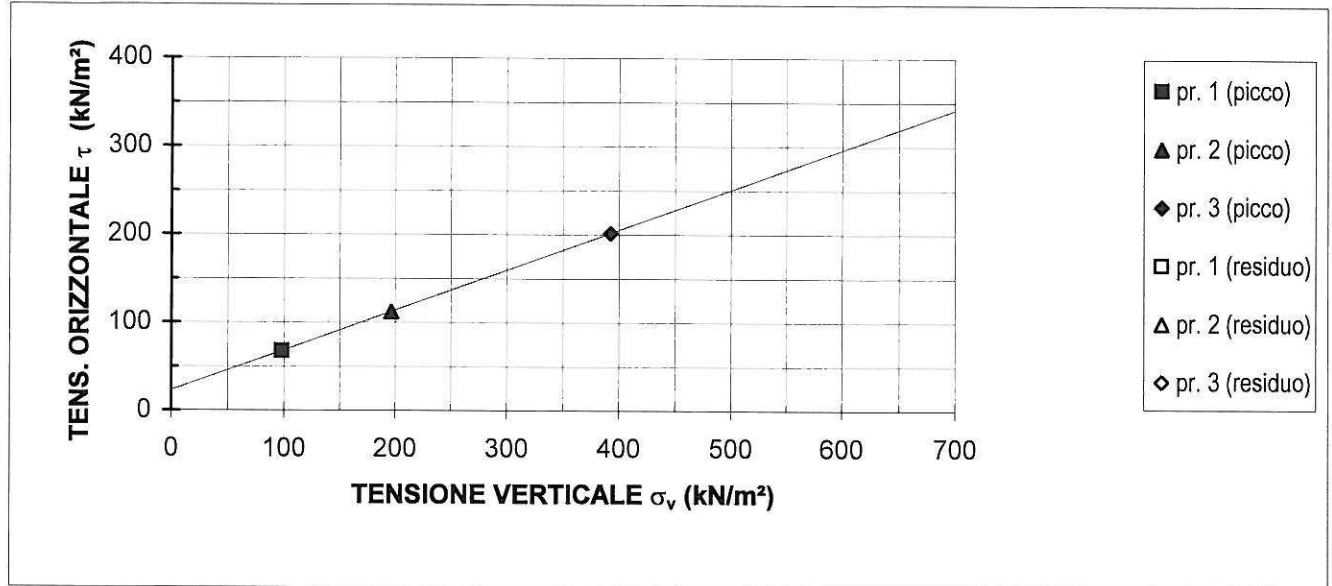
COMMITTENTE : GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA

Pagina 1 di 1

LOCALITA' : FAENZA

CANTIERE : VIA MONTE SANT' ANDREA, 4

SONDAGGIO : 1      CAMPIONE : CI 1      PROFONDITA': 1.10 ÷ 1.60 m



| Risultati della regressione lineare |   |                            |                             |
|-------------------------------------|---|----------------------------|-----------------------------|
|                                     |   | Valori di picco            | Valori residui              |
| Intercetta sull' asse y             | = | 23.10    kN/m <sup>2</sup> | =    -    kN/m <sup>2</sup> |
| inclinazione retta                  | = | 24.45    ° sess.           | =    -    ° sess.           |

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

NOTE:



**CERTIFICATO n° :****CSP\_11/1326-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1326\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC    | Descrizione geotecnica del campione | 1        | ASTM D 2488-84           |

DATA INIZIO PROVA: 16/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 16/01/2012



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 04909241208 – R.E.A. 398565



**CERTIFICATO n°**

**CSP\_11/1326-01**

**DATA EMISSIONE**

31/01/2012

Pagina 2 di 3

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 2      **PROFONDITA' :** 5.50 + 6.10 m

Data descrizione : 16/01/12      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): Q.5.da 5.90m      Dimensioni del campione : L = 52 cm;  $\phi$  = 8,4 cm

| Profondità |      | Descrizione  |
|------------|------|--|
| da m       | a m  |  |
| 5.58       | 5.90 | Campione rimaneggiato.   |
| 5.90       | 6.10 | A con L / L con A, di colore bruno oliva chiaro ( HUE 2.5Y 5/4) passante a grigio (HUE 2.5Y 5/1).<br>Presenza di veli e puntinature nerastre e brunastre, veli calcarei, calcinelli, piccoli frustoli e mica.<br>Debole / Nessuna reazione a contatto con HCl al 5%. |

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso    **L** = Limo/Limoso    **S** = Sabbia/Sabbioso    **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaioso        **F** = Fine                    **M** = Medio                **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
                   ⊥ = perpendicolare all'asse del campione                    = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE |                      | P.P.   | T.V.  | PROVE ESEGUITE                   |
|---------------------|----------------------|--------|-------|----------------------------------|
| Prof. Nominale (m)  | Profondità reale (m) | (MPa)  | (MPa) |                                  |
| 5.50                |                      |        |       | CNW, MVT, LIM, GRT, PSG, EDO, cv |
|                     | 5.58                 |        |       |                                  |
|                     | 5.90                 | 0.26 ⊥ |       |                                  |
|                     |                      | 0.18 ⊥ |       |                                  |
|                     |                      | 0.16 ⊥ |       |                                  |
| 6.10                | 6.10                 | 0.16 ⊥ |       |                                  |

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

CERTIFICATO n°

CSP\_11/1326-01

DATA EMISSIONE

31/01/2012

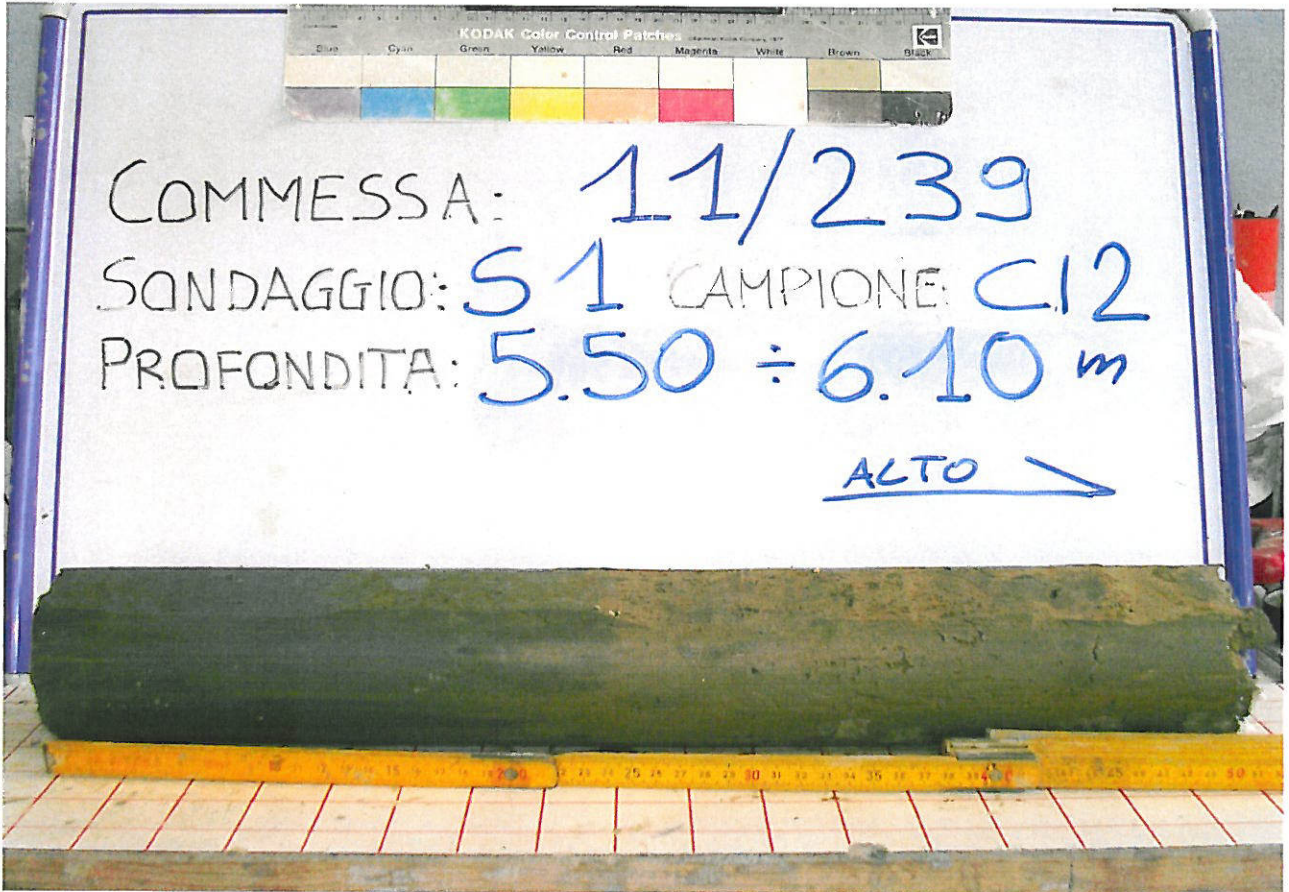
Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE**

SONDAGGIO n° : 1

CAMPIONE: CI 2

PROFONDITA': 5.50 - 6.10 m



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1326-02****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1326\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA      | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA    | Analisi granulometrica | 1        | ASTM D 422               |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 26/01/2012



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**

**CSP 11/1326-02**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

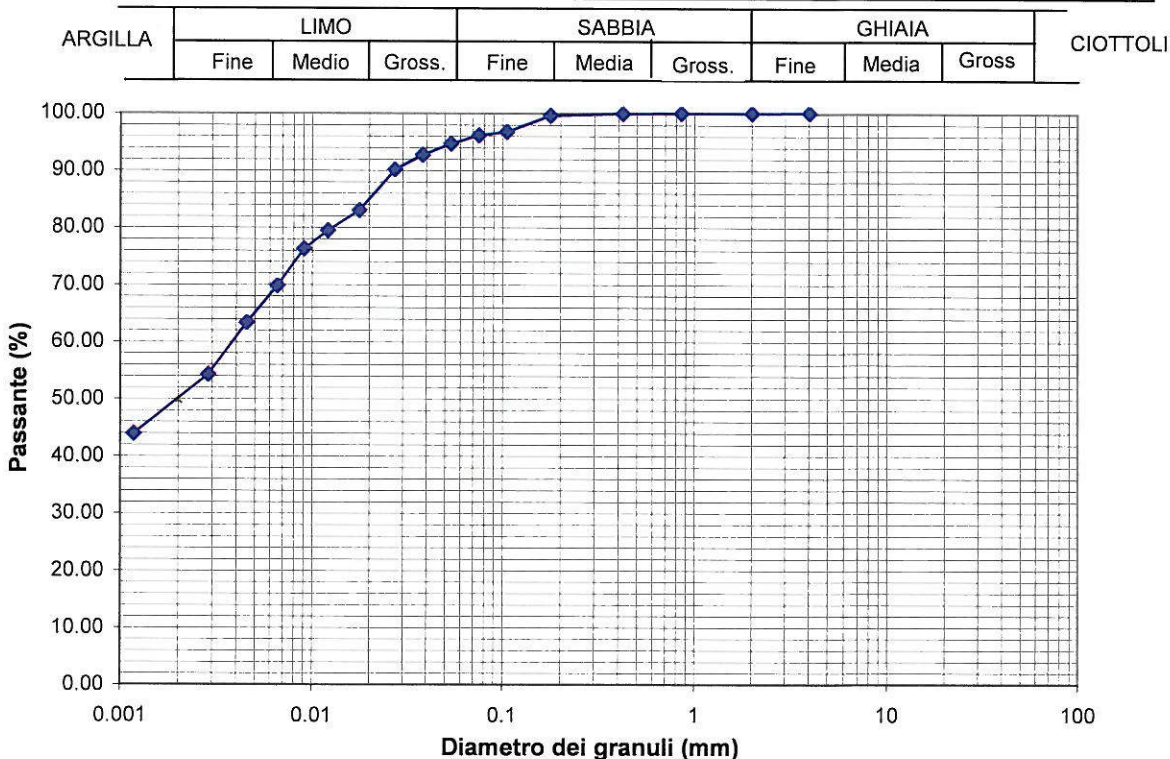
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE:** CI 2

**PROFONDITA':** 5.50 ÷ 6.10 m

| ANALISI PER VAGLIATURA |                |                       |                                | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE              |       |
|------------------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|---|-------|
| massa provino          |                | 270.36 g              |                                | massa provino 46.53 g                   |       |
| profondità provino     |                | 6.00 ÷ 6.10 m         |                                | profondità provino 6.00 ÷ 6.10 m        |       |
| VAGLI                  | APERTURA<br>mm | PASSANTE<br>% in peso | TRATTENUTO<br>% in peso        | G <sub>s</sub> 2.774 - determinato      |       |
|                        |                |                       |                                | Riferimento: Certificato CSP 11/1326-04 |       |
|                        |                |                       |                                | eseguita sul passante al vaglio 200     |       |
|                        |                |                       |                                | aerometro ASTM 151H                     |       |
|                        |                |                       | DIAMETRO EQUIVALENTE<br>D (mm) | % IN PESO PIU' FINE DI D                |       |
| 1 1/2 "                | 38.1           | -                     | -                              | 0.05354                                 | 94.59 |
| 1 "                    | 25.4           | -                     | -                              | 0.03815                                 | 92.65 |
| 3/4 "                  | 19.05          | -                     | -                              | 0.02725                                 | 90.07 |
| 3/8 "                  | 9.525          | -                     | -                              | 0.01770                                 | 82.97 |
| 5                      | 4              | 100.00                | 0.00                           | 0.01209                                 | 79.41 |
| 10                     | 2              | 99.94                 | 0.06                           | 0.00907                                 | 76.19 |
| 20                     | 0.85           | 99.92                 | 0.03                           | 0.00655                                 | 69.73 |
| 30                     | 0.59           | -                     | -                              | 0.00454                                 | 63.27 |
| 40                     | 0.42           | 99.90                 | 0.02                           | 0.00286                                 | 54.23 |
| 50                     | 0.297          | -                     | -                              | 0.00117                                 | 43.90 |
| 80                     | 0.177          | 99.56                 | 0.33                           |   |       |
| 100                    | 0.149          | -                     | -                              |   |       |
| 140                    | 0.105          | 96.67                 | 2.89                           |   |       |
| 200                    | 0.075          | 96.06                 | 0.61                           |   |       |



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.

DIRETTORE DI LABORATORIO



Spesimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1326-03****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1326\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 2 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                            | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM    | Determinazione del limite liquido e plastico | 1        | CNR-UNI 10014            |

DATA INIZIO PROVA: 23/01/12

DATA TERMINE PROVA: 24/01/12



|                            |  |   |
|----------------------------|--|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLIGNA | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|--|---|

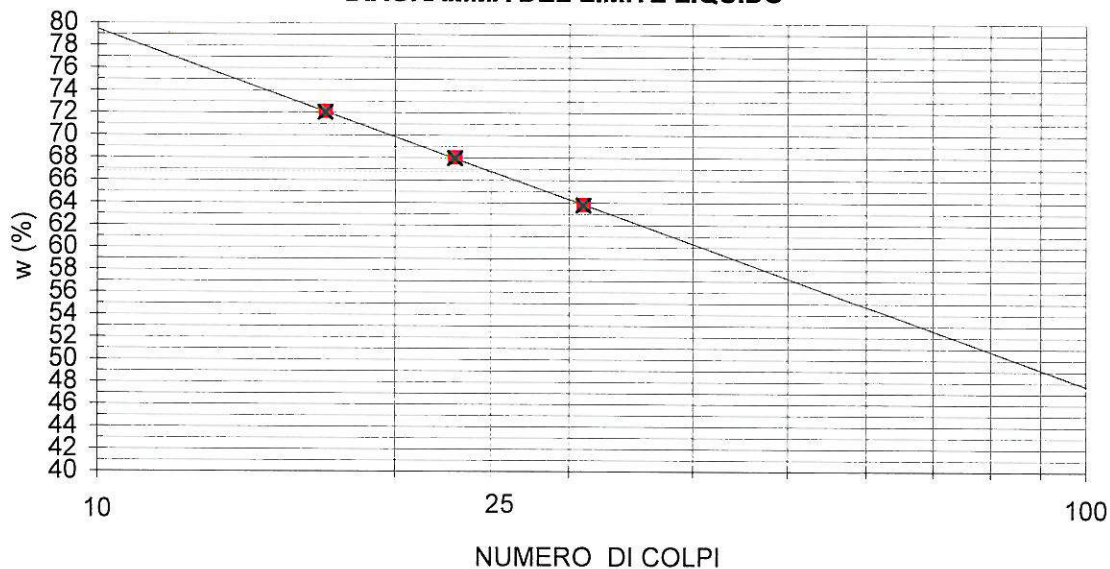
Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**
**CSP 11/1326-03**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014**
**SONDAGGIO : 1      CAMPIONE: CI 2      PROFONDITA': 5.50 + 6.10 m**

| Profondità provino                     | m  | 6.00-610  |         |         |   |
|--|----|-----------|---------|---------|---|
| Determinazione                         | n° | 1         | 2       | 3       | 4 |
| Massa tara                             | g  | 31.0810   | 47.8122 | 40.5341 | - |
| Numero colpi                           | -  | 17        | 23      | 31      | - |
| Massa provino umido + tara             | g  | 55.8391   | 77.6599 | 68.7200 | - |
| Massa provino secco + tara             | g  | 45.4686   | 65.5817 | 57.7416 | - |
| Contenuto in acqua                     | %  | 72.1      | 68.0    | 63.8    | - |
| <b>Limite Liquido <math>w_L</math></b> | %  | <b>67</b> |         |         |   |

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**


| Determinazione                          | n° | 1         | 2       | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara                              | g  | 17.1958   | 17.3298 | - | - |
| Massa provino umido + tara              | g  | 19.0243   | 18.768  | - | - |
| Massa provino secco + tara              | g  | 18.6406   | 18.4656 | - | - |
| Contenuto in acqua                      | %  | 26.6      | 26.6    | - | - |
| <b>Limite Plastico <math>w_P</math></b> | %  | <b>27</b> |         |   |   |

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b><math>I_P</math></b> | <b>40</b> |
|-------------------------|-----------|

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1326-04****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1326\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                           | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG    | Determinazione del peso specifico dei grani | 1        | CNR UNI 10013            |

DATA INIZIO PROVA: 24/01/12

DATA TERMINE PROVA: 26/01/12



|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | IL DIRETTORE DEL LABORATORIO<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|--|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 – R.E.A. 398565





**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1326-05****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1326\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :** 21/12/11**DATA DI EMISSIONE :** 31/01/12**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** Fustella di acciaio**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 2 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :** -**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                  | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------------------|----------|--------------------------|
| EDO    | Prova di consolidazione edometrica | 1        | ASTM D 2435              |
| cv     | Determinazione di cv-kv-mv         | 1        | ASTM D 2435              |

DATA INIZIO PROVA: 16/01/12

DATA TERMINE PROVA: 31/01/12



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO**
**CSP 11/1326-05**

DATA EMISSIONE

31/01/2012

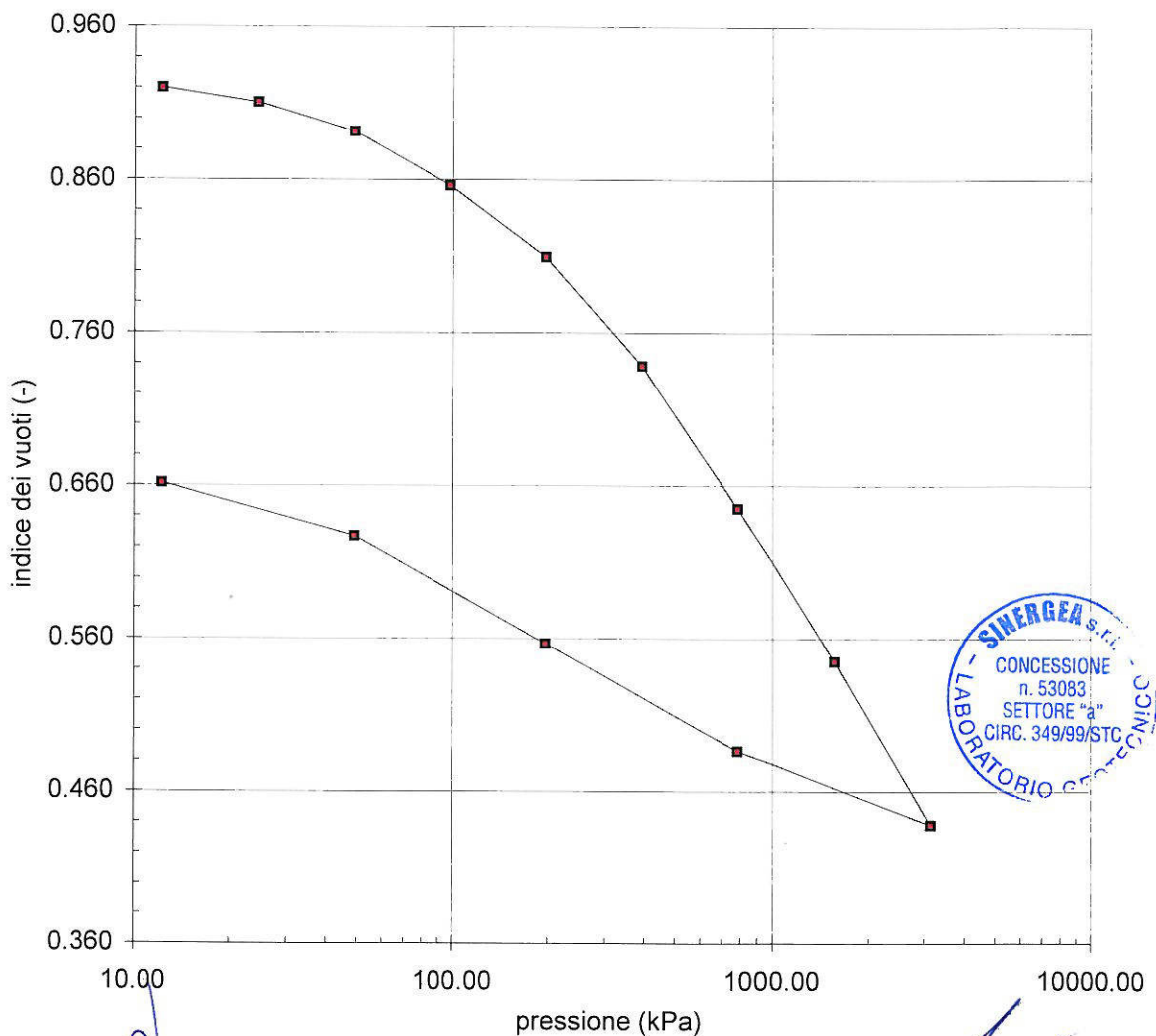
Pagina 2 di 6

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.**
**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 2      **PROFONDITA' :** 5.50 ÷ 6.10 m

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435**
**CARATTERISTICHE DEL PROVINO**

| CONDIZIONI DEL PROVINO                     |                            | : indisturbato |       | PROFONDITA': 6.05 ÷ 6.10 m |         |
|--|----------------------------|----------------|-------|----------------------------|---------|
|  |                            | Inizio prova   |       | Fine prova                 |         |
| Altezza provino (mm)                       | $H_0$                      | =              | 20.00 | $H_f$                      | = 17.27 |
| Diametro provino (mm)                      | $D_0$                      | =              | 71.36 | $D_f$                      | = 71.36 |
| Contenuto in acqua (%)                     | $w_0$                      | =              | 32.24 | $w_f$                      | = 23.79 |
| Riferimento:                               | -                          |                |       | -                          |         |
| Peso di volume totale (kN/m <sup>3</sup> ) | $\gamma$                   | =              | 18.67 | $\gamma_f$                 | = 20.23 |
| Riferimento:                               | -                          |                |       | -                          |         |
| Peso di volume secco (kN/m <sup>3</sup> )  | $\gamma_d$                 | =              | 14.12 | $\gamma_{df}$              | = 16.35 |
| Indice dei vuoti (-)                       | $e_0$                      | =              | 0.924 | $e_f$                      | = 0.661 |
| Grado di saturazione (%)                   | $S_0$                      | =              | 96.63 | $S_f$                      | = 99.59 |
| Peso specifico dei grani (-)               | $G_s$                      | =              | 2.774 | determinato                |         |
| Riferimento:                               | Certificato CSP 11/1326-04 |                |       |                            |         |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



**CERTIFICATO**

**CSP 11/1326-05**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

Pagina 3 di 6

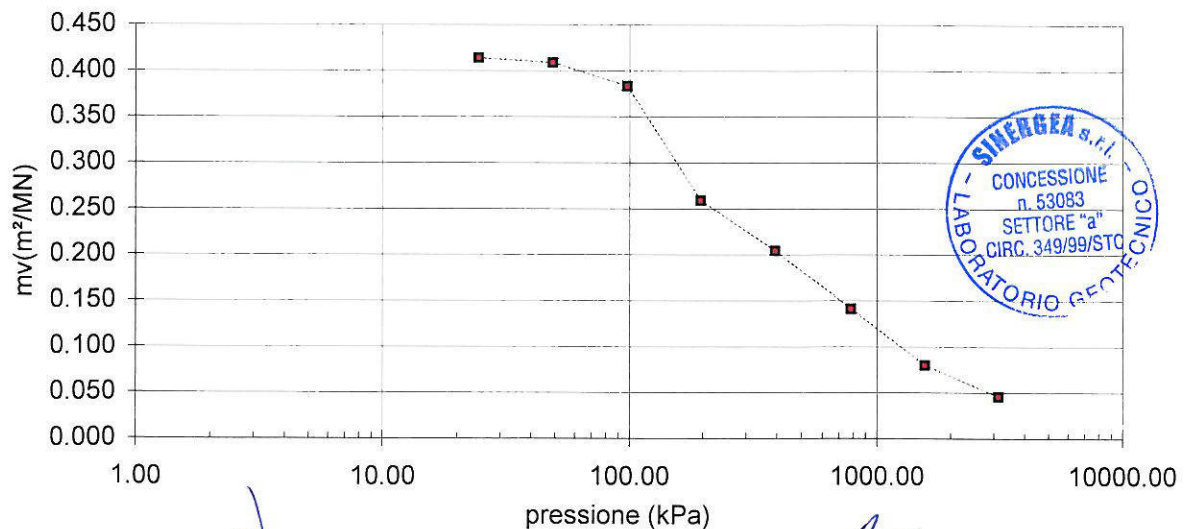
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.**

**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 2      **PROFONDITA' :** 5.50 ÷ 6.10 m

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435**

| CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato |      |            |       |                    |                   |          |
|---------------------------------------|------|------------|-------|--------------------|-------------------|----------|
| $H_0 =$                               |      | 20.00 mm   | $D =$ |                    | 71.36 mm          |          |
| $e_0 =$                               |      | 0.924      |       |                    |                   |          |
| pressione verticale                   |      | $\Delta H$ | $e$   | $m_v$              | $c_v$             | $k_v$    |
| n°                                    | kPa  | mm         | -     | m <sup>2</sup> /MN | m <sup>2</sup> /s | m/s      |
| 1                                     | 12   | 0.041      | 0.920 | -                  | -                 | -        |
| 2                                     | 25   | 0.142      | 0.910 | 0.414              | -                 | -        |
| 3                                     | 49   | 0.340      | 0.891 | 0.409              | -                 | -        |
| 4                                     | 98   | 0.706      | 0.856 | 0.383              | 8.22E-08          | 3.08E-10 |
| 5                                     | 196  | 1.190      | 0.809 | 0.259              | -                 | -        |
| 6                                     | 392  | 1.929      | 0.738 | 0.204              | -                 | -        |
| 7                                     | 785  | 2.901      | 0.645 | 0.141              | -                 | -        |
| 8                                     | 1569 | 3.939      | 0.545 | 0.080              | -                 | -        |
| 9                                     | 3138 | 5.052      | 0.438 | 0.046              | -                 | -        |
| 10                                    | 785  | 4.551      | 0.486 | -                  | -                 | -        |
| 11                                    | 196  | 3.820      | 0.556 | -                  | -                 | -        |
| 12                                    | 49   | 3.088      | 0.627 | -                  | -                 | -        |
| 13                                    | 12   | 2.728      | 0.661 | -                  | -                 | -        |
| 14                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 15                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 16                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 17                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 18                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 19                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 20                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 21                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 22                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 23                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |
| 24                                    | -    | -          | -     | -                  | -                 | -        |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA SENZA L' AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl.



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

|                    |                       |                       |                   |                    |          |                   |            |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|----------|-------------------|------------|
| <b>CERTIFICATO</b> | <b>CSP 11/1326-05</b> | <b>DATA EMISSIONE</b> | <b>31/01/2012</b> | <b>SONDAGGIO :</b> | <b>1</b> | <b>CAMPIONE :</b> | <b>C12</b> |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|----------|-------------------|------------|

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L. - Cedimenti rilevati nel tempo per ogni intervallo di carico/scarico**

| INTERVALLO DI CARICO/SCARICO : da - a (kPa) |       |                      |       |                      |       |                      |       |                      |       |                      |       |                      |       |                      |       |
|---|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| 0 - 12                                      |       | 12 - 25              |       | 25 - 49              |       | 49 - 98              |       | 98 - 196             |       | 196 - 392            |       | 392 - 785            |       | 785 - 1569           |       |
| 16/01/12                                    |       | 16/01/12             |       | 16/01/12             |       | 17/01/12             |       | 18/01/12             |       | 19/01/12             |       | 20/01/12             |       | 23/01/12             |       |
| Inizio prova:                               |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       | Inizio prova:        |       |
| Tempo (min)                                 |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       | Tempo (min)          |       |
| Cedimento (mm)                              |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       | Cedimento (mm)       |       |
| 0.1   | 0.03  | 0.1                  | 0.108 | 0.1                  | 0.206 | 0.1                  | 0.437 | 0.1                  | 0.798 | 0.1                  | 1.301 | 0.1                  | 1.983 | 0.1                  | 2.98  |
| 0.25  | 0.036 | 0.25                 | 0.118 | 0.25                 | 0.228 | 0.25                 | 0.47  | 0.25                 | 0.827 | 0.25                 | 1.313 | 0.25                 | 2.019 | 0.25                 | 2.995 |
| 0.4   | 0.036 | 0.4                  | 0.122 | 0.4                  | 0.235 | 0.4                  | 0.48  | 0.4                  | 0.838 | 0.4                  | 1.327 | 0.4                  | 2.047 | 0.4                  | 3.012 |
| 0.5   | 0.037 | 0.5                  | 0.124 | 0.5                  | 0.237 | 0.5                  | 0.486 | 0.5                  | 0.845 | 0.5                  | 1.336 | 0.5                  | 2.052 | 0.5                  | 3.02  |
| 1   | 0.039 | 1                    | 0.128 | 1                    | 0.246 | 1                    | 0.502 | 1                    | 0.864 | 1                    | 1.359 | 1                    | 2.083 | 1                    | 3.047 |
| 2   | 0.04  | 2                    | 0.133 | 2                    | 0.255 | 2                    | 0.52  | 2                    | 0.887 | 2                    | 1.39  | 2                    | 2.117 | 2                    | 3.082 |
| 4   | 0.041 | 4                    | 0.136 | 4                    | 0.266 | 4                    | 0.542 | 4                    | 0.918 | 4                    | 1.433 | 4                    | 2.165 | 4                    | 3.131 |
| 8   | 0.042 | 8                    | 0.138 | 8                    | 0.277 | 8                    | 0.57  | 8                    | 0.959 | 8                    | 1.491 | 8                    | 2.231 | 8                    | 3.199 |
| 15  | 0.041 | 15                   | 0.14  | 15                   | 0.287 | 15                   | 0.6   | 15                   | 1.004 | 15                   | 1.559 | 15                   | 2.313 | 15                   | 3.283 |
| 30  | -     | 30                   | 0.141 | 30                   | 0.3   | 30                   | 0.634 | 30                   | 1.056 | 30                   | 1.653 | 30                   | 2.431 | 30                   | 3.406 |
| 60  | -     | 60                   | 0.142 | 60                   | 0.311 | 60                   | 0.66  | 60                   | 1.102 | 60                   | 1.749 | 60                   | 2.572 | 60                   | 3.559 |
| 120   | -     | 120                  | 0.142 | 120                  | 0.318 | 120                  | 0.677 | 120                  | 1.133 | 120                  | 1.825 | 120                  | 2.701 | 120                  | 3.714 |
| 240   | -     | 240                  | -     | 240                  | 0.323 | 240                  | 0.688 | 240                  | 1.154 | 240                  | 1.874 | 240                  | 2.784 | 240                  | 3.829 |
| 480   | -     | 480                  | -     | 480                  | 0.326 | 480                  | 0.693 | 480                  | 1.168 | 480                  | 1.903 | 480                  | 2.832 | 480                  | 3.896 |
| 960   | -     | 960                  | -     | 960                  | 0.34  | 960                  | 0.701 | 960                  | 1.177 | 960                  | 1.921 | 960                  | 2.857 | 960                  | 3.925 |
| 1440  | -     | 1440                 | -     | 1440                 | -     | 1440                 | 0.706 | 1440                 | 1.19  | 1440                 | 1.929 | 1440                 | 2.87  | 1440                 | 3.939 |
| 1920  | -     | 1920                 | -     | 1920                 | -     | 1920                 | -     | 1920                 | -     | 1920                 | -     | 1920                 | 2.879 | 1920                 | -     |
| 2880  | -     | 2880                 | -     | 2880                 | -     | 2880                 | -     | 2880                 | -     | 2880                 | -     | 2880                 | 2.888 | 2880                 | -     |
| 4320  | -     | 4320                 | -     | 4320                 | -     | 4320                 | -     | 4320                 | -     | 4320                 | -     | 4320                 | 2.901 | 4320                 | -     |
| Fine prova: 16/01/12                        |       | Fine prova: 16/01/12 |       | Fine prova: 17/01/12 |       | Fine prova: 18/01/12 |       | Fine prova: 19/01/12 |       | Fine prova: 20/01/12 |       | Fine prova: 23/01/12 |       | Fine prova: 23/01/12 |       |

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE





|                    |                       |                                  |                      |                        |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|
| <b>CERTIFICATO</b> | <b>CSP 11/1326-05</b> | <b>DATA EMISSIONE</b> 31/01/2012 | <b>SONDAGGIO :</b> 1 | <b>CAMPIONE :</b> CI 2 |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L. - Cedimenti rilevati nel tempo per ogni intervallo di carico/scarico**

| INTERVALLO DI CARICO/SCARICO : da - a (kPa) |                |                        |                |                        |                |                        |                |                        |                |                 |                |
|---|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| 1569 - 3138                                 |                | 3138 - 785             |                | 785 - 196              |                | 196 - 49               |                | 49 - 12                |                | 12 - 0          |                |
| Inizio prova: 24/01/12                      |                | Inizio prova: 25/01/12 |                | Inizio prova: 26/01/12 |                | Inizio prova: 27/01/12 |                | Inizio prova: 30/01/12 |                | Inizio prova: - |                |
| Tempo (min)                                 | Cedimento (mm) | Tempo (min)            | Cedimento (mm) | Tempo (min)            | Cedimento (mm) | Tempo (min)            | Cedimento (mm) | Tempo (min)            | Cedimento (mm) | Tempo (min)     | Cedimento (mm) |
| 0.1   | 3.983          | 0.1                    | 5.042          | 0.1                    | 4.523          | 0.1                    | 3.809          | 0.1                    | 3.083          | 0.1             | -              |
| 0.25  | 4.023          | 0.25                   | 4.995          | 0.25                   | 4.489          | 0.25                   | 3.79           | 0.25                   | 3.075          | 0.25            | -              |
| 0.4   | 4.069          | 0.4                    | 4.935          | 0.4                    | 4.482          | 0.4                    | 3.785          | 0.4                    | 3.074          | 0.4             | -              |
| 0.5   | 4.079          | 0.5                    | 4.929          | 0.5                    | 4.478          | 0.5                    | 3.784          | 0.5                    | 3.072          | 0.5             | -              |
| 1   | 4.109          | 1                      | 4.913          | 1                      | 4.465          | 1                      | 3.776          | 1                      | 3.07           | 1               | -              |
| 2   | 4.144          | 2                      | 4.893          | 2                      | 4.448          | 2                      | 3.765          | 2                      | 3.067          | 2               | -              |
| 4   | 4.191          | 4                      | 4.867          | 4                      | 4.426          | 4                      | 3.751          | 4                      | 3.061          | 4               | -              |
| 8   | 4.256          | 8                      | 4.831          | 8                      | 4.395          | 8                      | 3.73           | 8                      | 3.055          | 8               | -              |
| 15  | 4.338          | 15                     | 4.789          | 15                     | 4.356          | 15                     | 3.703          | 15                     | 3.045          | 15              | -              |
| 30  | 4.46           | 30                     | 4.731          | 30                     | 4.294          | 30                     | 3.661          | 30                     | 3.029          | 30              | -              |
| 60  | 4.621          | 60                     | 4.667          | 60                     | 4.207          | 60                     | 3.599          | 60                     | 3.005          | 60              | -              |
| 120   | 4.791          | 120                    | 4.611          | 120                    | 4.093          | 120                    | 3.511          | 120                    | 2.97           | 120             | -              |
| 240   | 4.923          | 240                    | 4.577          | 240                    | 3.972          | 240                    | 3.396          | 240                    | 2.918          | 240             | -              |
| 480   | 5.001          | 480                    | 4.564          | 480                    | 3.881          | 480                    | 3.271          | 480                    | 2.847          | 480             | -              |
| 960   | 5.035          | 960                    | 4.555          | 960                    | 3.835          | 960                    | 3.174          | 960                    | 2.77           | 960             | -              |
| 1440  | 5.052          | 1440                   | 4.551          | 1440                   | 3.82           | 1440                   | 3.138          | 1440                   | 2.728          | 1440            | -              |
| 1920  | -              | 1920                   | -              | 1920                   | -              | 1920                   | 3.123          | 1920                   | -              | 1920            | -              |
| 2880  | -              | 2880                   | -              | 2880                   | -              | 2880                   | 3.1            | 2880                   | -              | 2880            | -              |
| 4320  | -              | 4320                   | -              | 4320                   | -              | 4320                   | 3.088          | 4320                   | -              | 4320            | -              |
| Fine prova: 25/01/12                        |                | Fine prova: 26/01/12   |                | Fine prova: 27/01/12   |                | Fine prova: 30/01/12   |                | Fine prova: 31/01/12   |                | Fine prova: -   |                |



SPERIMENTATORE

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

**CERTIFICATO n°**

**CSP 11/1326-05**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.**

**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 2      **PROFONDITA':** 5.50 ÷ 6.10 m

**NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435**

**DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL**

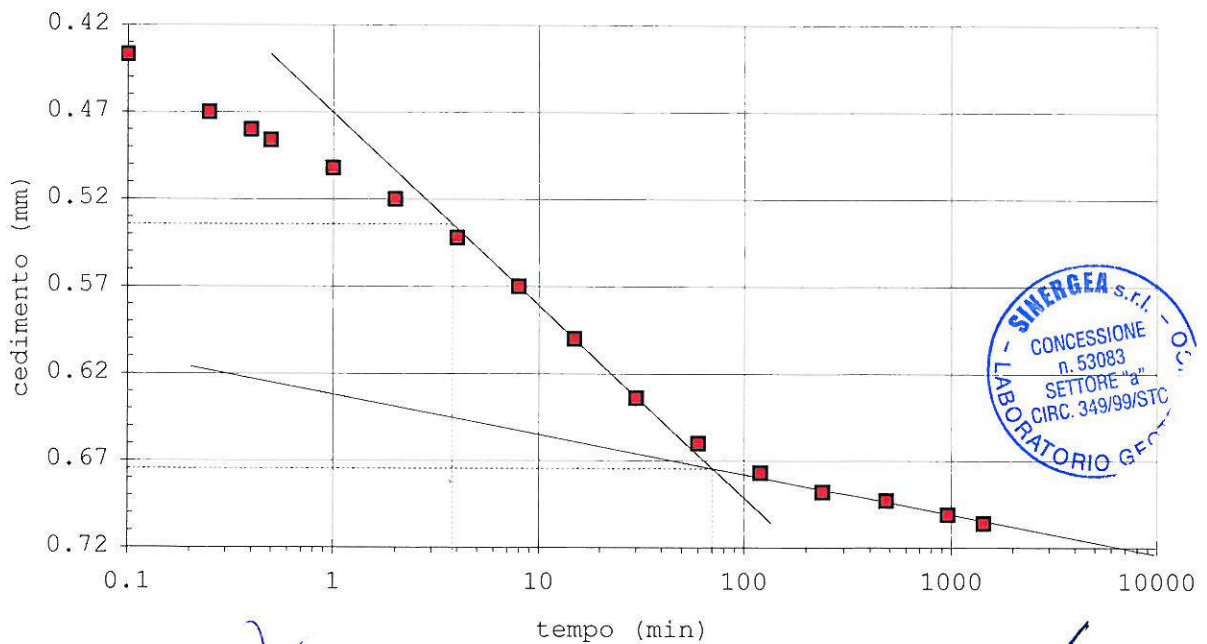
**INTERVALLO DI PRESSIONE n° 4 da 49 kPa a 98 kPa**

**VALORI MISURATI**

| Tempo (min) | Cedim. (mm) | Tempo (min) | Cedim. (mm) |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.1         | 0.437       | 960         | 0.701       |
| 0.25        | 0.470       | 1440        | 0.706       |
| 0.4         | 0.480       | 1920        | -           |
| 0.5         | 0.486       | 2880        | -           |
| 1           | 0.502       | 4320        | -           |
| 2           | 0.520       | -           | -           |
| 4           | 0.542       | -           | -           |
| 8           | 0.570       | -           | -           |
| 15          | 0.600       | -           | -           |
| 30          | 0.634       | -           | -           |
| 60          | 0.660       | -           | -           |
| 120         | 0.677       | -           | -           |
| 240         | 0.688       | -           | -           |
| 480         | 0.693       | -           | -           |

**VALORI CALCOLATI**

|           |                         |                  |
|-----------|-------------------------|------------------|
| $t_{100}$ | (min) =                 | 70.17            |
| $d_{100}$ | (mm) =                  | 0.67             |
| $t_{50}$  | (min) =                 | 3.79             |
| $d_{50}$  | (mm) =                  | 0.53             |
| $c_v$     | (m <sup>2</sup> /sec) = | <b>8.215E-08</b> |
| $C\alpha$ | (-) =                   | -                |
| $m_v$     | (m <sup>2</sup> /kN) =  | 3.832E-04        |
| $k_v$     | (m/sec) =               | 3.082E-10        |



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949





**CERTIFICATO n° :****CSP\_11/1327-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1327\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 3 **Profondità :** 5.50 - 6.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC    | Descrizione geotecnica del campione | 1        | ASTM D 2488-84           |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/01/2012



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA: 01909241208 – R.E.A. 398565

**CERTIFICATO n°**
**CSP\_11/1327-01**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

Pagina 2 di 3

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**
**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE :** CI 3      **PROFONDITA' :** 5.50 ± 6.10 m

 Data descrizione : 17/01/12      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): Q.5.da 12.16m      Dimensioni del campione : L = 55 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità |       | Descrizione   |
|------------|-------|---|
| da m       | a m   |   |
| 12.05      | 12.16 | Campione rimaneggiato.  |
| 12.16      | 12.27 | SL / S con L  |
| 12.27      | 12.36 | LA  |
| 12.36      | 12.48 | SL / S con L  |
| 12.48      | 12.60 | LA / LA debolmente S  |
|            |       | Campione di colore oliva (HUE 5Y 5/4) e oliva pallido (HUE 5y 6/4).<br>Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre e mica.<br>Da Media A Forte reazione a contatto con HCl al 5%. |

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso    **L** = Limo/Limoso    **S** = Sabbia/Sabbioso    **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaioso            **F** = Fine                    **M** = Medio                **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ⊥ = perpendicolare all'asse del campione                    = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE |                      | P.P.   | T.V.  | PROVE ESEGUITE          |
|---------------------|----------------------|--------|-------|-------------------------|
| Prof. Nominale (m)  | Profondità reale (m) | (MPa)  | (MPa) |                         |
| 12.00               |                      |        |       | CNW, MVT, LIM, GRT, PSG |
|                     | 12.05                |        |       |                         |
|                     | 12.16                | 0.16 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.27                | 0.13 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.27                | 0.18 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.36                | 0.17 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.36                | 0.16 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.48                | 0.14 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.48                | 0.22 ⊥ |       |                         |
|                     | 12.48                | 0.18 ⊥ |       |                         |
| 12.60               | 12.60                |        |       |                         |

DIRETTORE DI LABORATORIO

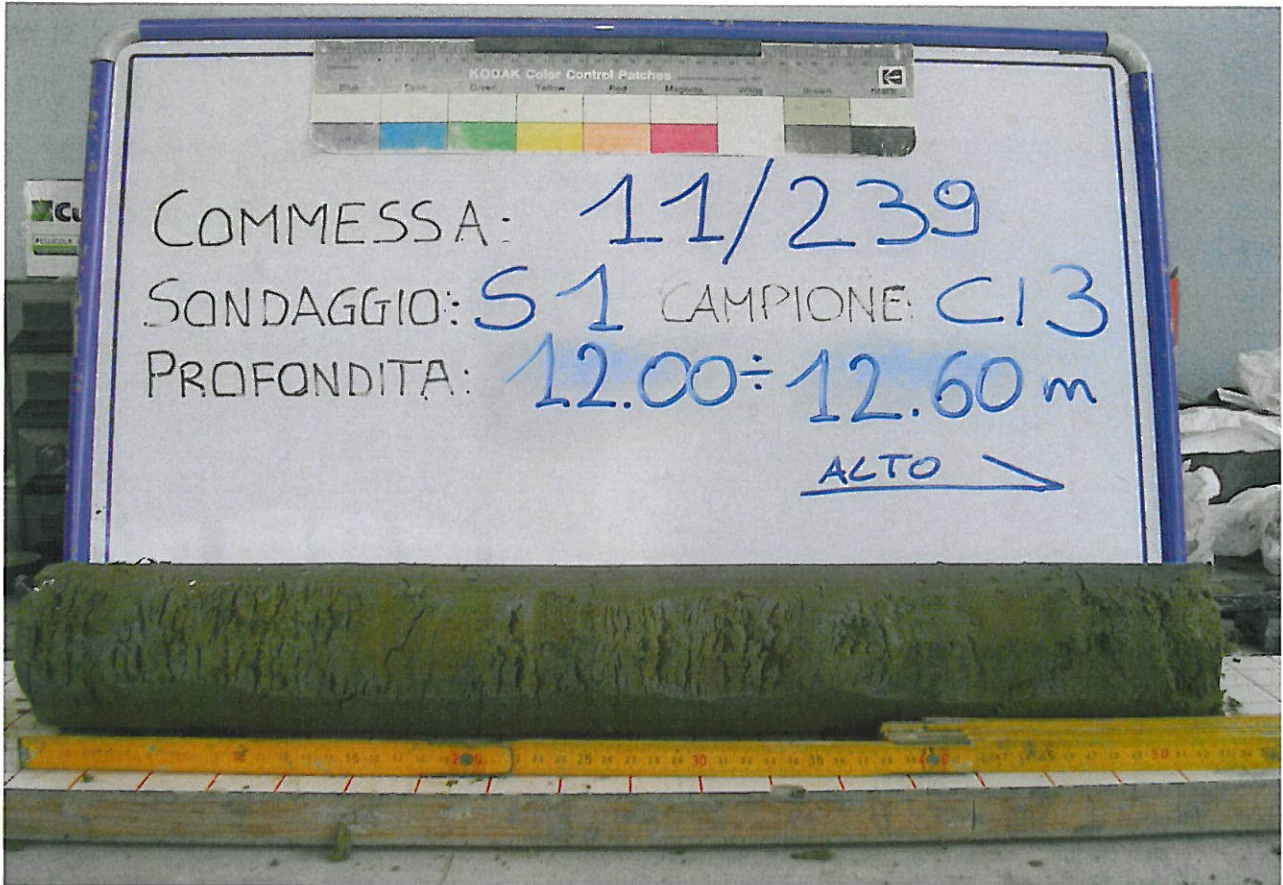
SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n°****CSP\_11/1327-01****DATA EMISSIONE****31/01/2012**

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE****SONDAGGIO n°:** 1**CAMPIONE:** CI 3**PROFONDITA':** 5.50 - 6.10 **m**

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1327-02****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1327\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 3 **Profondità :** 12.00 - 12.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA      | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA    | Analisi granulometrica | 1        | ASTM D 422               |

DATA INIZIO PROVA: 18/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 26/01/2012



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565



**CERTIFICATO n°**

**CSP 11/1327-02**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

**ASTM D 422**

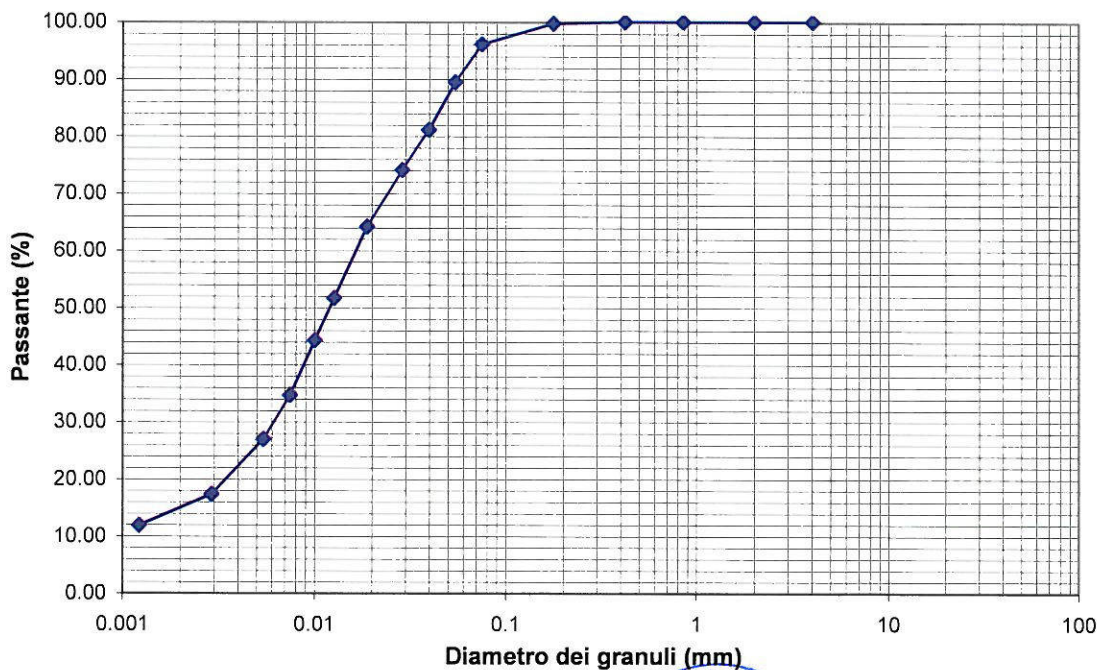
**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE:** Cl 3

**PROFONDITA':** 12.00 ÷ 12.60 m

| ANALISI PER VAGLIATURA |                 |                 |                   | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE                           |               |
|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|--|---------------|
| massa provino          |                 | 298.43 g        |                   | massa provino 46.80 g                                |               |
| profondità provino     |                 | 12.27 ÷ 12.36 m |                   | profondità provino 12.27 ÷ 12.36 m                   |               |
| <b>VAGLI</b>           | <b>APERTURA</b> | <b>PASSANTE</b> | <b>TRATTENUTO</b> | $G_s$  |               |
|                        | mm              | % in peso       | % in peso         | 2.780  | - determinato |
|                        |                 |                 |                   | <i>Riferimento: Certificato CSP 11/1327-04</i>       |               |
| 1 1/2 "                | 38.1            | -               | -                 | eseguita sul passante al vaglio 200                  |               |
| 1 "                    | 25.4            | -               | -                 | aerometro ASTM 151H                                  |               |
| 3/4 "                  | 19.05           | -               | -                 | <b>DIAMETRO EQUIVALENTE</b> % IN PESO PIU' FINE DI D |               |
| 3/8 "                  | 9.525           | -               | -                 | D (mm)   |               |
| 5                      | 4               | 100.00          | 0.00              | 0.05441  | 89.44         |
| 10                     | 2               | 100.00          | 0.00              | 0.03970  | 81.10         |
| 20                     | 0.85            | 100.00          | 0.00              | 0.02879  | 74.05         |
| 30                     | 0.59            | -               | -                 | 0.01882  | 64.11         |
| 40                     | 0.42            | 100.00          | 0.00              | 0.01263  | 51.61         |
| 50                     | 0.297           | -               | -                 | 0.01000  | 44.24         |
| 80                     | 0.177           | 99.72           | 0.28              | 0.00745  | 34.62         |
| 100                    | 0.149           | -               | -                 | 0.00542  | 26.93         |
| 140                    | 0.105           | -               | -                 | 0.00290  | 17.31         |
| 200                    | 0.075           | 96.06           | 3.66              | 0.00122  | 11.86         |

| ARGILLA | LIMO |       |        | SABBIA |       |        | GHIAIA |       |        | CIOTTOLI |
|---------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|----------|
|         | Fine | Medio | Gross. | Fine   | Media | Gross. | Fine   | Media | Gross. |          |



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1327-03****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1327\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 3 **Profondità :** 12.00 - 12.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                            | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM    | Determinazione del limite liquido e plastico | 1        | CNR-UNI 10014            |

DATA INIZIO PROVA: 23/01/12

DATA TERMINE PROVA: 24/01/12



|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565

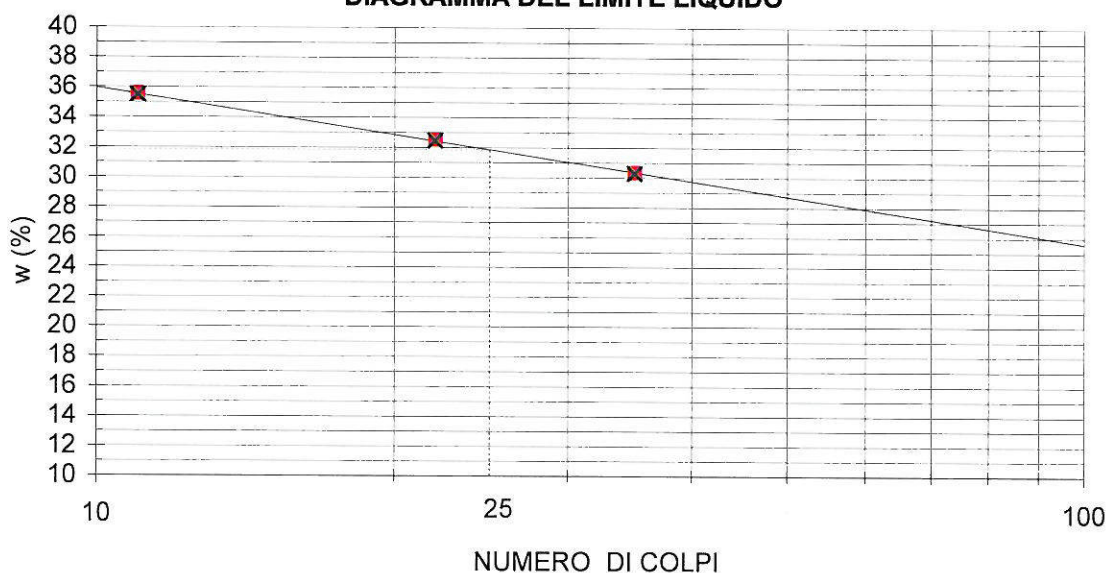


**CERTIFICATO n°**
**CSP 11/1327-03**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014**
**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE:** CI 3      **PROFONDITA':** 12.00 + 12.60 m

| Profondità provino                     | m  | 12.27-12.36 |         |         |   |
|--|----|-------------|---------|---------|---|
| Determinazione                         | n° | 1           | 2       | 3       | 4 |
| Massa tara                             | g  | 34.0018     | 44.7799 | 42.8950 | - |
| Numero colpi                           | -  | 11          | 22      | 35      | - |
| Massa provino umido + tara             | g  | 61.4017     | 72.0259 | 70.2153 | - |
| Massa provino secco + tara             | g  | 54.2227     | 65.3504 | 63.8621 | - |
| Contenuto in acqua                     | %  | 35.5        | 32.5    | 30.3    | - |
| <b>Limite Liquido <math>w_L</math></b> | %  | <b>32</b>   |         |         |   |

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**


| Determinazione                          | n° | 1         | 2       | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara                              | g  | 17.2385   | 17.3415 | - | - |
| Massa provino umido + tara              | g  | 19.1172   | 19.0768 | - | - |
| Massa provino secco + tara              | g  | 18.7924   | 18.7730 | - | - |
| Contenuto in acqua                      | %  | 20.9      | 21.2    | - | - |
| <b>Limite Plastico <math>w_P</math></b> | %  | <b>21</b> |         |   |   |

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b><math>I_P</math></b> | <b>11</b> |
|-------------------------|-----------|

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1327-04****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1327\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 3 **Profondità :** 12.00 - 12.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                           | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG    | Determinazione del peso specifico dei grani | 1        | CNR UNI 10013            |

DATA INIZIO PROVA: 24/01/12

DATA TERMINE PROVA: 26/01/12



|                            |   |  |
|----------------------------|---|--|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | IL DIRETTORE DEL LABORATORIO<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|--|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 – R.E.A. 398565



**CERTIFICATO n° :**
**CSP 11/1327-05**
**COMMESSA :** 11/239

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**11/1327\_CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO

**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA

**LOCALITA' :** FAENZA

**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :** 31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1      **Campione :** Cl 3      **Profondità :** 12.00 - 12.60 m

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO

**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA  | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--------------------|----------|--------------------------|
| CNW    | Contenuto in acqua | 1        | CNR-UNI 10008            |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 18/01/2012

| DETERMINAZIONE       | (n°) | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|------|-------------|---|---|---|---|
| Profondità           | (m)  | 12.27-12.36 |   |   |   |   |
| Tara                 | (n°) | 1           |   |   |   |   |
| massa tara (t)       | (g)  | 52.48       |   |   |   |   |
| Cu + t               | (g)  | 126.79      |   |   |   |   |
| Cs + t               | (g)  | 109.08      |   |   |   |   |
| <b>w</b>             | (%)  | <b>31.3</b> | - | - | - | - |
| Prova di riferimento |      |             |   |   |   |   |

Cu = massa provino umido  
 Cs = massa provino secco  
 w = contenuto in acqua



|                            |  |  |
|----------------------------|--|--|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | ESPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore del Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|--|--|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 – R.E.A. 398565



**CERTIFICATO n° :**

**CSP 11/1327-06**

**COMMESSA :** 11/239

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**

**11/1327\_CSP**

**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO

**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA

**LOCALITA' :** FAENZA

**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4

**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1      **Campione :** CI 3      **Profondità :** 12.00 - 12.60 m

**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO

**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                  | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------------------|----------|--------------------------|
| MVT    | Massa volumica con fustella tarata | 1        | p.i. - POP_003           |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/01/2012

| PROVA n°           | (-)     | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---------|-------------|---|---|---|---|
| Profondità         | (m)     | 12.27-12.36 |   |   |   |   |
| Fustella n°        | (-)     | -           |   |   |   |   |
| Massa fustella (t) | (g)     | 53.66       |   |   |   |   |
| V                  | (cm³)   | 40          | - | - | - | - |
| Cu + t             | (g)     | 129.33      |   |   |   |   |
| γ                  | (Mg/m³) | 1.892       | - | - | - | - |
| Riferimento        |         |             |   |   |   |   |

Cu = massa provino umido

V = Volume fustella

γ = massa volumica



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLI

Il Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_11/0906-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0906\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 3 **Profondità :** 12.00 - 12.60 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| CFV    | Caratteristiche fisico-volumetriche | 1        | Norme applicabili        |

|      |                 |   |   |
|------|-----------------|---|---|
| 0    | Prima emissione | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
| REV. | DESCRIZIONE     |   |   |







**CERTIFICATO n° :****CSP\_11/1328-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1328\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| DSC    | Descrizione geotecnica del campione | 1        | ASTM D 2488-84           |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/01/2012

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



|                       |                       |                       |            |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| <b>CERTIFICATO n°</b> | <b>CSP_11/1328-01</b> | <b>DATA EMISSIONE</b> | 31/01/2012 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|

**DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488**

**SONDAGGIO :** 1                      **CAMPIONE :** CI 4                      **PROFONDITA' :** 16.50 ÷ 17.10 m

Data descrizione : 17/01/12                      Forma del campione : cilindrica  
 Qualità del campione (AGI): Q.5.da 16.88m                      Dimensioni del campione : L = 41 cm; φ = 8,4 cm

| Profondità |       | Descrizione   |
|------------|-------|---|
| da m       | a m   |   |
| 16.69      | 16.88 | Campione rimaneggiato.  |
| 16.88      | 17.10 | L A di colore grigio (D1fG 5/N).<br>Presenza di veli e puntinature nerastre e brunastre e mica.<br>Intervallo sabbioso che si sviluppa lungo tutta la verticale del campione.<br>Media reazione a contatto con HCl al 5%. |

**LEGENDA :**    **A** = Argilla/Argilloso                      **L** = Limo/Limoso                      **S** = Sabbia/Sabbioso                      **T** = Torba/Torboso  
                   **G** = Ghiaia/Ghiaioso                                      **F** = Fine                                      **M** = Medio                                      **C** = Grossolano  
 Per i colori si fa riferimento a: "Munsell Soil Color Charts" (sigla tra parentesi)  
 ⊥ = perpendicolare all'asse del campione                      = parallelo all'asse del campione

| SCHEMA DEL CAMPIONE   |                         | P.P.<br>(MPa) | T.V.<br>(MPa) | PROVE ESEGUITE          |
|-----------------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Prof. Nominale<br>(m) | Profondità reale<br>(m) |               |               |                         |
| 16.50                 |                         |               |               |                         |
|                       | 16.69                   |               |               |                         |
|                       | 16.88                   | 0.09 ⊥        |               | CNW, MVT, LIM, GRT, PSG |
|                       |                         | 0.13 ⊥        |               |                         |
|                       |                         | 0.16 ⊥        |               |                         |
|                       |                         | 0.14 ⊥        |               |                         |
| 17.10                 | 17.10                   |               |               |                         |

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE



È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.



**CERTIFICATO n°****CSP\_11/1328-01**

DATA EMISSIONE

31/01/2012

Pagina 3 di 3

**RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE****SONDAGGIO n° :** 1**CAMPIONE:** CI 4**PROFONDITA':** 16.50 - 17.10 m

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA s.r.l.

DIRETTORE DI LABORATORIO



SPERIMENTATORE

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1328-02****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1328\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA      | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------|----------|--------------------------|
| GRA    | Analisi granulometrica | 1        | ASTM D 422               |

DATA INIZIO PROVA: 18/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 26/01/2012



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER



**CERTIFICATO n°**

**CSP 11/1328-02**

**DATA EMISSIONE**

**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**ANALISI GRANULOMETRICA**

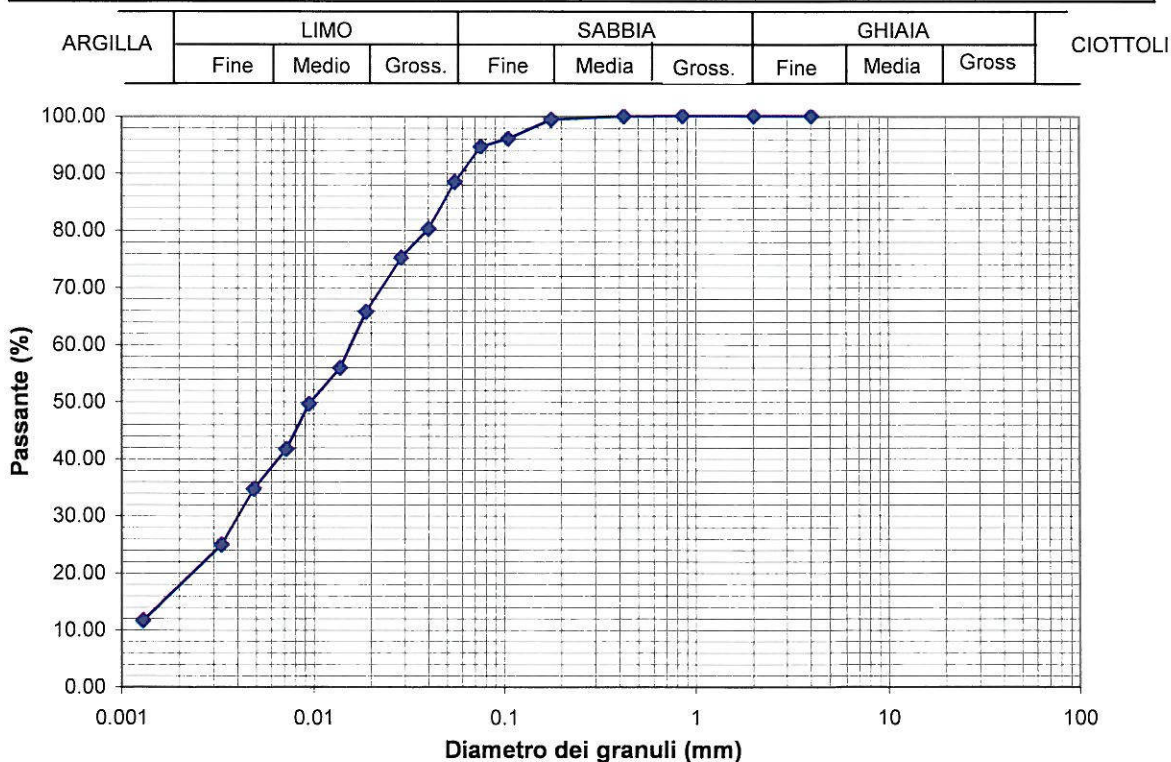
**ASTM D 422**

**SONDAGGIO :** 1

**CAMPIONE:** CI 4

**PROFONDITA':** 16.50 ÷ 17.10 m

| ANALISI PER VAGLIATURA |                 |                 |                   | ANALISI PER SEDIMENTAZIONE              |       |
|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|---|-------|
| massa provino          |                 | 313.66 g        |                   | massa provino 46.99 g                   |       |
| profondità provino     |                 | 17.00 ÷ 17.10 m |                   | profondità provino 17.00 ÷ 17.10 m      |       |
| <b>VAGLI</b>           | <b>APERTURA</b> | <b>PASSANTE</b> | <b>TRATTENUTO</b> | $G_s$ 2.758 - determinato               |       |
|                        | mm              | % in peso       | % in peso         | Riferimento: Certificato CSP 11/1328-04 |       |
| 1 1/2 "                | 38.1            | -               | -                 | eseguita sul passante al vaglio 200     |       |
| 1 "                    | 25.4            | -               | -                 | aerometro ASTM 151H                     |       |
| 3/4 "                  | 19.05           | -               | -                 | <b>DIAMETRO EQUIVALENTE</b>             |       |
| 3/8 "                  | 9.525           | -               | -                 | <b>D (mm)</b>                           |       |
| 5                      | 4               | 100.00          | 0.00              | 0.05468                                 | 88.46 |
| 10                     | 2               | 100.00          | 0.00              | 0.03990                                 | 80.25 |
| 20                     | 0.85            | 99.98           | 0.02              | 0.02874                                 | 75.19 |
| 30                     | 0.59            | -               | -                 | 0.01878                                 | 65.71 |
| 40                     | 0.42            | 99.95           | 0.04              | 0.01371                                 | 55.92 |
| 50                     | 0.297           | -               | -                 | 0.00943                                 | 49.60 |
| 80                     | 0.177           | 99.36           | 0.59              | 0.00716                                 | 41.70 |
| 100                    | 0.149           | -               | -                 | 0.00486                                 | 34.75 |
| 140                    | 0.105           | 96.01           | 3.34              | 0.00329                                 | 24.96 |
| 200                    | 0.075           | 94.63           | 1.39              | 0.00129                                 | 11.69 |



DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1328-03****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1328\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** CI 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                            | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--|----------|--------------------------|
| LIM    | Determinazione del limite liquido e plastico | 1        | CNR-UNI 10014            |

DATA INIZIO PROVA: 23/01/12

DATA TERMINE PROVA: 24/01/12



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA 01909241208 – R.E.A. 398565

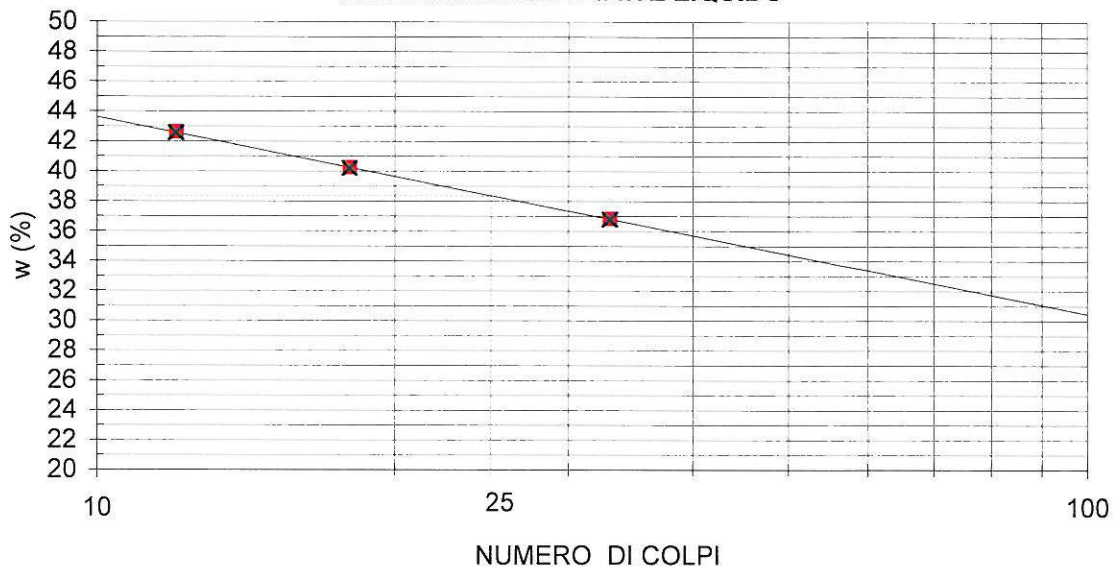


**CERTIFICATO n°**
**CSP 11/1328-03**
**DATA EMISSIONE**
**31/01/2012**

Pagina 2 di 2

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA - CNR-UNI 10014**
**SONDAGGIO :** 1      **CAMPIONE:** Cl 4      **PROFONDITA':** 16.50 ÷ 17.10 m

| Profondità provino                     | m  | 17.00-17.10 |         |         |   |
|--|----|-------------|---------|---------|---|
| Determinazione                         | n° | 1           | 2       | 3       | 4 |
| Massa tara                             | g  | 34.6731     | 54.1231 | 42.4912 | - |
| Numero colpi                           | -  | 12          | 18      | 33      | - |
| Massa provino umido + tara             | g  | 64.5505     | 85.8130 | 70.2307 | - |
| Massa provino secco + tara             | g  | 55.6278     | 76.7256 | 62.7686 | - |
| Contenuto in acqua                     | %  | 42.6        | 40.2    | 36.8    | - |
| <b>Limite Liquido <math>w_L</math></b> | %  | <b>38</b>   |         |         |   |

**DIAGRAMMA DEL LIMITE LIQUIDO**


| Determinazione                          | n° | 1         | 2       | 3 | 4 |
|---|----|-----------|---------|---|---|
| Massa tara                              | g  | 25.2842   | 22.2725 | - | - |
| Massa provino umido + tara              | g  | 27.143    | 24.1146 | - | - |
| Massa provino secco + tara              | g  | 26.8301   | 23.8076 | - | - |
| Contenuto in acqua                      | %  | 20.2      | 20.0    | - | - |
| <b>Limite Plastico <math>w_P</math></b> | %  | <b>20</b> |         |   |   |

**Indice di Plasticità ( $w_L - w_P$ )**

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b><math>I_P</math></b> | <b>18</b> |
|-------------------------|-----------|

DIRETTORE DI LABORATORIO



Sperimentatore

40057 Granarolo dell'Emilia, via Badini 6/6 Fraz. Quarto Inferiore - Tel. +39-051768869 - Fax +39-0516058949

**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1328-04****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1328\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                           | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|---|----------|--------------------------|
| PSG    | Determinazione del peso specifico dei grani | 1        | CNR UNI 10013            |

DATA INIZIO PROVA: 24/01/12

DATA TERMINE PROVA: 26/01/12



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIL DIRETTORE DEL LABORATORIO  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER





**CERTIFICATO n° :**
**CSP 11/1328-05**
**COMMESSA :** 11/239

**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :**
**11/1328\_CSP**
**RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO

**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA

**LOCALITA' :** FAENZA

**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4

**DATA DI ACCETTAZIONE :** 21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :** 31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1      **Campione :** Cl 4      **Profondità :** 16.50 - 17.10 m

**DATA PRELIEVO :** -

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO

**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen

**OSSERVAZIONI :** -

**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA  | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|--------------------|----------|--------------------------|
| CNW    | Contenuto in acqua | 1        | CNR-UNI 10008            |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 18/01/2012

| DETERMINAZIONE       | (n°) | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|------|-------------|---|---|---|---|
| Profondità           | (m)  | 17.00-17.10 |   |   |   |   |
| Tara                 | (n°) | 251         |   |   |   |   |
| massa tara (t)       | (g)  | 46.76       |   |   |   |   |
| Cu + t               | (g)  | 105.04      |   |   |   |   |
| Cs + t               | (g)  | 92.62       |   |   |   |   |
| <b>w</b>             | (%)  | <b>27.1</b> | - | - | - | - |
| Prova di riferimento |      |             |   |   |   |   |

 Cu = massa provino umido  
 Cs = massa provino secco  
 w = contenuto in acqua


|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLY | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
|----------------------------|---|---|

Cap. soc. € 43.350 i.v. – Reg. Imp. BO, C.F. e P. IVA : 01909241208 – R.E.A. 398565



**CERTIFICATO n° :****CSP 11/1328-06****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/1328\_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                  | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|------------------------------------|----------|--------------------------|
| MVT    | Massa volumica con fustella tarata | 1        | p.i. - POP_003           |

DATA INIZIO PROVA: 17/01/2012

DATA TERMINE PROVA: 17/01/2012

| PROVA n°           | (-)     | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---------|-------------|---|---|---|---|
| Profondità         | (m)     | 17.00-17.10 |   |   |   |   |
| Fustella n°        | (-)     | -           |   |   |   |   |
| Massa fustella (t) | (g)     | 52.44       |   |   |   |   |
| V                  | (cm³)   | 40          | - | - | - | - |
| Cu + t             | (g)     | 132.27      |   |   |   |   |
| γ                  | (Mg/m³) | 1.996       | - | - | - | - |
| Riferimento        |         |             |   |   |   |   |

Cu = massa provino umido

V = Volume fustella

γ = massa volumica



TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE  
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio  
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

**RAPPORTO DI PROVA n° :****RSP\_11/0907-01****COMMESSA :** 11/239**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0907\_SP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**CONSEGNATARIO :** Personale tecnico della ditta SOGEO**COMMITTENTE :** GRAN FRUTTA ZANI COOP. AGRICOLA**LOCALITA' :** FAENZA**CANTIERE :** VIA MONTE SANT' ANDREA, 4**DATA DI ACCETTAZIONE :**

21/12/11

**DATA DI EMISSIONE :**

31/01/12

**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :**

Fustella di acciaio

**Sondaggio :** 1 **Campione :** Cl 4 **Profondità :** 16.50 - 17.10 m**DATA PRELIEVO :**

-

**PRELIEVO EFFETTUATO :** da ditta SOGEO**DATI FORNITI da :** Dott. Geol. Albert Van Zutphen**OSSERVAZIONI :** -**IL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA HA PER OGGETTO LE SEGUENTI PROVE e/o DETERMINAZIONI :**

| CODICE | DESCRIZIONE PROVA                   | n° prove | NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|--------|-------------------------------------|----------|--------------------------|
| CFV    | Caratteristiche fisico-volumetriche | 1        | Norme applicabili        |

|      |                 |   |   |
|------|-----------------|---|---|
| 0    | Prima emissione | SPERIMENTATORE<br>Dott. Geol. Paolo COLLI | Il Direttore di Laboratorio<br>Dott. Geol. Dario GRUNDLER |
| REV. | DESCRIZIONE     |   |   |

RAPPORTO DI PROVA

RSP\_11/0907-01

DATA EMISSIONE

31/01/2012

Pag 2 di 2

**DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE FISICO - VOLUMETRICHE**

SONDAGGIO : 1      CAMPIONE: CI 4      PROFONDITA': 16.50 ÷ 17.10 m

PROFONDITA' PROVINO      da m      17.00      a m      17.10

|   |                |                      |         |
|---|----------------|----------------------|---------|
| Umidità naturale<br><i>CPR di riferimento: CSP 11/1328-05</i>         | w              | (%)                  | 27.08   |
| Massa volumica totale<br><i>CPR di riferimento: CSP 11/1328-06</i>    | $\gamma$       | (Mg/m <sup>3</sup> ) | 1.996   |
| Massa volumica secca  | $\gamma_d$     | (Mg/m <sup>3</sup> ) | 1.570   |
| Peso specifico dei grani<br><i>CPR di riferimento: CSP 11/1328-04</i> | $G_s$          | -                    | 2.758   |
| Massa volumica della parte solida                                     | $\gamma_s$     | (Mg/m <sup>3</sup> ) | 2.747   |
| Temperatura dell' acqua   | T              | °C                   | 29      |
| Massa volumica H <sub>2</sub> O alla temperatura T                    | $\gamma_w$     | Mg/m <sup>3</sup>    | 0.99597 |
| Indice dei vuoti  | e              | -                    | 0.75    |
| Porosità  | n              | (%)                  | 42.8    |
| Grado di saturazione  | S              | (%)                  | 99.31   |
| Massa volumica del terreno saturo                                     | $\gamma_{sat}$ | (Mg/m <sup>3</sup> ) | 2.005   |

È VIETATA LA RIPRODUZIONE PARZIALE DEL PRESENTE RAPPORTO DI PROVA SENZA L'AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA SINERGEA srl

Sperimentatore