

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

**APPROVAZIONE**  
**RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRATIVA**

RESPONSABILE  
SPECIALISTICO

RESPONSABILE  
COORDINAMENTO



*Guido Violani*



O3					
O2	APPRO.NE - INTEGRAZIONE	A. Van Zutphen	A. Van Zutphen	Guido Violani	07/06/12
O1	ADOZIONE - INTEGRAZIONE	A. Van Zutphen	A. Van Zutphen	Guido Violani	29/02/12
OO	ADOZIONE	A. Van Zutphen	A. Van Zutphen	Guido Violani	28/11/11
REV.	EMESSO PER	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

TIPOLOGIA	URBANISTICO	CODICE COMMESSA	.	TAVOLA
FASE	DEFINITIVO	CODICE ELABORATO	.	
STATO	CONOSCITIVO	SCALA	.	

RESPONS. PROGETTO	ING. GUIDO VIOLANI	COLLABOR. TECNICI	GEOM. MATTEO DONIGAGLIA
PROGETTISTI STUDIO	ARCH. RICCARDO CASAMASSIMA		GEOM. MATTEO NERI
	ARCH. MARIA CRISTINA VIOLANI		GEOM. TAMARA PALMA
	GEOM. GIOVANNI VIOLANI	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*

**INTEGRAZIONE**

---

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	
Integrazione	Giugno 2012	



## 1. PREMESSA

Al fine di dare puntuale risposta alle prescrizioni, da attuarsi nelle successive fasi attuative, del Settore Ambiente e Territorio della provincia di Ravenna in merito alle condizioni geomorfologiche, nel presente elaborato si riporterà il parere provinciale integralmente procedendo poi a scomporlo in punti omogenei al fine di fornire coerente ed adeguata risposta.

Inoltre per completezza e una migliore precisione nell'attenersi alle prescrizioni provinciali si è provveduto anche alla esecuzioni di indagini integrative che hanno pienamente confermato il modello geologico già riportato nella relazione geologica.

## 2. RISPOSTE ALLE PRESCRIZIONI PROVINCIALI

Prescrizione provinciale n. 1

- 1: *dovrà essere verificata la esistenza di **paleomorfologie sepolte (paleoalvei)**, di depositi di palude e/o disomogeneità litostratigrafiche tali da creare rischi sismici, geotecnici e/o idrogeologici mediante interazione con le strutture di fondazione e le strutture in elevazione, e di conseguenza dovranno essere scelte soluzioni tecniche fondazionali in grado di annullare tali rischi: ciò soprattutto data la presenza di un **paleodosso fluviale** e viste le risultanze delle prove penetrometriche eseguite (si veda nel seguito); le prove penetrometriche eseguite potrebbero non aver individuato tali paleoalvei; inoltre vi sono depositi pelitici possibilmente riconducibili ad ambienti di palude; la integrazione necessaria all'indagine geognostica, e di cui si parlerà, dovrà verificare perciò se vi siano litostratigrafie che, in tre dimensioni, possano riferirsi a passaggi di ambiente deposizionale (per esempio da argine fluviale a palude): in tal caso potranno esserci variazioni litostratigrafiche latero-verticali anche complesse, anche per ragioni legate alle bonifiche idrauliche e agli interventi sugli alvei fluviali degli ultimi secoli, e si potranno porre problemi progettuali anche gravi per contatto di litologie con caratteristiche molto diverse tra loro, tali, appunto, da creare rischi geotecnici, sismici e/o idrogeologici; le scarpate morfologiche esistenti, di origine naturale od antropica, dovranno essere separate dalle fondazioni da fasce di rispetto sufficienti ad escludere totalmente interazioni sismiche tra le scarpate e le fondazioni stesse; la presenza di depositi a caratteristiche molto diverse e pertanto a rischio sia sotto il profilo geotecnico che sotto quello sismico ed idrogeologico dovrà quindi essere presa in attentissima considerazione;*

### a) paleodossi

Come osservabile dalla carta geologica scaricata dal sito della Regione Emilia-Romagna e dalla carta geomorfologica allegata al quadro conoscitivo del PSC Faentino, l'area non è interessata da un paleodosso fluviale, ma si trova in area interfluviale (cartografia regionale) o aree allegate di interdosso (cartografia di PRG), quindi le due cartografie **non indicano la presenza di un paleodosso**. Tra l'altro il modello geologico ricostruito a seguito delle indagini geognostiche eseguite sull'area oggetto di interesse e su quelle contermini conferma tale assetto geomorfologico evidenziando la presenza di depositi interfluviali fino alla profondità di circa 8 metri dal piano di campagna.

Pertanto la cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna e geomorfologica riportata nel quadro conoscitivo del PSC Faentino e le indagini geognostiche eseguite risultano perfettamente coerenti.

### b) paleomorfologie sepolte (paleoalvei)

Come evidenziato dalle indagini geognostiche eseguite nella zona la presenza di paleoalvei sepolti si riscontra alla profondità compresa tra -8.0 m e -16.0 m, come confermato anche dalle indagini

integrative. In particolare le indagini eseguite sull'area di interesse e sulle aree contermini (un sondaggio e n. 13 prove penetrometriche) hanno chiaramente evidenziato, tra il suddetto intervallo di profondità, una maggiore persistenza di paleoalvei nel settore ovest della zona indagata, come già ampiamente esplicitato e chiarito nella relazione geologica.

c) inoltre vi sono depositi pelitici possibilmente riconducibili ad ambienti di palude;

Trattandosi di area interfluviale è ovvio che i depositi pelitici sono in genere riconducibili ad ambienti palustri essendo la conseguenza del ristagno delle acque nelle zone depresse a seguito dell'esondazione dei corsi d'acqua naturali. Ma questi caratteri deposizionali con aree fluviali divaganti e aree interfluviali dove ristagnano le acque provenienti dalle esondazioni dei corsi d'acqua naturali si ritrova su tutta la pianura alluvionale e non è una specificità della zona indagata.

Volendo approfondire e osservando l'assetto geomorfologico di un territorio finalizzato agli aspetti pianificatori ci si deve porre la domanda se tali depositi, ricadenti nel volume interessato dalle possibili future tipologie fondali, sono normalconsolidati, cioè sono molto recenti e non ancora geotecnicamente stabili, potendo subire ancora significativi assestamenti, o hanno già raggiunto una certa stabilità geotecnica.

Nel caso in esame dall'osservazione dei grafici delle prove eseguite si nota chiaramente che i valori penetrometrici risultano nei primi 8 m di profondità, volume significativo di interesse per le previste fondazioni delle ipotetiche strutture annunciate dalla presente variante al PRG, attorno a circa  $1\div 1.2$  MPa risultando stabili e coerenti lungo il profilo, quindi abbondantemente sopra alla curva di normalconsolidazione (vedi linea azzurra nei grafici) ed inoltre non risultano fenomeni di eccessiva sovraconsolidazione per essiccamento del terreno per evapotraspirazione.

Conseguentemente come già riportato al punto a) e specificato nella relazione geologica, all'interno del volume significativo delle possibili future opere oggetto di pianificazione sull'area di interesse, i depositi presentano un assetto geomorfologico e geotecnico omogeneo **non essendo presenti**, come riportato nel parere provinciale, "*complesse variazioni litostratigrafiche latero-verticali, anche per ragioni legate alle bonifiche idrauliche e agli interventi sugli alvei fluviali degli ultimi secoli*". Rispetto a quest'ultimo aspetto si osserva anche che l'area ricade all'interno del sistema della centurazione romana, come chiaramente osservabile dall'attuale cartografia. Pertanto per circa duemila anni l'assetto antropico, idrografico e geomorfologico dell'area di interesse è risultato essere stabile, non configurandosi complesse variazioni litostratigrafiche latero-verticali. Anzi considerando un tasso deposizionale naturale di circa  $3\div 4$  mm/anno, valore medio ragionevole per gli ambienti geomorfologici corrispondenti a quello dell'area in esame (valori di letteratura compresi tra 1 mm/anno e 6 mm/anno per la pianura romagnola), risulta uno spessore di sedimenti deposto in circa 2000 anni pari a circa  $6\div 8$  metri che corrisponde all'intervallo litostratigrafico omogeneo compreso tra il piano campagna e circa -8.0 m, come emerso dalle indagini geognostiche eseguite sulla zona, a conferma della stabilità geomorfologica dell'area a partire dal periodo romano.

d) interazione con le strutture di fondazione e le strutture in elevazione

Nel caso specifico si deve ricordare come si valuta il volume significativo da considerare per la valutazione dell'interazione tra sottosuolo, fondazioni e strutture in elevazione.

Per l'area in esame gli attuali indirizzi di pianificazione previsti dall'azienda consistono principalmente nella realizzazione di capannoni ad uso celle frigorifere.

Normalmente tali edifici sono strutture isostatiche con fondazioni a plinti, che nel caso in esame possono avere dimensioni in larghezza stimabile in circa  $3.0\div 4.0$  m.

In base alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'AGI (Associazione Geotecnica Italiana) il volume significativo per fondazioni a plinti corrisponde circa ad una profondità pari a  $1\div 2$  volte la larghezza del plinto. Pertanto nel caso in esame è possibile considerare un volume significativo corrispondente allo spessore di terreno fino alla profondità di circa -8.0 m dal piano di campagna.

Come già ampiamente dimostrato nei punti precedenti e nella relazione geologica, la litostratigrafica e le caratteristiche geotecniche di tale volume di terreno nella zona interessata dalla future opere previste dalla pianificazione risulta nel suo complesso omogenea **non ravvisando** quanto riportato dal parere della provincia di Ravenna in riferimento a possibili “..gravi problemi progettuali anche gravi per contatto di litologie con caratteristiche molto diverse tra loro, tali, appunto, da creare rischi geotecnici, sismici e/o idrogeologici;”.

Prescrizione provinciale n. 2

- 2: si richiede la verifica del rischio idraulico dell'area e di un suo adeguato intorno (rischi di allagamento e alluvionamento, difficoltà di scolo, ecc.);

Questo argomento è già stato ampiamente trattato nella relazione geologica.

Infatti come riportato in tale documento l'area non risulta essere stata allagata nell'evento del 1996 corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni, situazione confermata dalla verifica della documentazione presso gli enti preposti. Inoltre per porre in assoluta sicurezza idraulica l'area si è provveduto anche ad eseguire un'analisi dei possibili tiranti idrici che potenzialmente possono coinvolgere l'area oggetto di variante, a prescindere dalla pericolosità idraulica, cioè immaginando che l'area sia in ogni caso soggetta ad un qualche allagamento, anche se con bassissima probabilità. Nella relazione geologica si riportano le prescrizioni relative a tale aspetto, indicando l'opportunità di sopraelevare il piano di calpestio di circa 40 cm rispetto all'attuale piano di campagna.

Prescrizione provinciale n. 3

- 3: nella Normativa Tecnica di Attuazione dello Strumento di Attuazione andrà inserito l'obbligo di presentare, per ogni edificio in progetto, specifica relazione geologica e geotecnica (comprensiva delle problematiche sismiche) in sede di progettazione esecutiva;

In questo caso si tratta di un obbligo che dovrà essere inserito dal Comune di Faenza in qualità di progettista della variante di PRG.

Prescrizione provinciale n. 4

- 4: va completata una indagine geognostica dell'area e di un suo adeguato intorno, in sede delle successive fasi attuative, e preliminarmente alle opere di urbanizzazione nonché preliminarmente alla progettazione esecutiva di ogni edificio; la profondità delle prove (es. prove penetrometriche) dal piano di campagna deve essere la massima possibile secondo legge ed in base alle strutture di fondazione ed in elevazione che si prevedono preliminarmente (anche ai fini della caratterizzazione sismica) oppure a profondità maggiori qualora richiesto dalle situazioni stratigrafiche o dalle esigenze progettuali; in particolare si richiede l'esecuzione di altre prove in situ spinte almeno a -20 m di profondità dal piano di campagna; l'indagine deve coprire tutta l'area interessata da urbanizzazione ed edificazione in modo sufficientemente fitto ed omogeneo; va coperta adeguatamente anche l'area non interessata dagli edifici previsti: il completamento dell'indagine deve permettere anche una valutazione della litostratigrafia e dei parametri geotecnici e geomeccanici dei vari strati (o lenti) nella loro variazione orizzontale-verticale, cioè tridimensionale, in tutta l'area (a tale scopo sono richieste le rappresentazioni planimetriche e di sezioni verticali litostratigrafiche, lungo varie direzioni spaziali ossia azimut); andranno eseguiti anche campionamenti in numero, ubicazione e profondità adeguate a ricostruire tali variazioni; dato che si sono già individuate variazioni litostratigrafiche latero-verticali, si dovrà verificare, con le nuove prove, se litostratigrafia, parametri geotecnici e parametri geomeccanici possano individuare "zone" geotecniche e permettere la costruzione di una carta di zonizzazione geotecnica: questa dovrà rispecchiare tali disomogeneità ed imporre scelte progettuali conseguenti delle strutture di fondazione e di quelle in elevazione (per es. carichi ammissibili differenziati per le varie zone ed edifici le cui fondazioni non attraversino i "confini" tra le zone stesse); quanto precede e quanto segue è giustificato dal fatto che le prove penetrometriche statiche eseguite indicano già una intercalazione di sedimenti granulari e coesivi, come risulta da quanto riportato negli elaborati relativi alle prove penetrometriche eseguite; tale

*compresenza è particolarmente preoccupante per il contrasto litostratigrafico e di parametri geotecnici e geomeccanici; delle nuove, future prove geognostiche da eseguire si richiedono tutti i diagrammi e le tabelle dei parametri geotecnici e delle interpretazioni litostratigrafiche; gli eventuali "confini" tra le "zone" geotecniche potranno subire variazioni in funzione dei risultati del complesso dell'indagine geognostica da eseguire; le "zone" dovranno essere sufficientemente omogenee dal punto di vista dei parametri geotecnici e geomeccanici in tre dimensioni, cioè sia in orizzontale che in verticale, in modo da poter comportarsi meccanicamente e sismicamente in modo piuttosto uniforme: in tal modo la progettazione esecutiva di fondazioni e di strutture in alzato potrà essere adeguata ad ogni zona e potrà tenere conto dell'esistenza dei "limiti" (o "confini") tra le "zone" (ciò può comportare, per esempio, la scelta di non ubicare edifici la cui pianta attraversi tali limiti, il che creerebbe necessità di fondazioni differenti nello stesso edificio, oppure la necessità di ovviare a cedimenti assoluti e/o differenziali eccessivi, o altro); in caso di forti variazioni litostratigrafiche e/o di presenza di paleoalvei sepolti andranno prese le misure adeguate per evitare problemi geotecnici, altrimenti si farà la scelta di non eseguire l'intervento; le "zone" geotecniche di cui sopra andranno riferite alla quota del piano di fondazione; sulla base dei parametri litostratigrafici, geotecnici e geomeccanici vanno fatti calcoli dei carichi ammissibili; da questi si ipotizzeranno almeno alcune tipologie di fondazioni adeguate alla situazione, tenendo conto di tutti i carichi possibili e con le condizioni più sfavorevoli (presenza di carichi dinamici, accidentali, da sisma, da neve, da vento, ecc.)(condizioni non considerate nelle indagini eseguite); tali problematiche vanno valutate attentissimamente, tenendo conto anche degli effetti della falda freatica e delle sue oscillazioni, nonché delle azioni sismiche inerenti carichi e cedimenti; andranno inoltre fatte varie ipotesi fondazionali; in ogni caso si dovranno limitare al minimo i carichi ed i cedimenti assoluti e differenziali; andranno indicati i provvedimenti tecnici adeguati a far fronte a tutte le problematiche che verranno eventualmente in evidenza; si richiedono i calcoli dei cedimenti assoluti e differenziali nelle varie ipotesi fondazionali prese in considerazione: se tali cedimenti risultassero elevati si dovranno indicare i provvedimenti tecnici adeguati a farvi fronte (per esempio scelta di altra tipologia di fondazione, ecc.); si dovrà altresì tener conto dei cicli di rigonfiamento-essiccamento dei terreni coesivi situati in vicinanza del piano di campagna in occasione delle oscillazioni stagionali della falda e delle piogge; si ricordi quanto riportato al precedente punto 1 in merito ai rischi geotecnici inducibili da forti contrasti litologici; in caso di cedimenti eccessivi o di altri gravi inconvenienti geotecnici, sismici o di altra natura dovrà essere presa in esame l'ipotesi di non eseguire l'intervento;*

Molte delle prescrizioni riportate al punto 4, attengono alle valutazioni preliminari alla progettazione degli edifici, note le caratteristiche dettagliate delle opere e delle azioni, come prescritto dalle NTC 2008. Infatti tale aspetto è stato ampiamente affrontato nella relazione geologica dove sono state eseguite considerazioni geotecniche sulla base di ipotetiche fondazioni riferite alle opere indicate negli indirizzi di pianificazione dell'area in esame.

Come già specificato nella relazione geologica ulteriori e dettagliate analisi geotecniche sull'interazione terreno-struttura, in base alle NTC2008, possono essere eseguite solo in base alle peculiarità della tipologia strutturale delle opere previste e sulla valutazioni sulle azioni agenti, cosa non ancora conosciuta a questo livello pianificatorio. Infatti si specifica che le NTC2008 non ragionano più in termini di carichi ammissibili, come riportato nel parere provinciale, ma in termini di azioni e resistenze di progetto, quindi non in modo ipotetico ed asettico secondo il vecchio metodo deterministico, ma prevedono valutazioni probabilistiche che comprendono l'intero sistema terreno-struttura di progetto.

Comunque come già ampiamente specificato in risposta al prescrizione n. 1 della provincia, per completezza e per coerenza con le prescrizioni della provincia sono state eseguite ulteriori indagini geognostiche, anche al di fuori della posizione delle previste sagome degli edifici, che hanno confermato il modello geologico e geotecnico emerso durante la stesura della relazione geologica, evidenziando una sostanziale omogeneità litostratigrafica e geotecnica dell'intera area oggetto di variante in riferimento al volume significativo di terreno interessato dalle previste opere che in base

alle previsioni pianificatorie dovranno sorgere sul sito in esame. Omogeneità già ampiamente descritta nella relazione geologica.

Prescrizione provinciale n. 5

- *5: andrà prodotta la eventuale carta di zonizzazione geotecnica aggiornata e a grande scala (es. 1:5.000) dell'area e di un suo adeguato intorno; per tutte le zone eventualmente individuate sulla base delle risultanze dell'indagine di cui al punto precedente vanno studiati i parametri geotecnici e geomeccanici dei terreni di fondazione, in base ai quali andranno eseguite le progettazioni esecutive di urbanizzazioni, fondazioni e strutture in elevazione (le "zone" dovranno essere sufficientemente omogenee dal punto di vista dei parametri geotecnici e geomeccanici in tre dimensioni, cioè sia in orizzontale che in verticale, in modo da poter comportarsi meccanicamente e sismicamente in modo piuttosto uniforme): in tal modo la progettazione esecutiva di fondazioni e di strutture in alzata potrà essere adeguata ad ogni zona e potrà tenere conto dell'esistenza dei limiti (o "confini") tra le "zone" (ciò può comportare, per esempio, la scelta di non ubicare edifici la cui pianta attraversi tali limiti, il che creerebbe necessità di fondazioni differenti nello stesso edificio, oppure la necessità di ovviare a cedimenti assoluti e/o differenziali eccessivi, o altro); in caso di forti variazioni litostratigrafiche e/o di presenza di paleoalvei sepolti andranno prese le misure adeguate per evitare problemi geotecnici, altrimenti si farà la scelta, come già detto, di non eseguire l'intervento;*

Per queste prescrizioni si rimanda ai punti precedenti ed alla relazione geologica dove si evidenzia che in base alle dimensioni dell'area e alla sua omogeneità geotecnica in riferimento al volume significativo di interesse per le previste opere oggetto di variante al PRG, non risulta necessario eseguire una specifica cartografia in quanto esiste una sola zona geotecnica e sismica. Cioè, si ripete quanto già specificato nella relazione geologica, l'area risulta geologicamente, litostratigraficamente, geomorfologicamente, geotecnicamente e sismicamente omogenea in riferimento alle opere previste e indicate nelle intenzioni di pianificazione.

Prescrizione provinciale n. 6

- *6: gli sterri e i riporti vanno ridotti al minimo compatibile con le problematiche dell'area;*

Di tale prescrizione si terrà opportunamente conto in fase di progettazione definitiva delle opere.

Prescrizione provinciale n. 7

- *7: per quanto riguarda l'indagine sismica eseguita, il valore di Vs30 e la categoria dei terreni di fondazione (indicata come C), si precisa che tali parametri vanno riferiti non al piano di campagna attuale ma alla quota del presumibile piano fondale, una volta individuato questo mediante tutte le integrazioni alla indagine geognostica: se sarà necessario, andrà conseguentemente ripetuta l'indagine sismica; i dati ricavati sono da confrontare ed integrare con tutti i dati geologici e geotecnici; si ricordi quanto riportato al precedente punto 1 in merito ai rischi sismici inducibili da forti contrasti litologici; da tali indagini andranno tratte attentissimamente tutte le indicazioni tecniche del caso, unitamente alle informazioni di altra origine ricordate in quanto precede ed in quanto segue; anche tutti i parametri testé ricordati andranno riferiti alla quota presumibile di fondazione, e dovranno tener conto però anche delle caratteristiche sismiche di tutti i terreni sovrastanti tale quota;*

Ovviamente la Vs30 sarà calcolata una volta nota la profondità di attestazione delle fondazioni in base al progetto definitivo ed esecutivo.

Per completezza si specifica comunque che non sarà necessario eseguire una nuova indagine di Vs30 in quanto i dati riportati nella relazione geologica permettono già fin da ora di valutare la categoria del suolo considerando diverse profondità di attestazione delle fondazioni.

Si precisa poi che i valori limite di classe delle varie categorie del suolo riportate nelle NTC2008, parametro necessario per calcolare l'azione sismica al suolo in modo semplificato, per la zona di

pianura del comune di Faenza, noti i caratteri litostratigrafici complessivi, risulta generalmente sempre C.

Comunque volendo attenersi proprio a quanto indicazioni delle NTC2008 la valutazione sull'azione sismica al suolo dovrebbero essere eseguite con apposita modellazione sismica a partire dai possibili accelerogrammi e adeguata conoscenza del sottosuolo in termini di risposta sismica per la zona in esame (*Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III)*). Solo qualora non siano disponibili tali dati sarà possibile eseguire le valutazioni con il metodo semplificato ricavando la categoria del suolo noti i parametri geotecnici,  $\sigma_{v0}$  o SPT, ovvero attraverso la  $V_s$  calcolata fino a 30 metri di profondità.

Nel caso in esame nella relazione geologica è stato elaborato il modello sismico dell'area con il codice di calcolo EERA, utilizzando gli accelerogrammi forniti dalla Regione Emilia-Romagna e facendo riferimento alle indagini geognostiche e geofisiche eseguite, che ha permesso di definire l'azione sismica al suolo proprio come richiesto nello specifico dalle NTC 2008.

Prescrizione provinciale n. 8

- *8: in specifico andranno eseguite indagini e valutazioni approfondite e di dettaglio sulle problematiche sismiche relative alle opere in progetto e alle opere fondazionali ed in elevato già esistenti in un adeguato intorno degli edifici previsti;*

Questo aspetto sarà affrontato in modo adeguato nella fase di progettazione definitiva ed esecutiva. Infatti le problematiche sismiche potranno essere affrontate solo una volta note le specifiche peculiarità strutturali dei futuri fabbricati, dettagli che potranno essere chiariti solo in fase di progettazione definitiva.

Prescrizione provinciale n. 9

- *9: le indagini geologiche e geognostiche di dettaglio di cui sopra dovranno servire anche ad individuare le caratteristiche degli strati o livelli sabbiosi saturi presenti, per i quali dovrà essere valutato il potenziale di liquefazione sismica con l'applicazione di una accelerazione  $a_{max}$  adeguata e con la scelta di Magnitudo (M) adeguate a quanto noto dalla storia sismica dell'area in esame e di suoli di fondazione adeguati; andranno valutati tutti gli strati granulari saturi (anche delle prove geognostiche da eseguire), indipendentemente da potenza e da profondità dal piano di campagna, perchè ciò richiede il principio di precauzione; la situazione va valutata con il massimo della cautela, e andranno eseguite opportune considerazioni sul rischio di liquefazione: solo in caso di esclusione assoluta del rischio di liquefazione sismica sarà accettabile l'esecuzione degli interventi;*

Su tutte le indagini eseguite sono state eseguite valutazioni, in base all'accelerazione attesa al suolo per gli SLU e con adeguata magnitudo ricavata dall'elaborazione dei parametri forniti dalla DAL 112/2006 sia della liquefazione che dei cedimenti post sisma dei terreni granulari e fini.

Come già ampiamente descritto e specificato nella relazione geologica, a cui si rimanda per i dettagli, il sottosuolo dell'area di interesse presenta un basso indice del potenziale di liquefazione, cioè non risultano liquefacibili, ed i cedimenti post-sismici risultano compatibili nei termini imposti dagli SLU.

In definitiva, considerando anche tutti gli altri elementi (litostratigrafia che presenta terreni argillosi fino ad almeno -8.0 m dal piano di campagna, presenza di strati non potenti di sabbia racchiusi da strati impermeabili, vulnerabilità delle potenziali opere previste dalla pianificazione, probabile valore degli elementi a rischio) si può affermare che il rischio di liquefazione per l'area in esame risulta praticamente nullo. Cioè risulta improbabile che ci sia danno per le opere nei termini dello SLU, come richiesto dalle NTC2008.

Valutazioni di rischio più precise potranno essere eseguite note le peculiarità delle future strutture, dati che potranno emergere solo in fase di progettazione definitiva ed esecutiva.

Prescrizione provinciale n. 10

- *10: le opere fondazionali vanno comunque attestate su substrato intatto, in posto, inalterato, integro, omogeneo e stabile sismicamente; in particolare si dovrà evitare di realizzare fondazioni su o in materiali di riporto oppure su o entro terreni rimaneggiati;*

Prescrizione ovvia, in fase di progettazione definitiva ed esecutiva si provvederà a scegliere in modo opportuno la profondità del piano di posa delle fondazioni che saranno attestate su terreno sicuro ed adeguato alla tipologia strutturale ed al carico trasmesso.

Prescrizione provinciale n. 11

- *11: si richiede uno studio di ubicazione, dimensioni, forma, profondità e distanze dagli edifici delle eventuali vasche di laminazione per l'invarianza idraulica in modo da evitare interferenze sismiche con fondazioni e strutture in alzato; anche i pozzetti delle varie reti infrastrutturali di urbanizzazione possono avere tali effetti sismici; l'Autorità di Bacino del Reno ed il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale hanno dettato norme relative, appunto, all'invarianza idraulica, per compensare la diminuzione dei tempi di corrivazione delle acque dovuta all'aumento del territorio impermeabilizzato dalle urbanizzazioni;*

Di questa prescrizione se ne terrà conto in fase di progettazione definitiva ed esecutiva.

Prescrizione provinciale n. 12

- *12: si richiedono le adeguate analisi dei materiali per la realizzazione di strade, piazzali e parcheggi: le Norme CNR-UNI e le Raccomandazioni dell'AGI (Associazione Geotecnica Italiana) danno metodi validi per valutare l'idoneità tecnica di varie terre come sottofondi di tali strutture e per la progettazione delle stesse a regola d'arte, nelle loro varie parti;*

Tale prescrizione è ovviamente rimandata alla fase di progettazione definitiva ed esecutiva, note le prestazioni richieste alle opere che si prevede di realizzare.

Prescrizione provinciale n. 13

- *13: si dovranno attentissimamente eseguire opere di messa in sicurezza idraulica: scolmatori superficiali, fognature ecc.; andranno valutati possibili alluvionamenti o esondazioni delle acque, ed eventualmente andranno presi i provvedimenti relativi adeguati;*

Di tali prescrizioni se ne terrà opportunamente conto durante la progettazione definitiva ed esecutiva.

Prescrizione provinciale n. 14

- *14: dovrà essere valutato il rischio sismico derivante dalla presenza di morfologie particolari e di scarpate, comprese scarpate e profondità dei corsi d'acqua esistenti in zona e scarpate di neoformazione da sterri e riporti; ciò al fine di individuare adeguate fasce di rispetto (come da normativa vigente) tra tali morfologie e le opere di fondazione per evitare pericolosi fenomeni di amplificazione sismica o altro;*

Si consideri che ci troviamo in zona di pianura dove le morfologie sono molto dolci e caratterizzate da pendenze dell'ordine di 0.1÷0.4% e dove eventuali variazioni morfologiche si riducono a pochi metri di dislivello, ininfluenti da un punto di vista dell'amplificazione sismica (vedi indicazioni per l'amplificazione sismica riportate nelle NTC2008) Essendo questo un documento strettamente tecnico si evita di entrare in merito a considerazione teoriche sulle forme morfologiche che portano a considerare la possibilità di avere amplificazioni sismiche (ad esempio al riguardo è possibile consultare "Risposta sismica locale" G. Lanzo, F. Silvestri ed. Hevelius edizioni – 1999).

Tali aspetti relativi alle possibili amplificazione sismiche dovute alla morfologia sepolta vanno specificatamente affrontati negli ambienti collinari e montani. Pertanto per l'area in esame non vi è la possibilità di amplificazione sismica a causa della morfologia sepolta.

Prescrizione provinciale n. 15

- 15: si richiede la verifica delle necessità di regimazione idraulica dell'area e di un suo adeguato intorno, e di conseguenza andranno realizzate adeguate opere di regimazione delle acque superficiali eseguite a regola d'arte anche sull'area di intervento; a tal proposito si richiama quanto riportato al precedente punto 2.

Per la messa in sicurezza idraulica dell'area di interesse si rimanda a quanto già indicato al punto 2. Si consideri poi che al fine di evitare aggravio idraulico dovuta alla diminuzione dei tempi di corrivazione per aumento della superficie impermeabile saranno eseguite opere di invarianza idraulica, cioè finalizzate a mantenere l'attuale comportamento idraulico del sito oggetto di variante.

La scheda normativa di PRG già richiede che sia verificata la funzionalità del sistema di regimazione delle acque all'interno dell'area perimetrata ed evitata l'immissione di acque meteoriche sul suolo esterno a tale area, fatto salvo il dovuto dispositivo di laminazione.

Tali opere saranno adeguatamente valutate nella fase di progettazione definitiva, una volta note le superfici da impermeabilizzare delle aree oggetto di intervento.

Si allegano le prove integrative realizzate sull'area di interesse.

---

Giugno 2012



# Allegati



© 2012 Tele Atlas  
Image © 2012 DigitalGlobe

Google earth

metri



Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Granfrutta Zani  
29/05/2012

Falda **1.60 m**  
Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
29-feb-2012  
29-feb-2012

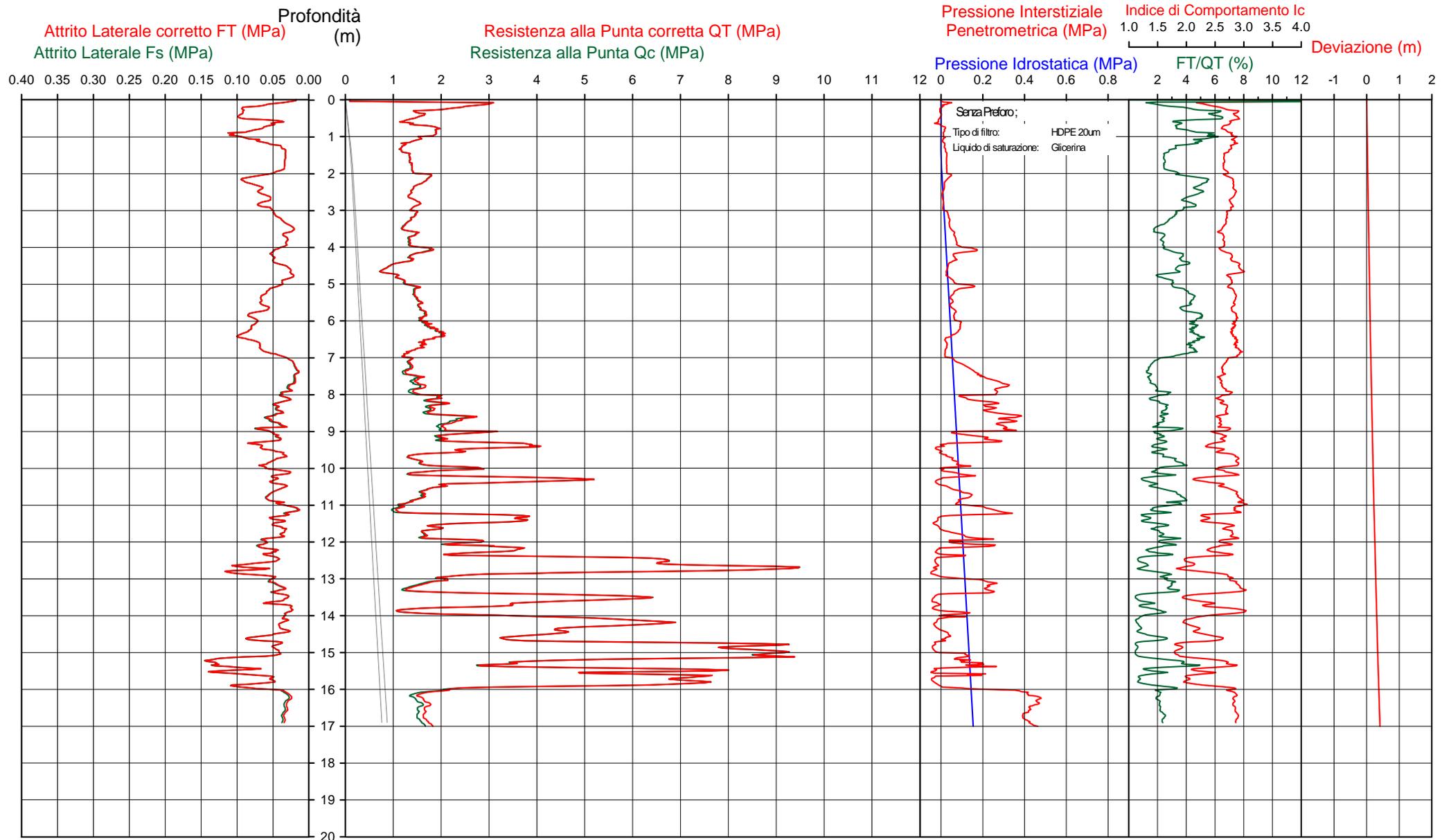


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 7





CPTU

7

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29/05/2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
1.60

Vs17
187

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 dalN/cmq	OCR σ <sub>20</sub> Robertson	Modulo Edometrico Benassi dalN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
15.9	27.0	0.31	10.0	3.06	argilla-argilla limosa	0.10			Plastica			0.92	318.54	80.5	178
26.8	45.6	0.69	2.6	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	0.20			Mediamente Addensata	41.1	50.7			137.3	193
16.8	28.5	0.94	5.8	2.82	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.95		94.8	183
						0.50									
13.5	22.9	0.52	3.9	2.78	limo argilloso-argilla limosa	0.70			Plastica			0.82		78.0	160
17.8	30.3	0.84	4.8	2.75	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.99		102.2	191
						1.10									
13.2	22.4	0.39	3.0	2.71	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.81		77.3	158
						2.00									
17.5	29.7	0.81	4.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa	2.20			Plastica			0.98		100.2	189
14.3	24.2	0.67	4.9	2.83	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.85		81.6	166
						2.70									
15.1	25.7	0.65	4.5	2.78	limo argilloso-argilla limosa	2.90			Plastica			0.89		86.9	172
13.7	23.1	0.35	2.7	2.67	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.83		71.2	162
						4.00									
16.7	26.5	0.48	3.1	2.66	limo argilloso-argilla limosa	4.20			Plastica			0.95		100.1	183
12.5	19.9	0.46	4.0	2.84	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.77		72.2	151
						4.50									
8.1	13.2	0.27	3.6	2.95	limo argilloso-argilla limosa	4.70			Molle-plastica (Soffice)			0.55		47.3	117
11.6	17.8	0.30	2.7	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.73		61.5	145
						5.00									
15.5	21.9	0.64	4.4	2.83	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.90		89.0	175
						6.00									
18.7	24.5	0.85	4.8	2.82	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.03		107.0	196
						6.50									
15.1	19.4	0.66	4.7	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.89		86.6	172
						6.90									
13.4	16.7	0.22	1.9	2.69	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.81		53.5	160
						7.50									
15.6	18.8	0.19	1.3	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	7.60			Molto Sciolta	11.9	30.9			54.0	174
14.8	17.9	0.19	1.4	2.61	limo argilloso-argilla limosa	7.70			Plastica			0.87		52.5	170
15.4	18.3	0.29	2.1	2.69	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.90		66.3	174
						8.00									
19.8	23.0	0.34	1.8	2.58	sabbia limosa-limo sabbioso	8.10			Sciolta	18.6	32.2			78.6	202
19.3	22.1	0.41	2.3	2.65	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.05		88.7	200
						8.60									
23.6	26.2	0.50	2.3	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	8.80			Sciolta	22.8	32.9			106.5	226
21.8	23.9	0.52	2.6	2.65	limo argilloso-argilla limosa	9.00			Solido-plastica (Duro)			1.13		110.1	216
24.7	26.9	0.48	2.1	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	9.10			Sciolta	23.6	33.0			106.1	229
21.7	23.5	0.47	2.3	2.64	limo argilloso-argilla limosa	9.30			Solido-plastica (Duro)			1.13		100.9	216
						9.30									
30.2	32.0	0.59	2.1	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	29.4	34.1			130.1	242
						9.60									
14.8	15.5	0.45	3.5	2.88	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.87		86.1	170
						9.90									
22.5	23.2	0.50	2.5	2.65	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.15		109.4	221

H2O



Società di  
Geologia  
Territoriale

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

CPTU

7

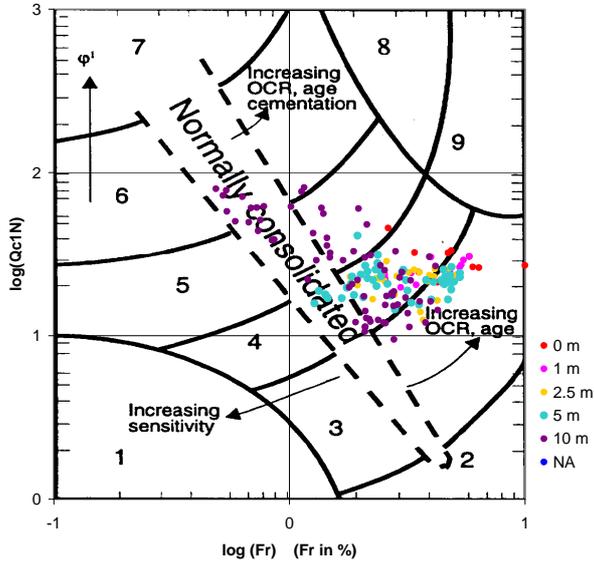
Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29/05/2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
1.60

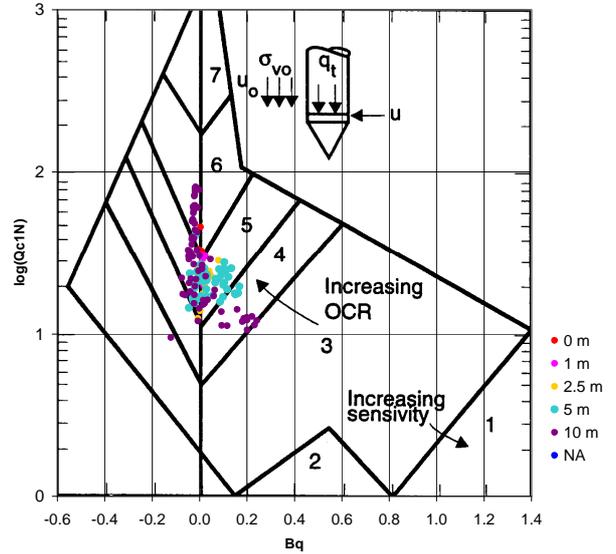
Vs17
187

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
						10.10									
14.8	15.2	0.36	2.8	2.83	limo argilloso-argilla limosa	10.20			Plastica			0.87		79.6	170
40.5	41.0	0.49	1.4	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	10.40			Mediamente Addensata	37.6	35.4			141.3	240
17.7	17.6	0.46	3.0	2.79	limo argilloso-argilla limosa	10.80			Plastica			0.99		102.8	189
12.4	12.1	0.33	3.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa	11.20			Plastica			0.77		73.6	151
32.7	31.6	0.41	1.4	2.40	sabbia limosa-limo sabbioso	11.50			Sciolta	29.0	33.6			115.6	241
17.5	16.5	0.39	2.6	2.78	limo argilloso-argilla limosa	11.90			Plastica			0.98		87.6	189
25.7	24.0	0.63	2.7	2.67	limo argilloso-argilla limosa	12.10			Solido-plastica (Duro)			1.25		136.6	240
31.9	29.6	0.55	2.0	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso	12.40			Sciolta	26.8	33.0			132.6	258
65.4	61.2	0.54	0.9	2.03	sabbia-sabbia limosa	12.60			Mediamente Addensata	50.8	37.3			207.6	202
83.6	78.5	0.90	1.1	2.02	sabbia-sabbia limosa	12.80			Mediamente Addensata	59.0	38.7			278.9	205
25.5	22.7	0.65	2.9	2.72	limo argilloso-argilla limosa	13.10			Solido-plastica (Duro)			1.24		142.6	229
14.5	12.5	0.39	3.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Plastica			0.86		84.7	167
21.5	18.7	0.46	2.8	2.76	limo argilloso-argilla limosa	13.40			Solido-plastica (Duro)			1.12		115.8	215
55.6	49.9	0.33	0.6	2.04	sabbia-sabbia limosa	13.60			Mediamente Addensata	44.0	35.9			171.8	199
31.3	27.2	0.38	1.3	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	13.80			Sciolta	24.0	32.2			108.9	244
11.5	9.5	0.25	2.8	3.00	argilla-argilla limosa	13.90			Plastica			0.72	1.42	61.8	145
44.9	38.8	0.44	1.2	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso	14.70			Mediamente Addensata	35.8	34.3			152.5	234
81.9	72.0	0.60	0.8	1.94	sabbia-sabbia limosa	15.20			Mediamente Addensata	56.2	37.7			259.2	226
35.0	28.6	1.28	4.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	15.40			Semi solida (Molto duro)			1.48		202.6	291
64.1	54.2	1.03	1.7	2.26	sabbia limosa-limo sabbioso	15.60			Mediamente Addensata	46.8	36.0			247.3	285
72.4	61.4	0.52	0.8	2.01	sabbia-sabbia limosa	15.80			Mediamente Addensata	50.9	36.7			226.9	212
66.6	55.8	0.86	1.4	2.19	sabbia limosa-limo sabbioso	15.90			Mediamente Addensata	47.7	36.1			234.5	266
27.9	21.8	0.80	3.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	16.00			Solido-plastica (Duro)			1.31		162.8	253
16.8	12.4	0.31	2.2	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.95		75.1	184

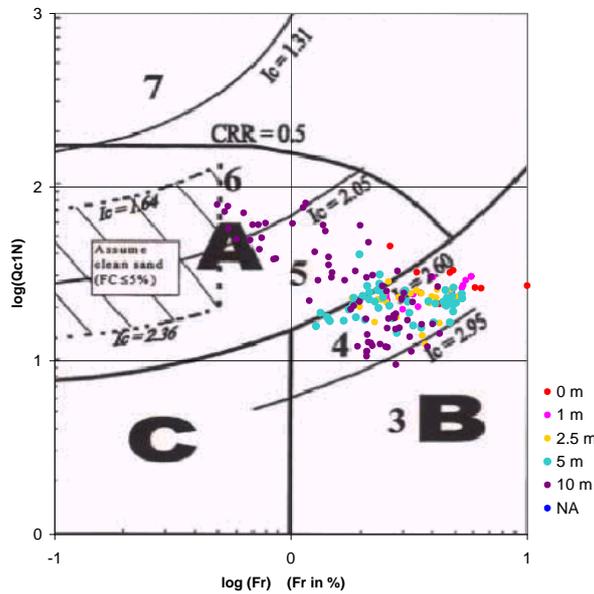
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



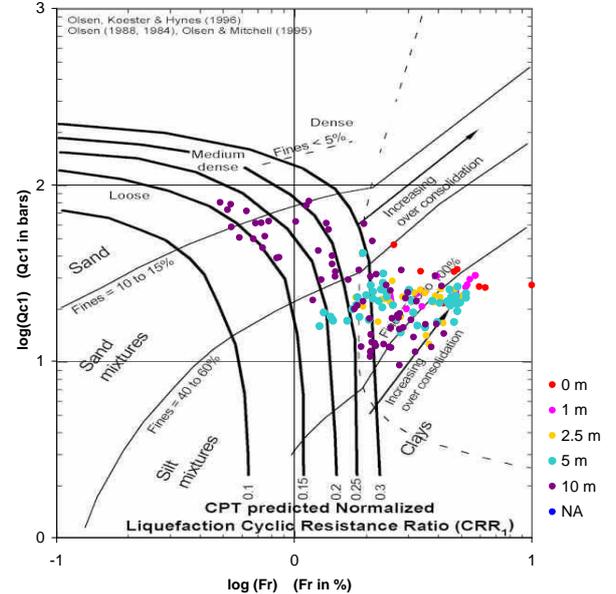
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Granfrutta Zani  
29/05/2012

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

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
29-feb-2012  
29-feb-2012

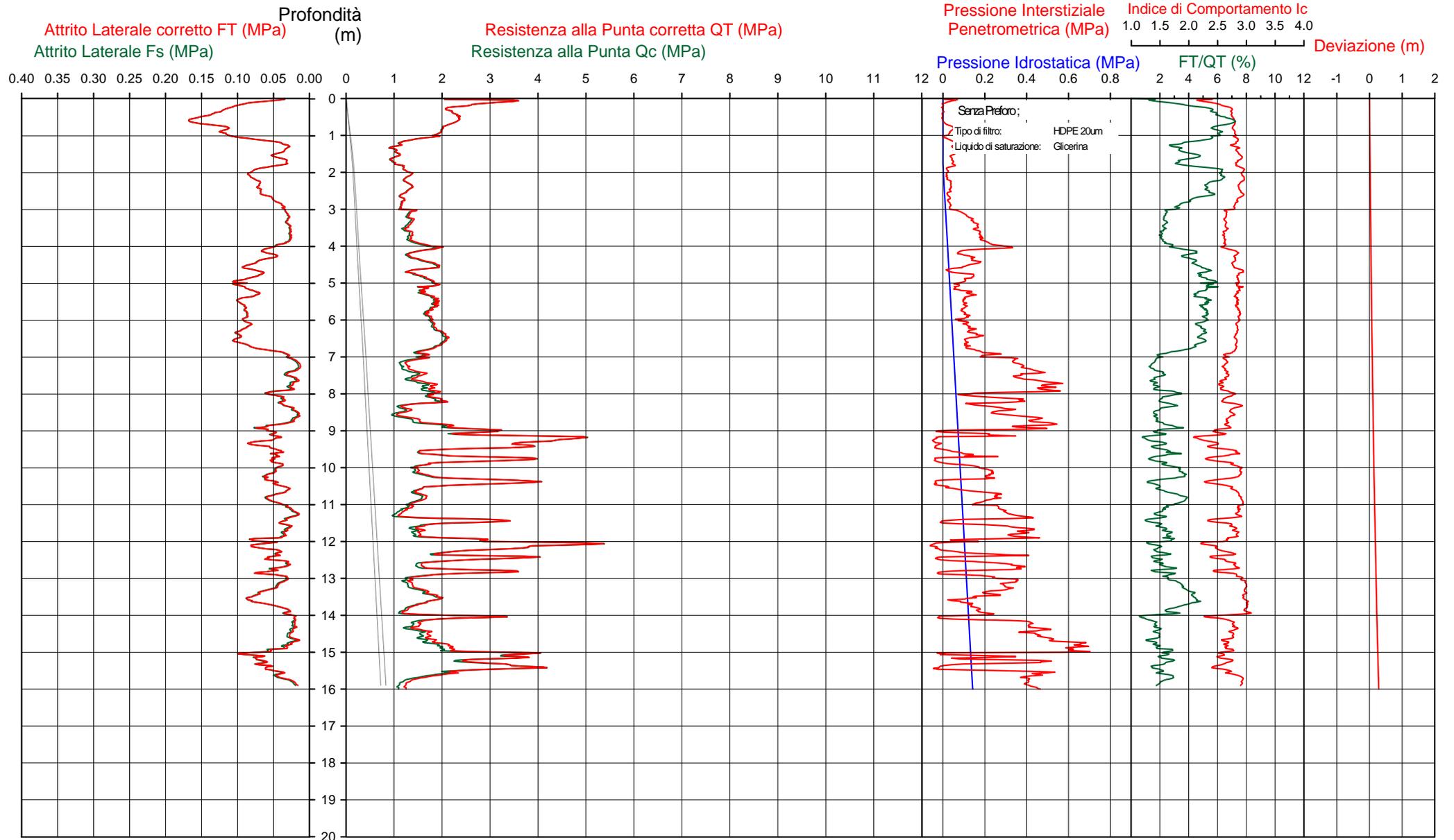


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 8





CPTU

8

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29/05/2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
1.80

Vs16
183

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 o.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	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									
29.3	49.8	0.74	2.6	2.40	sabbia limosa-limo sabbioso	0.20			Mediamente Addensata	44.0	52.2			149.9	191
22.2	37.7	1.37	6.2	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.80			Solido-plastica (Duro)			1.14		124.3	219
18.6	31.6	1.10	5.9	2.80	limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica			1.02		104.7	196
10.6	18.1	0.39	3.7	2.85	limo argilloso-argilla limosa	1.80			Plastica			0.68		61.6	138
12.4	21.0	0.63	5.2	2.89	limo argilloso-argilla limosa	3.00		<u>H2O</u>	Plastica			0.77		70.5	152
13.5	22.5	0.28	2.2	2.63	limo argilloso-argilla limosa	3.90			Plastica			0.82		59.9	160
17.7	27.3	0.49	2.9	2.64	limo argilloso-argilla limosa	4.10			Plastica			0.99		99.6	190
14.3	22.0	0.57	4.2	2.82	limo argilloso-argilla limosa	4.40			Plastica			0.85		82.4	166
18.6	27.3	0.83	4.7	2.78	limo argilloso-argilla limosa	4.60			Plastica			1.02		106.9	197
14.2	20.9	0.70	5.3	2.90	limo argilloso-argilla limosa	4.80			Plastica			0.85		80.6	165
17.3	24.2	0.86	5.3	2.85	limo argilloso-argilla limosa	5.40			Plastica			0.97		98.3	187
18.7	25.0	0.94	5.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	5.70			Plastica			1.03		106.3	197
17.9	23.2	0.88	5.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa	6.30			Plastica			1.00		102.2	192
20.8	25.8	1.00	5.1	2.82	limo argilloso-argilla limosa	6.60			Solido-plastica (Duro)			1.10		118.6	210
17.1	20.8	0.51	3.1	2.73	limo argilloso-argilla limosa	7.10			Plastica			0.96		99.7	185
13.1	15.7	0.16	1.3	2.63	limo argilloso-argilla limosa	7.40			Plastica			0.80		45.3	158
15.3	18.0	0.26	1.8	2.66	limo argilloso-argilla limosa	7.60			Plastica			0.89		60.1	173
17.2	19.8	0.22	1.4	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	7.90			Molto Sciolta	13.6	31.1			60.5	184
18.2	20.7	0.48	2.9	2.73	limo argilloso-argilla limosa	8.10			Plastica			1.01		102.2	194
20.0	22.4	0.35	1.9	2.60	sabbia limosa-limo sabbioso	8.20			Sciolta	17.6	31.8			80.6	205
13.7	15.2	0.24	2.0	2.74	limo argilloso-argilla limosa	8.80			Plastica			0.83		56.2	160
25.2	26.9	0.55	2.4	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	9.10			Sciolta	23.6	32.9			118.9	231
43.4	45.2	0.52	1.3	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso	9.30			Mediamente Addensata	40.8	36.2			149.4	232
34.0	35.2	0.66	2.1	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	9.50			Sciolta	32.5	34.6			145.0	258
18.3	18.8	0.43	2.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa	9.70			Plastica			1.01		97.0	192
29.6	30.1	0.49	1.9	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	9.90			Sciolta	27.4	33.5			119.8	230
16.6	16.6	0.50	3.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.95		96.7	181



CPTU

8

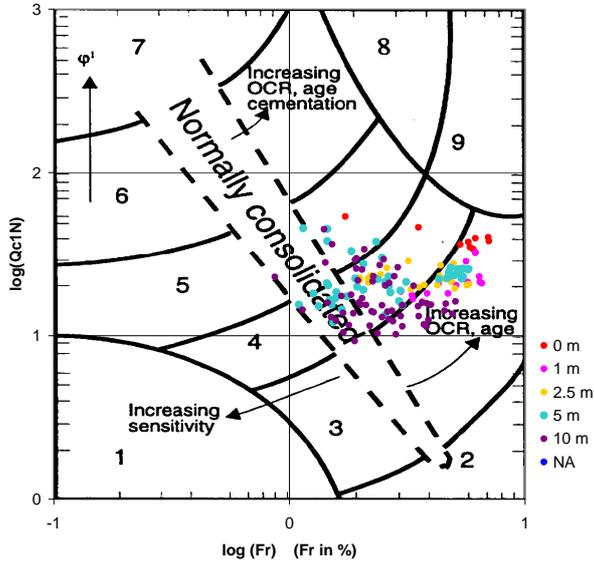
Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29/05/2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
1.80

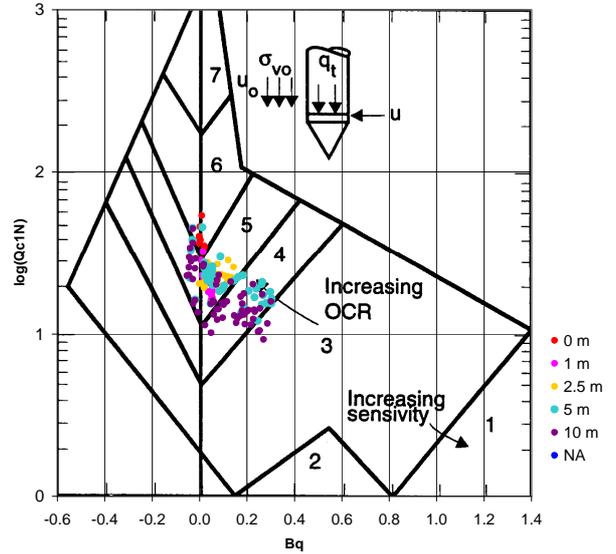
Vs16
183

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
						10.30									
31.5	31.1	0.49	1.7	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	10.50			Sciolta	28.4	33.6			120.6	243
15.8	15.2	0.43	3.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.91		92.1	177
						10.90									
14.0	13.2	0.27	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.84		65.0	162
						11.40									
29.8	28.1	0.38	1.4	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	11.50			Sciolta	25.0	32.7			105.7	238
16.1	14.8	0.32	2.3	2.80	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.93		74.2	179
						11.90									
28.5	26.2	0.76	2.9	2.65	limo argilloso-argilla limosa	12.00			Solido-plastica (Duro)			1.33		159.7	257
42.5	39.3	0.68	1.7	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	36.2	34.7			163.8	266
						12.20									
24.0	21.6	0.44	2.1	2.64	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.20		103.2	231
						12.40									
33.0	29.8	0.58	1.9	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	12.50			Sciolta	27.0	32.9			134.4	264
17.0	15.0	0.31	2.1	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.96		73.8	185
						12.70									
26.2	23.1	0.56	2.5	2.66	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.26		129.6	243
						12.90									
14.1	12.0	0.33	2.8	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.84		77.2	165
						13.10									
14.3	12.1	0.45	3.8	2.99	argilla-argilla limosa				Plastica			0.85	1.92	82.9	166
						13.30									
18.2	15.4	0.75	4.7	2.97	argilla-argilla limosa				Plastica			1.01	2.51	104.6	194
						13.60									
14.4	11.9	0.43	3.6	2.98	argilla-argilla limosa				Plastica			0.86	1.85	83.9	167
						14.00									
27.4	22.9	0.20	0.9	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	14.10			Sciolta	18.4	31.0			87.1	227
16.9	13.5	0.22	1.6	2.73	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.96		62.1	184
						14.80									
23.6	18.9	0.44	2.1	2.68	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.19		101.3	227
						15.00									
32.7	26.4	0.67	2.3	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	23.0	31.7			149.7	273
						15.50									
19.6	15.1	0.41	2.5	2.80	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.06		96.1	201
						15.70									
13.1	9.8	0.22	2.1	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.80		56.9	158

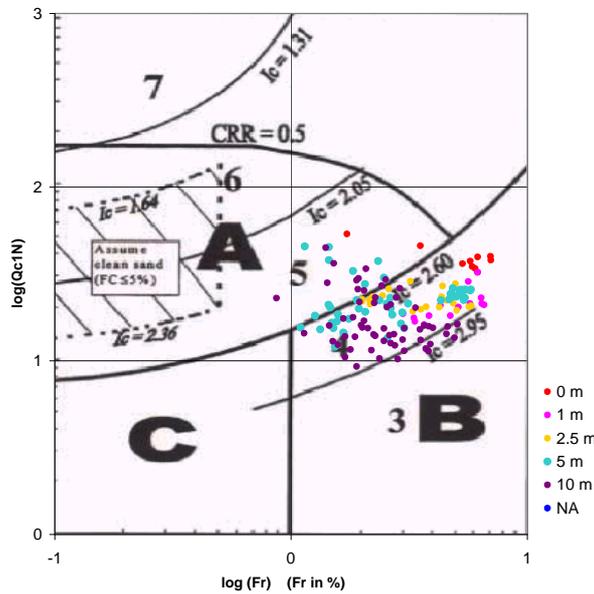
**Cross-plot Qc1N verso Fr (Robertson 1990)**



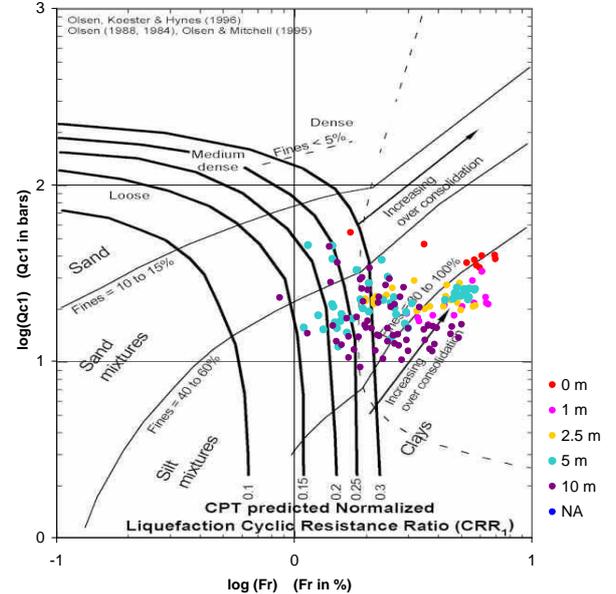
**Cross-plot Qc1N verso Bq (Robertson 1990)**



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



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



Litotipo secondo Robertson 1990

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

Potenziale di liquefacibilita

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

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Granfrutta Zani  
29-mag-12

Falda **2.20 m**  
Sigla della Punta  
Azzeramento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
29-feb-2012  
29-feb-2012

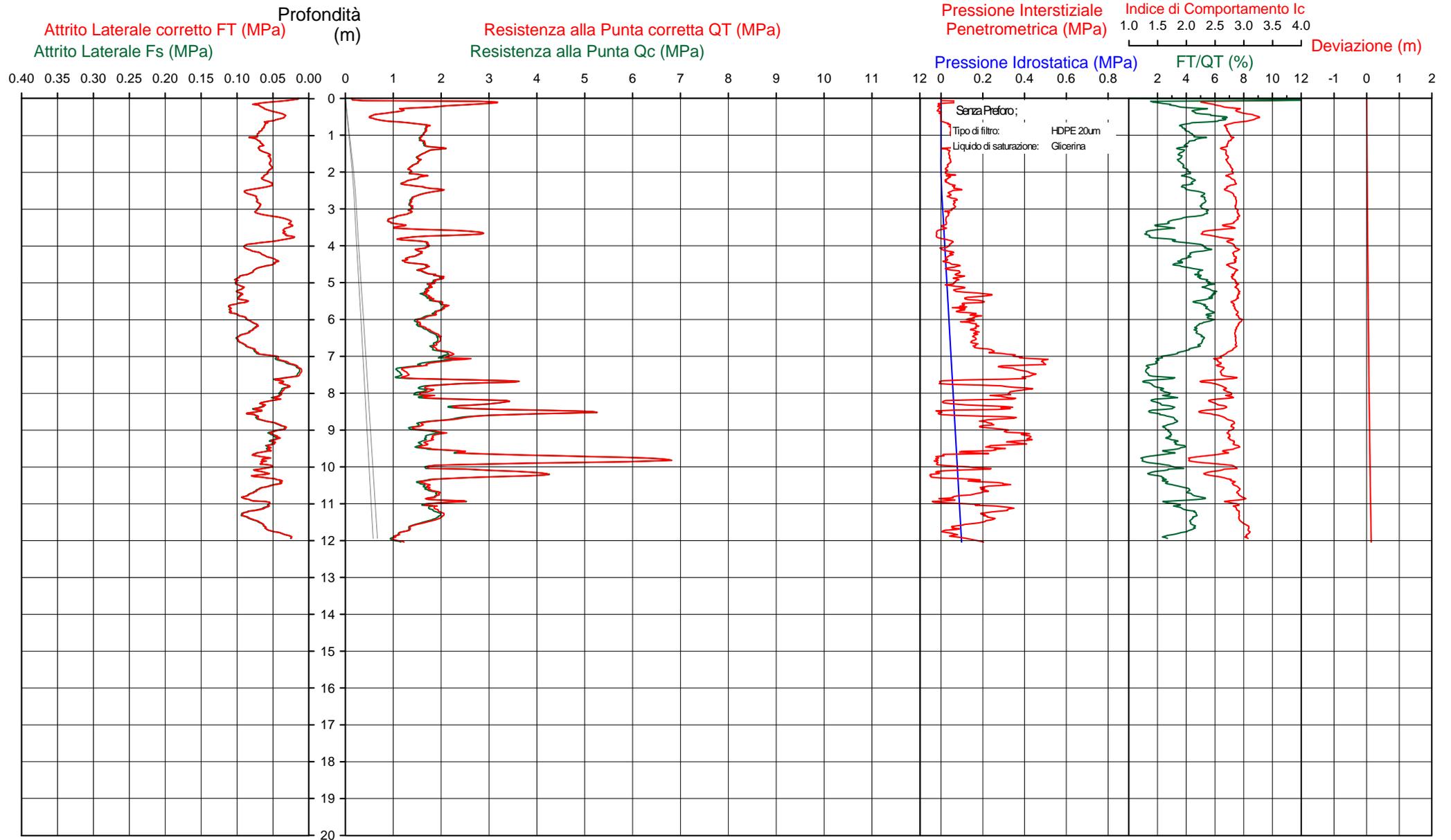


**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

# CPTU

## 9





CPTU

9

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29 maggio 2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
2.20

Vs12
182

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 daN/cm²	OCR σ <sub>20</sub> Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
13.3	22.6	0.33	7.8	3.14	argilla-argilla limosa	0.10	■		Plastica			0.81	266.95	72.0	159
26.7	45.3	0.71	2.7	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	0.20	■		Mediamente Addensata	40.9	50.6	0.79		140.2	198
12.8	21.7	0.56	4.5	2.85	limo argilloso-argilla limosa	0.40	■		Plastica			0.43	13.20	73.4	153
6.1	10.3	0.38	6.3	3.18	argilla-argilla limosa	0.60	■		Molle-plastica (Soffice)			0.43	13.20	42.7	97
16.0	27.2	0.67	4.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	0.60	■		Plastica			0.92		92.2	178
19.4	33.1	0.69	3.6	2.64	limo argilloso-argilla limosa	1.40	■		Plastica			1.05		113.1	202
15.7	26.6	0.56	3.6	2.71	limo argilloso-argilla limosa	1.40	■		Plastica			0.91		91.1	176
13.6	23.1	0.54	4.0	2.79	limo argilloso-argilla limosa	1.80	■		Plastica			0.82		78.7	161
15.1	25.7	0.62	4.2	2.76	limo argilloso-argilla limosa	2.00	■		Plastica			0.89		87.4	173
13.2	22.5	0.54	4.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa	2.20	■	H2O	Plastica			0.81		76.2	158
18.2	30.7	0.81	4.6	2.73	limo argilloso-argilla limosa	2.40	■		Plastica			1.01		104.5	193
13.6	22.9	0.70	5.3	2.87	limo argilloso-argilla limosa	2.60	■		Plastica			0.82		77.5	161
10.2	16.9	0.28	3.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	3.20	■		Plastica			0.66		59.7	134
20.2	30.2	0.31	1.7	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	3.50	■		Sciolta	27.5	35.1			78.1	182
15.8	23.6	0.72	4.7	2.82	limo argilloso-argilla limosa	3.80	■		Plastica			0.92		90.8	177
13.8	20.2	0.52	4.0	2.83	limo argilloso-argilla limosa	4.20	■		Plastica			0.83		79.8	162
16.9	23.8	0.74	4.6	2.81	limo argilloso-argilla limosa	4.50	■		Plastica			0.96		97.2	185
19.4	26.4	0.99	5.4	2.83	limo argilloso-argilla limosa	4.80	■		Plastica			1.05		110.4	202
17.6	23.4	0.95	5.7	2.89	limo argilloso-argilla limosa	5.00	■		Plastica			0.98		99.2	189
20.6	26.4	1.03	5.2	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.50	■		Solido-plastica (Duro)			1.09		117.4	209
17.4	22.0	0.94	5.8	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.70	■		Plastica			0.98		98.6	188
18.4	22.2	0.86	5.0	2.86	limo argilloso-argilla limosa	6.10	■		Plastica			1.02		105.3	195
20.0	23.1	0.44	2.3	2.62	limo argilloso-argilla limosa	6.80	■		Solido-plastica (Duro)			1.07		91.3	202
12.6	14.4	0.15	1.4	2.67	limo argilloso-argilla limosa	7.30	■		Plastica			0.78		44.0	153
26.5	29.2	0.37	1.6	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	7.60	■		Sciolta	26.4	33.6			97.1	220
16.9	18.6	0.36	2.4	2.71	limo argilloso-argilla limosa	7.80	■		Plastica			0.96		78.9	185
28.1	30.2	0.55	2.1	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	8.10	■		Sciolta	27.5	33.7			122.4	240
24.0	25.6	0.64	2.9	2.66	limo argilloso-argilla limosa	8.30	■		Solido-plastica (Duro)			1.20		133.5	230
35.3	37.0	0.74	2.4	2.48	sabbia limosa-limo sabbioso	8.40	■		Sciolta	34.2	35.0			164.7	256
17.9	18.3	0.48	3.0	2.79	limo argilloso-argilla limosa	8.70	■		Plastica			1.00		104.3	190
49.9	49.3	0.67	1.6	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso	9.60	■		Mediamente Addensata	43.7	36.4			185.6	235
22.7	22.1	0.62	3.1	2.73	limo argilloso-argilla limosa	9.90	■		Solido-plastica (Duro)			1.16		134.9	222



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

CPTU

9

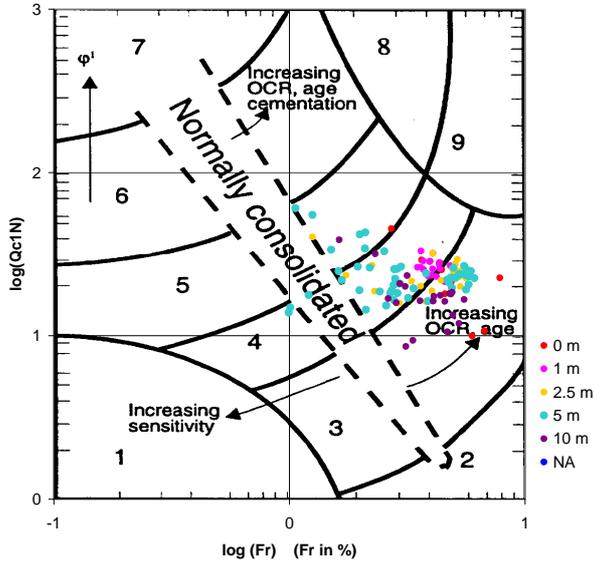
Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

29 maggio 2012  
via Monte Sant'Andrea  
Sant'Andrea  
Faenza  
2.20

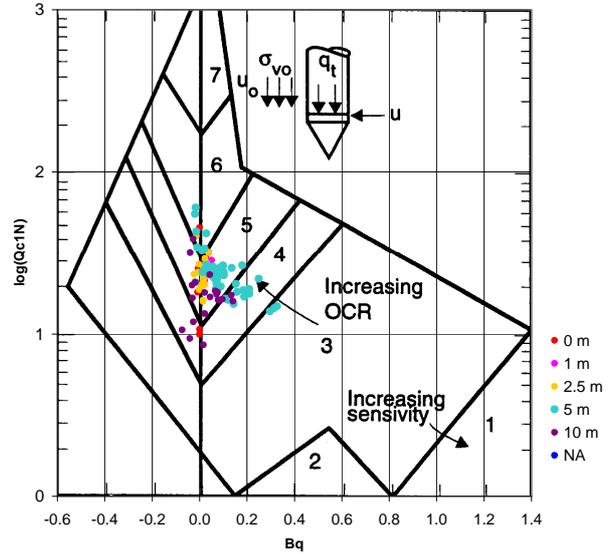
Vs12
182

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									
36.3	35.2	0.66	2.0	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	10.30			Sciolta	32.5	34.3			149.8	263
18.0	16.9	0.65	4.0	2.88	limo argilloso-argilla limosa	10.90			Plastica			1.00		104.2	192
19.5	17.8	0.73	4.2	2.88	limo argilloso-argilla limosa	11.50			Plastica			1.05		112.7	202
12.3	10.8	0.45	4.3	3.06	argilla-argilla limosa				Plastica			0.77	1.72	71.2	150

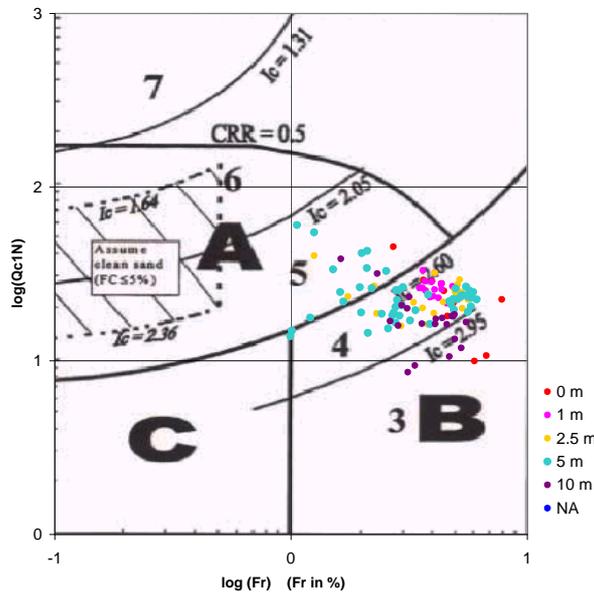
**Cross-plot Qc1N verso Fr (Robertson 1990)**



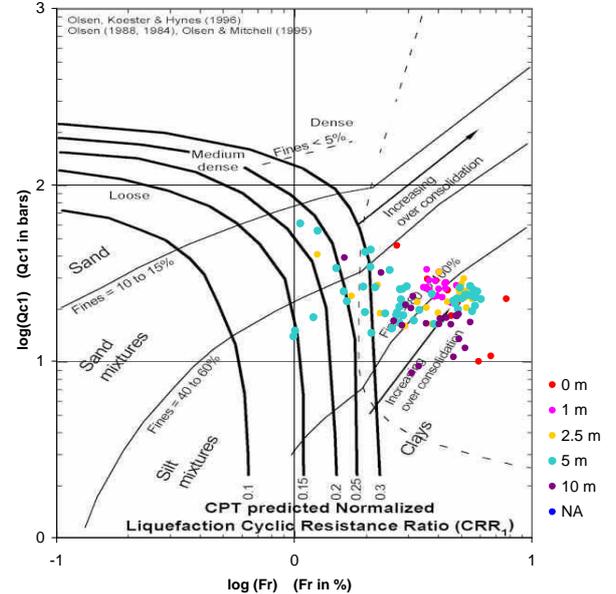
**Cross-plot Qc1N verso Bq (Robertson 1990)**



**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 via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Data 29/05/2012

# CPT 7

Falda 1.6 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

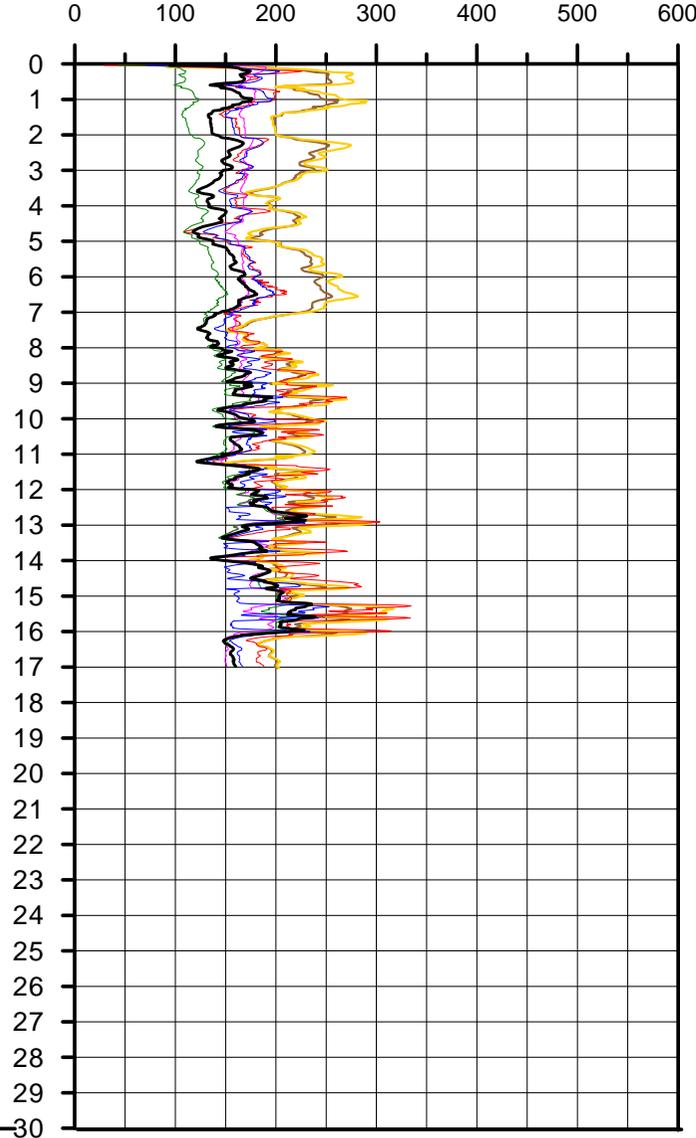
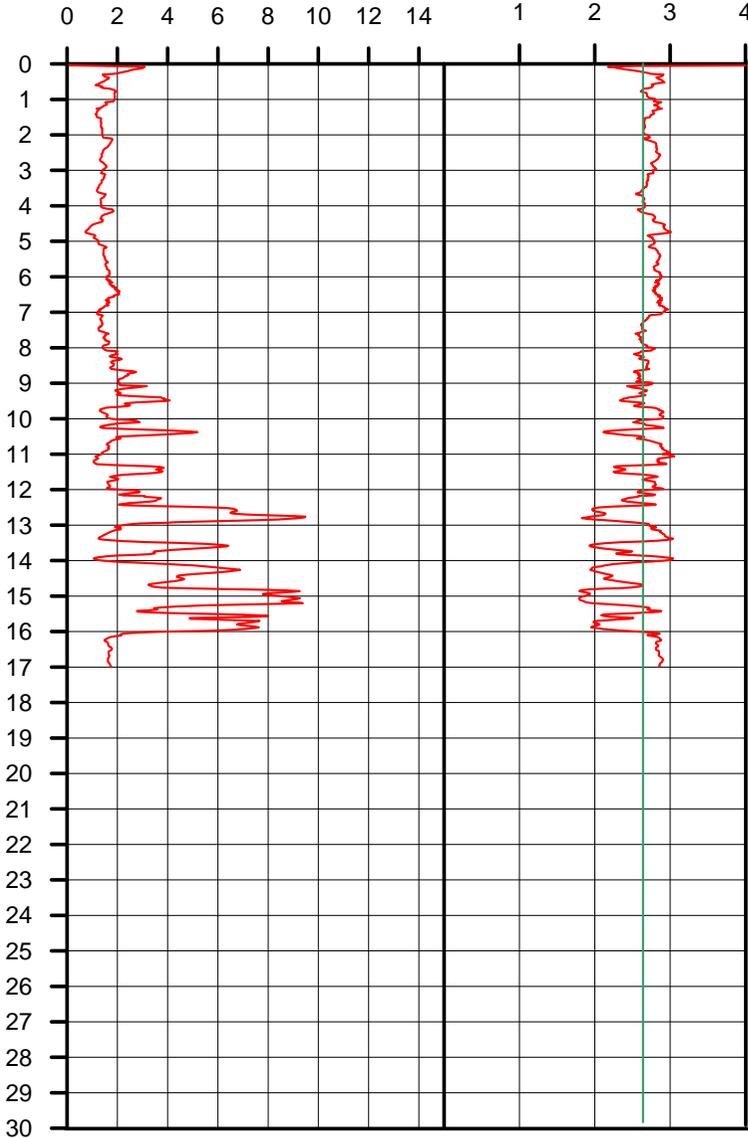
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

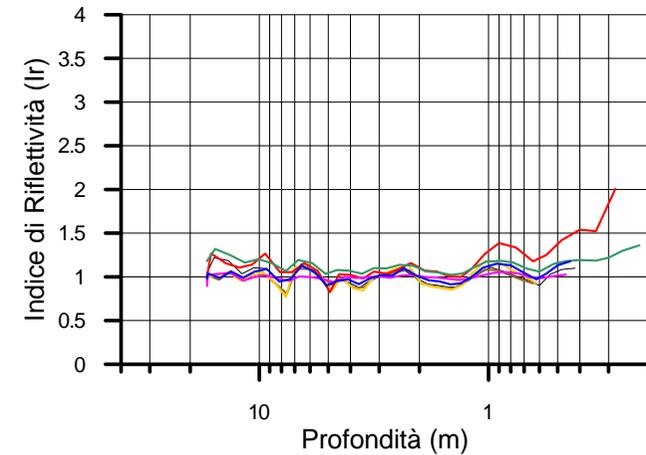
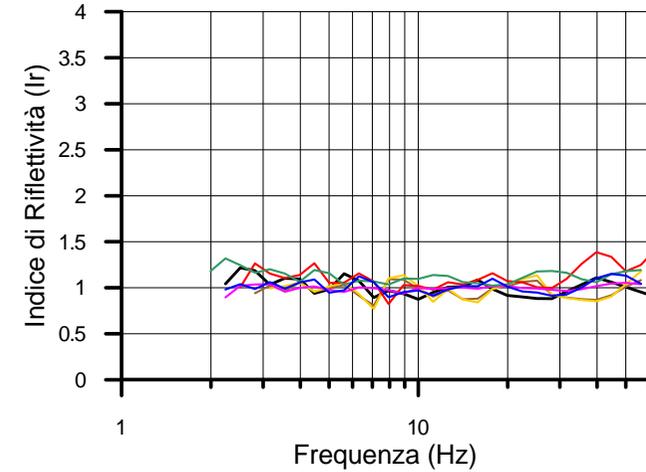
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs17
Andrus et.al. 2001	168
Piratheepan 2002	141
Madiai 2002	168
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	183
Hegazy & Mayne 1995	213
Mayne 2006	218
Robertson Cabal 2010	158



Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Data 29/05/2012

# CPT 8

Falda 1.8 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

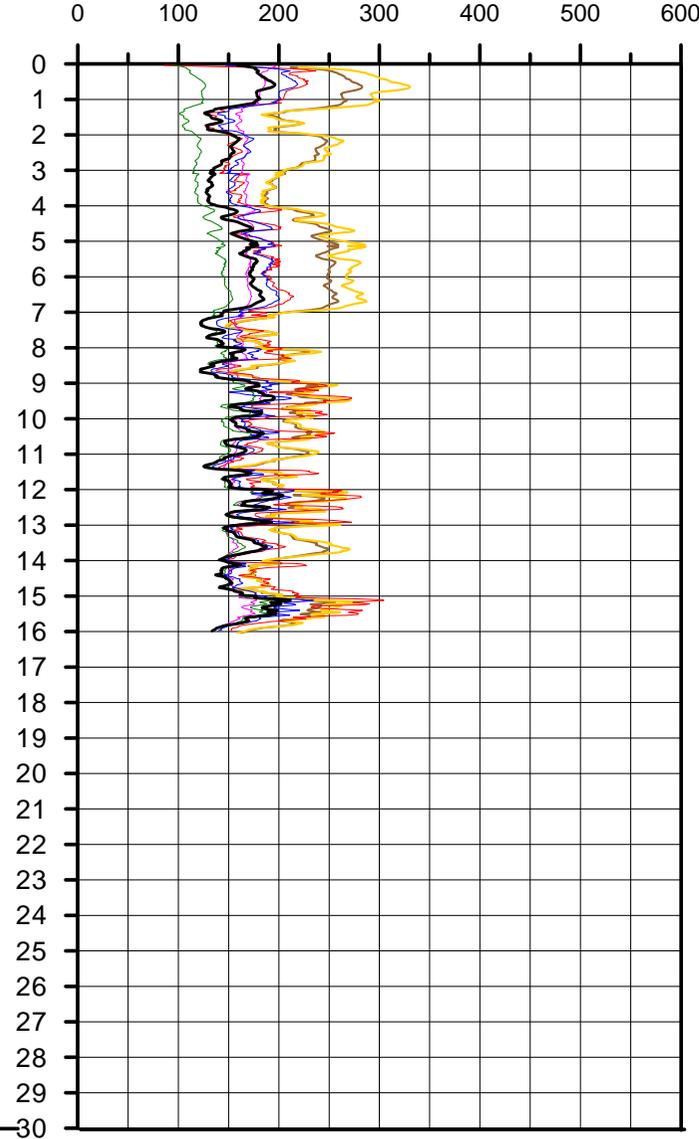
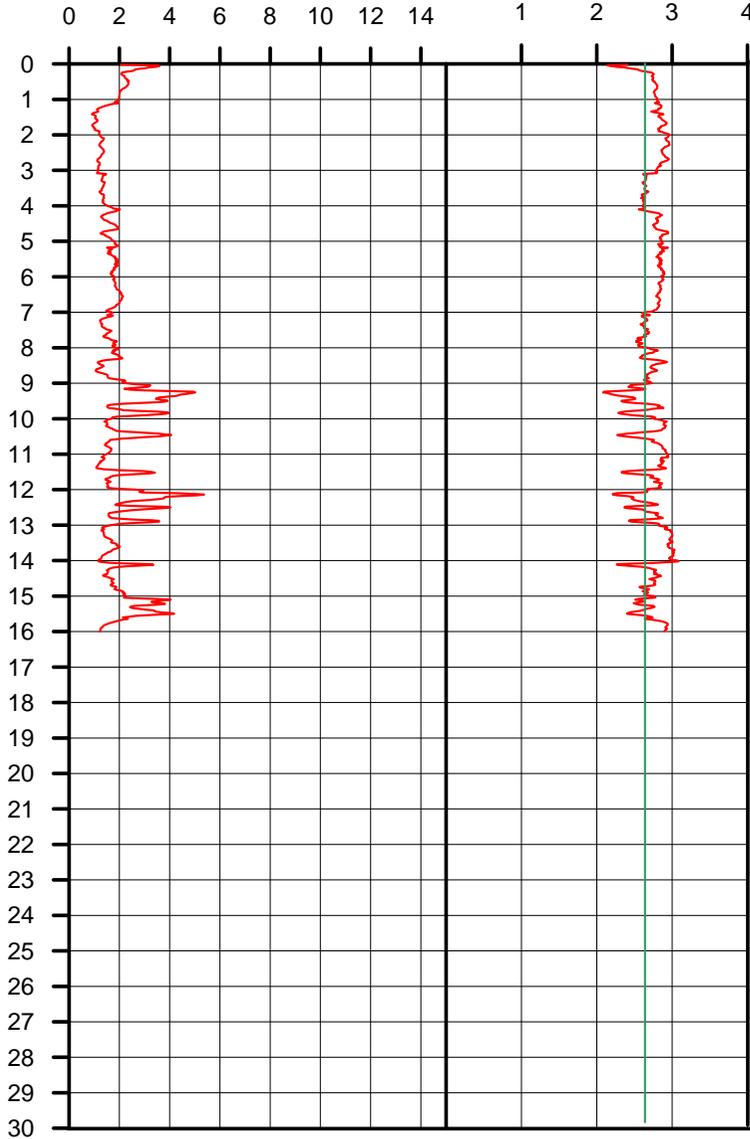
S.G.T. sas  
 di Van Zutphen Albert & C.  
 Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)  
 www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

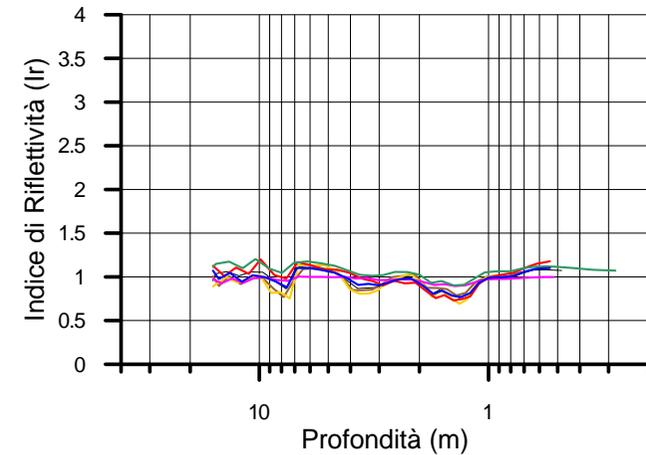
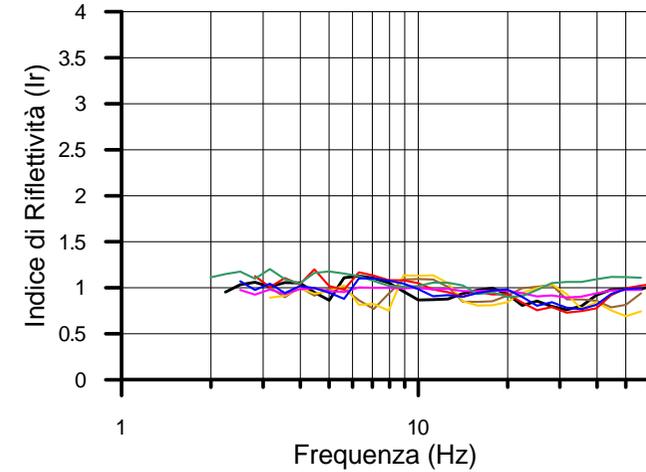
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs16
Andrus et.al. 2001	170
Piratheepan 2002	139
Madiai 2002	164
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	182
Hegazy & Mayne 1995	213
Mayne 2006	219
Robertson Cabal 2010	157



Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Data 29-mag-12

# CPT 9

Falda 2.2 metri



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

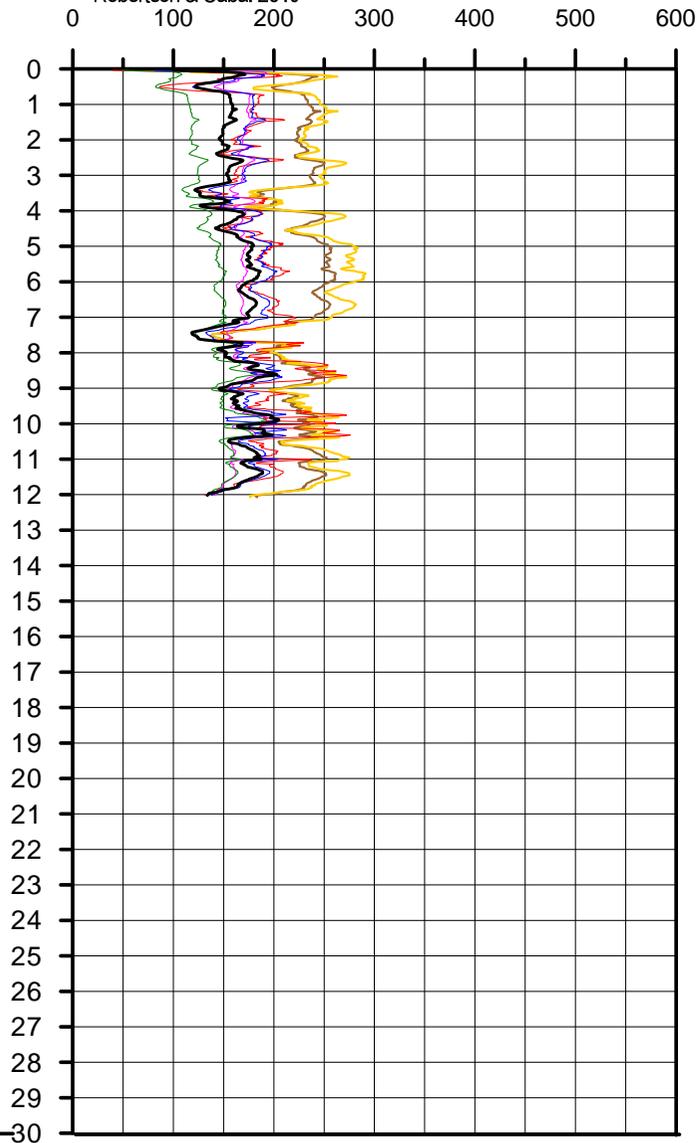
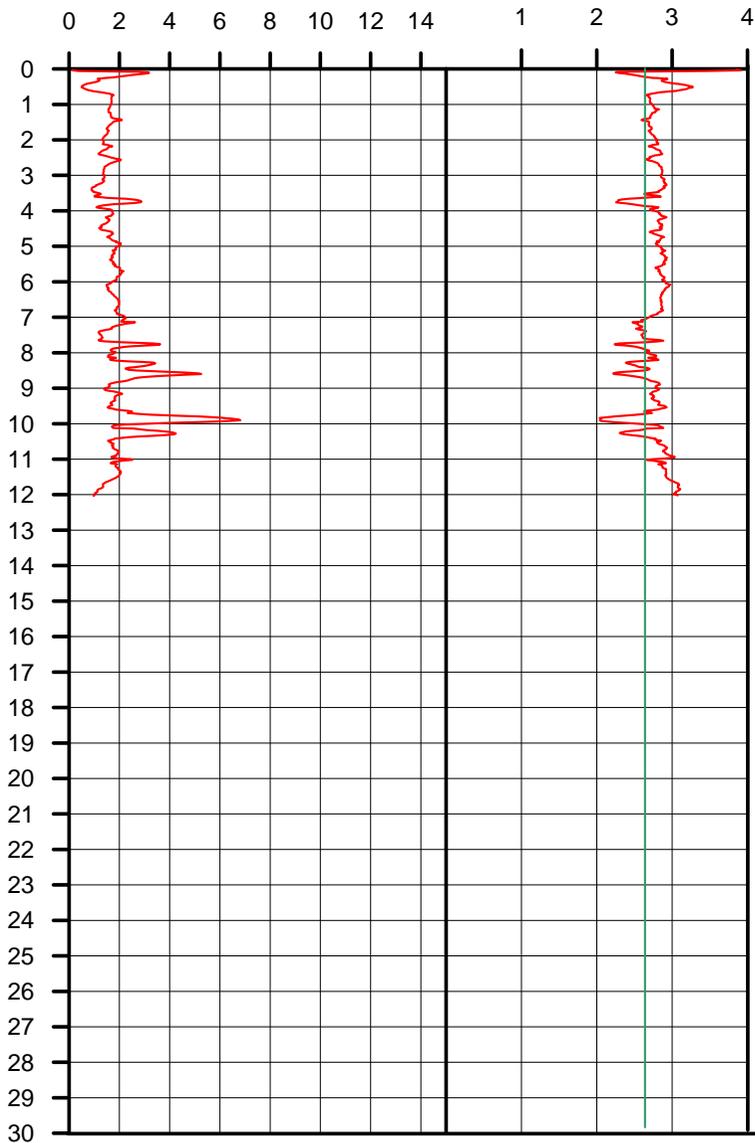
www.geo55.com

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

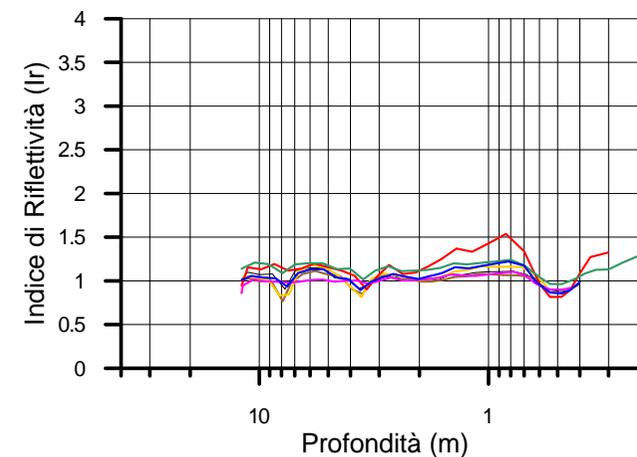
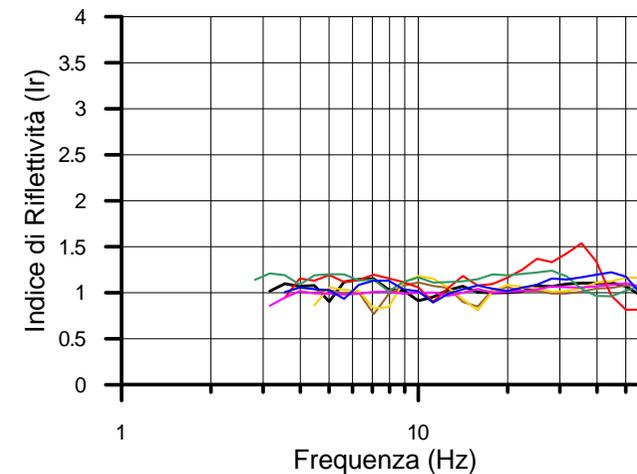
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiai 2002;  
 Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006;  
 Robertson & Cabal 2010

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs12
Andrus et.al. 2001	173
Piratheepan 2002	135
Madiai 2002	166
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	178
Hegazy & Mayne 1995	225
Mayne 2006	233
Robertson Cabal 2010	160



Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29/05/2012

**CPT 7**  
 Falda 1.6 metri

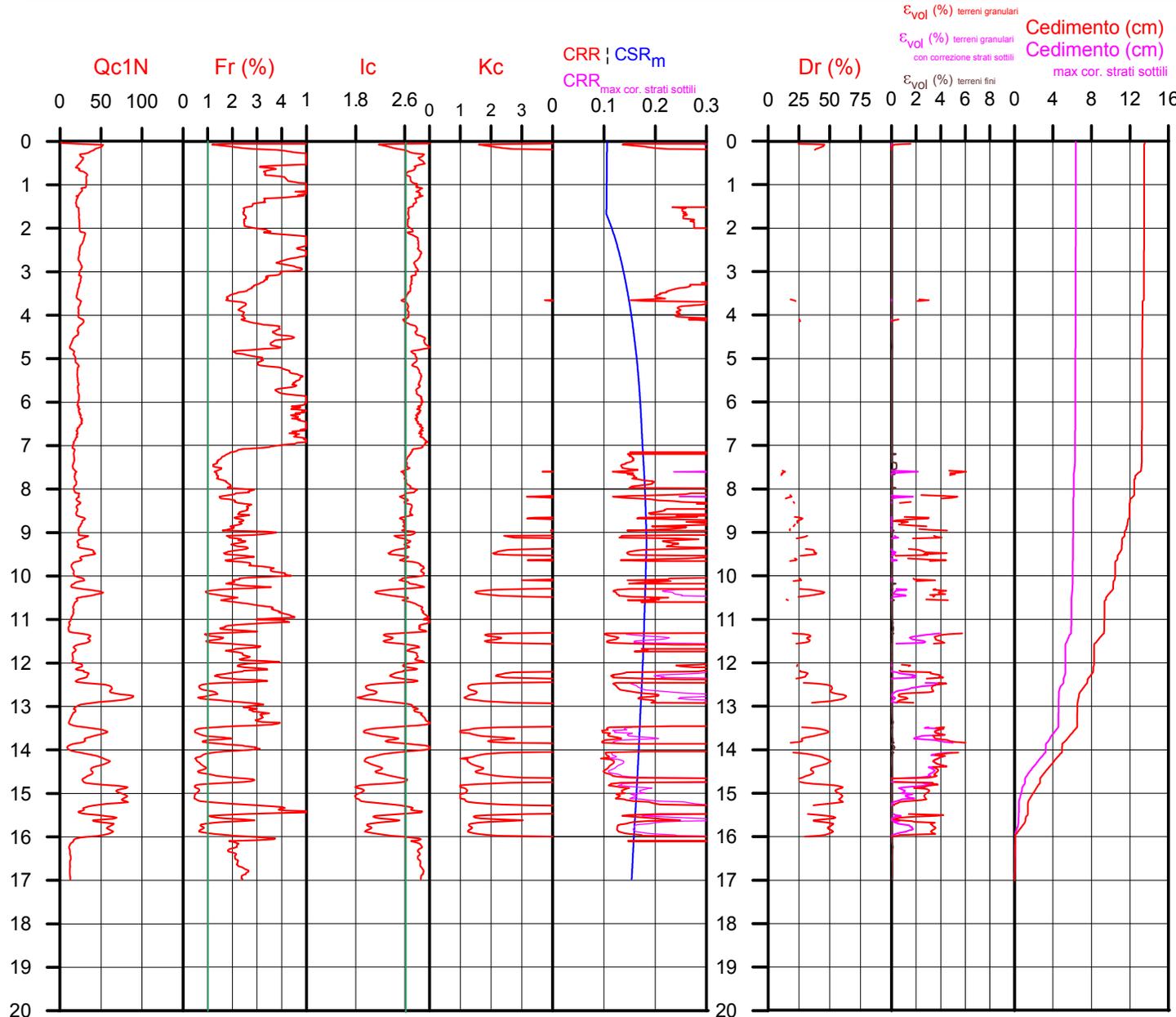
DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008	
latitudine 44.351°	amax substrato (m/sec2) 1.948
longitudine 11.9165°	fattore amplificazione 1.414
tipo di suolo C	amplificazione topografica amax al p.c. (m/sec2) 2.753
	magnitudine 5.500

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>13</b>	<b>123</b>
Cedimento totale considerando strati sottili	6	57

### 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>1</b>	<b>14</b>
Cedimento totale considerando strati sottili	1	6

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

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

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	
3.5	0.8	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29/05/2012

**CPT 8**  
 Falda 1.8 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.351°	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

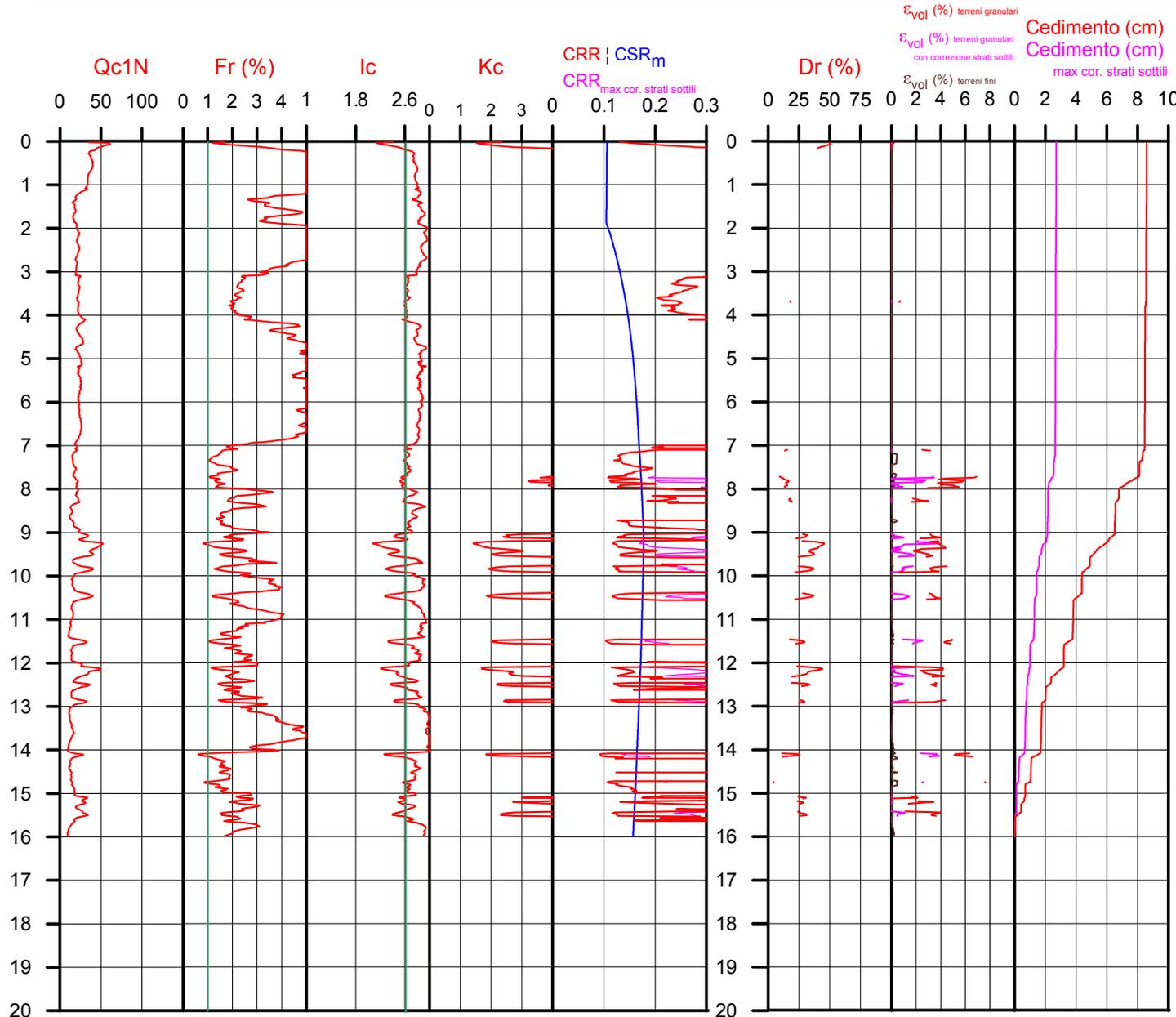
DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

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:  $Fslq = CRR 7.5 / CSR 5.5$

### 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>29</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>2</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>1</b>	<b>9</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>1</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 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>0.0</b>	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29-mag-12

**CPT 9**  
 Falda 2.2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

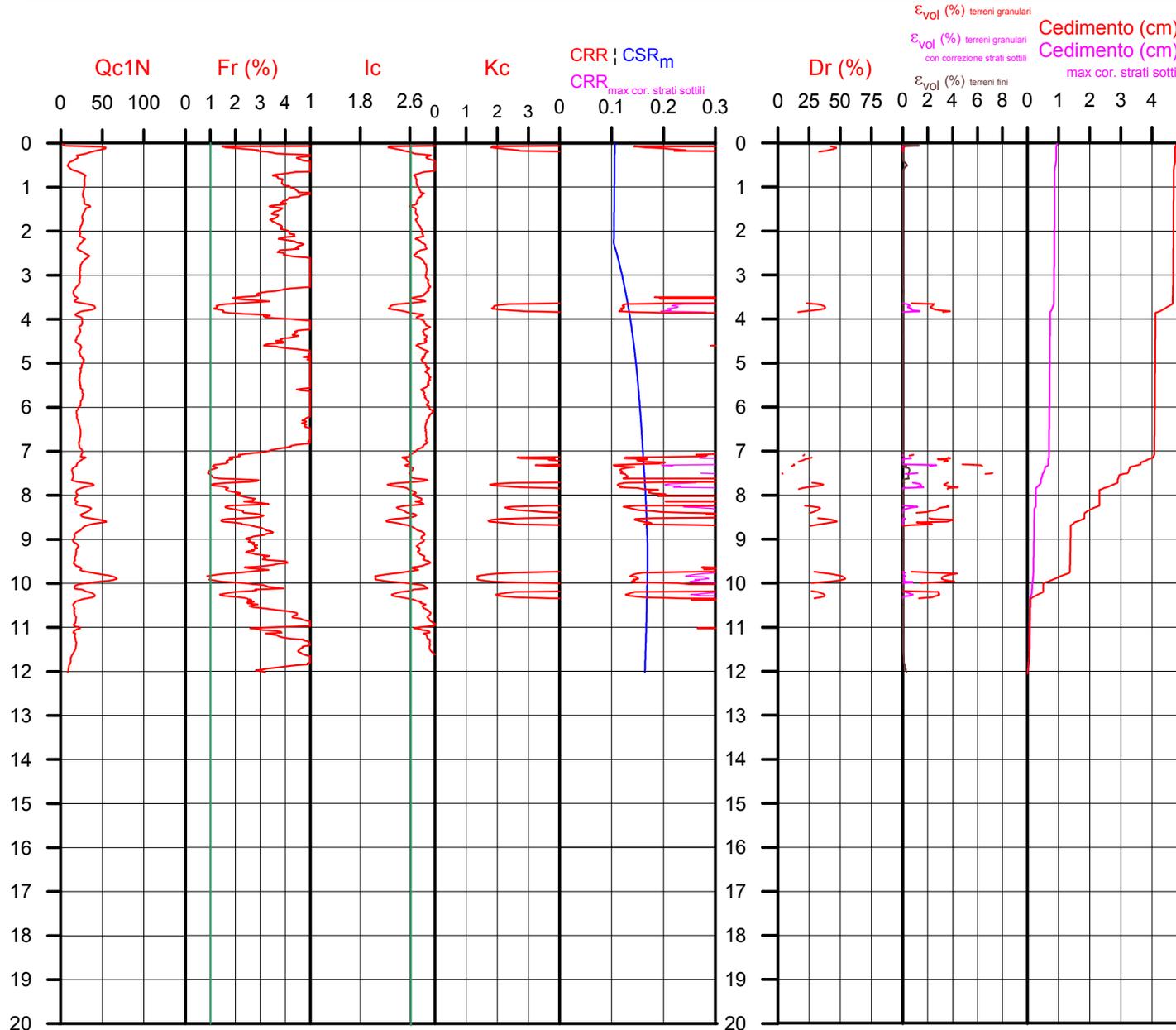
latitudine 44.351°	amax substrato (m/sec2)	1.948
longitudine 11.9165°	fattore amplificazione	1.414
tipo di suolo C	amplificazione topografica	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.753
	magnitudine	5.500

comune Faenza	amax substrato (m/sec2)	2.011
	fattore amplificazione	1.500
amplificazione topografica	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>23</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>1</b>	<b>1</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>0</b>	<b>5</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>0</b>	<b>1</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 Fsl<sub>liq</sub> 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	
1.4	0.0	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29/05/2012

**CPT 7**

Falda 1.6 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

latitudine 44.351°	amax substrato (m/sec2) 1.948
longitudine 11.9165°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.414
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2) 2.753
	magnitudine 5.500

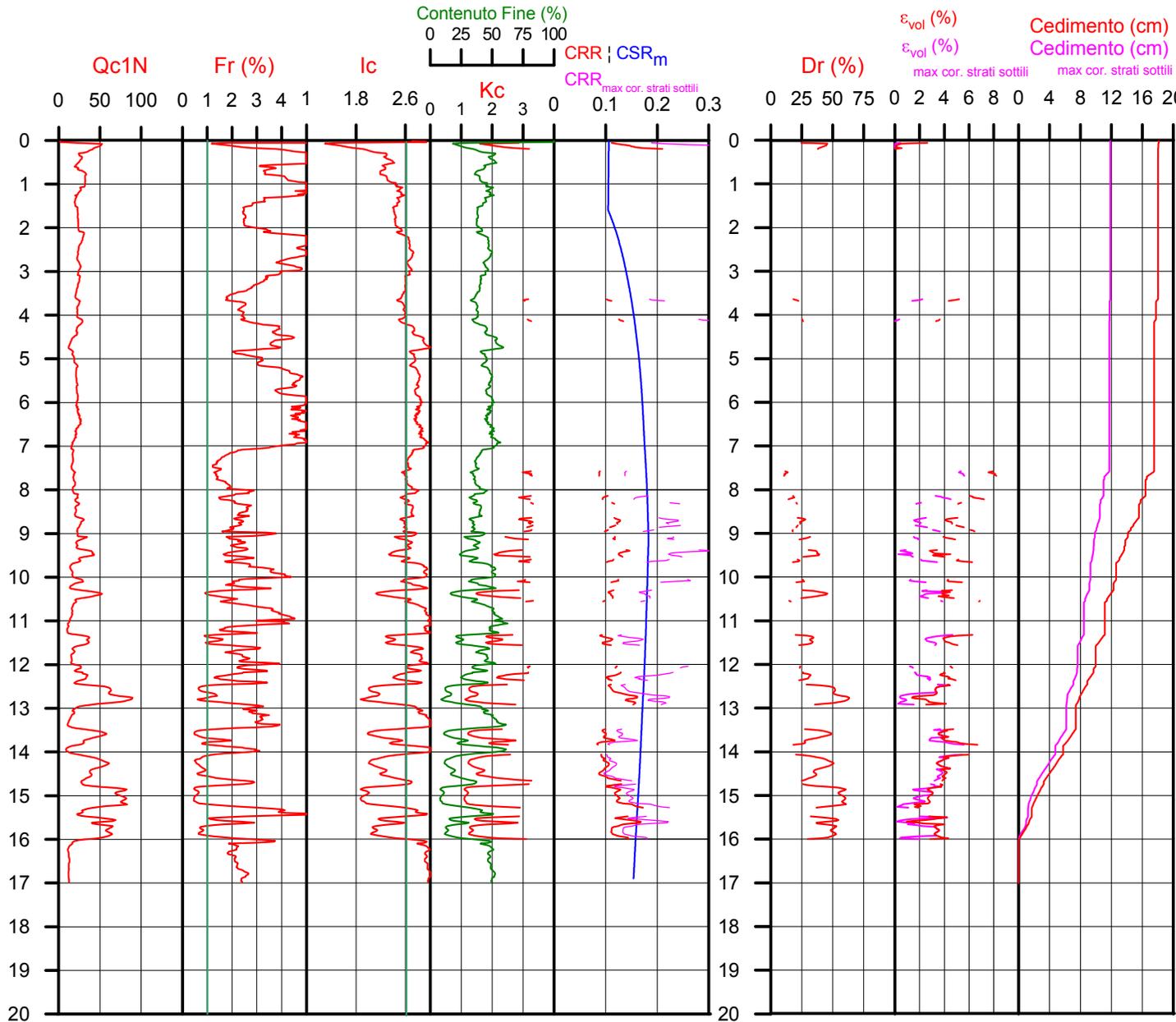
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

comune Faenza	amax substrato (m/sec2) 2.011
	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica	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>18</b>	<b>166</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>12</b>	<b>97</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>1.7</b>	IL <= 5 BASSO
<b>5.8</b>		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29/05/2012

**CPT 8**

Falda 1.8 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

latitudine 44.351°	amax substrato (m/sec2) 1.948
longitudine 11.9165°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.414
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.753
	magnitudine 5.500

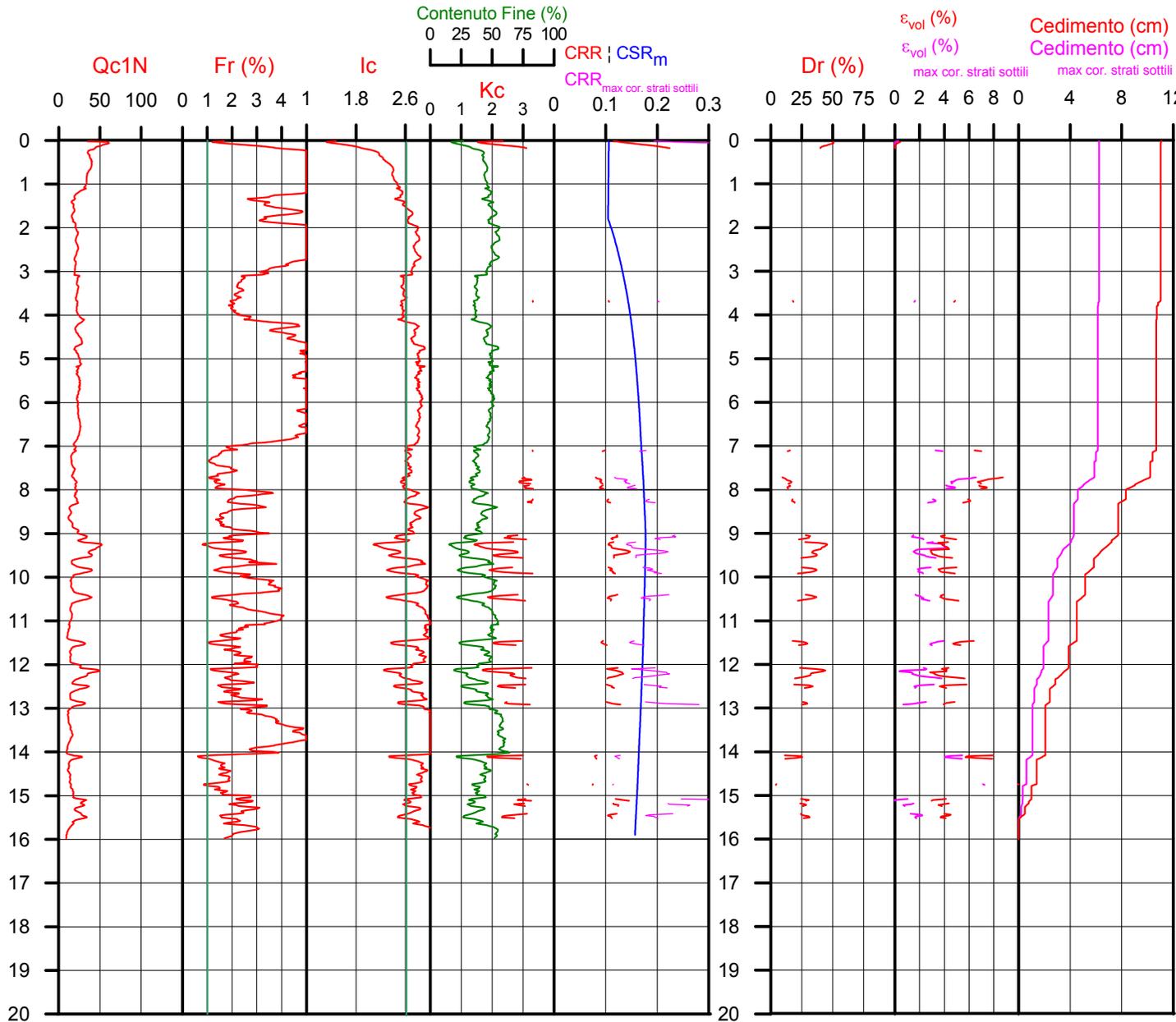
**DELIBERA REGIONALE E.R. 2007**

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 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>11</b>	<b>32</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>6</b>	<b>19</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>3.9</b>	<b>0.7</b>	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via via Monte Sant'Andrea  
 Localita' Sant'Andrea  
 Committente Granfrutta Zani  
 Data 29-mag-12

**CPT 9**

Falda 2.2 metri

**DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008**

latitudine 44.351°	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**

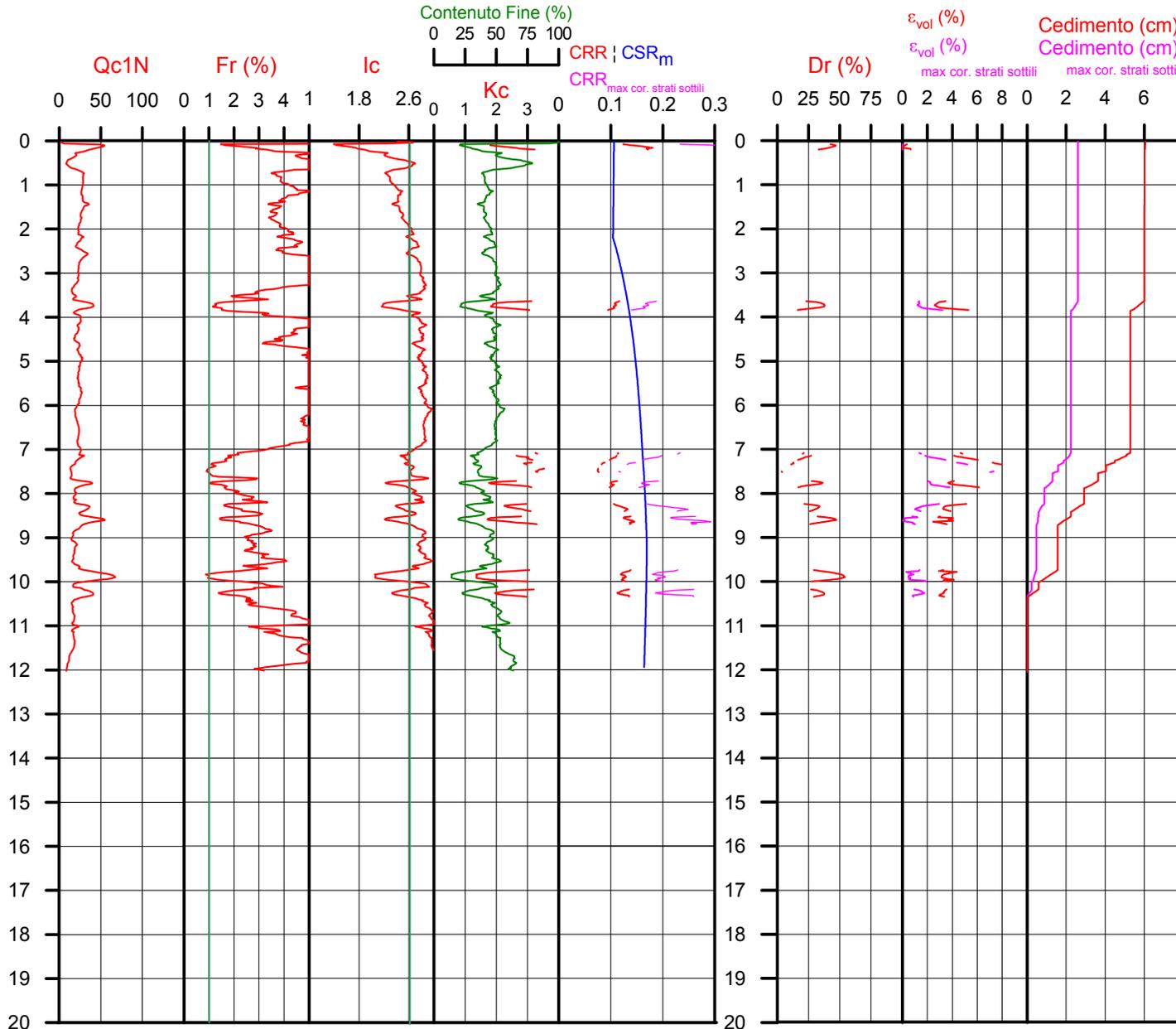
comune Faenza	amax substrato (m/sec2)	2.011
	fattore amplificazione	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	3.017
	1.000	
	magnitudine	5.500



**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>6</b>	<b>34</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>2.7</b>	<b>0.1</b>	IL ≤ 5 BASSO
		5 < IL ≤ 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO