
COMUNE CONSELICE

(Provincia di Ravenna)

RELAZIONE GEOLOGICA

VARIANTE SEMPLIFICATA AGLI STRUMENTI
URBANISTICI VIGENTI
AI SENSI DELL'ART. 53 DELLA L.R. 24/2017
Catasto terreni del Comune di Conselice al Foglio 2 mapp.1470)

Committente: *SURGITAL s.p.a VIA BASTIA 16/1-LAVEZZOLA*

Versione	Data	
1	Maggio 2022	



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



Indice

1. PREMESSA.....	2
2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI.....	10
2.1. GEOLOGIA.....	10
2.2. LINEAMENTI STRUTTURALI	15
3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI	18
4. IDRO - GEOMORFOLOGIA	18
5. IDROGEOLOGIA	24
6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA	26
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	27
7.1 PROVE PENETROMETRICHE.....	27
7.2 MISURE DEI MICROTREMORI.....	29
7.3 Cono sismico	32
8. MICROZONAZIONE SISMICA	33
8.1 ANALISI DEL RISCHIO DEI FENOMENI COSISMICI	39
8.2 CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE IN MERITO ALLA D.G.R. N. 630-2019 E SUCCESSIVI AGGIORNAMENTI E INTEGRAZIONI DI CUI RISPETTIVAMENTE ALLE DGR_476-2021 E DGR_564-2021 SUGLI APPROFONDIMENTI DEL TERZO LIVELLO	46
9. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	47
9.1 METODO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI	47
9.1.1 Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto.....	49
9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato	52
9.2 VALUTAZIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) – STATO LIMITE DI RESISTENZA DEL TERRENO	55
9.2.1 Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa	56
9.2.2 Fondazione e parametri geotecnici caratteristici utilizzati nei calcoli del carico limite dell'insieme fondazione-terreno.....	57
9.2.1 Collasso per carico limite dell'insieme "fondazione-terreno" – approccio 2	58
9.3 VALUTAZIONE DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) – DEFORMAZIONI IRREVERSIBILI.....	60
10. CONCLUSIONI.....	64
APPENDICE.....	66
ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	66
ALLEGATI.....	74

1. PREMESSA

La presente indagine preliminare è stata programmata allo scopo di fornire la base conoscitiva dei parametri geologici e geotecnici della variante in oggetto da realizzarsi a Lavezzola, via Bastia, e finalizzata all'ampliamento dell'attuale stabilimento della Surgital per una superficie complessiva di mq.331.15 per uno sviluppo lineare sul fronte di m.37 sporgente dal filo dell'attuale facciata di m.9 per un'altezza complessiva di circa m.7,50 rispetto alla quota complessiva del fabbricato industriale di m.12.90. Questo fabbricato sarà realizzato nell'area compresa tra il perimetro dell'attuale capannone e il percorso per i mezzi di soccorso, non occludendone l'accessibilità in alcun modo.

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 e, infine, fornisce le indicazioni preliminari geologiche e geotecniche di massima utili 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
- Al Piano di Gestione per il Rischio Alluvioni
- Alle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'ex Autorità di Bacino del Reno, ora Bacino Idrografico del fiume Po.
- D.M. 17/01/2018 "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. 630-2019 e successive modifiche e integrazioni di cui alle DGR_476-2021 e DGR_564-2021
- Al Piano Strutturale dei Comuni della Bassa Romagna

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. 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 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

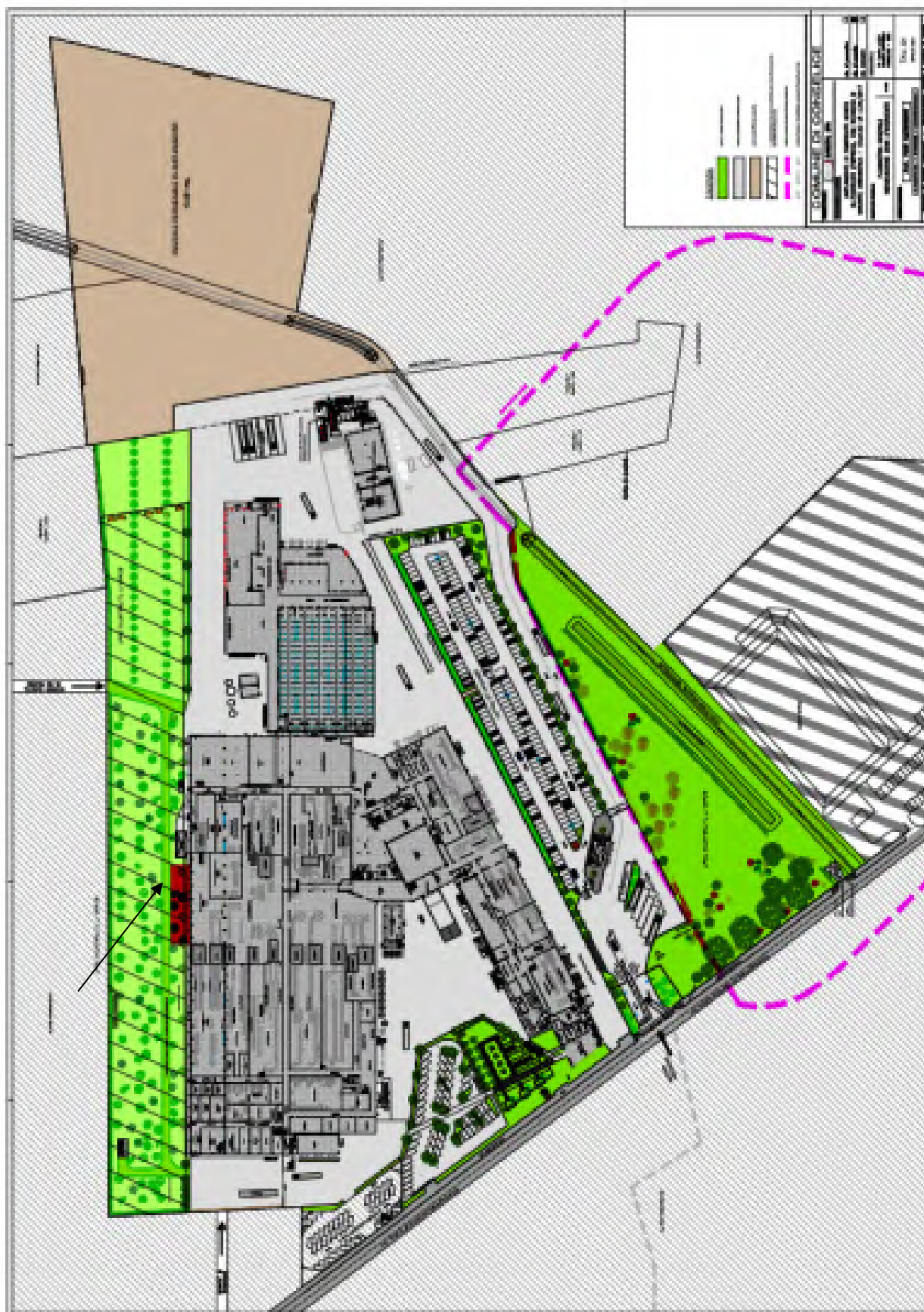
E = elementi a rischio

Agenzia delle Entrate
CATASTO FABBRICATI
 Ufficio Provinciale di
 Ravenna

Dichiarazione protocollo n. _____ del _____	
Planimetria di u.i.u. in Comune di Concelice	
Via Bastia _____ civ. 16/1	
Identificativi Catastali:	Compilata da:
Sezione:	Fabbroni Fabrizio
Foglio: 2	Iscritte all'albo:
Particella: 1476	Geometri
Subalterno:	Prov. Ravenna
	N. 01486

Scheda n. 1 Scala 1:200







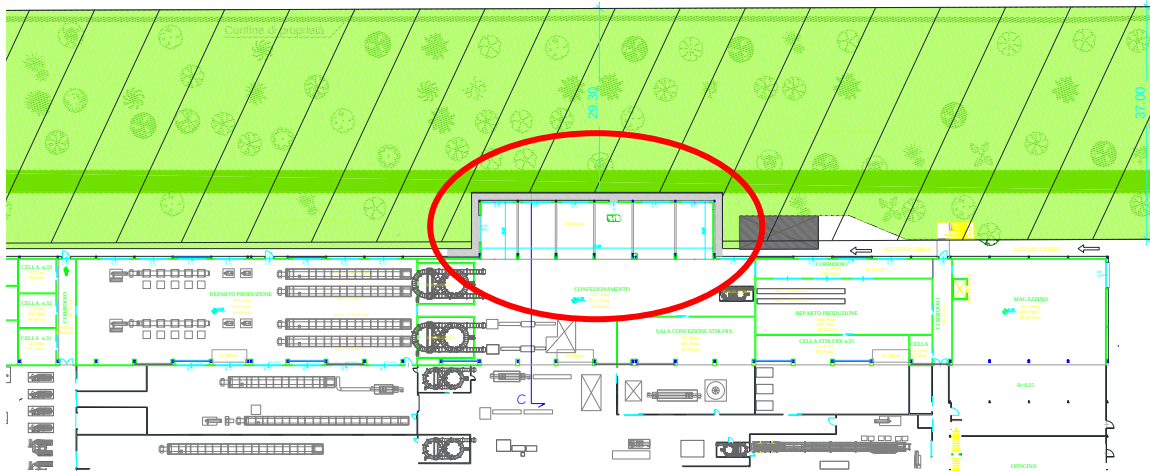
Cerchiata in rosso area oggetto di intervento



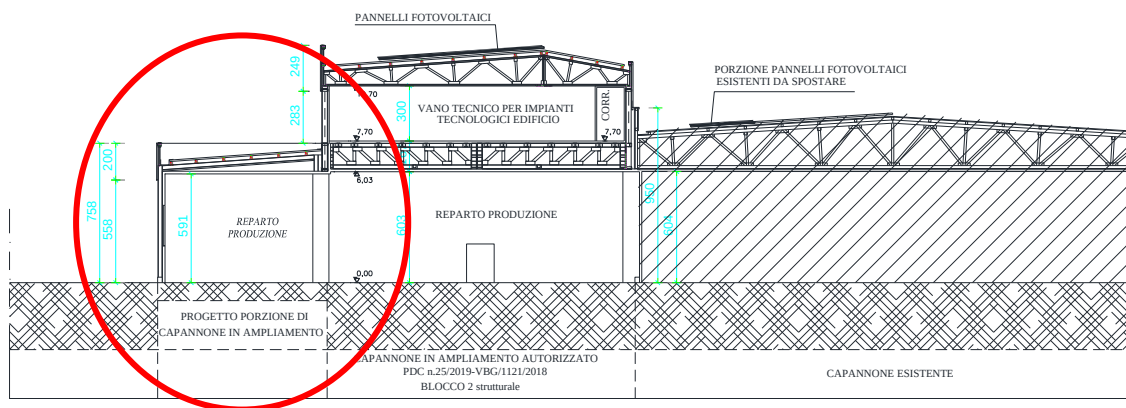
La freccia indica la posizione del futuro ampliamento

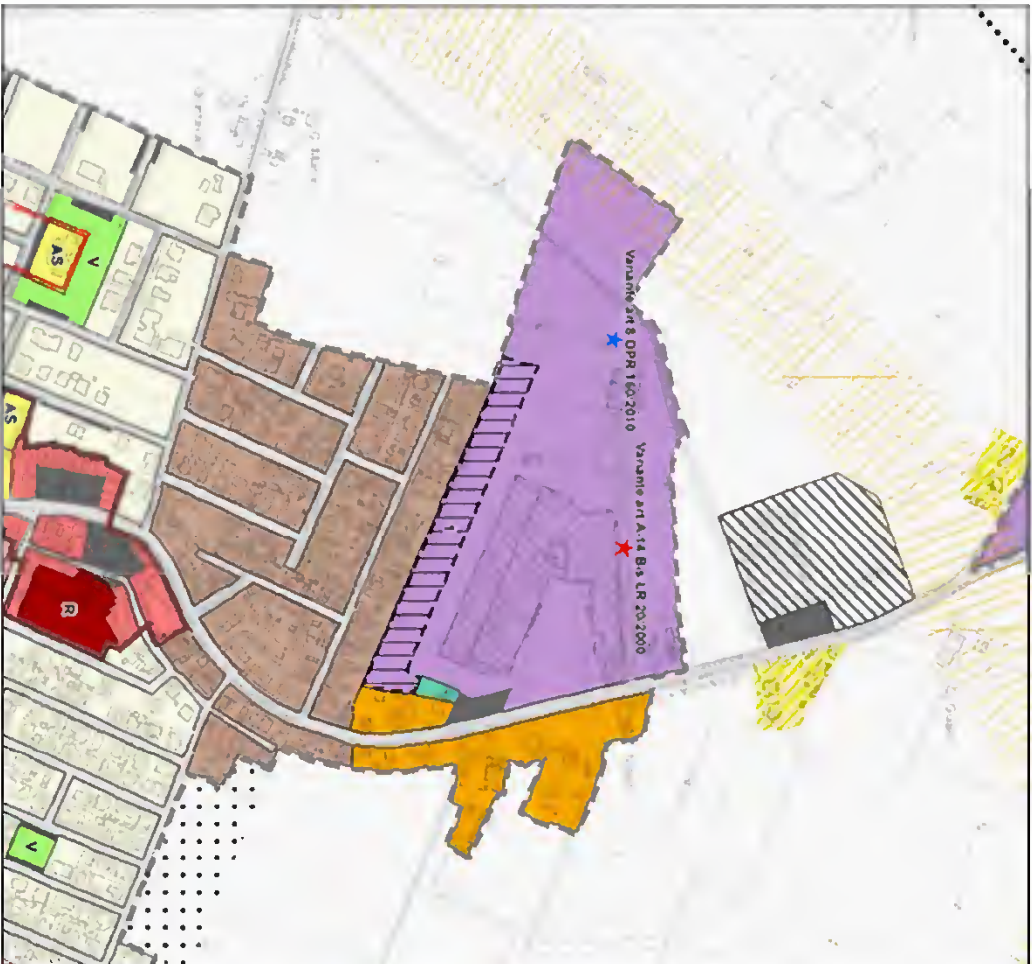


Foto dalla posizione della futura parete

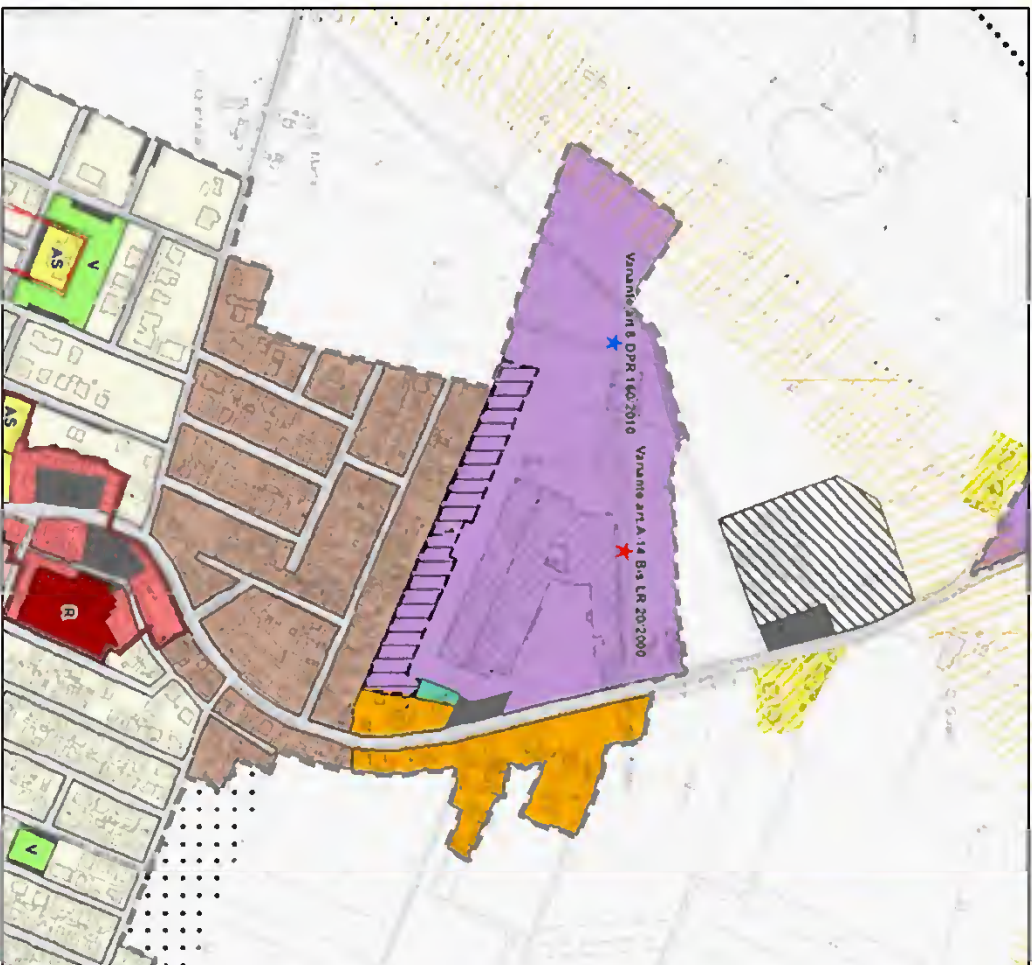


SEZIONE C-C





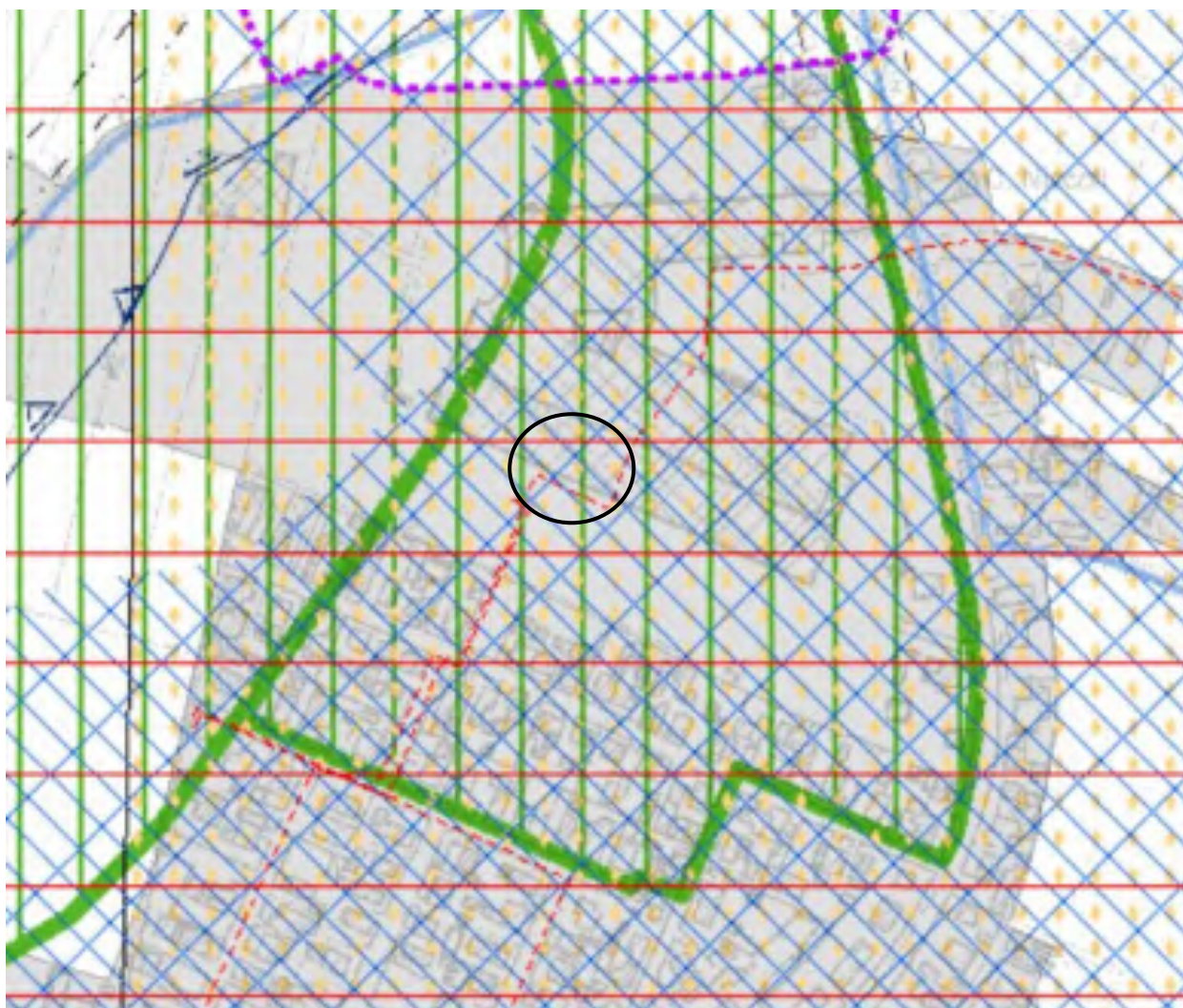
RUE
TAVOLA 1 CS1
IN SALVAGUARDIA



RUE
TAVOLA 1 CS1
IN VARIANTE

Dalla tavola CS1 dei vincoli del RUE, Carta Unica del Territorio (CUT), i cui elaborati sono stati approvati con delibera di Consiglio Comunale n. 11 del 21/03/2019 e sono entrati in vigore con la pubblicazione su BURERT n. 120 del 17/04/2019, tavola CS1 aggiornata con modifiche introdotte dalla variante urbanistica approvata con delibera C.C. di Conselice n. 21 del 09/04/2019 (Pubblicata sul BUR n. 138 del 02/05/2019), si osservano i seguenti vincoli:

- paleodossi di modesta rilevanza ((scheda dei vincoli AP08);
- aree soggette ad alluvioni frequenti (P3) (scheda dei vincoli VS07);
- aree soggette a particolare amplificazione del rischio sismico: aree per le quali è richiesta la verifica del loro possibile inserimento nelle zone che chiedono un'analisi approfondita (III livello) (scheda dei vincoli VS12).
- approfondimento aree di terzo livello (studio MS9 (Scheda dei vincoli VS13), per le quali il sito in esame ricade in aree caratterizzate da Indice di liquefazione $2 > IL \leq 5$ medio.



Legenda

----- Confine comunale

----- Territorio urbanizzato

AMBIENTE E PAESAGGIO

Area soggetta a vincolo paesaggistico (Scheda dei vincoli AP1)

Sistema delle aree forestali (Scheda dei vincoli AP2)

Alberi monumentali (Scheda dei vincoli AP3)

Insediamenti storici, castelli e castelli (Scheda dei vincoli AP4)

Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale (Scheda dei vincoli AP5)

Potenziali vincoli paleontologici (Scheda dei vincoli AP6)

Potenziali vincoli minerali (Scheda dei vincoli AP7)

Area di recupero ecologico (Scheda dei vincoli AP8)

Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) (Scheda dei vincoli AP9)

STORICO CULTURALE E TESTIMONIALE

Immobili monumentali di particolare importanza (Scheda dei vincoli SC1)

Immobili monumentali di valore storico-architettonico soggetti a vincolo storico (Scheda dei vincoli SC2)

Immobili monumentali di valore storico-architettonico soggetti a vincolo e risarcimento conservativo (Scheda dei vincoli SC3)

Siti del centro storico

Siti di interesse storico-architettonico e relativo vincolo (Scheda dei vincoli SC4)

Siti di pregio storico-culturale e monumentale e relativo vincolo (Scheda dei vincoli SC5)

Area di pertinenza dell'edificio tutelato e relativo vincolo di tutela (Scheda dei vincoli SC6)

Centri storici (Scheda dei vincoli SC7)

Centri storici (Scheda dei vincoli SC8)

Viabilità storica (Scheda dei vincoli SC9)

Strutture storiche di pregio (Scheda dei vincoli SC10)

Zone di elementi di interesse storico-architettonico (Scheda dei vincoli SC11)

Area di tutela storico-architettonica

Monumenti e spacci storici (Scheda dei vincoli SC12)

VULNERABILITÀ E SICUREZZA

Sedi e servizi principali e sensibili (Scheda dei vincoli VS1)

Fasce di pertinenza Sedi (Scheda dei vincoli VS2)

Area di alta probabilità di inondazione (Scheda dei vincoli VS3)

Area a rischio moderato di inondazione nell'ambito del Pa (Scheda dei vincoli VS4)

Mappe di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni

Zone a rischio naturale (Scheda dei vincoli VS5)

Alluvioni rare frequenti (P2)

Alluvioni frequenti (P3)

Pericolo moderato di alluvioni (Scheda dei vincoli VS6)

Alluvioni rare frequenti (P2)

Alluvioni frequenti (P3)

Siti nei quali è necessaria una tutela (Scheda dei vincoli VS7)

Siti storici con protezione (Scheda dei vincoli VS8)

Area soggetta a particolare amplificazione del rischio sismico

Area soggetta a particolare amplificazione del rischio sismico

Area soggetta a particolare amplificazione del rischio sismico

Appartenimento aree di forte traffico (Scheda dei vincoli VS9)

Indice di segnalazione

1 - 2 - 3

2 - 3 - 4

3 - 4 - 5

Unità strutturali intermedie (Scheda dei vincoli VS10)

STRADALI E INFRASTRUTTURE

Classificazione delle strade (Scheda dei vincoli SI1)

Categoria I con fondo asfaltato

Categoria I

Unità del centro storico del Comune (Scheda dei vincoli SI2)

Sede stradale e relativo fondo di riparto (Scheda dei vincoli SI3)

Fondo di riparto stradale con asfalto (Scheda dei vincoli SI4)

Sede stradale e relativo fondo di riparto (Scheda dei vincoli SI5)

Strada (Scheda dei vincoli SI6)

Fondo di riparto del centro (Scheda dei vincoli SI7)

Opere, strutture, centri integrati (Scheda dei vincoli SI8)

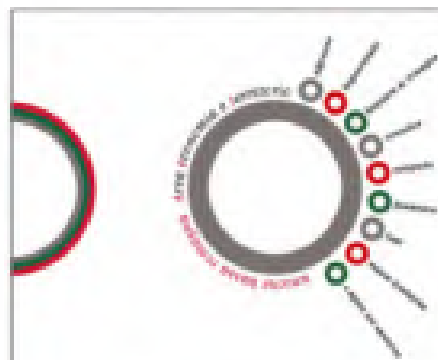
Fondo di riparto del dispendio, strutture e centri integrati (Scheda dei vincoli SI9)

Strutture stradali e relative fasce di protezione (Scheda dei vincoli SI10)

Strutture stradali e relative fasce di protezione (Scheda dei vincoli SI11)

Strutture e relative fasce di protezione (Scheda dei vincoli SI12)

Fondo di riparto di 500 metri del centro storico (Scheda dei vincoli SI13)



Carta Unica del Territorio Unione Bassa Romagna

Forme dei vincoli

TAVOLA CS1

2022 - 1/1000

COORDINATE	UTM	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
COORDINATE	UTM	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																																				
COORDINATE	UTM	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																																																																				

2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

2.1. GEOLOGIA

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 di Lavezzola 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 delle 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.

Dalla carta geologica, risulta una base del Pliocene posta a -4.000 m dal livello mare.

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

In particolare, l'area di interesse è inserita nella bassa pianura, che si estende a quota inferiore di 5 m 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.

Il corso d'acqua naturale principale presente nell'area circostante il sito è il Fiume Reno che scorre alla distanza di circa 826 m a Nord, ed il Torrente Sillaro, affluente del F.Reno, che scorre alla distanza di circa 1146 m a NO del sito di interesse.

I due corsi d'acqua naturali sono pensili e arginati.

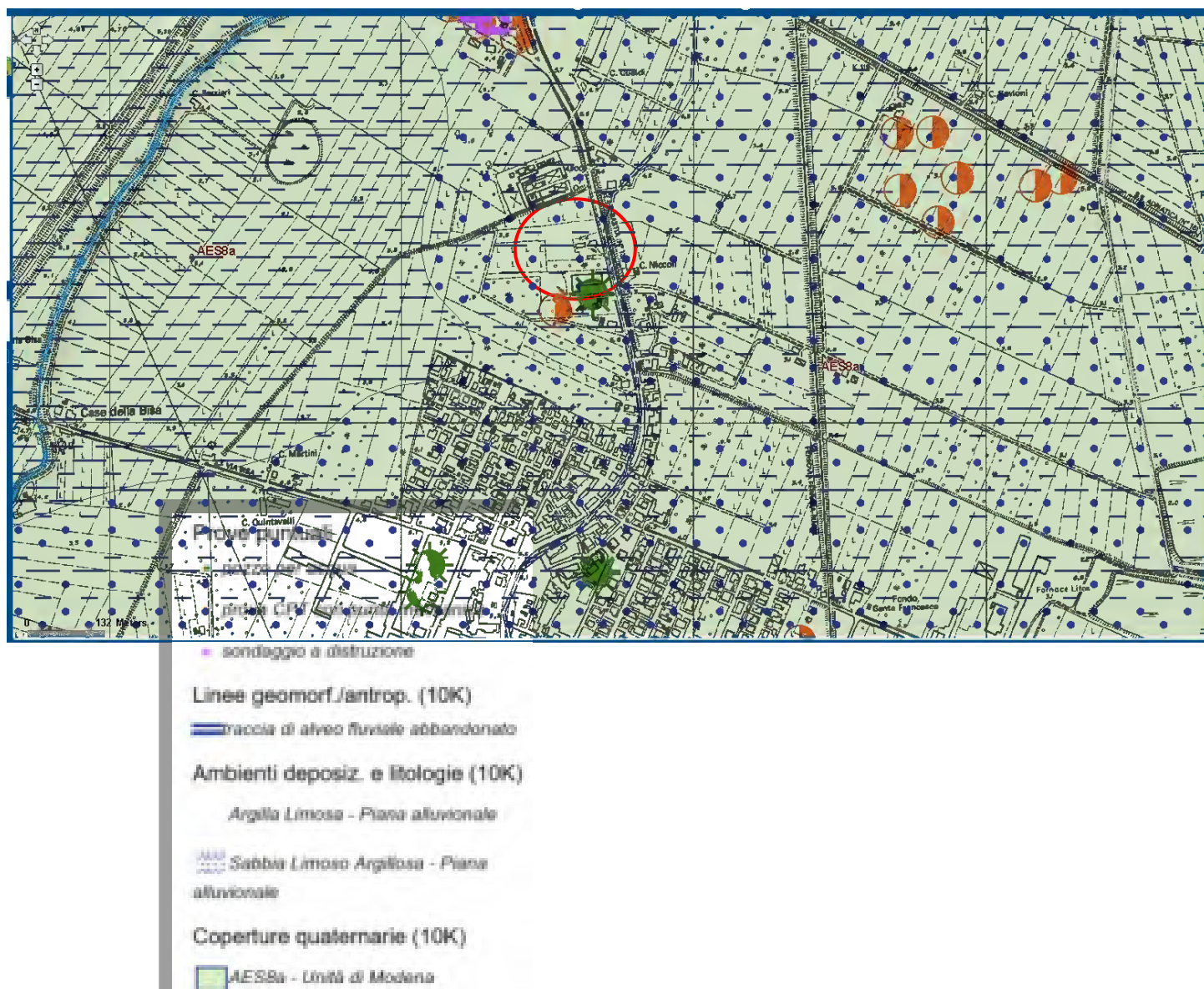
I corsi d'acqua del sistema di bonifica di interesse per il sito in esame sono:

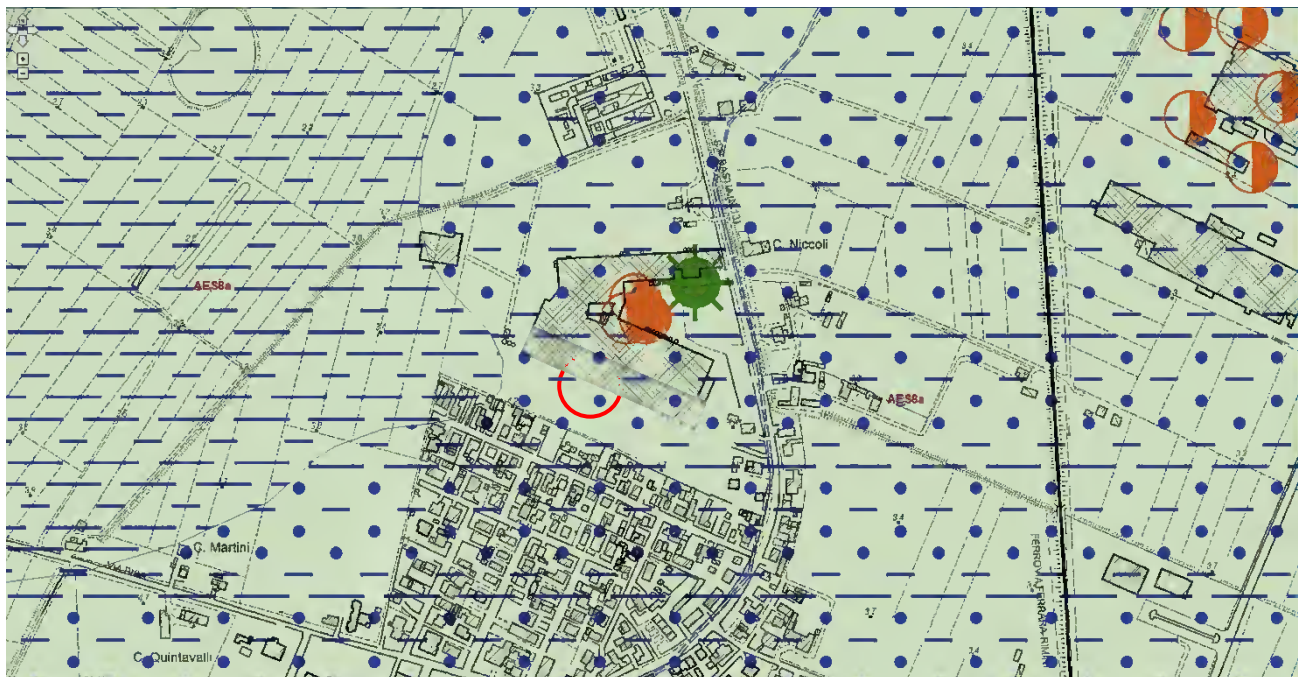
- Scolo Zaniolo, che scorre arginato alla distanza di circa 639 m verso NO, e si immette nei suddetti corsi d'acqua naturali, nella zona di confluenza, alla Chiavica Bastia
- Scolo Bentivoglio che scorre al confine Nord dell'area di intervento, in corrispondenza del Cimitero. A questo scolo drena le acque dell'area di interesse, ha una direzione di flusso verso Est, e, attraverso lo Scolo Fratta, recapita le acque nel Canale di Bonifica Destra Reno che scarica direttamente in mare presso Casalborsetti.

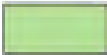
Inoltre si segnala anche il Canale dei Molini (corso d'acqua di ex forza motrice) che scorre alla distanza di circa 708 m verso NO rispetto al sito di interesse.

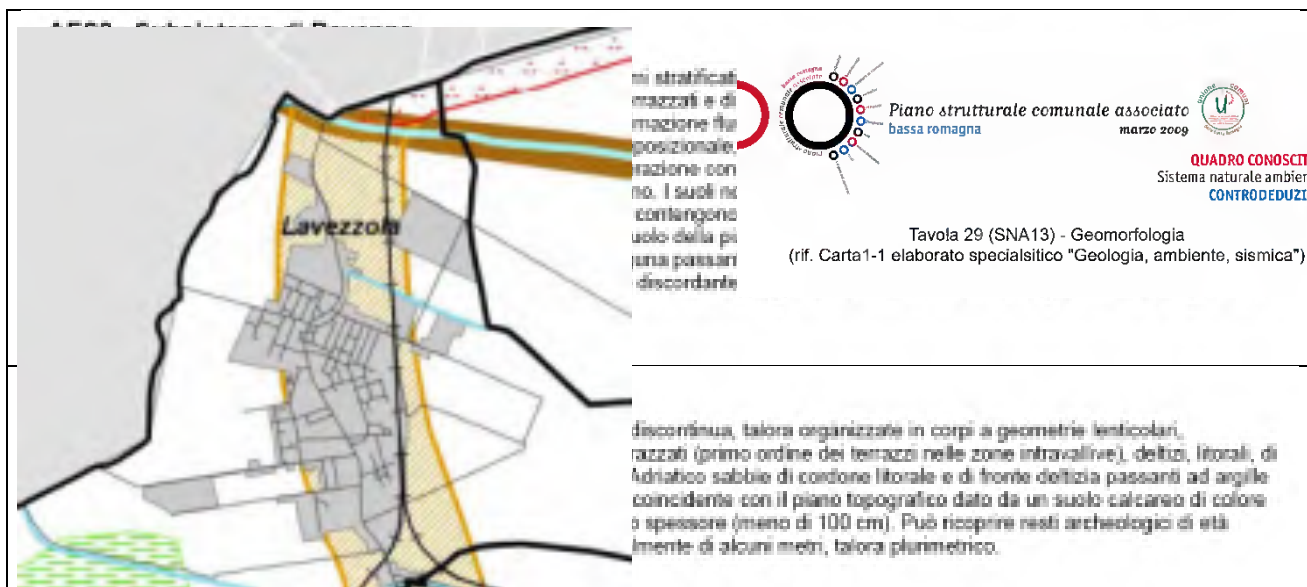
La geologia dell'area è caratterizzata da coperture quaternarie appartenenti all'Unità di Modena (AES8a): Sabbia Limoso Argillosa – Piana alluvionale - Deposito di canale, argine e rotta fluviale.

Nell'area in esame la cartografia del PSC Faentino della Bassa Romagna la presenza di un paleodosso di modesta rilevanza.





	AES8 - Subaintema di Ravenna
	AES6a - Unità di Modena



Geomorfologia

 Aree depresse

 Ventagli di esondazione

 Argini

Dossi di pianura e calanchi (art. 3.20 PTCP)

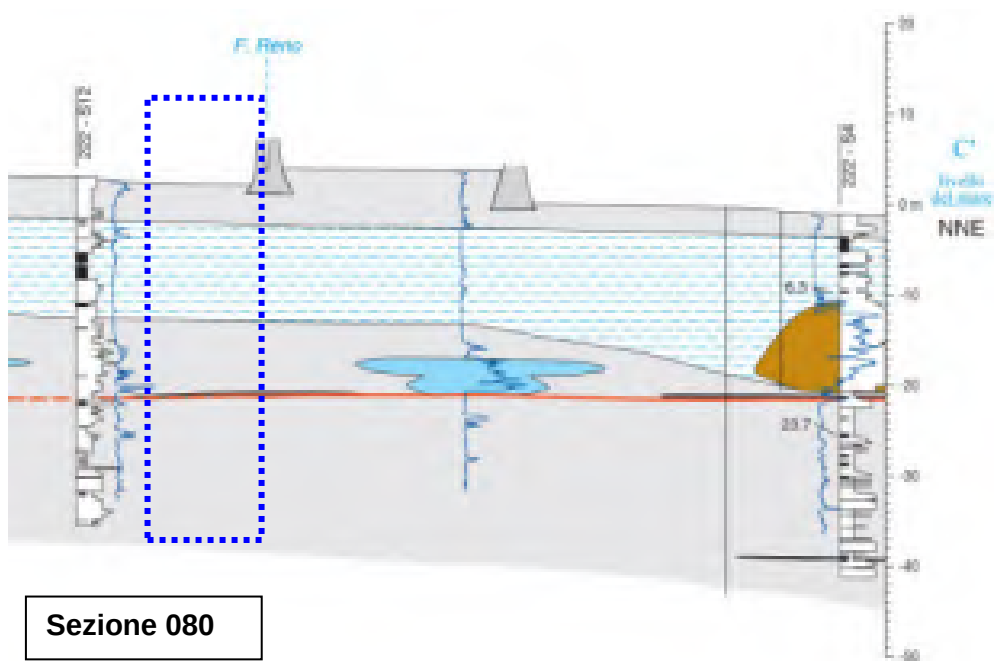
 Paleodossi fluviali particolarmente pronunciati (art. 3.20a PTCP)

 Dossi di ambito fluviale recente (art. 3.20b PTCP)

 Paleodossi di modesta rilevanza che hanno perso la morfologia del microrilievo originario (art. 3.20c)

 Paleodossi di modesta rilevanza da sottoporre a direttiva di cui al comma 8 (art. 3.20c)

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



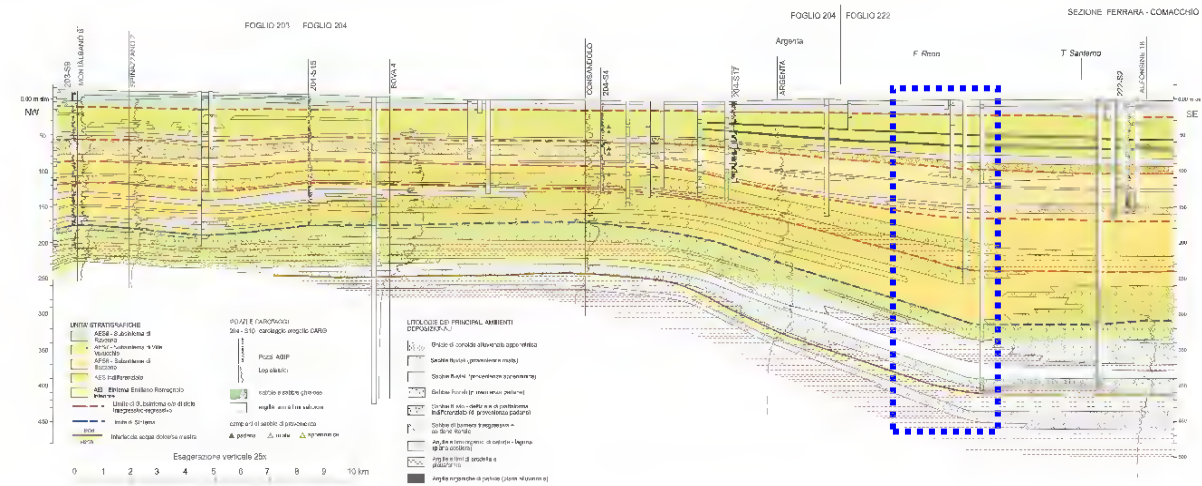
DEPOSITI ALLUVIONALI

- Gesso di riempimento di canale fluviale
- Sabbie di riempimento di canale e di reti fluviali
- Alternanza di sabbia, limo ed argille di macchinazione fluviale modellata
- Argille e limi con sostanza organica di parali

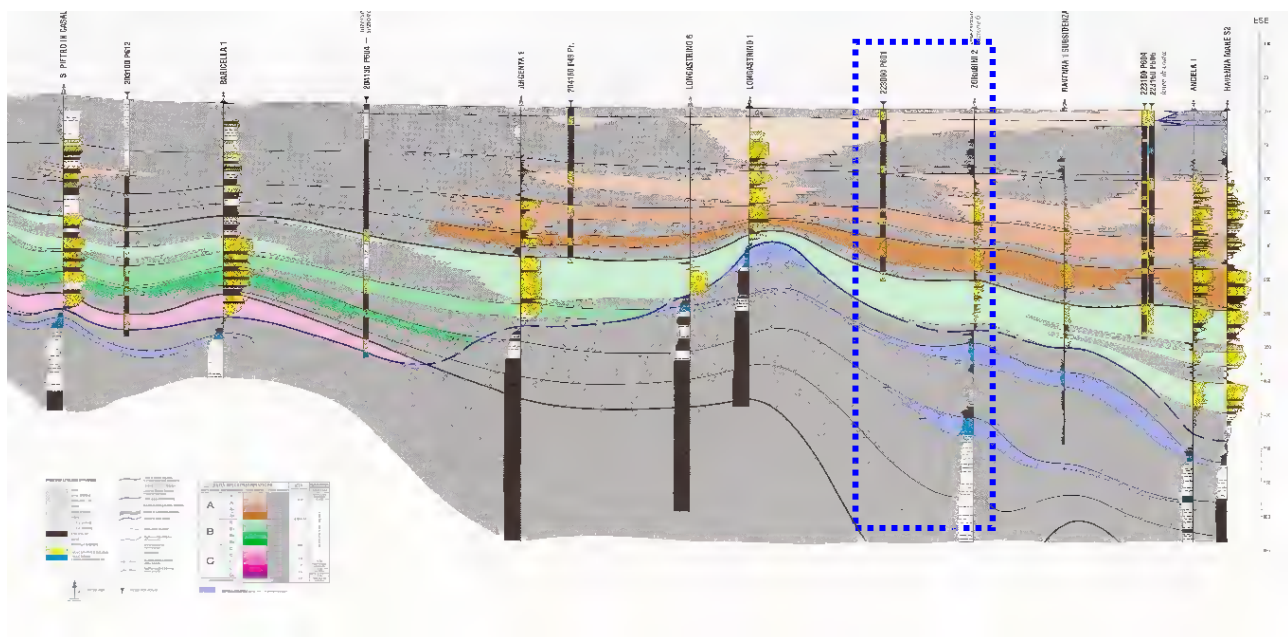
DEPOSITI DELTICI, LITORALI E MARINI

- Argille e limi con sostanza organica di paleodeltaeque
- Sabbie di cordoni litorali
- Base del Substema di Poenza - MS₁
- Base del Substema di Fila Venosca - MS₂

Sezione 094



Sezione 032



2.2. 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.

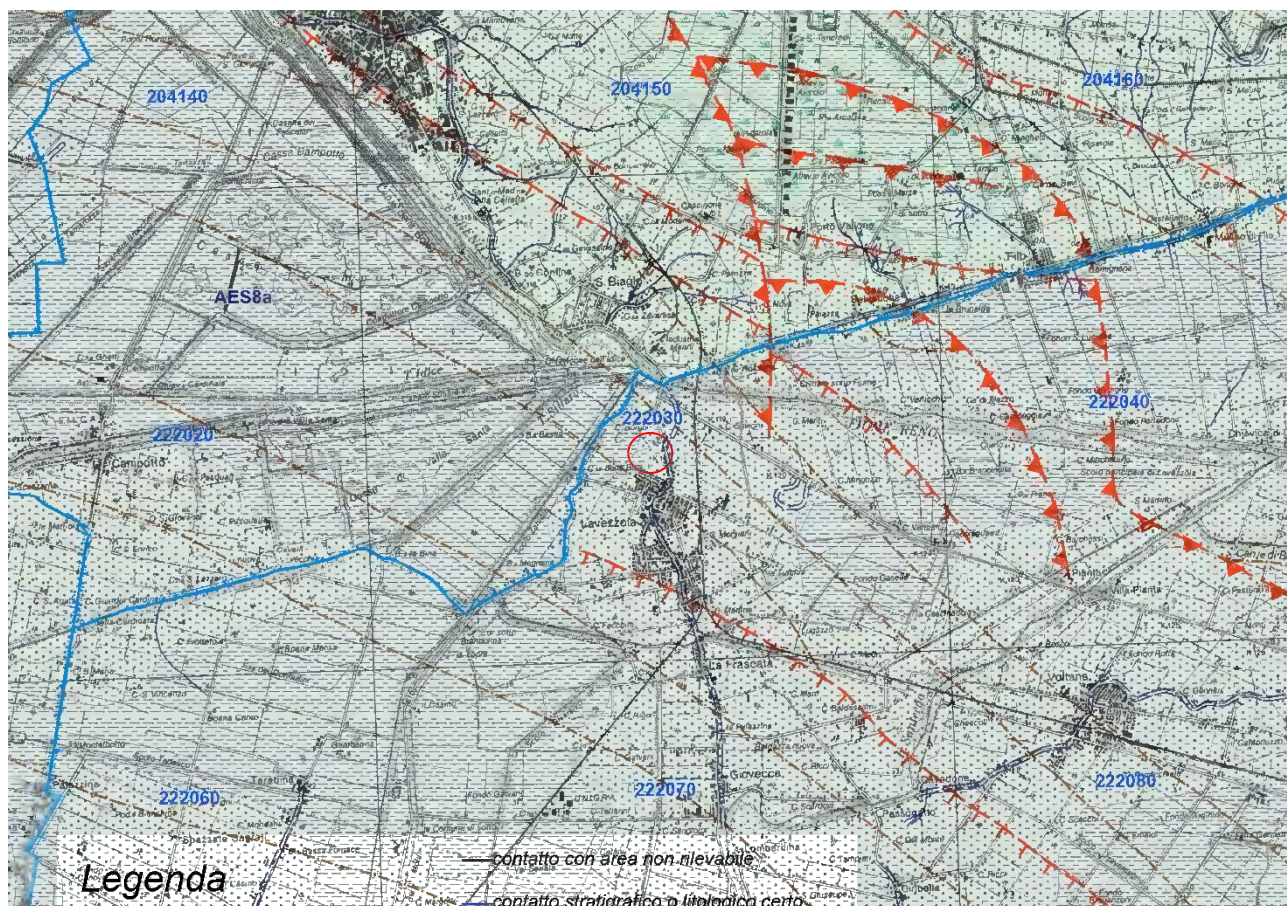
Nella più ampia unità di territorio in esame da N a S si riconoscono i seguenti motivi strutturali principali:

- 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.





Province



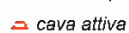
Comuni



Griglia 10.000



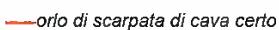
Risorse e prospezioni (50K)



Tracciati geologici (50k)



Linee geomorf./antrop. (50K)



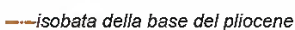
Linee geomorf./antrop. (50K)



Linee geomorf./antrop. (50K)



Isolinee di unità del sottosuolo (50k)



Elementi strutturali (50K)



Elementi strutturali (50K)

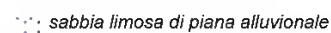
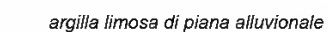
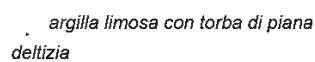


Limiti di unità geologiche (50K)

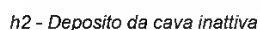
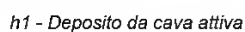
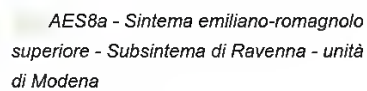
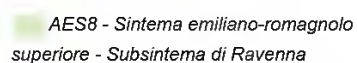
Aree geomorf./antrop. (50K)



Ambienti deposiz. e litologie (50K)



Unità geologiche (50K)





3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI

Lavezzola si trova a circa 6÷7 km dal capoluogo Conselice ed a circa 800 m dal confine comunale con Argenta, in provincia di Ferrara, ad una quota di circa 5 m s.l.m., in una zona pianeggiante.

Tale territorio è caratterizzato da un clima di tipo sub-continentale, con inverni freddi e umidi, nebbie abbastanza frequenti ed intense ed estati calde, poco piovose e piuttosto afose. La piovosità varia da 500 a 850 mm/anno con valori minimi nella stagione estiva, scarsa ventilazione e frequenti fenomeni temporaleschi tra aprile e settembre.

In inverno la zona è caratterizzata da una spessa e persistente coltre di aria fredda con sistematiche inversioni termiche associate ad intense formazioni di nebbia. In generale, dal punto di vista della circolazione, si alternano l'anticiclone siberiano con aria fredda e relativamente secca e le formazioni cicloniche atlantiche, portatrici di aria più umida e temperature che inducono precipitazioni anche abbondanti.

In primavera le precipitazioni sono associate a depressioni sul Golfo di Genova e a depressioni mediterranee che non superano in intensità quelle invernali. Mentre tra aprile e maggio tali precipitazioni assumono prevalente carattere temporalesco.

In estate prevale l'anticiclone delle Azzorre, caratterizzato da condizioni di calma di vento nella zona di pianura interna. A causa dell'intenso riscaldamento del suolo sono frequenti depressioni di origine termica che possono dar luogo a fenomeni temporaleschi.

L'autunno è caratterizzato da abbondanti e frequenti piogge.

Facendo riferimento alla stazione termo-pluviometrica di Lugo - Arpa – Servizio Idro-Meto-Clima – nel periodo 1991/2005 si osserva che le precipitazioni medie annue sono di poco inferiori a 690 mm/anno. I mesi più piovosi sono quelli di aprile, giugno, settembre, ottobre e novembre. Mentre quelli meno piovosi sono gennaio, febbraio e luglio.

Le temperature medie annue si attestano attorno a 14°C. I minimi si registrano nei mesi di gennaio, febbraio e dicembre, mentre quelli massimi in luglio e agosto.

4. IDRO - GEOMORFOLOGIA

Il territorio di interesse è situato proprio alla destra idrografica del Torrente Sillaro e del Fiume Reno, corsi d'acqua principali, pensili nel tratto di pianura in esame, ed è caratterizzato dalla presenza di un paleodosso fluviale di modesta rilevanza.

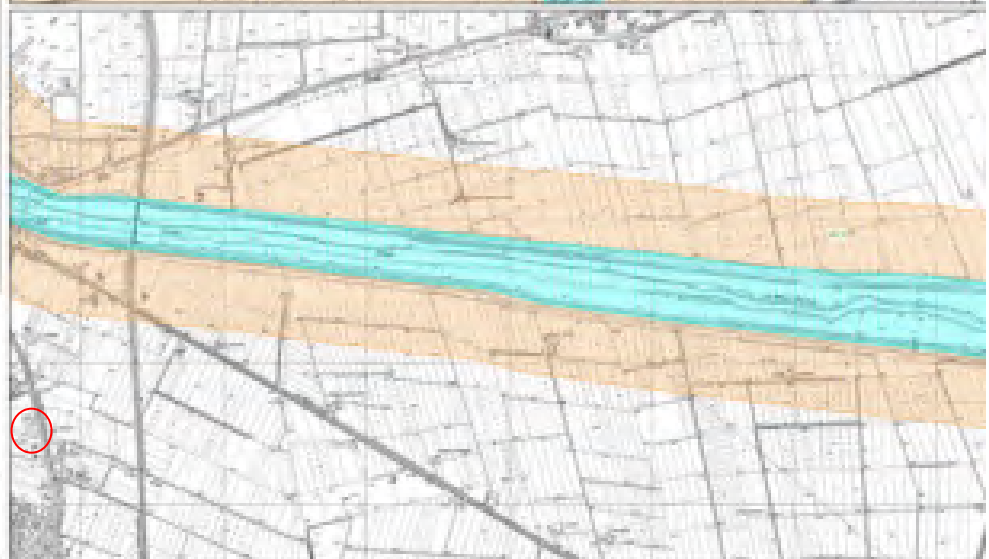
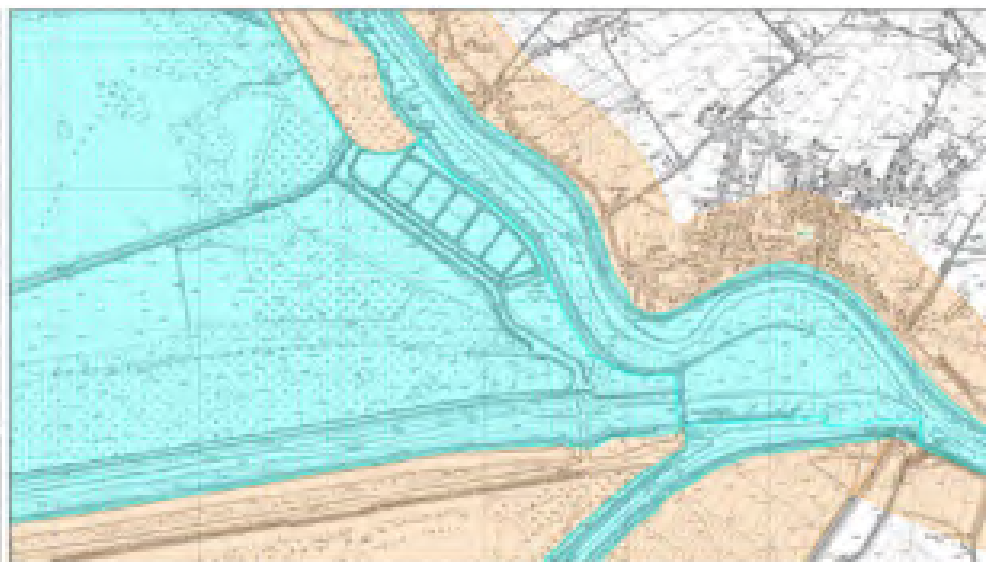
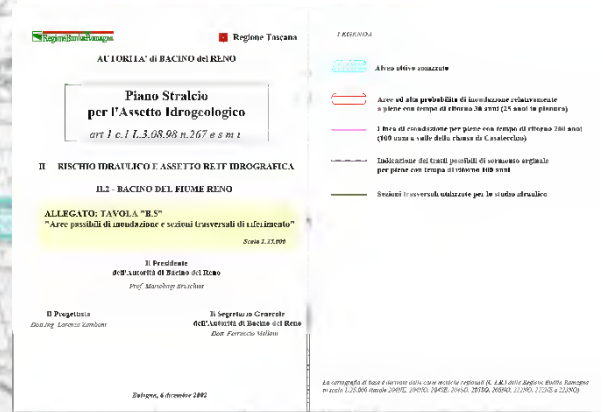
L'esame della carta ipsometrica evidenzia una superficie topografica costituita da un piano inclinato in direzione NE con pendenza media di circa il due per mille.

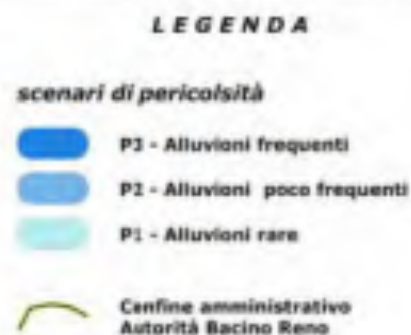
L'area in esame è inserita all'interno di due principali elementi emergenti antropici costituiti rispettivamente dal Canale dei Molini, corso d'acqua di ex-forza motrice, che scorre a Ovest dell'area di interesse, rilevato ferroviario posto a Est e dall'argine del Fiume Reno a Nord.

Considerando il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (cartografia di pericolosità predisposta nel dicembre 2013), realizzato ai sensi della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs 49/2010, il sito in esame risulta appartenere allo scenario di allagamento elevato (T=30-50 anni) con acque provenienti unicamente dal reticolo di bonifica: Scolo Bentivoglio.

In base a tale pericolosità e a quanto disposto dalla normativa di settore, sarà il Consorzio di Bonifica competente che dovrà indicare i tiranti idrici di riferimento per il sito in esame.

Mentre in base alla variante di coordinamento tra Piano di Bacino del T. Senio e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (novembre 2016) per il sito in esame risulta uno scenario di allagamento con tempi di ritorno >200 anni, frequenza rara (P1), con acque provenienti dal T. Sillaro.



 Regione Toscana

AUTORITA' di BACINO del RENO

**Variante di coordinamento
tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni
e i Piani Stralcio di bacino**

**Piano Stralcio per il bacino
del torrente Samoggia**
aggiornamento 2017

**Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico**

Piano Stralcio per il bacino del torrente Senio

Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile - Savena Abbandonato

TAVOLA MF 12
MAPPA DI PERICOLOSITÀ DELLE AREE
POTENZIALMENTE INTERESSATE DA ALLUVIONI

5C1A.1:25.0011

**Il Presidente
dell'Autorità di Bari del Reno
Basilio Comandini**

I Projektist
Dozt Ing. Gábor Szendrői

Il Segretario Generale
dell'Autorità di Razione del Regno
Arch. Ettore Altobelli

Doit fog, Lorenzo Zamboni.

Autorità di Bacino del Reno

Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino

Piano Stralcio per il bacino
del torrente Samoggia
aggiornamento 2007

Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico
art.1 e L.3.08.99 n.267 e s.m.l.
(fiume Reno, torrente Idice-Savona vivo,
torrente Sillaro, torrente Santerno)

Piano Stralcio per il bacino
del torrente Senio
Revisione Generale

Piano Stralcio
per il sistema idraulico
Navile - Savena Abbandonato

Norme integrative

(ALLEGATO alla Deliberazione C. I. n. 3/1 del 7 novembre 2016)

Il Presidente
dell'Autorità di Bacino del Reno

Paola Gazzolo

Paola Gazzolo

I Progettisti

Dott. Ing. Gabriele Strampelli

Dott. Ing. Lorenza Zamboni



Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno

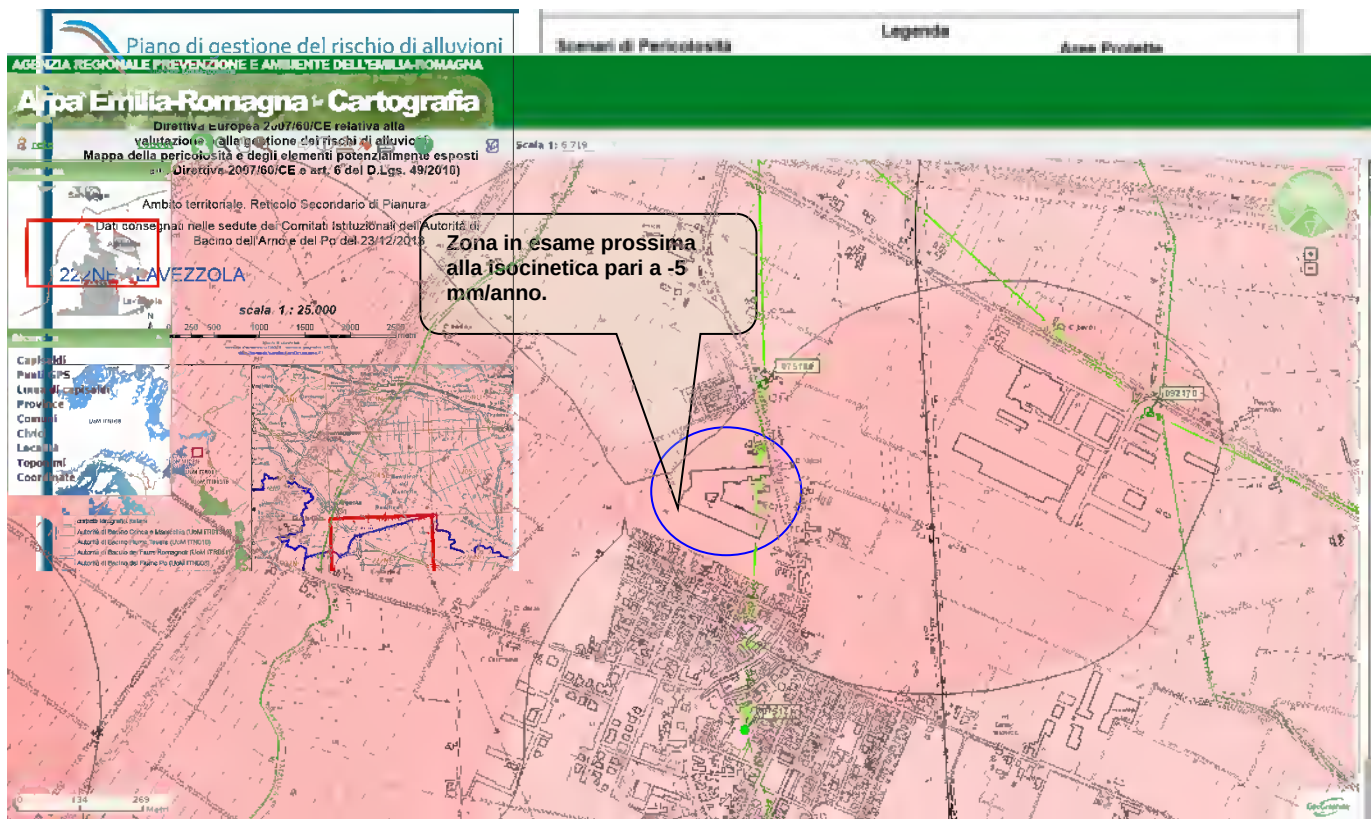
Arch. Paola Anibelli

Paola Anibelli

Art. 32 (area in

Itali

1. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P2), le amministrazioni comunali, oltre a quanto stabilito dalle norme di cui ai precedenti Titoli del presente piano, nell'esercizio delle attribuzioni di propria competenza opereranno in riferimento alla strategia e ai contenuti del PGRI e, a tal fine, dovranno:
 - a) aggiornare i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile, conformemente a quanto indicato nelle linee guida nazionali e regionali, specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;
 - b) assicurare la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità d'inondazione caratterizzante le aree facenti parte del proprio territorio, valutando la sostenibilità delle previsioni relativamente al rischio idraulico, facendo riferimento alle possibili alternative localizzative e all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte;
 - c) consentire, prevedere e/o promuovere, anche mediante meccanismi incentivanti, la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità alle inondazioni di edifici e infrastrutture.
2. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1), le amministrazioni comunali, in ottemperanza ai principi di prevenzione e dell'azione preventiva, dovranno sviluppare le azioni amministrative di cui al punto a) del precedente comma 1.
3. In relazione al fenomeno di inondazione generata dal reticolo di bonifica, oltre a quanto stabilito nel presente piano, si applica la Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di piana nel bacino del Reno approvata con Delibera C.I. n° 1/3 del 23/04/2008; (Atto di adozione BUR n.74 del 07/05/2008) e modificata con Delibera C.I. n° 1/2 del 25/02/2009 (Atto di adozione BUR n.40 del 11/03/2009).
4. Nel caso in cui, a seguito di rilievi e di studi specifici, le caratteristiche morfologiche delle aree o le prestazioni idrauliche dei corsi d'acqua configurino le aree potenzialmente interessate da alluvioni diversamente da quanto indicato nelle tavole MP "Mappe di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni", tali tavole potranno essere modificate secondo la procedura di cui all'art. 24 comma 2 del presente piano, anche su proposta delle Amministrazioni comunali. Nel caso in cui la realizzazione di interventi strutturali configuri le aree potenzialmente interessate da alluvioni diversamente da quanto indicato nelle tavole MP "Mappe di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni", il Comitato Istituzionale, previo parere del Comitato Tecnico, prende atto dell'avvenuta verifica funzionale delle opere e determina la decorrenza della nuova perimetrazione.



5. IDROGEOLOGIA

Per quanto riguarda le acque sotterranee, sul sito in esame si possono distinguere:

- *falda freatica superficiale*, prevalentemente alimentata dalle acque meteoriche, con livello statico a profondità variabili fra 1.0 e 2.0 m rispetto al piano campagna attuale, in condizioni di massimo idrogeologico e attorno a 3÷4m in condizioni di minimo idrogeologico;
- *falde artesiane*, poste a diverse profondità rispetto al piano di campagna, si trovano all'interno di acquiferi di natura sabbiosa, separati da livelli impermeabili argilloso limosi, e la loro alimentazione avviene, essenzialmente, tramite l'infiltrazione di acqua dalla fascia pedecollinare, o di alta pianura, dove i sedimenti a granulometria più grossolana si trovano a profondità minori se non in affioramento.

Gli acquiferi non presentano interferenze con l'interfaccia "acqua dolce-acqua salmastra" che, in corrispondenza di Lavezzola, si trova ad una profondità attorno a circa 350m sotto il livello mare.

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.

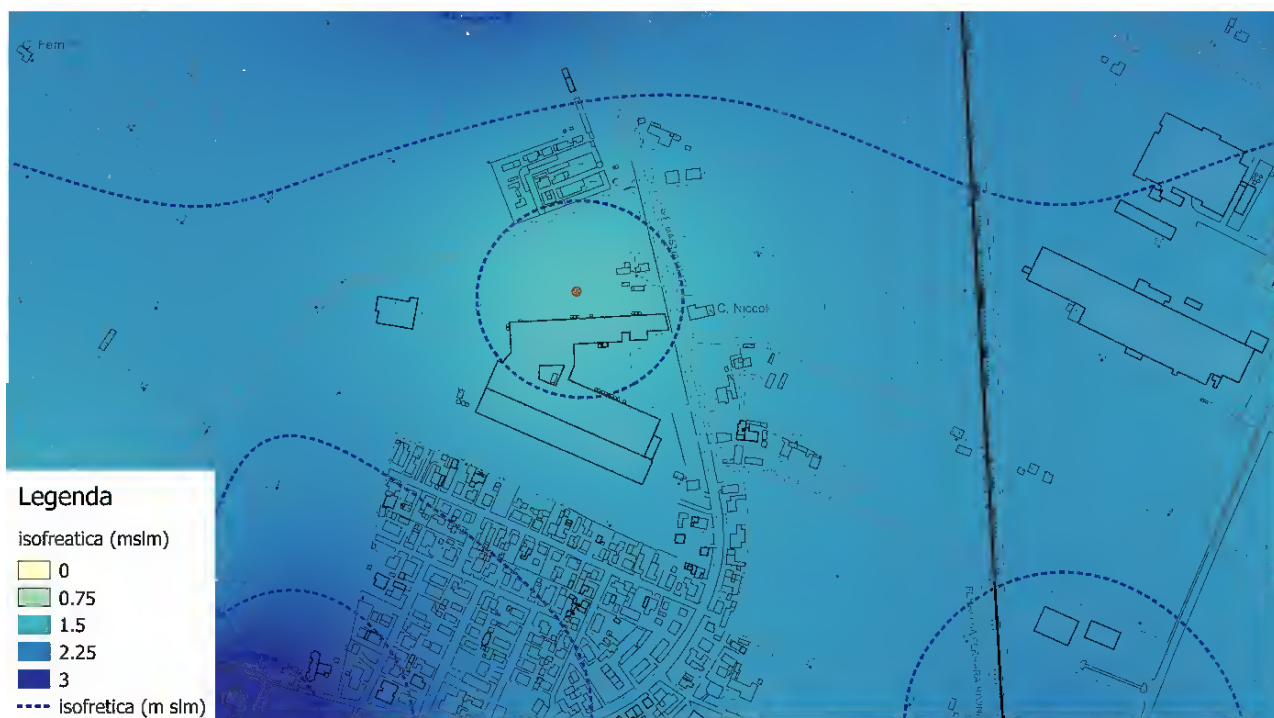
Al fine di caratterizzare la falda freatica del territorio in esame si è fatto riferimento agli studi freatimetrici eseguiti per la pianificazione urbanistica comunale, eseguendo opportune verifiche in campagna che hanno confermato i caratteri idrogeologici del territorio emersi dal precedente studio.

Nella zona di interesse i livelli statici della soggiacenza hanno valori compresi tra -1 e -2 m dal piano di campagna e i livelli freatici evidenziano un deflusso verso Sud, ricaricata dal corso d'acqua naturale pensile che scorre a Nord: Fiume Reno.



SOGGIACENZA FALDA FREATICA DA P.C.

100 0 100 200 300 400 m



FREATIMETRIA (m slm)

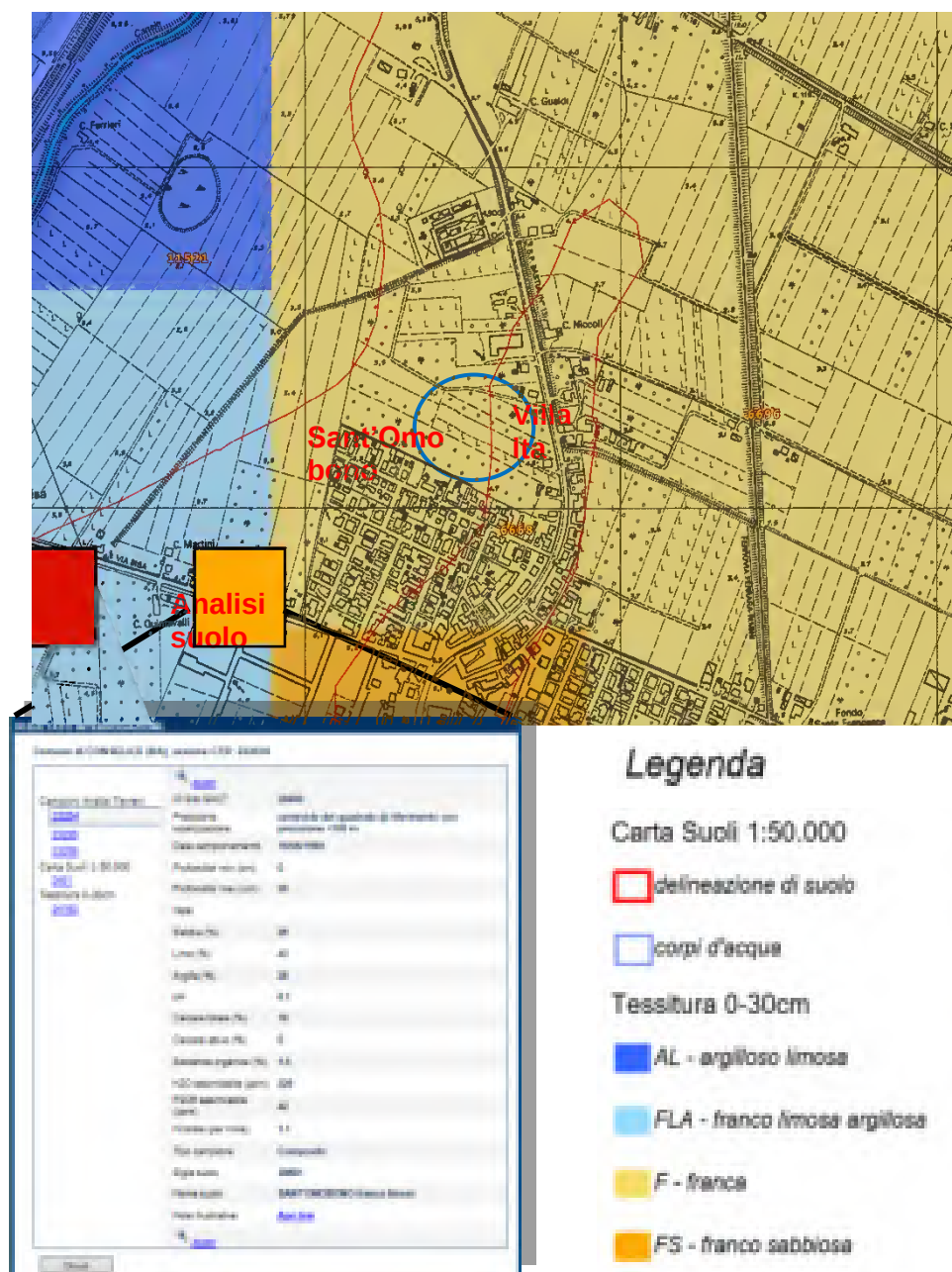
100 0 100 200 300 400 m

6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA

La carta Geologica e dei Suoli Regionale evidenzia per la massima parte dell'ara in esame litologie franche.

In base alla carta geotologica allegata al quadro conoscitivo del PSC della Bassa Romagna, l'area risulta interessata da un paleodosso fluviale di modesta rilevanza. Mentre dalla carta geologica della RER si osserva che il sito è interessato dall'Unità di Modena – AES8a- Argilla Limosa – zona inerfluviale - piana alluvionale – Sabbie limose argillose.

Mentre la pedologia è caratterizzata da terreni appartenenti al sistema dei suoli delle unità Sant'Omobono e Villalta.



7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di verificare le caratteristiche geomeccaniche del terreno interessato all'intervento ed in considerazione del rilievo effettuato, si è fatto riferimento alle indagini geognostiche realizzate recentemente e nel passato nella proprietà aziendale: n. 17 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono, n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, n. 1 SCPT-down hole e n. 2 misure HVSR.

7.1 PROVE PENETROMETRICHE

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

La punta rispetta le dimensioni standard europee:

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

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

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

Unità A	<i>Da 0.0 m a -1.0 m (-1.9 m prova n. 3) dal piano di campagna.</i>
	terreni di riporto e di alterazione superficiale
Unità B	<i>Da -1.0 m (-1.9 m prova n. 3) a circa -4.5÷5 m dal piano di campagna</i>
	Terreni limoso-argillosi, consistenza da plastica, con scheletro sabbioso; valori penetrometrici mediamente compresi tra 1.0 MPa e 1.3 MPa.
Unità C	<i>Da circa -4.5÷5 m a circa -11.8 m dal piano di campagna</i>
	Terreni prevalentemente limoso-argillosi a consistenza molle-plastica con presenza di sostanza organica; valori penetrometrici mediamente compresi tra 0.6 MPa e 0.8 MPa, tendenzialmente in aumento con la profondità;
Unità D	<i>Da circa -11÷12 m a circa -15÷17 m dal piano di campagna</i>
	Terreni prevalentemente sabbioso-limosi, mediamente addensati, con rar intercalazioni di livelletti limoso-argillosi; valori penetrometrici mediamente compresi tra 2.3 MPa e 7.0 MPa. Valori minimi attorno a 1.1÷1.6 MPa in corrispondenza dei livelli limoso-argillosi. Nella zona del magazzino robotizzato lo strato sabbioso-limoso è presente tra circa -11 m e -17 m.
Unità E	<i>Da circa -17 m a circa -27÷28 m dal piano di</i>
	Terreni prevalentemente limoso-argillosi a consistenza da molle-plastica a plastica, con frequenti intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. I valori penetrometrici risultano mediamente attorno a 0.9÷1.1 MPa, tendenzialmente in aumento con la profondità. Valori attorno a 5 MPa, massimo 10÷11 MPa si osservano in corrispondenza dei livelli sabbioso-limosi.

	Per le prove n. 7 e n. 11 si osserva la sola presenza di terreni limoso-argillosi normalconsolidati con valori penetrometrici compresi tra 0.9 MPa e 1.2 MPa in progressivo aumento con la profondità.
Unità F	<i>Da circa -27÷28 m a circa -32 m dal piano di campagna</i> Terreni prevalentemente sabbiosi-limosi mediamente addensati, con alcune intercalazioni di livelli limoso-argillosi nella parte alta. I valori penetrometrici risultano mediamente compresi tra 5.7 MPa e 14 MPa in progressivo aumento con la profondità.
Unità G	<i>Da circa -32 m a circa -60 m dal piano di campagna</i> Terreni prevalentemente limoso argillosi normalconsolidati a consistenza plastica e solido-plastica con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi. I valori penetrometrici risultano mediamente compresi tra 2.3 MPa e 3 MPa in progressivo aumento con la profondità. In corrispondenza dei livelli sabbioso-limosi si osservano valori penetrometrici mediamente attorno a 8÷16 MPa. Il sondaggio realizzato evidenzia che la sequenza di tale unità litostratigrafica si spinge fino a -60 m dal piano di campagna

Il livello della falda freatica, misurato all'interno dei fori penetrometrici alla data delle prove, dopo un lasso di tempo sufficiente a stabilizzarne il livello idrico, presentava un livello a -1.9÷-2.0 m dal piano campagna corrispondente all'attuale piazzale che si trova a circa 1.0÷1.1 m sopra al piano campagna originale.

Alcuni stop all'avanzamento sugli strati sabbiosi dell'unità litostratigrafica D e F hanno evidenziato:

Prova n.	Unità litostratigrafica	Prof m da p.c.	Livello idrico m da p.c.
7	Unità D	12.7	3 m
7	Unità D	15.7	4 m
8	Unità F	30	4.3 m

In generale, dal confronto tra le prove eseguite, si osserva che le caratteristiche areali litostratigrafiche del substrato dell'area di interesse risultano nel complesso omogenee.

7.2 MISURE DEI MICROTREMORI

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

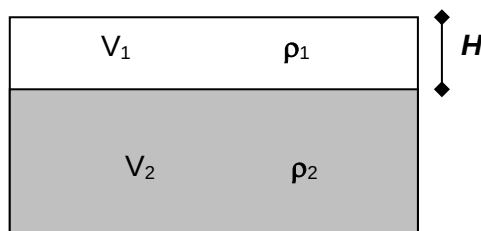
Il tremore sismico, comunemente definito "rumore sismico", esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è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

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

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

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

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



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore.

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

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

La prova eseguita impiegando la suddetta metodologia dei microtremori ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), una **Vs30 attorno a 142÷174 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.

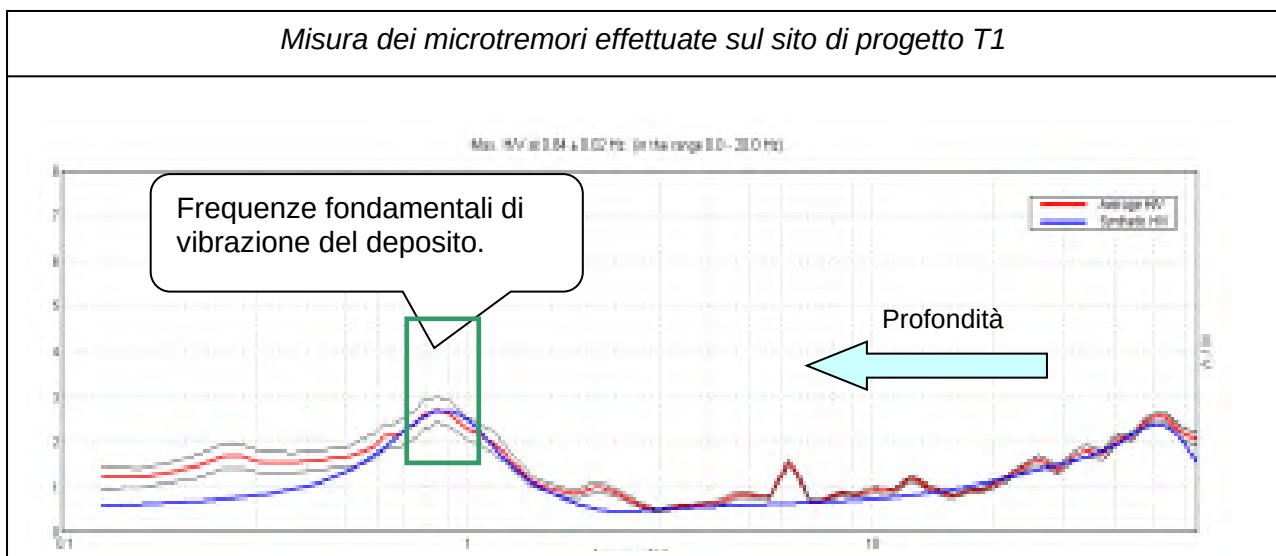
L'analisi delle frequenze fondamentali di amplificazione del sito evidenzia l'amplificazione di risonanza tipica del terreno e, di conseguenza, l'altezza critica degli edifici che in caso di sisma possono entrare in risonanza con il terreno.

Nel caso specifico è possibile individuare, in prima analisi, la sottostante frequenza fondamentale per il deposito esaminato, anche se non ben evidenziata dalla curva H/V.

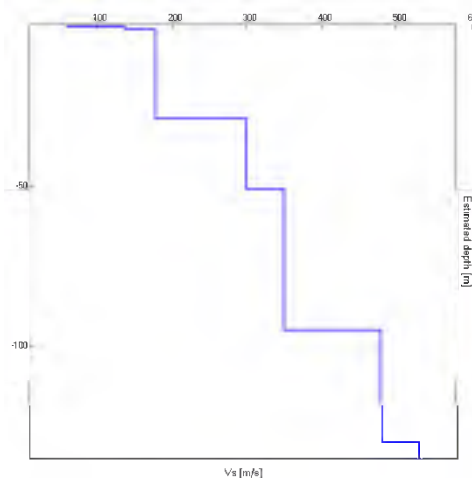
Frequenze fondamentali di vibrazione del deposito	
Frequenza - f (Hz)	Periodo - T (sec)
0.7÷0.9	1.42÷1.11

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

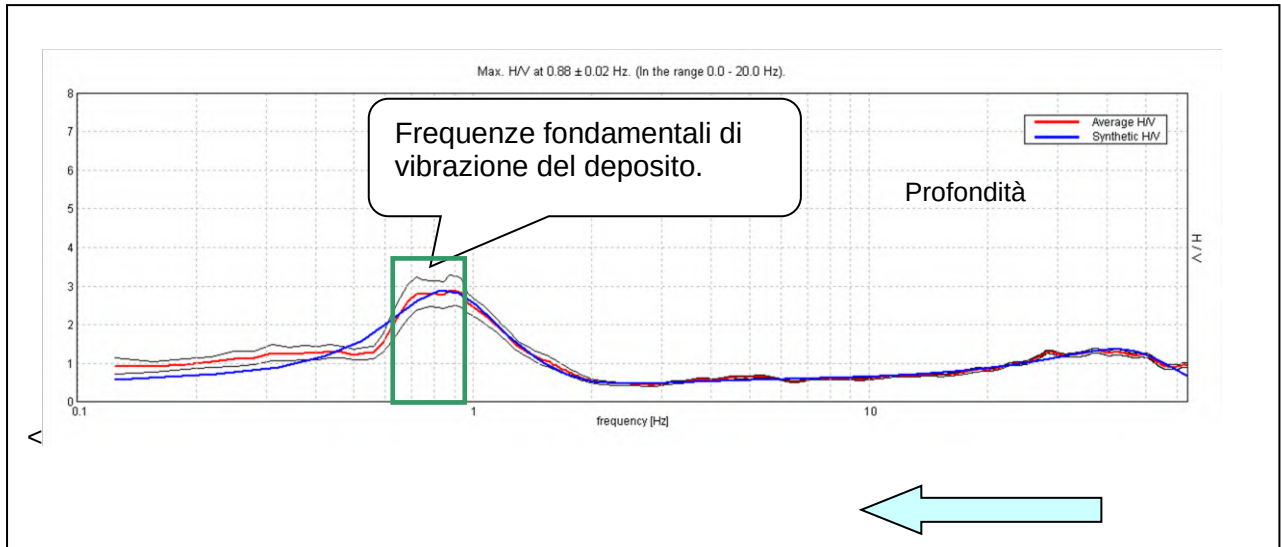
Dalle indagini HVSR risulta che le frequenze di risonanza del sito risultano omogenee su tutta l'area di interesse.



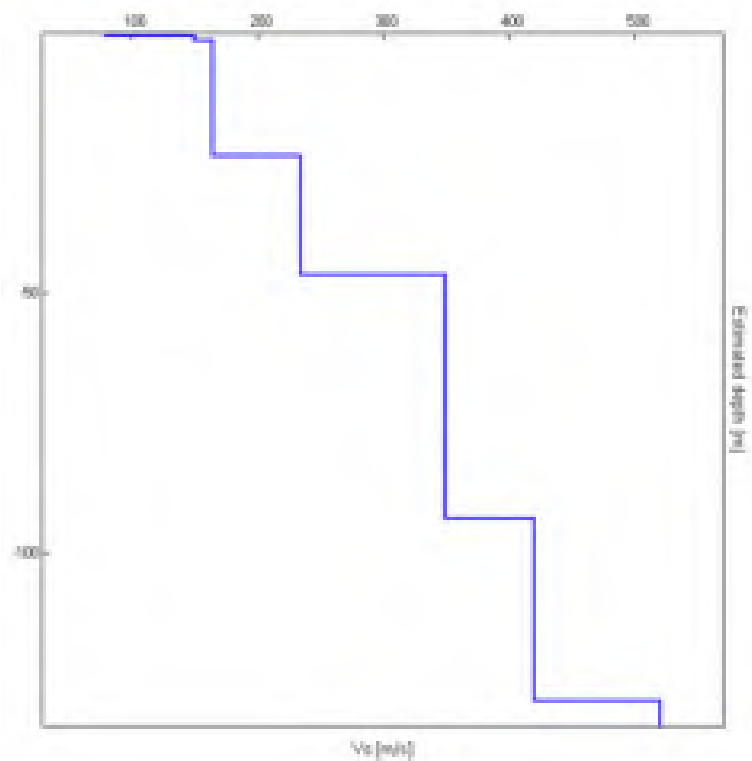
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.30	0.30	60
1.30	1.00	137
29.30	28.00	178
51.30	22.00	300
95.30	44.00	350
130.30	35.00	480
inf.	inf.	530
Vs(0-30m)=174 m/s		



Misura dei microtremori effettuate sul sito di progetto T2

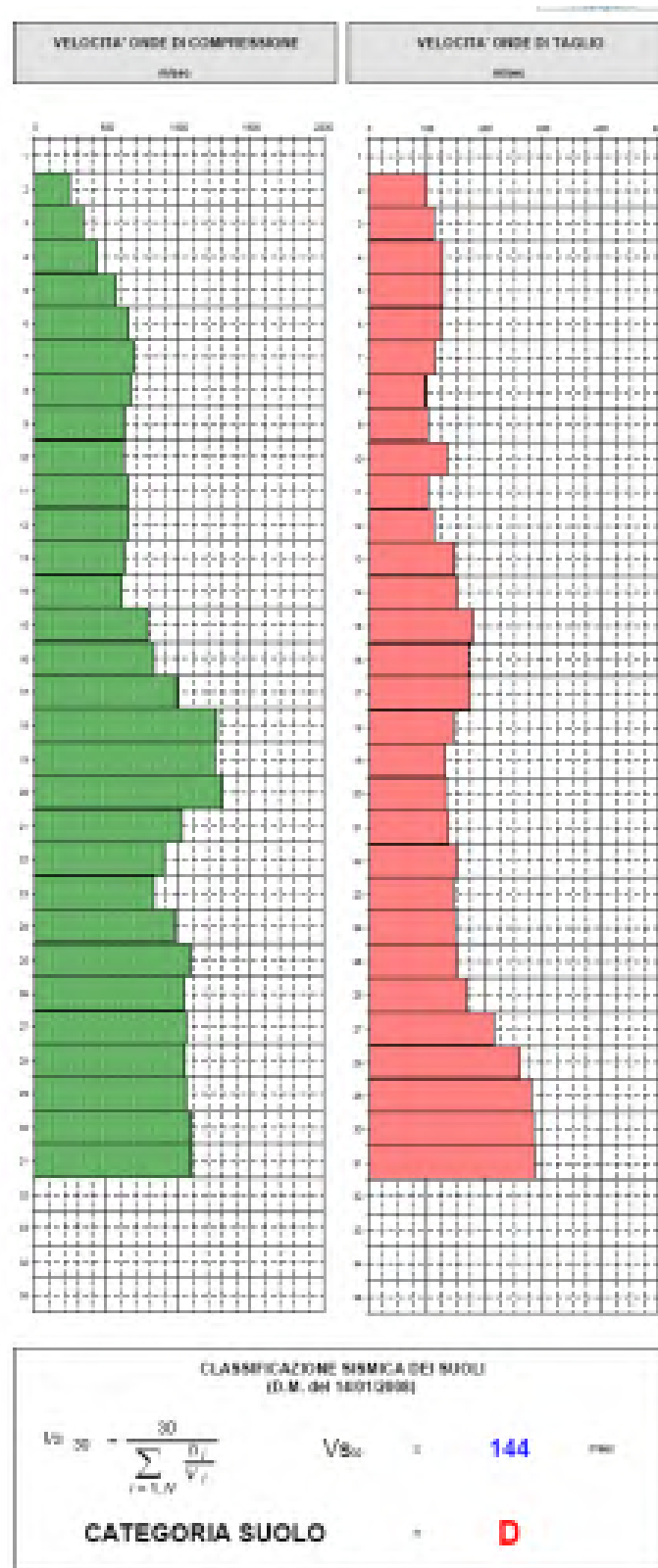


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.42	0.42	80
1.42	1.00	150
23.42	22.00	165
46.42	23.00	235
93.42	47.00	350
128.42	35.00	420
inf.	inf.	520
Vs(0.0-30 m)=173m/s		



7.3 Cono sismico

Nel foro della penetrometria prova n. 7, ubicata sul lato nord del magazzino robotizzato, zona dove è presente lo strato limoso-argilloso normalconsolidato tra la profondità di circa -17 m e -28 m, è stata realizzata una discesa con cono sismico fino a -31 m dal piano di campagna, che ha evidenziato un valore di $V_{s30} = 144$ m/s.



8. MICROZONAZIONE SISMICA

N.T.C. 17-01-2018

In base alle NTC 2008 l'area di interesse presenta un valore di $a_g/g = 0.162$, le velocità V_{s30} risultano comprese tra 144÷174 m/s, quindi può considerarsi un substrato appartenente alla categoria di suolo D. Di conseguenza risulta un coefficiente di amplificazione sismica per tipo di suolo $S = 1.76$ e, essendo in zona pianeggiante, il coefficiente di amplificazione morfologico risulta $S_T = 1$, quindi l'accelerazione massima al suolo risulterà di $a_{max} = 0.285g$.

D.G.R. n. 630-2019 e successivi aggiornamenti e integrazioni di cui rispettivamente alle DGR_476-2021 e DGR_564-2021

il sito di interesse ricade in zona di pianura 2.

PLANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

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

Fattori di Amplificazione **SA1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SA2** ($0,4s \leq T \leq 0,8s$), **SA3** ($0,7s \leq T \leq 1,1s$), **SA4** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

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

Fattori di Amplificazione **SI1** ($0,1s \leq T \leq 0,5s$), **SI2** ($0,5s \leq T \leq 1,0s$), **SI3** ($0,5s \leq T \leq 1,5s$)

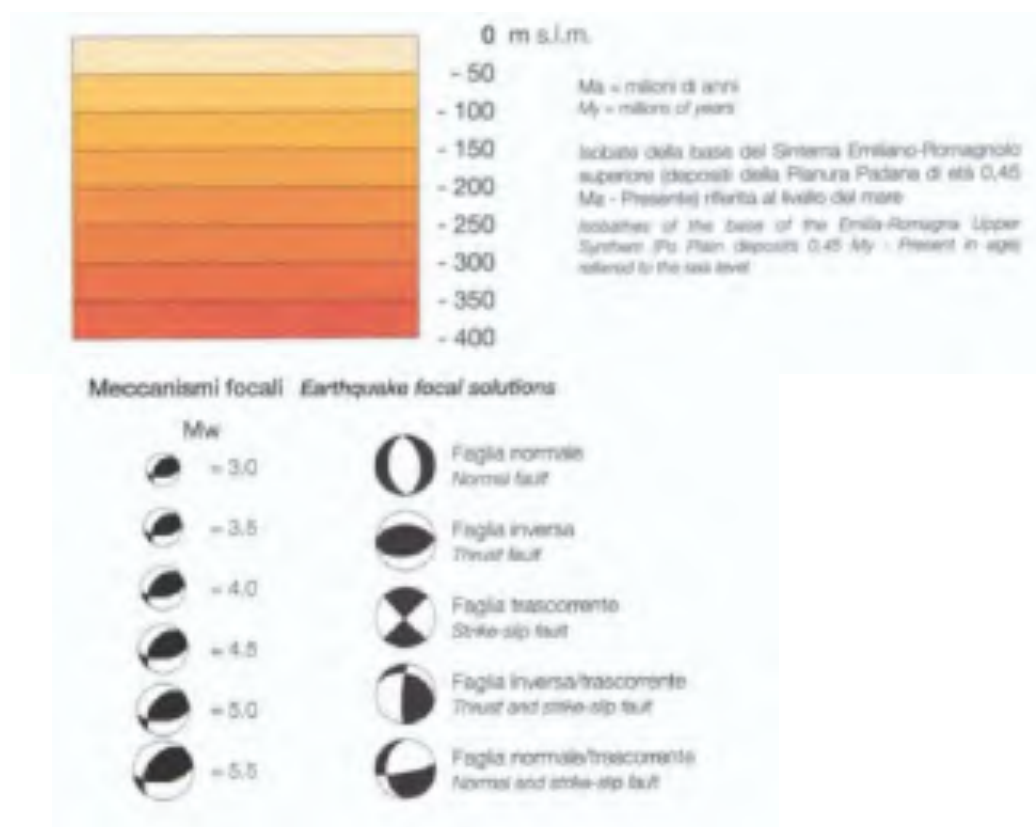
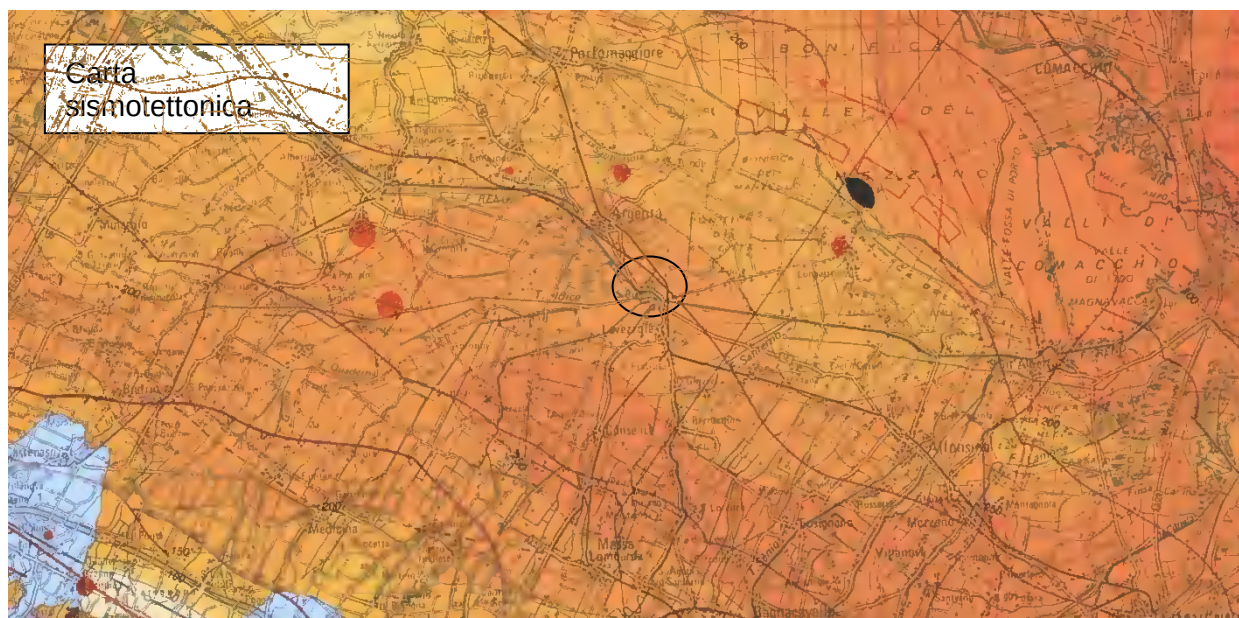
Considerando le suddette V_{s30} , quindi assumendo $V_{s30}=150$ m/s, si ottengono le seguenti amplificazione dello spettro elastico:

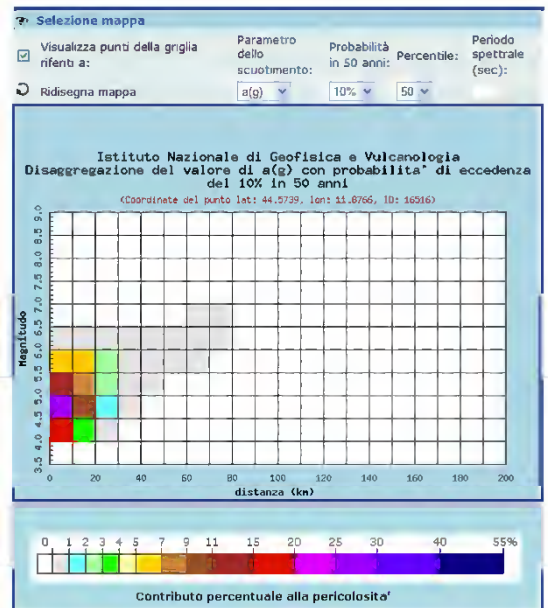
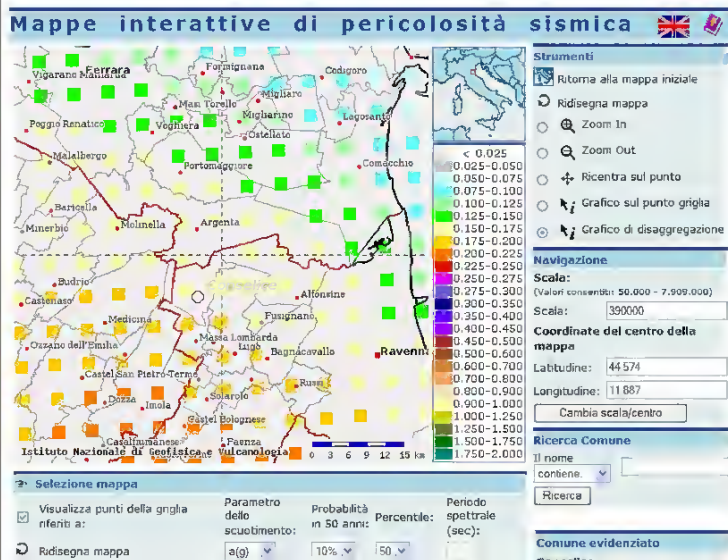
- F.A. P.G.A. = 1.7
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE SI1 $0.1s < T_0 < 0.5s = 2.0$
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE SI2 $0.5s < T_0 < 1.0s = 3.1$
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE SI3 $0.5s < T_0 < 1.5s = 3.6$

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 ad $a_g = 0.162 \cdot 1.7 = 0.275g$, quindi inferiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.

Infine, considerando l'analisi di Risposta Sismica Locale, vedi Appendice, facendo riferimento allo spettro ritenuto più aderente al sito in esame, risulta un valore medio di accelerazione al suolo di $a_g=0.178g$, e, considerando la media + la deviazione standard, risulta un'accelerazione al suolo pari ad $a_g=0.202g$, quindi, inferiore rispetto a quanto proposto con il metodo semplificato dalle NTC2018 e dalla DGR.

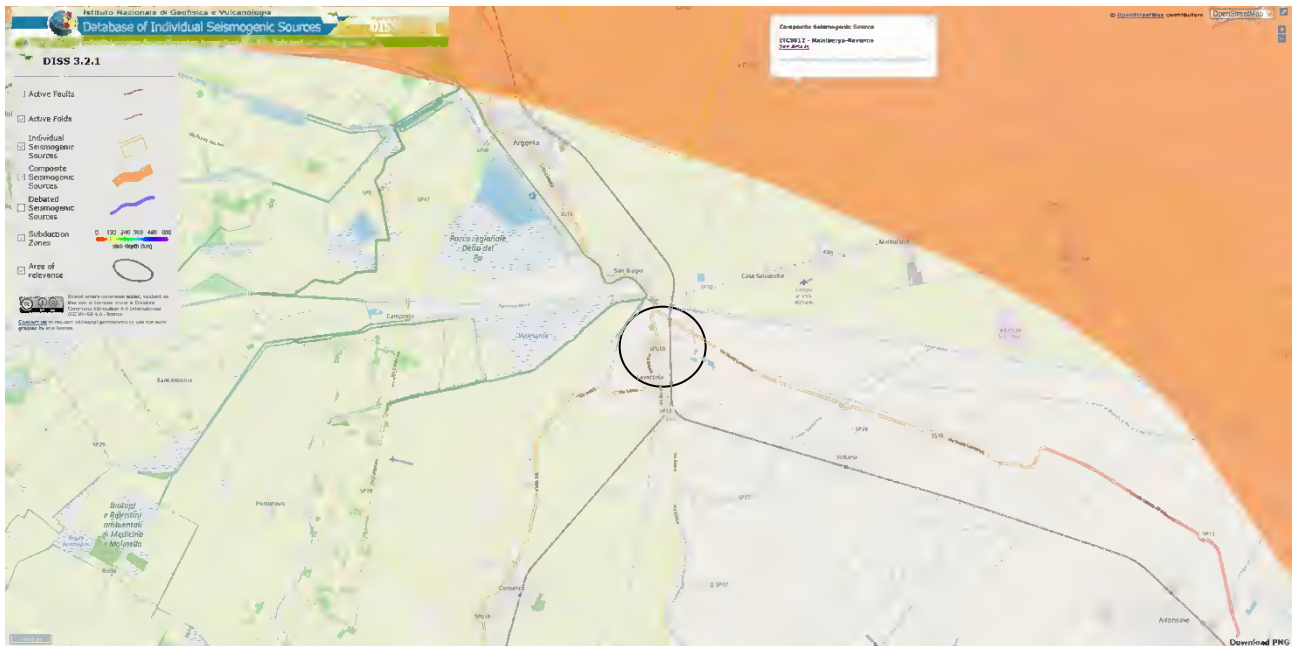
Il sito di interesse non si trova in una zona sismogenetica. La zona sismogenetica più vicina (ITCS012 – Malalbergo-Ravenna) si trova verso Nord NE alla distanza di circa 5.5 km dal sito di interesse. Questa zona sismogenetica presenta una magnitudo momento massima $M_w=6.0$.





Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.5739, lon: 11.8766, ID: 16516)											
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	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
4.980	9.540	0.743



Database of Individual Seismogenic Sources
DISS version 3.2.1

User: Guest | [Logout](#)
Home
Map
DISS 3.2.1
Help

COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

[COMMENTARY](#)
[PICTURES](#)
[REFERENCES](#)
[USER COMMENTS](#)

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITGS012
Name	Malabergo-Ravenna
Compiler(s)	Burnato P. (1)
Contributor(s)	Burnato P. (1), D'Ambragi C. (2), Maesano F. E. (1), Toscani G. (3), Vannoli P. (1), Valentini G. (1), Bassi R. (1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sismologia e Tettonica, Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Servizio Geologico d'Italia, Via Italiano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	18-Oct-2013
Updated	26-Jun-2015
Display map ...	
Related sources	ITGS014

PARAMETRIC INFORMATION

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	LD Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	8.0	LD Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	85...150	OD Based on consideration on regional geological data.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on consideration on regional geological data.
Strike [deg] min... max	60...120	OD Based on geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.45...0.55	LD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ Based on geological data and analysis of regional seismicity.

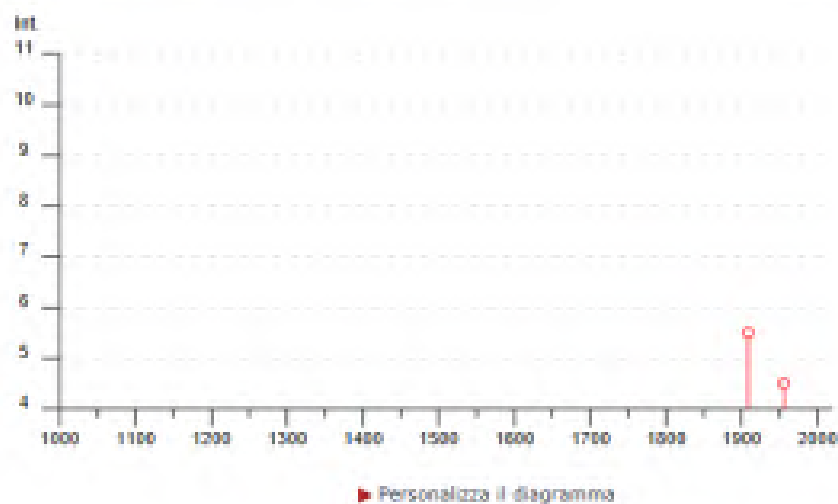
© 2015 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia. Tutti i diritti sono riservati. Malabergo-Ravenna (ITGS012) è un prodotto del database DISS 3.2.1.

Lavezzola



PlaceID IT_41146
 Coordinate (lat, lon) 44.562, 11.874
 Comune (ISTAT 2015) Conselice
 Provincia Ravenna
 Regione Emilia-Romagna
 Numero di eventi riportati 4

Effetti:	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Do	MI	Se	Area epicentrale	NMDF	Io	Mw
5-6	📅 1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	367	6-7	5.96
4-5	📅 1956	02	30	01	29	4	Argenta	17	5-6	4.96
3	📅 1980	11	23	14	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NE	📅 1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43



Valutazione dell'accelerazione assoluta H_{SM}

Si valuta anche, per il sito di interesse, il valore di H_{SM} (Naso et al., 2019), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1\text{s} \leq T \leq 0,5\text{s}$, diviso per ΔT (in questo caso pari a $0,4\text{s}$) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

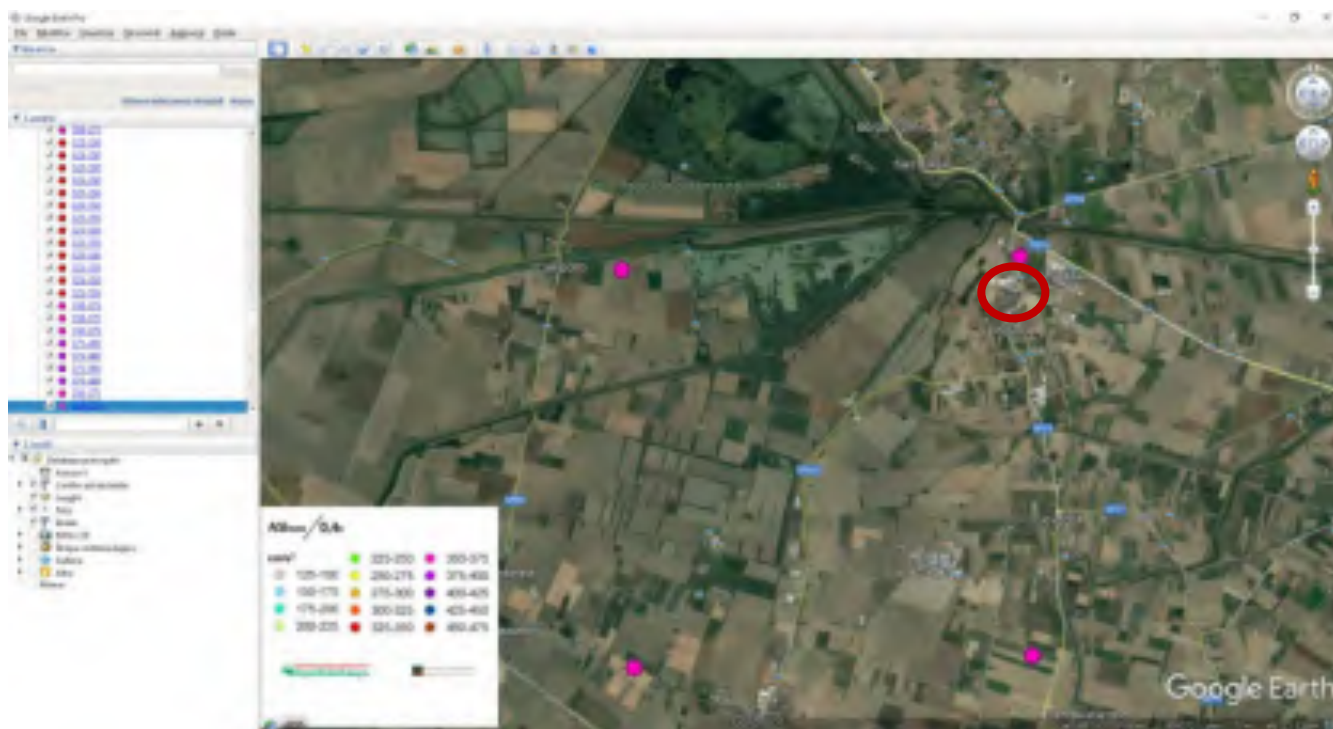
$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di $ASI_{UHS}/\Delta T$, calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file `all_4_coord.kmz` (cartella `Allegato_4.zip`) disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Facendo la media pesata dei valori suddetti, di cui al suddetto allegato, per il sito in esame si ottiene $ASI_{UHS} / \Delta T = 357$.

Pertanto, assumendo, per l'intervallo di periodi $0,1\text{s} \leq T \leq 0,5\text{s}$, il valore di $FA = 2.0$ si ottiene

$$H_{SM} = 714 \text{ cm/s}^2.$$



8.1 Analisi del rischio dei fenomeni cosismici

Al fine di comprendere al meglio il possibile rischio a cui potranno essere soggette le future strutture di progetto relativamente alla pericolosità cosismica di liquefazione dei terreni del substrato del fabbricato in esame, si analizza il concetto di Rischio.

Per la valutazione del Rischio si utilizza la seguente relazione:

$$R = P \times V \times E$$

Dove:

- R = rischio
P = pericolosità: probabilità di accadimento di un determinato evento di una certa intensità in un determinato sito e in un determinato momento.
V = vulnerabilità: capacità di un certo elemento strutturale e/o non strutturale di resistere a quel determinato evento.
E = elemento a rischio: valore dell'elemento strutturale e/o non strutturale.

Ora si passa a esaminare i vari fattori della sopra riportata relazione riferiti all'evento liquefazione dei terreni che è un fenomeno cosismico connesso a un determinato sisma di riferimento, nel caso in esame con tempi di ritorno di 475 anni. In particolare, si è fatto riferimento alle prove CPTU n. 15, 16 e 17, realizzate proprio nella zona oggetto di variante.

Suscettibilità

La suscettibilità può essere definita come la propensione di una certa porzione di territorio a generare fenomeni di liquefazione, in occasione di un determinato sisma, in connessione con le proprie caratteristiche fisiche e alle condizioni geoambientali al contorno.

Nel caso specifico, per il sito in esame sono verificate le condizioni minime di base per definire il sito potenzialmente suscettibile di liquefazione.

Infatti, si riscontrano i seguenti elementi.

- nella successione litologica sono presenti orizzonti di sabbie e sabbie limose entro una profondità inferiore ai 20 m dal piano di campagna;
- la falda idrica presenta una profondità attorno a 2 m dal piano di campagna;
- gli eventi sismici attesi hanno magnitudo maggiore di $M > 5$.

Pertanto, si è proceduto all'analisi specifica della suscettibilità alla liquefazione del sito valutando l'indice del potenziale di liquefazione (I_L) con il metodo di Iwasaki (1982), il cui valore si ricava dalla somma della serie armonica dei coefficienti di sicurezza alla liquefazione in funzione dello spessore dell'intervallo considerato.

Per la verifica dei coefficienti di sicurezza alla liquefazione per ogni strato considerato si è fatto riferimento al metodo AGI 2006, a quello di Boulanger & Idriss (2014) e a quello di Robertson & Cabal (2009) che utilizzano una metodologia di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza è definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e alla sollecitazione indotta dal terremoto di progetto.

Per l'analisi del potenziale di liquefazione del substrato indagato è stato considerando un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni (SLV), accelerazione massima al suolo $a/g=0.285$, valore massimo rispetto alla DGR e alla RSL, ricavato con metodo semplificato secondo le procedure NTC2018, e **magnitudo momento $M_w=6.14$** , corrispondente al valore della macrozona sismogenetica di riferimento.

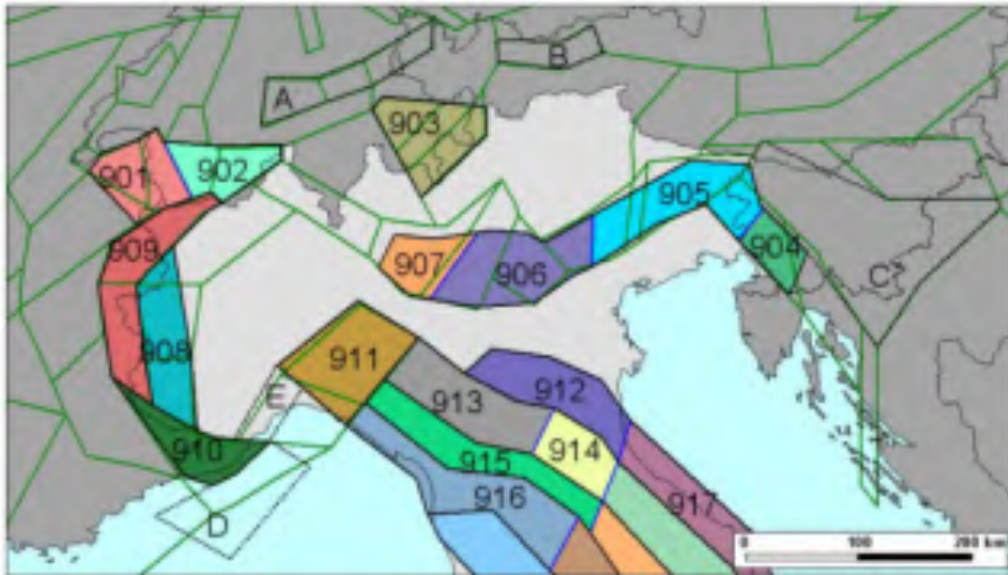


Figura 7 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia (bordi in nero e blu) a confronto con la zonazione adottata dal progetto SESAME (bordi verdi, da Jiménez et al., 1991).

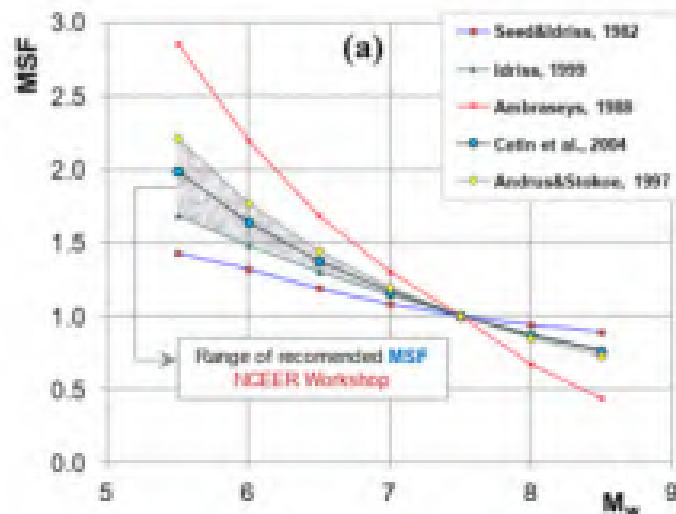
La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di $M = 6,14$ (INGV, Veletti e Malensise, 2004). Figura 7 - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

Per il valore di MFS (Magnitude Scaling Factor) si è fatto riferimento a quanto proposto da Idriss & Boulanger (2004)

$$4. MSF = 1 + (MSF \left[8.64 \exp \left(\frac{-M}{4} \right) - 1.325 \right]_{\max})$$

$$MSF \left(\frac{q_{c, \text{max}}}{180} \right)^2_{\max}$$

Tale valore risulta ricadere nella parte bassa del range raccomandato dalla NCEER, corrispondente alla curva di Seed&Idriss (1982). **Quindi considerando il valore massimo di accelerazione al suolo considerato e il valore di MSF, la verifica risulta ampiamente conservativa rispetto alla verifica del potenziale di liquefazione.**



Le suddette analisi, ipotizzando a favore della sicurezza una falda idrica a -1.0 m dal piano di campagna, considerando un diverso peso per gli strati sottili, inferiori al metro, contenuti tra livelli impermeabili, meno soggetti al fenomeno della liquefazione, hanno evidenziato

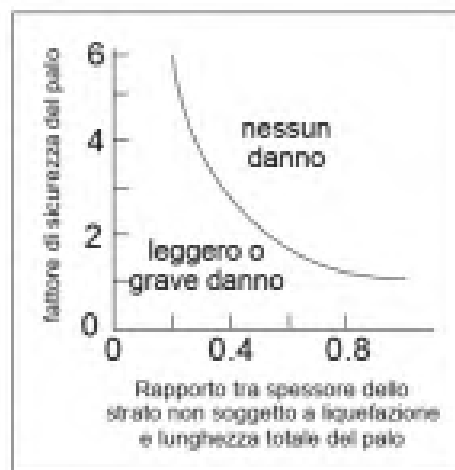
Prova penetrometria	AGI 2006		Boulanger & Idriss (2014)		Robertson & Cabal (2009)		Media
	IL	ced (cm)	IL	ced (cm)	IL	ced (cm)	
CPTU 15	3.7	11	4.2	11.9	2.7	9	4.4
CPTU 16	5.4	16	6.5	16.8	4.2	13	
CPTU 17	4.3	13	5.1	14.3	3.8	11	

IN base alle classi proposte da Sonmez, 2003, risulta una suscettibilità al fenomeno della liquefazione sostanzialmente moderato.

$I_L = 0$	Non liquefacibile ($F_L \geq 1.2$)
$0 < I_L \leq 2$	Potenziale basso
$2 < I_L \leq 5$	Potenziale moderato
$5 < I_L \leq 15$	Potenziale alto
$15 < I_L$	Potenziale molto alto

Risulta comunque importante (Quaderni – Commissione Interregionale NTC - Resp. Scientifico Eros Aiello), al di là dei risultati della verifica, valutare le conseguenze della eventuale liquefazione degli strati sabbiosi, tenendo sempre presente che:

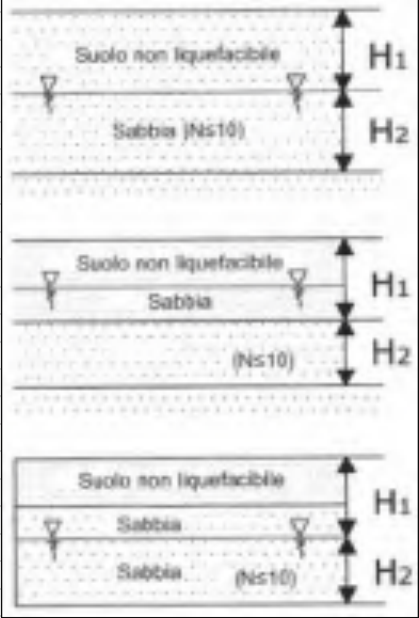
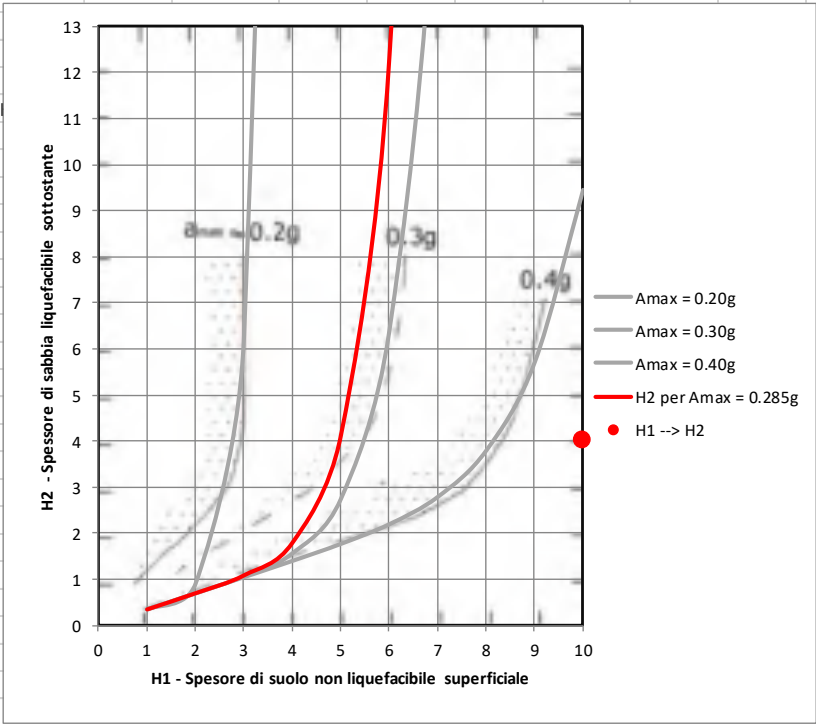
- lo strato liquefacibile deve avere spessore maggiore di 3 m oppure due contorni impermeabili;
- la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni superficiali solo se lo strato superficiale non soggetto a liquefazione è più sottile di 3 m
- la liquefazione può avere effetti sulle fondazioni profonde in dipendenza del criterio desumibile dal seguente schema:



Pertanto, considerando che a copertura dei terreni potenzialmente liquefacibili sono presenti terreni argillosi, sostanzialmente impermeabili, per uno spessore di circa 11 m, si esclude la possibilità che si possano avere effetti superficiali.

Se il rapporto $H1/H2$ ricade a destra della curva di a_{max} , non si avranno effetti in superficie.

Amax	0.285 g	Accelerazione massima atteso
H1	10.00 m	Spesore di suolo non liquefacibile superficiale
H2	4.00 m	Spesore di sabbia liquefacibile sottostante



Pericolosità

Facendo riferimento a quanto ricavato dall'Analisi di Risposta Sismica Locale, con il metodo proposto da Facciorusso & Vannucchi (2009) è poi stata definita la pericolosità della liquefazione del deposito in esame. Ovviamente nei grafici si riporta anche la suddivisione delle categorie di suscettività come indicato da Facciorusso per i diversi valori dell'Indice del potenziale di liquefazione.

Si evidenzia che la procedura proposta dai suddetti autori è basata sull' "approccio bayesano" e, utilizzando il teorema della probabilità totale, consente di associare ad ogni valore del fattore di sicurezza calcolato con il metodo deterministico, FSL, un valore di probabilità di inizio liquefazione, PL ("Bayesian mapping function"). Tale funzione, con riferimento al metodo proposto da Robetson e Wride (1998) assume la forma (Juang et al. 2002):

$$PL = \frac{1}{1 + \left(\frac{FSL}{A}\right)^B}$$

Dove A=1 e B=3.3.

Da tale analisi si osserva che la probabilità, in una scala 0-100%, si attesta attorno a 7÷12%, cioè, secondo il giudizio di Facciorusso, il deposito si trova sostanzialmente nella casella più bassa, corrispondente al giudizio "**non liquefazione quasi certa**".

Prova penetrometria	AGI 2006		Boulanger & Idriss (2014)		Pericolosità media
	PPbl%	Giudizio di pericolosità	PPbl%	Giudizio di pericolosità	PPbl% medio
CPTU 15	9	Non liquefazione quasi certa	11	Liquefazione improbabile	12%
CPTU 16	13	Non liquefazione quasi certa	16	Non liquefazione quasi certa	Non liquefazione quasi certa
CPTU 17	10	Non liquefazione quasi certa	13	Non liquefazione quasi certa	

Altro aspetto da tenere in considerazione è poi, eventualmente, quale tipo di evento di liquefazione è possibile che possa verificarsi sul sito in oggetto.

La liquefazione può manifestarsi con tre meccanismi diversi.

1. Liquefazione ciclica (assenza di sforzi di taglio statici pre-esistenti, condizioni di free field e piano di campagna orizzontale). Effetti: crateri e vulcanelli di sabbia, fuoriuscita di acqua.
2. Mobilità ciclica (deboli sforzi di taglio statici pre-esistenti, condizioni di pendio acclivi o di near field). Effetti: deformazioni permanenti e limitate (lateral spreading).
3. Fluidificazione (elevati sforzi di taglio statici preesistenti, condizioni di pendio acclivi o di near field). Effetti: movimento del terreno elevati e rapidi, anche dopo il terremoto, perdita di capacità portante degli edifici, frane.

Ovviamente nei tre casi sopra descritti, la fluidificazione è il fenomeno della liquefazione che presenta la massima intensità delle azioni e degli effetti sul sito ed è quella che presenta la massima pericolosità e deve essere evitata.

Mentre la liquefazione ciclica è una tipologia meno impattante, determinando principalmente un assestamento delle particelle di sabbia per depressurizzazione dovuta alla fuoriuscita di acqua.

Per la verifica della fluidificazione è stato utilizzato il parametro di stato ψ , che valuta il comportamento contraente o dilatante degli strati sabbiosi. Intervalli con comportamento contraente ($\psi > -0.05$) saranno soggetti ad un rapido incremento delle pressioni interstiziali con annullamento della resistenza di taglio (τ) e conseguente innesco del fenomeno della fluidificazione.

Mentre intervalli con comportamento dilatante ($\psi < -0.05$), durante le azioni sismiche saranno meno soggetti all'aumento delle pressioni interstiziali e non si verificherà la perdita della resistenza al taglio (τ). In tali condizioni si manifesteranno unicamente fenomeni di liquefazione ciclica o mobilità ciclica, le cui manifestazioni post-sisma si limiteranno ai cedimenti.

Per il complesso dei depositi sabbiosi indagati risultano in generale spessori fluidificabili massimo di 30÷70 cm, ma nel deposito sabbioso posto tra -12 m e -15 m, con presenza di copertura di natura

Pertanto, nell'insieme il deposito non sarà soggetto a fluidificazione, ma potranno solamente manifestarsi fenomeni di mobilità ciclica.

Pertanto, il deposito del sottosuolo in esame, nel suo insieme, non essendo soggetto a importanti fenomeni di fluidificazione sotto l'azione sismica, non si avrà perdita di capacità portante all'interno del volume significativo di interesse per il fabbricato in esame.

Al riguardo si osserva anche che in occasione del recente terremoto dell'Emilia del 2012, non si sono verificati fenomeni di fluidificazione.

Vulnerabilità

In questo caso si deve esaminare quale tipo di danno potenziale è possibile che occorra a seguito di quel determinato evento, ad esempio sugli edifici. Nel caso specifico, in base alle NTC 2018, stiamo parlando S.L.V. (Stato Limite della Vita), cioè di salvaguardia della vita. Cioè, la costruzione può subire dei danni a seguito di un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, ma in ogni caso non ci devono essere perdite di vite umane.

Il futuro edificio in progetto sarà sicuramente realizzati nel rispetto delle NTC2018 che dovranno garantire strutture efficienti in grado di resistere a cedimenti anche importanti. Inoltre, l'ampliamento del capannone sarà realizzato su pali, quindi garantendo migliori prestazioni delle opere fondali in caso di sisma.

Nel caso in esame i cedimenti massimi post-sisma, come sopra riportati e valutati, comprendendo anche l'assestamento dei terreni fini, presentano valori prevedibilmente compatibili agli SLV con le future strutture di progetto. Si ricorda poi che l'assestamento del terreno sarà generalizzato e quindi i cedimenti differenziali potrebbero essere ridotti al minimo ed essere, in ultima analisi, anche ammissibili dalle future strutture di progetto.

Dall'analisi geostatica dei dati ricavati dalle prove penetrometriche CPTU, osservabili dai cross-plot, riportati nei grafici penetrometrici e di interpretazione, si nota che le variabili dei terreni fini indagati presentano un maggiore addensamento nel campo di quelli relativamente sovraconsolidati. Nessun punto ricade in quello dei terreni sensitivi. **Pertanto, i terreni fini del substrato indagato non sono sensitivi** e quindi non sono potenzialmente soggetti a significativi importanti cedimenti in caso di un sisma di progetto.

I cedimenti massimi attesi risultano dell'ordine di circa 9÷16 cm per i terreni granulari e di circa 3÷5 cm per i terreni fini.

Tali cedimenti risultano perfettamente compatibili nei termini degli SLV con le prevedibili strutture di progetto. Come riportato da Sowers (1962) indica valori ammissibili dei cedimenti assoluti delle strutture pari a 15÷30 cm in riferimento alla funzionalità del collegamento alle reti dei servizi e di 30÷60 cm in riferimento alla funzionalità di accesso all'edificio.

Tabella 16.5 - Valori ammissibili di alcuni parametri di deformazione delle strutture secondo Sowers (1962)

<i>Tipo di movimento</i>	<i>Fattore di limitazione</i>	<i>Valore ammissibile</i>
Cedimento massimo ρ_{max} (cm)	Collegamento a reti di servizi	15+30
	Accessibilità	30+60
	Probabilità di cedimenti differenziali in:	
	a) murature portanti	2,5+5
	b) strutture intelaiate	5+10
	c) ciminiera, silos	7,5+30

Inoltre, si osserva che essi non saranno immediati, ma si svilupperanno lentamente e solo dopo molto tempo dovendo le sovrappressioni dissiparsi attraverso la copertura impermeabili di natura argillosa dello spessore di circa 11 m, quindi con un basso impatto in superficie avendo modo l'opera di adattarsi, manifestandosi anche probabilmente su una superficie molto maggiore rispetto alle dimensioni dell'opera.

Pertanto, in pratica, tali cedimenti risultano anche compatibili con gli SLD, come osservabile dalla sopra tabella di Sowers che indica valori ammissibili allo SLE.

Pertanto, realizzando strutture adeguate, nel rispetto delle NTC 2018, la vulnerabilità in riferimento agli SLV, cioè di salvaguardia della vita, risulterà sostanzialmente nulla.

Elementi a rischio

Nel caso specifico trattandosi di fabbricati tipo capannoni su pali ad uso industriali, i possibili rischi per la vita umana, come previsto per SLV, riguardano la possibilità che l'evento sismico avvenga durante le lavorazioni. Pertanto, dovrà esserci concomitanza tra evento e presenze all'interno della struttura industriale.

Perciò, per le valutazioni del rischio connesso a fenomeni di liquefazione, causati da un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, quindi per gli SLV, si dovranno considerare i potenziali danni causati alla vita umana dal suddetto fenomeno alle persone che lavorano nella struttura industriale.

Può essere assunto un valore della probabilità di accadimento massimo del fenomeno della liquefazione pari a $P=0.16$.

Considerando che si tratta di valutare il rischio dell'incolumità della vita, in base alle probabili opere strutturali in progetto previste al la lottizzazione in esame, non si avranno conseguenze sulla vita, essendo le deformazioni massime indotte dalla potenziale liquefazione compatibili con il mantenimento dell'accessibilità all'opera, quindi, permettendo alle eventuali persone di allontanarsi da essa, cioè l'opera non collasserà e i frequentatori potranno allontanarsi da essa. Pertanto, può essere assunto il valore di vulnerabilità $V=0$.

Per quanto riguarda il valore della vita, si assume il valore massimo pari a $E=1$.

In questo caso il rischio risulta $R=0.12 \times 0 \times 1 = 0$.

Per quanto sopra descritto, qualora si rispetti quanto riportato, la valutazione del rischio post sismico di liquefazione rispetto allo SLV risulta praticamente nullo, essendo nullo, ovvero molto basso, il rischio rispetto alla vita umana.

8.2 Considerazione conclusive in merito alla D.G.R. n. 630-2019 e successivi aggiornamenti e integrazioni di cui rispettivamente alle DGR_476-2021 e DGR_564-2021 sugli approfondimenti del terzo livello

Concludendo, in base alle considerazioni geotecniche, in riferimento al substrato dell'area indagata, si osserva:

- i terreni del substrato in esame è attribuibile un giudizio di pericolosità, in base a quanto proposto da Facciorusso & Vannucchi (2009), corrispondente a **non liquefazione quasi certa**.
- i terreni fini non sono soggetti, in termini generali, a cedimenti post-sisma incompatibili con gli SLV e con gli SLD.

Pertanto, per il sito in esame non si avranno rischi connessi a fenomeni cosismici per un sisma di progetto con tempi di ritorno di 475 anni, corrispondente alla valutazione degli Stati Limite della Vita (SLV).

9. CONSIDERAZIONI 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. Riguardo ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici.

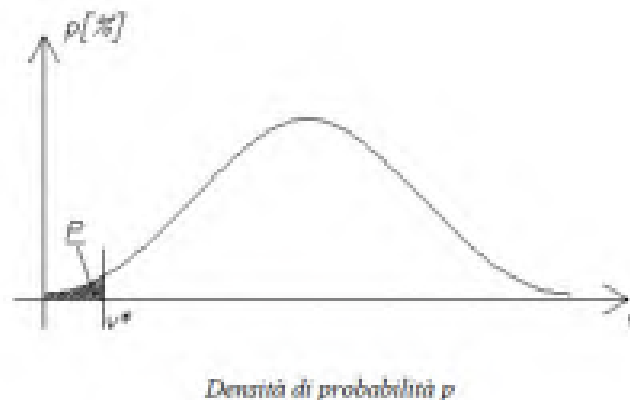
In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

Da ciò discende:

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

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

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



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

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

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

1. Elevati volumi di terreno

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

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

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

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

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

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

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

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

z = distribuzione normale standardizzata

s = deviazione standard del campione

3. Campioni di scarsa numerosità

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

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

Dove:

x_k = valore caratteristico desiderato

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

COV = covarianza

Diversi autori propongono valori di covarianza per i vari parametri geotecnici

Shneider (1997)

Angolo di attrito = 10%

Coesione = 40%

Modulo di comprimibilità = 40%

Phoon et al. 1995

Peso di volume naturale = 7%

Valore di 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%

9.1.1 Parametri geotecnici caratteristici per la valutazione delle resistenze di progetto

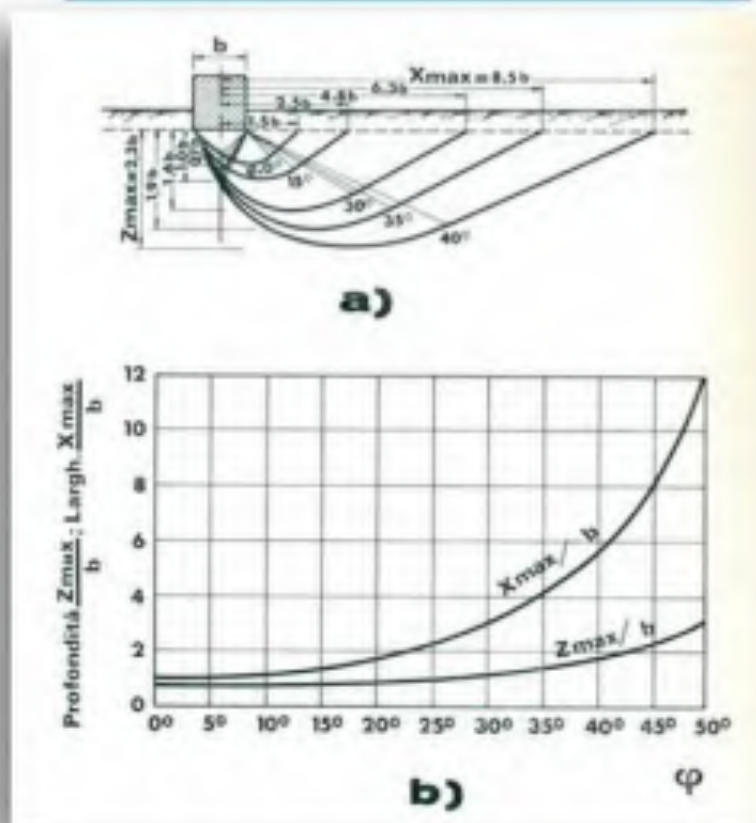
Nel caso in esame, considerando le sopra riportate relazioni, si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche, facendo riferimento alle prove eseguite in occasione della presente variante sulle aree di specifico interesse.

In particolare, si considerano le prove CPTU n. 15, 16 e 17 realizzate in corrispondenza della zona dove dovrà essere realizzato il capannone in ampliamento all'esistente.

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

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

Metodo utilizzato per la valutazione del volume interessato dalla rottura



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

PER FONDAZIONI SUPERFICIALI A PLATEA

MECCANISMO DI ROTTURA DEL TERRENO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI IN CONDIZIONI drenate

B = 9.3m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
	649.95	329.37	641.24		
in cui:	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
G_0 = Modulo di Taglio iniziale	= 300	71	306	daN/cm ²	
C' = Coesione Drenata	= 0.10	0.00	0.11	daN/cm ²	
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 = (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	0.616	0.616	0.616	daN/cm ²	
ϕ = Angolo d'attrito	= 30.3	19.3	30.7		
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
	129.17	44.63	136.10		
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	= 0.248				
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale		

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

B = 9.3m

Indice di Rigidezza Ir: $Ir = G_0 / (C' + q \tan(\phi)) =$					
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
	471.83	144.82	484.94		
in cui:	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
G_0 = Modulo di Taglio iniziale	= 275	38	283	daN/cm ²	
C_u = Coesione Non Drenata	= 0.58	0.26	0.58	daN/cm ²	
q = Tensione Effettiva litostatica media a metri D + B/2 = (D = profondità fondazione; B = larghezza fondazione (m))	0.616	0.616	0.616	daN/cm ²	
ϕ = Angolo d'attrito	= 0.0	0.0	0.0		
Indice di Rigidezza Ir critica: $Ir_{crit} = 0.5 \exp \{ [3.3 - 0.45 (B/L)] * \cotan[(\pi/4) - (\phi/2)] \}$					
	Elevati Volumi	Piccoli Volumi	Media		
	12.12	12.12	12.12		
in cui:					
B/L = larghezza / lunghezza della fondazione	= 0.248				
Meccanismo di Rottura	Rottura Generale	Rottura Generale	Rottura Generale		

		Condizioni drenate / non drenate			
		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
Parametro per verifica scorrimento fondazione superficiale profondità di posa D = 0.5 ~ 1.0 m					
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	27.2 °	14.2 °	28.1 °	8.4 °
COESIONE DRENATA	C'	0.476 daN/cm ²	0.414 daN/cm ²	0.482 daN/cm ²	0.041 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.96 daN/cm ²	0.52 daN/cm ²	0.96 daN/cm ²	0.27 daN/cm ²

		Condizioni non drenate			
Parametri per fondazioni superficiali di larghezza $B = 9.3 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 0.5 \sim 0.5 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE DRENATA	C'	n/a	n/a	n/a	n/a
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.58 daN/cm ²	0.26 daN/cm ²	0.58 daN/cm ²	0.2 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	n/a	n/a	n/a	n/a
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.05
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	275 daN/cm ²	38 daN/cm ²	283 daN/cm ²	149 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	177 daN/cm ²	-	185 daN/cm ²	159 daN/cm ²
K _i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.88 daN/cm ³	4.38 daN/cm ³
K _w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 9.3 \text{ m}$ Vesic	K_w			0.23 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1702 daN/m ³	1509 daN/m ³	1709 daN/m ³	121 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1302 daN/m ³	1109 daN/m ³	1309 daN/m ³	121 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			3.66	3.99

		Condizioni drenate			
Parametri per fondazioni superficiali di larghezza $B = 9.3 \text{ m}$ e profondità di posa $D = 0.5 \sim 0.5 \text{ m}$		Valore Caratteristico per Elevati Volumi	Valore Caratteristico per Piccoli Volumi	Valore Media	Deviazione Standard
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	30.3 °	19.3 °	30.7 °	7.0 °
COESIONE DRENATA	C'	0.102 daN/cm ²	0 daN/cm ²	0.111 daN/cm ²	0.184 daN/cm ²
COESIONE NON DRENATA	C_u	n/a	n/a	n/a	n/a
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	32.1 °	28.3 °	32.3 °	2.5 °
COEFFICIENTE DI POISSON	P			0.37	0.05
MODULO DI TAGLIO INIZIALE G_0	G_0	300 daN/cm ²	71 daN/cm ²	306 daN/cm ²	143 daN/cm ²
MODULO ELASTICO	E	202 daN/cm ²	-	209 daN/cm ²	158 daN/cm ²
K _i DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i			2.61 daN/cm ³	3.50 daN/cm ³
K _w DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE $B = 9.3 \text{ m}$ Vesic	K_w			0.26 daN/cm ³	
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1703 daN/m ³	1529 daN/m ³	1708 daN/m ³	108 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_s	1303 daN/m ³	1129 daN/m ³	1308 daN/m ³	108 daN/m ³
OVER CONSOLIDATION RATIO	OCR			3.12	3.46

MODULO DI REAZIONE DI WINKLER

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

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

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

dove

k = modulo di reazione di Winkler

E = modulo elastico

B = larghezza della fondazione

μ = coefficiente di Poisson

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

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

Valori indicativi della costante di Winkler K in Kg/cm³

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

9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato

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

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

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

UNITA' GEOTECNICA	CPT 15		CPT 16		CPT 17	
	DA	A	DA	A	DA	A
A	0.00	1.10	0.00	1.20	0.00	1.30
B	1.10	4.10	1.20	3.20	1.30	4.00
C	4.10	5.90	3.20	5.40	4.00	5.90
D	5.90	11.10	5.40	11.10	5.90	11.80
E	11.10	14.80	11.10	15.00	11.80	15.00
F	14.80	16.80	15.00	16.20	15.00	16.00
G	16.80	20.00	16.20	19.60	16.00	19.80
H	20.00	21.00	19.60	21.00	19.80	21.00
I	21.00	23.00	21.00	25.00	21.00	23.00

Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
MEDIANA	ROBERTSON	ROBERTSON 1990
2.07	5	sabbia limosa-limo sabbioso
2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
3.03	3	argilla-argilla limosa
3.00	3	argilla-argilla limosa
2.33	5	sabbia limosa-limo sabbioso
2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
2.98	3	argilla-argilla limosa
2.04	6	sabbia-sabbia limosa
3.08	3	argilla-argilla limosa

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

VALORI CARATTERISTICI PER PICCOLI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	kg/mc	
33.0	30.0	39.6			0.34	374	113	77	0.00	0.00	1930	1530	33.07
15.8			0.32	0.30	0.34	169	85	12	0.95	1.33	1814	1414	8.81
22.5			0.00	0.14	0.40	104	42	14	0.84	0.85	1587	1187	2.00
21.6			0.00	0.29	0.40	168	84	28	1.38	1.43	1666	1266	2.00
27.9	27.1	16.8			0.34	287	101	44	0.06	0.38	1757	1357	2.62
25.2			0.00	0.42	0.40	139	52	17	1.65	1.69	1575	1175	1.35
20.3			0.00	0.36	0.40	248	125	42	2.13	2.14	1753	1353	1.76
28.5	26.3	33.1			0.35	559	256	147	0.25	0.86	1890	1490	3.49
19.9			0.00	0.37	0.40	299	157	52	2.36	2.38	1818	1418	1.73

UNITA' GEOTECNICA	CPT 15		CPT 16		CPT 17		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.10	0.00	1.20	0.00	1.30	2.07	5	sabbia limosa-limo sabbioso
B	1.10	4.10	1.20	3.20	1.30	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.10	5.90	3.20	5.40	4.00	5.90	3.03	3	argilla-argilla limosa
D	5.90	11.10	5.40	11.10	5.90	11.80	3.00	3	argilla-argilla limosa
E	11.10	14.80	11.10	15.00	11.80	15.00	2.33	5	sabbia limosa-limo sabbioso
F	14.80	16.80	15.00	16.20	15.00	16.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	16.80	20.00	16.20	19.60	16.00	19.80	2.98	3	argilla-argilla limosa
H	20.00	21.00	19.60	21.00	19.80	21.00	2.04	6	sabbia-sabbia limosa
I	21.00	23.00	21.00	25.00	21.00	23.00	3.08	3	argilla-argilla limosa

UNITA' GEOTECNICA	CPT 15		CPT 16		CPT 17		Ic	ZONA	LITOTIPO PREVALENTE
	DA	A	DA	A	DA	A			
A	0.00	1.10	0.00	1.20	0.00	1.30	2.07	5	sabbia limosa-limo sabbioso
B	1.10	4.10	1.20	3.20	1.30	4.00	2.86	4	limo argilloso-argilla limosa
C	4.10	5.90	3.20	5.40	4.00	5.90	3.03	3	argilla-argilla limosa
D	5.90	11.10	5.40	11.10	5.90	11.80	3.00	3	argilla-argilla limosa
E	11.10	14.80	11.10	15.00	11.80	15.00	2.33	5	sabbia limosa-limo sabbioso
F	14.80	16.80	15.00	16.20	15.00	16.00	2.91	4	limo argilloso-argilla limosa
G	16.80	20.00	16.20	19.60	16.00	19.80	2.98	3	argilla-argilla limosa
H	20.00	21.00	19.60	21.00	19.80	21.00	2.04	6	sabbia-sabbia limosa
I	21.00	23.00	21.00	25.00	21.00	23.00	3.08	3	argilla-argilla limosa

VALORI CARATTERISTICI PER GRANDI VOLUMI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	kg/mc	
38.5	31.9	63.6			0.34	626	662	241	16.01	10.93	1930	1530	33.07
23.3			0.44	0.80	0.34	355	220	80	2.71	2.71	1814	1414	8.81
25.0			0.04	0.34	0.40	155	81	27	1.36	1.36	1587	1187	2.00
25.0			0.01	0.51	0.40	229	132	44	1.95	1.96	1666	1266	2.00
33.3	30.9	34.9			0.34	431	325	124	1.94	2.48	1757	1357	2.62
27.4			0.00	0.62	0.40	204	100	34	2.15	2.16	1575	1175	1.35
24.2			0.00	0.80	0.40	369	211	71	2.91	2.91	1753	1353	1.76
35.1	30.8	49.3			0.35	718	506	247	3.82	4.74	1890	1490	3.49
23.4			0.00	0.90	0.40	482	281	95	3.32	3.32	1818	1418	1.73

VALORI MEDI

ϕ	ϕ_{cv}	Dr	C'	Cu	P valori medie	Go	E	M	Ki	Kh	γ valori medie	γ_s valori medie	OCR valori medie
°	°	%	daN/cm ²	daN/cm ²		daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/mc	kg/mc	
39.0	32.0	66.1			0.34	657	718	257	18.70	12.46	1930	1530	33.07
23.8			0.45	0.84	0.34	368	229	85	2.82	2.80	1814	1414	8.81
25.2			0.05	0.36	0.40	159	84	28	1.40	1.40	1587	1187	2.00
25.2			0.02	0.52	0.40	232	134	45	1.98	1.98	1666	1266	2.00
33.7	31.1	36.2			0.34	440	340	129	2.06	2.62	1757	1357	2.62
27.6			0.00	0.64	0.40	209	105	35	2.20	2.20	1575	1175	1.35
24.4			0.00	0.83	0.40	376	216	72	2.95	2.95	1753	1353	1.76
35.8	31.3	51.1			0.35	735	532	257	4.19	5.14	1890	1490	3.49
23.6			0.00	0.93	0.40	494	290	97	3.38	3.39	1818	1418	1.73

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

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

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

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

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

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

Peso unità di volume $\gamma_k = 1$
Coesione non drenata $c_{uk} = \gamma_{cu} = 1$
Coesione drenata $c'_k = \gamma_{cu} = 1$
Tangente angolo di attrito interno $\tan(\phi_k') = \gamma_\phi = 1$

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

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

In riferimento alle verifiche sismiche, la progettazione delle fondazioni è condotta unitamente alla progettazione dell'opera alla quale appartengono e richiede preliminarmente:

1. la valutazione della risposta sismica locale del sito, secondo quanto indicato al § 7.11.3.1;
2. la valutazione della sicurezza del sito nei confronti della liquefazione e della stabilità globale, secondo quanto indicato rispettivamente ai §§ 7.11.3.4. e 7.11.3.5;

le analisi al punto (1) devono consentire di motivare la scelta dell'azione sismica adottata nella progettazione dell'intera opera; le analisi al punto (2) devono indicare esplicitamente gli interventi eventualmente necessari a garantire la stabilità globale del sito.

Per le azioni trasmesse in fondazione, nonché per i requisiti e i criteri di modellazione della stessa, si rinvia ai precedenti §§ 7.2.5 e 7.2.6.

Le resistenze sono i corrispondenti valori limite che producono il collasso del complesso fondazione-terreno; esse sono valutabili mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica, tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione e dell'eccentricità delle azioni in fondazione. Il corrispondente valore di progetto si ottiene applicando il coefficiente γ_R di Tabella 7.11.II.

Tab. 7.11.II - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) delle fondazioni superficiali con azioni sismiche

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	2.3
Scorrimento	1.1
Resistenza sulle superfici laterali	1.3

Se, nel calcolo del carico limite, se si considera esplicitamente l'effetto delle azioni inerziali sul volume di terreno significativo (e.g. Richards et al., Paolucci e Pecker), il coefficiente γ_R può essere ridotto a 1.8.

Il progettista dovrà verificare la congruenza delle presenti valutazioni sulla base della peculiarità dell'opera in progetto, ed eventualmente verificare in modo più opportuno le resistenze del terreno agli SLU, agli SLV e agli SLE, come previsto dalle NTC2018.

9.2.1 Calcolo del carico limite dell'insieme fondazione-terreno - premessa

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

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

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

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

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

con: N_{γ}, N_c, N_q = fattori di capacità portante, s_{γ}, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione, i_{γ}, i_c, i_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del carico, b_{γ}, b_c, b_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione della base della fondazione, g_{γ}, g_c, g_q = fattori correttivi che considerano l'inclinazione del piano campagna, d_c, d_q = fattori che dipendono dalla profondità del piano di posa.

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

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

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

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

Dove

Ed = H = azione orizzontale sulla fondazione

Rd = resistenza allo scorrimento

B = larghezza fondazione

L = lunghezza fondazione

Nd = azione verticale sulla fondazione

Mentre gli altri simboli hanno il significato già sopra riportato.

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

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

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

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

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

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

Per i terreni coesivi, in condizioni sismiche, ovvero con azioni di breve durata, si dovrà fare riferimento specifico ai parametri geotecnici e alle resistenze in condizioni non drenate di breve termine. Mentre per i terreni granulari si considerano le sole condizioni a lungo termine.

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

Nel caso specifico, nei calcoli a seguire, per la combinazione dinamica, si applicherà l'effetto delle azioni inerziali sul volume di terreno significativo (Al-Karni & Budhu, 1993), considerando, come previsto dalla normativa, il valore del coefficiente $\gamma_R=1,8$.

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

Nei calcoli a seguire si farà riferimento ad una fondazione a platea con dimensioni equivalenti di circa 9.3x37.5 m, con incastro terreno-fondazione di almeno 0.5 m.

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

per verifica carico limite, rottura generale

- condizioni non drenate
 - coesione non drenata: $c_u=58$ kPa
- condizioni drenate
 - angolo di attrito interno: $\phi' = 25^\circ$
 - coesione drenata: $c'=10$ kPa

per verifica slittamento:

- condizioni non drenate
 - coesione non drenata: $c_u=52$ kPa
- condizioni drenate
 - angolo di attrito interno: $\phi' = 14^\circ$
 - coesione drenata: $c'=41$ kPa

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

CONDIZIONI NON DRENATE – fondazione a platea

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.00
Resistenza non drenata (kPa)	c_{uk}	58.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	0.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.00
Fattore riduttivo dell'angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Resistenza non drenata terreno-fondazione (kPa)	c_{ak}	52.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 9.3 X 37.5 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 0.5 M

Verifiche in condizioni non drenate

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

Carico Limite	$N_{lim} =$	245 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.8
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd$	$N_{lim} / \gamma_r =$	136 [kPa] x B * L

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

Carico Limite	$T_{lim} =$	34 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd$	$T_{lim} / \gamma_r =$	31 [kPa] x B * L

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

Carico Limite	$N_{lim} =$	328 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd$	$N_{lim} / \gamma_r =$	143 [kPa] x B * L

CONDIZIONI DRENATE – fondazione a platea

PARAMETRI GEOTECNICI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	25.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.47
Coesione efficace (kPa)	C'_k	10.00
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00
Densità efficace sotto la fondazione (kN/mc)	γ_2	10.00

PARAMETRI GEOTECNICI PER SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA		Valore caratteristico
Angolo di resistenza al taglio	ϕ_k	14.0
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	0.25
Fattore riduttivo dell'angolo di resistenza al taglio terreno - fondazione	MM%	0.67
Coesione efficace terreno-fondazione (kPa)	C'_k	41.00
Fattore riduttivo resistenza non drenata terreno - fondazione	MC%	0.66
Densità efficace sopra la fondazione (kN/mc)	γ_1	20.00

FONDAZIONE DI 9.3 X 37.5 M CON INCASTRO TERRENO-FONDAZIONE ' DI 0.5 M

Verifiche in condizioni drenate

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

Carico Limite	$N_{lim} =$	257 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.8
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	143 [kPa] x B * L

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

Carico Limite	$T_{lim} =$	35 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	1.1
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$T_{lim} / \gamma_r =$	32 [kPa] x B * L

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

Carico Limite	$N_{lim} =$	605 kPa
Coefficiente Parziale per Approccio 2	$\gamma_r =$	2.3
Limiti di non superamento delle azioni $Ed \leq Rd =$	$N_{lim} / \gamma_r =$	263 [kPa] x B * L

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

Per la verifica dei cedimenti, in base al progetto, è stata ipotizzata una tipologia di fondazione a platea con dimensioni equivalenti di 9.3x37.5 m posta a circa -0.5 m dal piano di campagna.

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

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

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

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

con

s = entità del cedimento (cm)

Δh = spessore del terreno sottoposto al calcolo (cm)

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

M_v = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/Kg)

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle allegate.

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

Stato Limite di esercizio – deformazioni irreversibili Tipologia fondazioni: platea di 9.7x37.5 m	$N_k \leq$	$C_d = 35 \text{ [kPa]} \times B \cdot L$	Cedimento edometrico CPT 15 = 4.58 cm CPT 16 = 4.80 cm CPT 17 = 5.00 cm
--	------------	---	---

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

Si valuta anche la resistenza locale allo stato limite ultimo di esercizio stimando il cedimento ammissibile di un elemento indipendente della fondazione a platea, con dimensioni di 2x2 m. Nel caso specifico risulta $R_{d,locale} = 100 \text{ kPa}$.

RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)									
Comune		Conselice			Distanza fondazione tra (m)		spigolo	spigolo	
Localita'		Lavezzola				angolo	corto	lungo	centro
Committente		Surgital s.p.a.				angolo	4.65	18.75	19.32
Fondazione rettangolare		9.3 X 37.5 m			spigolo corto	4.65		19.32	18.75
Piano di posa		0.5 -- 0.5 m			spigolo lungo	18.75	19.32		4.65
Carico applicato		0.35 daN/cm2			centro	19.32	18.75	4.65	
CEDIMENTI EDOMETRICI PER CAUSA DI DIFFERENZE TRA LE POSIZIONE NELLA PIANTA DI FONDAZIONE									
PROVA 15		Cedimenti cumulativo cm			Cedimenti differenziali (cm)		spigolo	spigolo	
Pianta rettangolare		secondo Benassi				angolo	corto	lungo	centro
priva rigidezza	angolo	1.64			angolo	0.88	1.53	3.29	
priva rigidezza	spigolo corto	2.52			spigolo corto	0.88		1.76	2.41
priva rigidezza	spigolo lungo	3.17			spigolo lungo	1.53	1.76		1.76
priva rigidezza	centro	4.93			centro	3.29	2.41	1.76	
rigida	0.00	4.58							
PROVA 16		Cedimenti cumulativo cm			Cedimenti differenziali (cm)		spigolo	spigolo	
Pianta rettangolare		secondo Benassi				angolo	corto	lungo	centro
priva rigidezza	angolo	1.68			angolo	0.95	1.58	3.46	
priva rigidezza	spigolo corto	2.62			spigolo corto	0.95		0.63	2.52
priva rigidezza	spigolo lungo	3.26			spigolo lungo	1.58	0.63		1.89
priva rigidezza	centro	5.14			centro	3.46	2.52	1.89	
rigida	0.00	4.80							
PROVA 17		Cedimenti cumulativo cm			Cedimenti differenziali (cm)		spigolo	spigolo	
Pianta rettangolare		secondo Benassi				angolo	corto	lungo	centro
priva rigidezza	angolo	1.75			angolo	0.98	1.64	3.60	
priva rigidezza	spigolo corto	2.73			spigolo corto	0.98		0.66	1.64
priva rigidezza	spigolo lungo	3.39			spigolo lungo	1.64	0.66		0.66
priva rigidezza	centro	5.35			centro	3.60	1.64	0.66	
rigida	0.00	5.00							

RIEPILOGO CEDIMENTI LOCALI (calcolati con M secondo Benassi)

Comune	Conselice	Distanza fondazione tra (m)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro
Localita'	Lavezzola					
Committente	Surgital s.p.a.	angolo		1.00	1.00	1.41
Fondazione rettangolare	2 X 2 m	spigolo corto	1.00		1.41	1.00
Piano di posa	0.5 -- 0.5 m	spigolo lungo	1.00	1.41		1.00
Carico applicato	1 daN/cm2	centro	1.41	1.00	1.00	

CEDIMENTI EDOMETRICI PER CAUSA DI DIFFERENZE TRA LE POSIZIONE NELLA PIANTA DI FONDAZIONE

PROVA 15	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro
Pianta rettangolare						
priva rigidezza angolo	1.33	angolo		0.34	0.34	0.81
priva rigidezza spigolo corto	1.66	spigolo corto	0.34		0.48	0.48
priva rigidezza spigolo lungo	1.66	spigolo lungo	0.34	0.48		0.48
priva rigidezza centro	2.14	centro	0.81	0.48	0.48	
rigida 0.00	1.99					

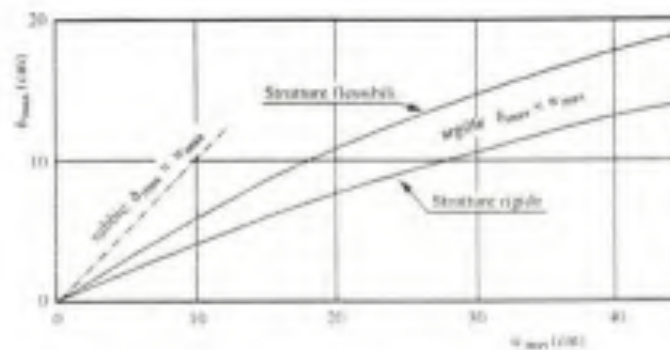
PROVA 16	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro
Pianta rettangolare						
priva rigidezza angolo	1.54	angolo		0.45	0.45	1.09
priva rigidezza spigolo corto	1.98	spigolo corto	0.45		0.00	0.65
priva rigidezza spigolo lungo	1.98	spigolo lungo	0.45	0.00		0.65
priva rigidezza centro	2.63	centro	1.09	0.65	0.65	
rigida 0.00	2.44					

PROVA 17	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro
Pianta rettangolare						
priva rigidezza angolo	1.56	angolo		0.43	0.43	1.04
priva rigidezza spigolo corto	1.99	spigolo corto	0.43		0.00	0.43
priva rigidezza spigolo lungo	1.99	spigolo lungo	0.43	0.00		0.00
priva rigidezza centro	2.60	centro	1.04	0.43	0.00	
rigida 0.00	2.42					

Tabelle di riferimento per i cedimenti ammissibili

Tabella cedimenti ammissibili totali e differenziali - Wilson e Stokkers 1979			
Classe edifici e strutture	Tipo di edificio e strutture	Cedimento massimo ammissibile (mm.)	Calcestruzzo angolare massima ammissibile calcolata per tre punti allineati e connessi della fondazione di una struttura (δ_{max})
1	Strutture massicce di materiale rigido rispetto agli assi orizzontali, con fondazioni massicce in cui non esiste o fondazioni cellulari a griglia ugali in cui esiste	150 + 200	La differenza massima tra i cedimenti dei vari punti della struttura non dovrebbero causare inclinazioni delle fondazioni maggiori di 1/100 + 1/200 del rapporto tra la dimensione minore in pianta della fondazione e l'altezza della struttura
2	Strutture fondali che non giurati e cemento e strutture in legno	100 + 100	1/200 + 1/200
3	Strutture "perforate" in acciaio e strutture portanti in laterizio con centri in s.s. ad ogni piano, con fondazioni continue in s.s. e con pareti trasversali di almeno 20 cm. di spessore con interassi minori di 8 m. o strutture a telaio in cui esiste con le colonne ad interassi minori di 8 m., con fondazioni continue o a griglia	80 + 100	1/200 + 1/200
4	Strutture della classe 3 ma che non soddisfano una delle condizioni imposte o strutture in s.s. con fondazioni a griglia	80 + 80	1/200 + 1/200
5	Strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi	50 + 80	1/200 + 1/100

Correlazioni empiriche tra δ_{max} e w_{max} (Bjerrum, 1963)



	Deformabilità	Uniformità depositi
Sabbie	ridotta $\rightarrow w_{max} \leq 10$ cm	ridotta $\rightarrow \delta_{max} = w_{max}$
Argille	elevata $\rightarrow w_{max} \leq 50$ cm	elevata $\rightarrow \delta_{max} < w_{max}$

10. CONCLUSIONI

La morfologia dell'area di interesse è pianeggiante e non presenta particolari degni di nota. Uno sguardo complessivo alle risultanze della prova effettuata evidenzia la presenza di terreni prevalentemente di riporto e di alterazione superficiale fino a circa $1\div 1.2$ m dal piano di campagna attuale, seguono terreni prevalentemente limoso-argillosi, a luoghi con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi o a scheletro sabbioso, fino alla massima profondità indagata di circa 25 m dal piano di campagna.

Il livello della falda freatica, alla data delle indagini geognostiche, risultava essere presente a circa -2.0 m dal piano di campagna. In base alle indagini geognostiche realizzate in passato sul sito di interesse, risulta un massimo idrogeologico corrispondente a circa -1.0 m dal piano di campagna.

L'area è soggetta ad allagamento frequente dovuto allo Scolo Bentivoglio. Il Consorzio di Bonifica competente, come da specifica normativa, dovrà fornire il tirante idrico di riferimento a cui attenersi per la mitigazione del rischio idraulico.

Per la realizzazione della portineria, zona verso Nord dove sarà realizzata la nuova viabilità interna, fondazioni su platea o plinti o travi rovesce risultano idonee.

Mentre per la realizzazione dell'ampliamento del capannone, in considerazione delle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni del substrato e per non interferire con le fondazioni dell'esistente struttura, risulta più adeguato realizzare fondazioni profonde.

Le misure dei microtremiti hanno evidenziato frequenze significative per l'ingegneria nei confronti dei fenomeni di risonanza del substrato del sito in esame, uniformi per le aree oggetto di variante, pari a

Frequenza (f)	Periodo (T=sec)
$0.7\div 0.9$	$1.42\div 1.11$

NTC – 17-01-2018

In base alla NTC 2018 il sito in esame è caratterizzato, considerando tempi di ritorno di 475 anni, da accelerazione al bedrock sismico di $a_{rif}=0.165g$ e da **$Vs30=142\div 174$ m/s**, quindi **categoria di suolo D** con fattore stratigrafico pari a $S_s=1.76$. Considerando che l'area presenta un fattore topografico pari ad uno, l'accelerazione massima alla superficie del sito in esame sarà pari

$$a_{max}= 0.291g.$$

D.G.R. n. 630-2019 e successivi aggiornamenti e integrazioni di cui rispettivamente alle DGR 476-2021 e DGR 564-2021

il sito di interesse ricade in zona di pianura 2.

Considerando le suddette $Vs30$, si ottengono le seguenti amplificazione dello spettro elastico:

- F.A. P.G.A. = 1.7
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 2.0
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.0s$ = 3.1
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.5s$ = 3.6

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 **$a_g=0.162*1.7=0.275g$** , quindi inferiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale (NTC2018).

Analisi di Risposta Sismica Locale RSL

In base alla RSL, vedi appendice, facendo riferimento allo spettro ritenuto più aderente al sito in esame, risulta un valore medio di accelerazione al suolo pari a $a_g= 0.178g$, e, considerando la media + la

deviazione standard, risulta un'accelerazione al suolo pari ad $a_g=0.202g$, quindi, inferiore rispetto a quanto proposto con il metodo semplificato dalle NTC2018 e dalla DGR.

Il substrato del lotto in esame, considerando tempi di ritorno di 475 anni, non presenta rischio di liquefazione ed i cedimenti post sisma risultano ammissibili in riferimento agli stati limite previsti dalle NTC 2018.

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 dalla scheda di piano 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.

Maggio, 2022

Appendice

Analisi di Risposta Sismica Locale

LA MODELLAZIONE STRATA

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

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

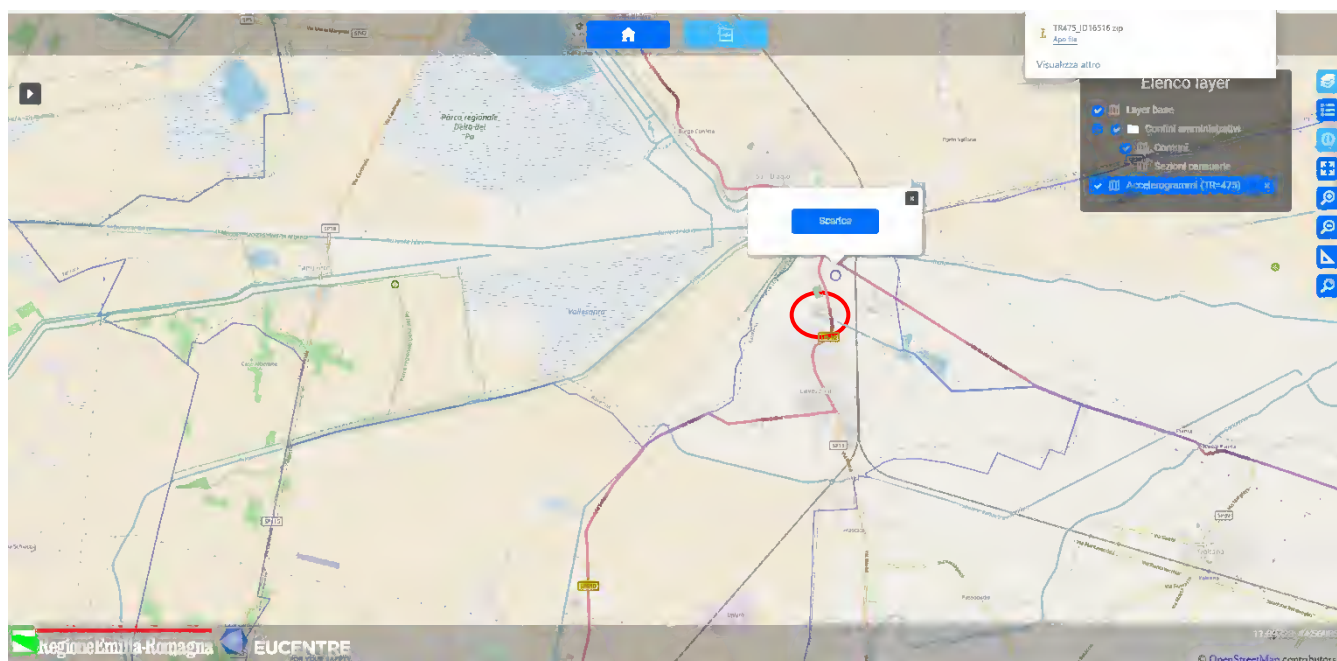
Uno dei programmi sviluppati per questo scopo è stato STRATA che calcola la risposta dinamica monodimensionale (1D) di una colonna di terreno utilizzando un modello di propagazione lineare delle onde, con proprietà variabili in funzione del livello deformativo. Il programma permette di eseguire analisi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

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

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

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

Per lo SLV si è fatto riferimento ai sette accelerogrammi selezionati dalla Regione Emilia-Romagna in un nodo più prossimo al sito di interesse: TR475_ID16516.



N.	Magnitude (Mw)	Epic.Distance (km)	Scaling_Factor	Source File_Name
1	6.2	29.9	2.06 %	ESM EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC
2	5.74	12.57	1.35 %	NGA RSN146_COYOTELK_G01320.AT2
3	5.99	54.21	2.55 %	NGA RSN703_WHITTIER.A_A-VAS000.AT2
4	6.93	83.53	1.5 %	NGA RSN804_LOMAP_SSF205.AT2
5	6.69	38.07	1.13 %	NGA RSN1091_NORTHVR_VAS090.AT2
6	6.6	31	0.64 %	KiKnet SMNH100010061330.EW2
7	5.9	14.4	2.69 %	ESM IT.SLO..HGE.D.20161026.191806.C.ACC.ASC

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 (Vs).

Degli soprastanti accelerogrammi non è stato considerato il n.6 in quanto la sua elaborazione con il programma STRATA forniva risultati anomali.

La stratigrafia che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito di interesse e ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame riportati in letteratura.

Da questa prima analisi appare lo smorzamento dei terreni del substrato dell'area esaminata. Tale aspetto risulta coerente anche dalla storia sismica di Lavezzola, pur con dati non molto lontani nel tempo, che evidenzia la registrazione di un sisma con Mw=4.9, segnalato nella città di Argenta nel 1956, che per Lavezzola è stata stimata una Intensità compresa tra 4 e 5.

Nel caso specifico, in considerazione delle caratteristiche litologiche delle formazioni della zona di interesse, si è fatto riferimento al seguente modello litostratigrafico.

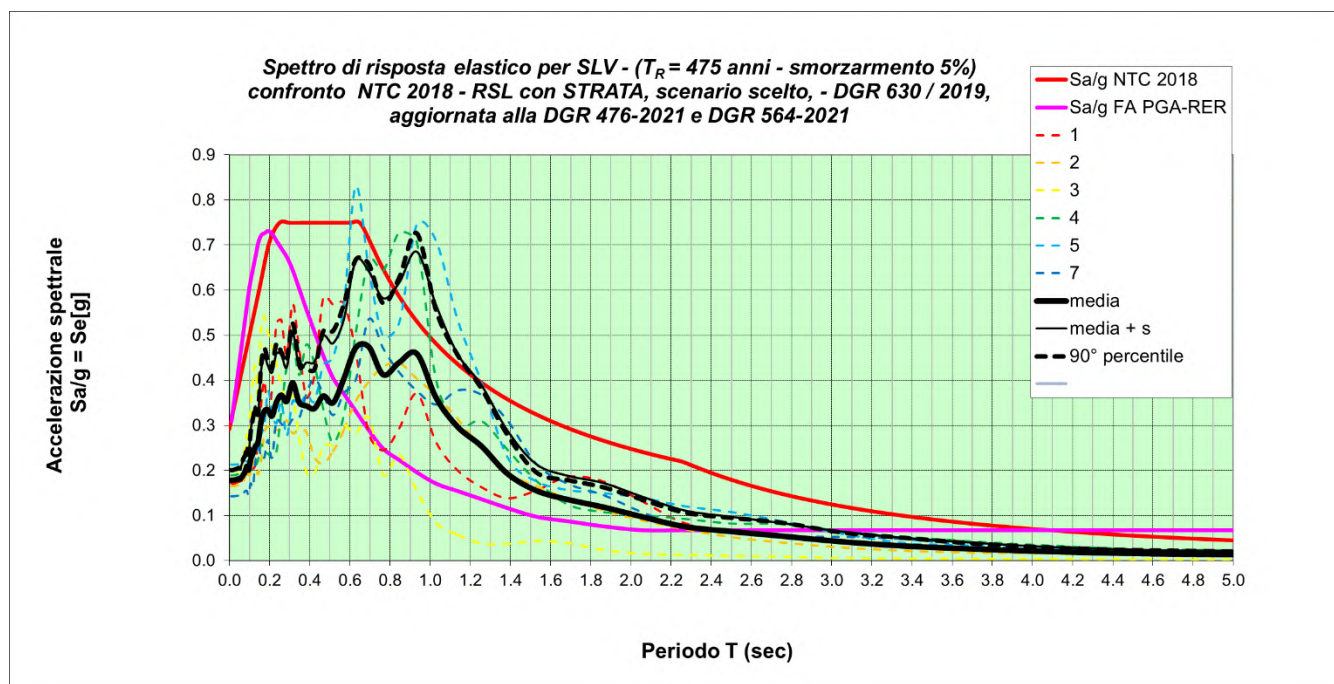
Stratigrafia di input:

Profondità (m)	Spessore (m)	Litologia prevalente	Tipo curve modulo di taglio e smorzamento
0.00	1.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10
1.00	11.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10
12.00	10.00	Sabbie limose	Sand (superficie)
22.00	20.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10
42.00	5.00	Sabbie – sabbie limose	Sand (superficie)
47.00	37.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=30
84.00	37.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10
121.00	60.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=30
181.00	12.00	Sabbie	Sand Mean
193.00	150.00	Limi argillosi – argille limose	Clay PI=10
343.00	Half- Space	Substrato considerato	Bedrock

Utilizzando il programma STRATA si riportano i dati ricavati dalla modellazione numerica monodimensionale. Nella modellazione si è proceduto ad una analisi probabilistica facendo variare in modo automatico le velocità delle onde di taglio per ogni strato, il profilo stratigrafico, le caratteristiche dei terreni e le caratteristiche e la profondità del bedrock (tra 250m e 500 m). Sono poi stati scelti i profili con scenario ritenuto più coerenti con l'assetto sismostratigrafico del sito in esame, sui quali sono state eseguite analisi statistiche.

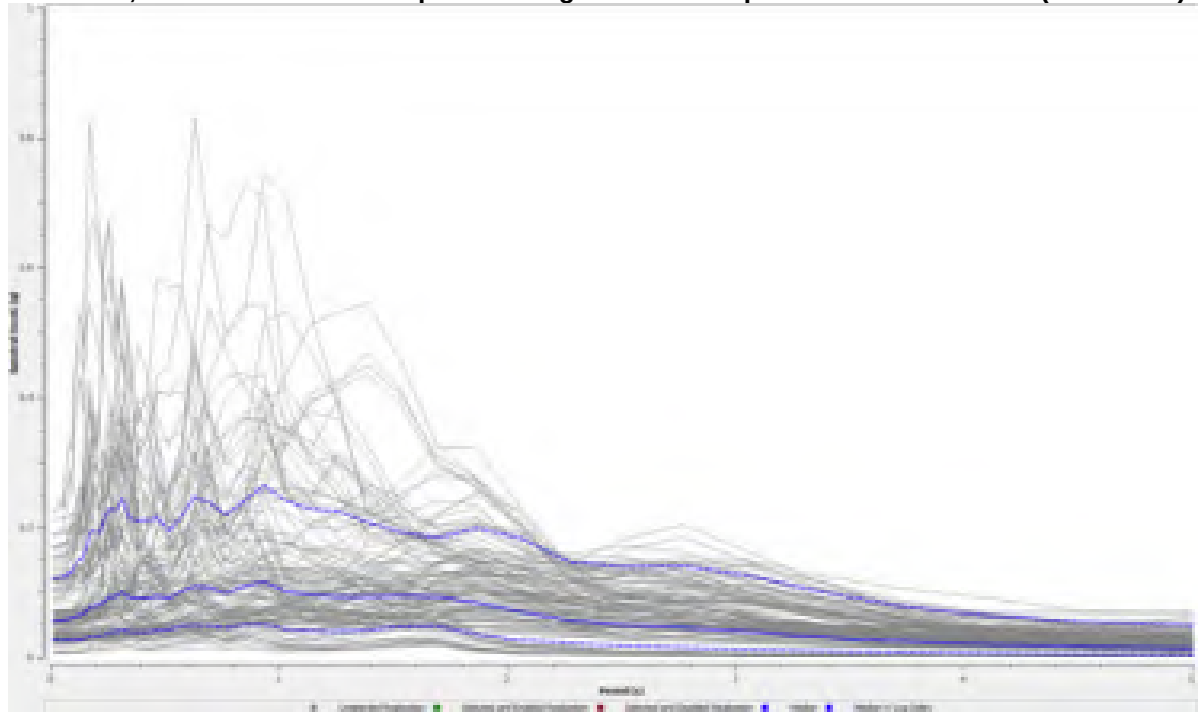
Lo spettro elastico medio ricavato da RSL risulta sempre inferiore rispetto a quello semplificato proposto dalle NTC2018. Mentre rispetto a quello proposto dalla DGR risulta maggiore tra $T=0.55$ sec e $T=0.2$ sec.

Facendo invece riferimento alla media + la deviazione standard, risulta che lo spettro elastico risulta maggiore rispetto a quello delle NTC2018 tra $T=0.9$ sec e $T=1.3$ sec, e maggiore rispetto a quello proposto dalla DGR tra $T=0.45$ sec e $T=3$ sec.

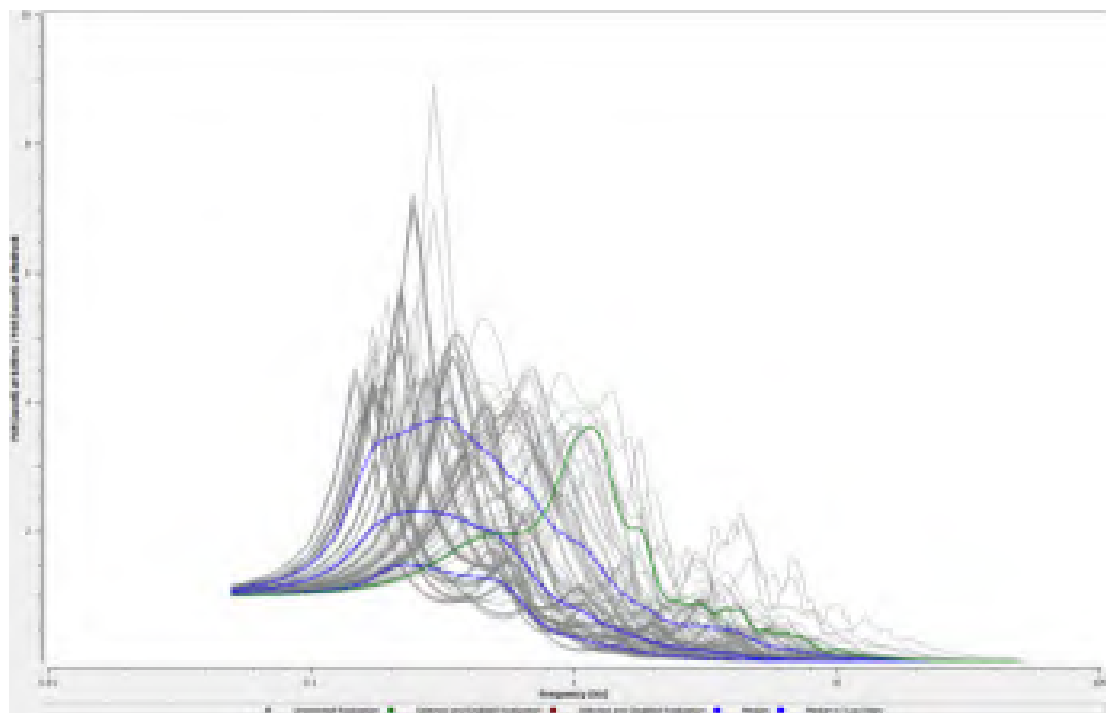


Stato Limite della Vita – SLV

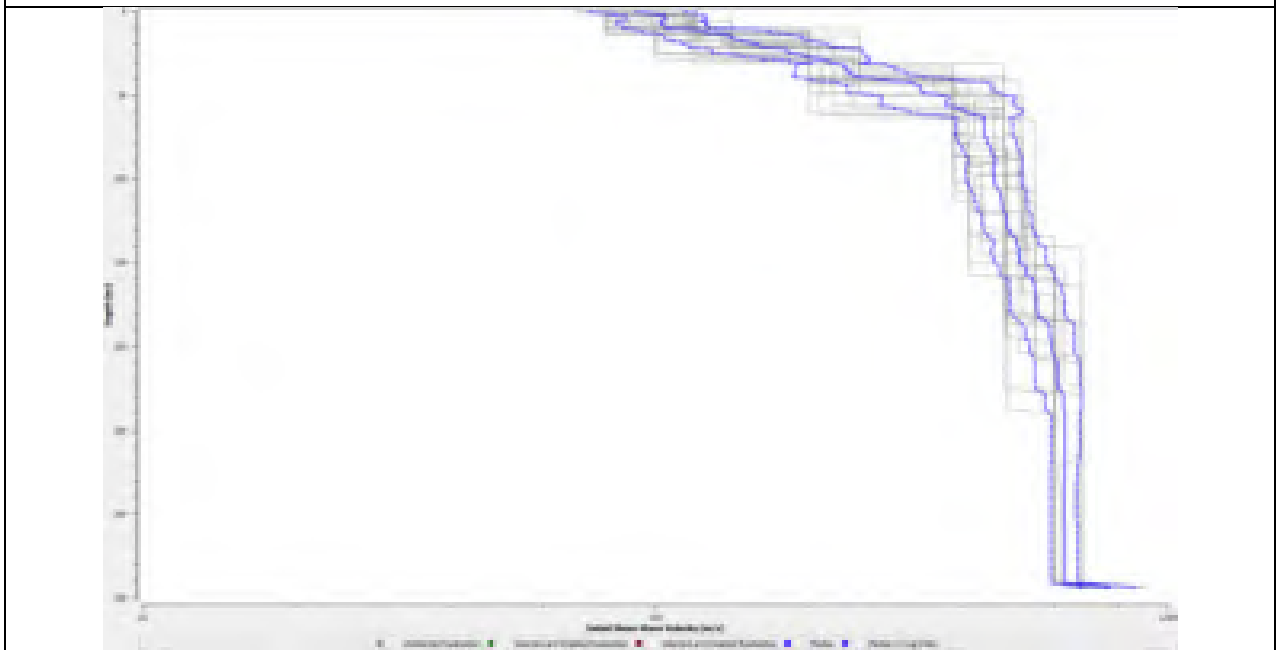
Spettri elastici relativi ai possibili scenari in base alla variazione della Vs, delle curve di smorzamento dei materiali, alla variazione dello spessore degli strati e alla profondità del bedrock (250÷500m)



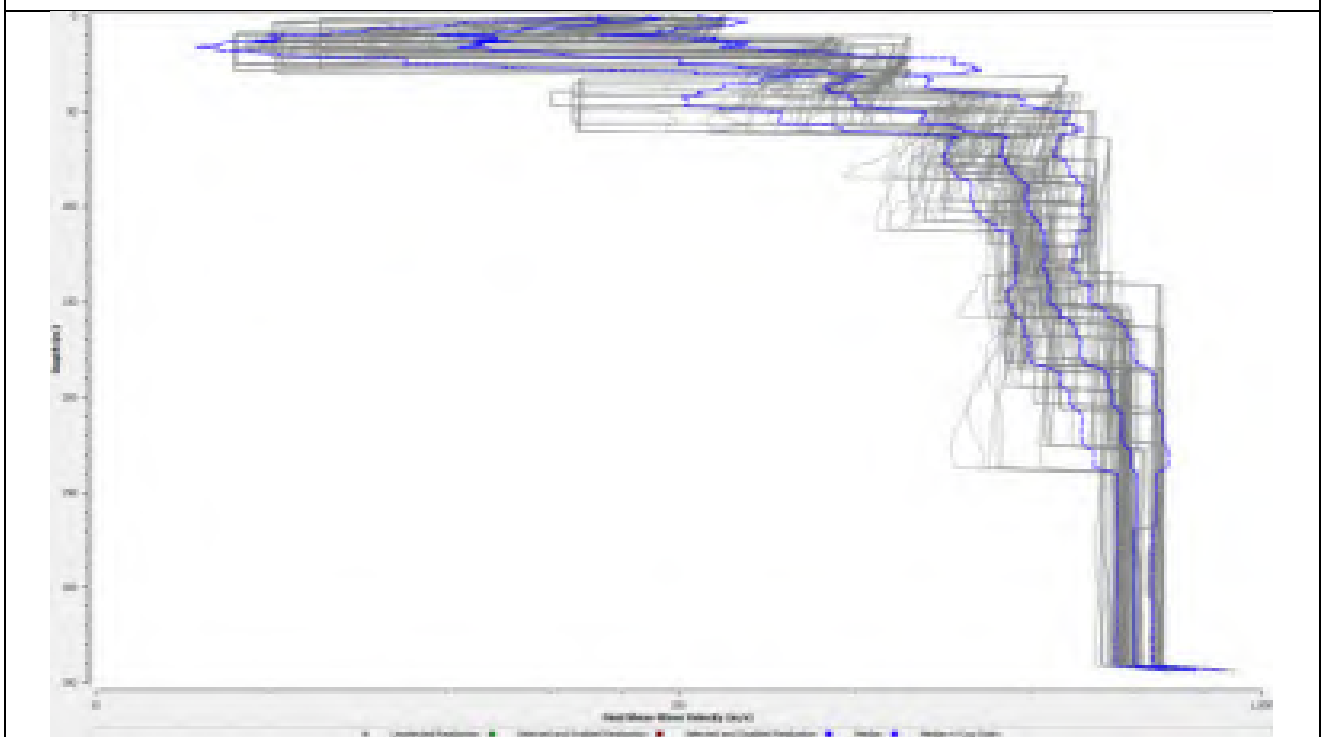
Funzione di trasferimento substrato sismico- superficie in base alla variazione delle curve di smorzamento dei materiali, alla variazione dello spessore degli strati e alla profondità del bedrock (250-500 m)



Profilo di Vs iniziale considerato nel Modello STRATA

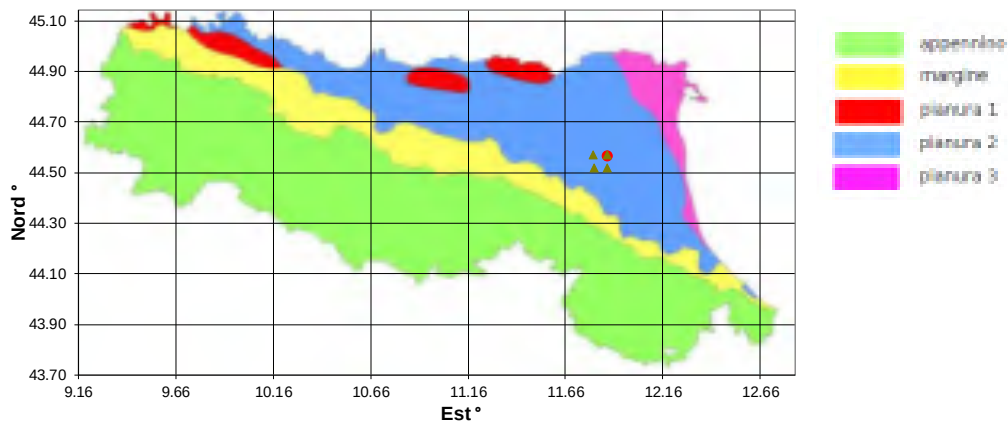


Profilo di Vs finale considerato nel Modello STRATA



Di seguito si valutano i rapporti spettrali PGA / PGAo e SI / Slo in riferimento a quanto proposto dalla DGR 630 / 2019, aggiornata alla DGR 476-2021 e DGR 564-2021, rispetto al metodo semplificato di II° livello ed al III° livello con elaborazione delle tracce sismiche fornite dalla RER utilizzando il codice di calcolo STRATA e il profilo del suolo emerso dalle indagini geofisiche sull'area per la valutazione degli effetti in superficie.

Assumendo che il sito ricada in ambito di PIANURA 2, come definito dal rapporto "Abachi per la valutazione dei fattori di amplificazione per le indagini di microzonazione sismica di secondo livello in Emilia-Romagna" (A. Tinto, L. Martelli, A. Marcellini, 2015), e considerando una classe di Vs30 = 160m/s, si ottengono i parametri sotto riportate.



VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO			
Decreto Ministeriale NTC 2018		Regione Emilia-Romagna DGR 630 / 2019, aggiornata alla DGR 476-2021 e DGR 564-2021	
Latitude (gradi decimali ED50)	44.569400	44.569400	Latitude (gradi decimali ED50)
Longitude (gradi decimali ED50)	11.875700	11.875700	Longitude (gradi decimali ED50)
Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)	0.162	0.162	Accelerazione massima orizzontale di picco al suolo per To (a _{ref})
Tipo di opera	2	PIANURA 2	Riferimento territoriale / Suolo di riferimento
Classe d'uso	2	Pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di un importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100m dal piano campagna e dal tetto del substrato rigido a circa 150m dal piano campagna	
Vita Norminale (V _N)	50 anni		
Coefficiente d'uso (C _U)	1		
Vita di riferimento (V _N x C _U)	50 anni		
Tempi di ritorno (SLV)	475 anni		
		800	Velocità di taglio di riferimento del substrato marino (Vs) (m/s), oppure Velocità onde di taglio Bedrock like (Vs) (m/s)
Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m (Vs30)	160	160	Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30m (Vs30) (m/s)
Categoria di sottosuolo	D		
Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo (S _s)	1.76	1.7	Fattore di Amplificazione del PGA. (Peak Ground Acceleration)
		2.0	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.1s < To < 0.5s)
		3.1	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.5s < To < 1.0s)
		3.6	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.5s < To < 1.5s)
Categoria topografica	T1		
Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S _T)	1.00	1.0	Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S _T)
Accelerazione massima orizzontale al suolo (a _{max} /g) = a _g /g * S _s * S _T	0.286	0.276	Accelerazione massima orizzontale al suolo (a _g /g = a _{ref} * F.A. PGA * S _T)

Dal modello STRATA 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 un foglio di calcolo excel implementando l'integrazione della pseudo-velocity (calcolate dalle accelerazioni ottenute dalla modellazione con STRATA) per intervalli di dT = 0.11 a 0.52 sec, dT = 0.52 a 1.03 sec e dT = 0.52 a 1.53 sec.

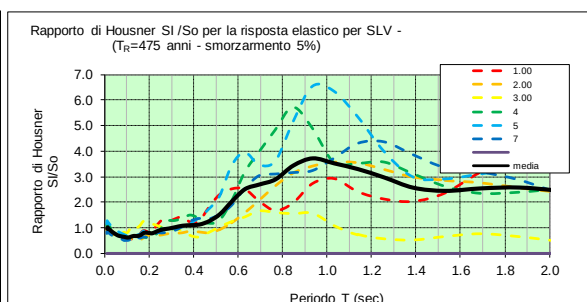
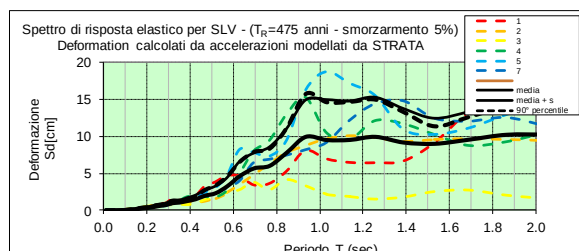
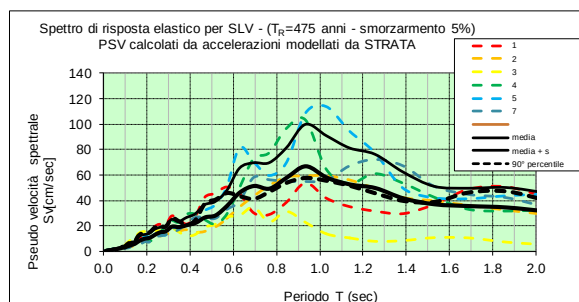
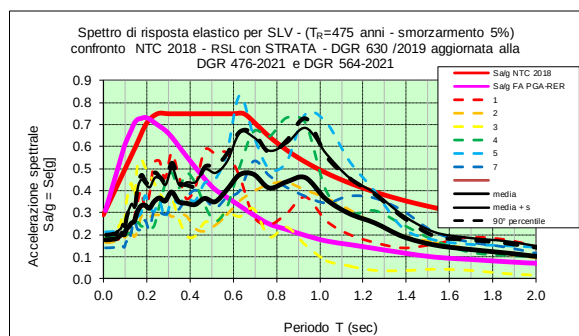
I valori sono stati confrontati con SI₀ proposti dalla RER. I valori del rapporto sono osservabili nelle sotto riportate tabelle.

Si riporta anche la tabella del rapporto dei valori PGA del modello STRATA e quello della DGR 630 / 2019, aggiornata alla DGR 476-2021 e DGR 564-2021.

Riferimento accellogramma	Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = |PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI1/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = |PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI2/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI = |PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI3/SI0	
	S1: 0.1 < T < 0.5		S2: 0.5 < T < 1.0		S3: 0.5 < T < 1.5							
1	0.26	1.13	0.35	2.32	0.49	2.29						
2	0.16	0.71	0.34	2.26	0.55	2.54						
3	0.21	0.94	0.21	1.39	0.25	1.15						
4	0.23	1.02	0.55	3.63	0.75	3.51						
5	0.23	1.02	0.64	4.26	0.89	4.13						
7	0.21	0.92	0.41	2.75	0.67	3.12						
media	0.22	0.96	0.42	2.77	0.60	2.79						
So	0.23	2.00	0.15	3.10	0.21	3.60						

Riferimento accellogramma	PGA a To secondo la modellazione STRATA		Rapporto PGA/PGAo con PGAo secondo NTC2018 e DGR 630 / 2019, aggiornata alla DGR 476-2021 e DGR 564-2021	
1	0.171	1.053		
2	0.165	1.017		
3	0.188	1.160		
4	0.189	1.164		
5	0.212	1.309		
7	0.143	0.880		
media	0.178	1.097		
PGAo	0.162			

Grafici degli spettri elastici di confronto ed il grafico delle amplificazioni SI / SI0 per ogni intervallo dT considerato nella sopra citata integrazione.



MODELLO STRATA Selg (T) = Sa (T) : ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE per 7 tracce												
T (sec)	1	2	3	4	5	7		mediana	media	Stdev (σ)	media + σ	90° percentile
0.0100	0.17092281	0.16502541	0.18822909	0.18895437	0.21248557	0.14280052		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0110	0.17095557	0.16505355	0.18832433	0.18897958	0.21249759	0.14281316		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0122	0.17099554	0.16508781	0.18844027	0.1890103	0.21251225	0.14282854		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0134	0.17104433	0.16512957	0.18858384	0.18905238	0.21253362	0.1428479		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0148	0.17110391	0.16518047	0.18875314	0.18909849	0.21255538	0.14287175		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0164	0.17118832	0.16523455	0.18895973	0.1891547	0.2125819	0.14290067		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0181	0.17127845	0.16530816	0.18921185	0.18922325	0.21261424	0.1429357		0.180	0.178	0.024	0.202	0.201
0.0199	0.17138875	0.16539816	0.1895202	0.18930689	0.21265368	0.14297053		0.180	0.179	0.024	0.203	0.201
0.0220	0.17152394	0.16550824	0.18989909	0.18940902	0.21270211	0.14302281		0.180	0.179	0.024	0.203	0.201
0.0243	0.17168986	0.1656429	0.19037109	0.18953385	0.21276172	0.1430853		0.181	0.179	0.024	0.203	0.202
0.0268	0.17189417	0.16580781	0.19090889	0.18968798	0.21283663	0.14315864		0.181	0.179	0.024	0.203	0.202
0.0296	0.17214512	0.16600989	0.19169611	0.18987276	0.21292669	0.14325291		0.181	0.179	0.024	0.203	0.202
0.0327	0.17245527	0.16626503	0.19262481	0.19009852	0.21303703	0.14336428		0.181	0.180	0.024	0.204	0.203
0.0361	0.17284471	0.1665711	0.19334329	0.19037609	0.21317217	0.14354036		0.182	0.180	0.024	0.204	0.203
0.0398	0.17333752	0.16697691	0.19480264	0.19072376	0.21333753	0.14382451		0.182	0.181	0.024	0.205	0.204
0.0439	0.17400254	0.16739564	0.19669744	0.19115994	0.21353863	0.14410511		0.183	0.181	0.025	0.206	0.205
0.0485	0.17480968	0.16797466	0.19693588	0.19171868	0.21375641	0.14452295		0.183	0.182	0.024	0.206	0.205
0.0535	0.17541353	0.1680718	0.19434503	0.19232301	0.21405649	0.14458375		0.184	0.181	0.024	0.206	0.204
0.0590	0.17709193	0.16834572	0.20408066	0.19332033	0.21461639	0.14380084		0.185	0.184	0.026	0.209	0.209
0.0652	0.1775855	0.17042605	0.22232757	0.19452587	0.21536944	0.14299086		0.186	0.187	0.030	0.217	0.219
0.0719	0.17812374	0.17399671	0.23935811	0.19522212	0.21645045	0.14985988		0.187	0.192	0.032	0.224	0.228
0.0794	0.17967849	0.18889404	0.24847834	0.19751972	0.21851592	0.15455147		0.193	0.198	0.032	0.230	0.233
0.0876	0.19686574	0.20426824	0.27956041	0.20050814	0.22020215	0.15459756		0.202	0.209	0.041	0.250	0.250
0.0967	0.20387939	0.18943307	0.25139709	0.19675461	0.22048827	0.14536898		0.200	0.201	0.035	0.236	0.236
0.1067	0.21269391	0.19431015	0.34717555	0.20168821	0.22436068	0.17160304		0.207	0.225	0.062	0.288	0.286
0.1178	0.20362117	0.2212673	0.39886807	0.20862523	0.23036444	0.16370343		0.215	0.238	0.082	0.320	0.315
0.1300	0.21240155	0.20872638	0.43230762	0.20871929	0.2427571	0.21866725		0.216	0.254	0.088	0.342	0.338
0.1435	0.27553818	0.19172391	0.37320638	0.22302702	0.24761052	0.26627701		0.257	0.263	0.062	0.325	0.324
0.1583	0.34561273	0.21956412	0.51882536	0.25745923	0.28000986	0.22689805		0.269	0.308	0.113	0.421	0.432
0.1747	0.39924929	0.28248877	0.54281482	0.240241	0.29829646	0.22918919		0.290	0.332	0.120	0.452	0.471
0.1929	0.32253915	0.29863521	0.50623479	0.23706517	0.37656136	0.26781891		0.311	0.335	0.097	0.431	0.441
0.2128	0.38023489	0.28379515	0.47536417	0.22785526	0.32989507	0.22836149		0.307	0.321	0.096	0.417	0.428
0.2349	0.52651047	0.29042141	0.43511971	0.24109615	0.30408506	0.31230407		0.308	0.352	0.107	0.459	0.481
0.2593	0.53437413	0.29181563	0.39050109	0.33248719	0.352659	0.30376947		0.343	0.368	0.089	0.457	0.462
0.2861	0.45632612	0.3118795	0.35424635	0.4300576	0.2758562	0.29437486		0.333	0.354	0.074	0.428	0.443
0.3158	0.57045936	0.28304141	0.36520976	0.48124867	0.35376688	0.31402041		0.359	0.395	0.109	0.504	0.526
0.3486	0.46873912	0.29255504	0.27330323	0.41195304	0.34303614	0.31698612		0.330	0.351	0.075	0.426	0.440
0.3847	0.36206026	0.28496928	0.19515286	0.47943599	0.36876347	0.37074629		0.365	0.344	0.096	0.439	0.425
0.4246	0.41211734	0.22907546	0.18297918	0.43534849	0.3533439	0.40444899		0.379	0.338	0.102	0.440	0.424
0.4686	0.58432559	0.21608803	0.25513328	0.33520933	0.43380576	0.36904605		0.352	0.366	0.133	0.498	0.509
0.5172	0.56831547	0.24343441	0.25712008	0.2610147	0.45044393	0.32301546		0.292	0.351	0.131	0.482	0.509
0.5708	0.57123874	0.29089932	0.29995705	0.32269702	0.56648935	0.37161293		0.347	0.404	0.131	0.535	0.569
0.6300	0.4642156	0.35407716	0.28178774	0.50471501	0.83009851	0.40113032		0.433	0.473	0.192	0.665	0.667
0.6953	0.28186765	0.39777641	0.31729332	0.66725606	0.64795845	0.53590938		0.467	0.475	0.167	0.641	0.658
0.7674	0.24423204	0.43055822	0.18991303	0.64426366	0.49687047	0.47036141		0.450	0.413	0.169	0.581	0.571
0.8469	0.29380971	0.43900846	0.23431471	0.72861845	0.5277588	0.41757131		0.428	0.440	0.176	0.616	0.628
0.9347	0.37057348	0.40391664	0.15359547	0.70561799	0.74575388	0.37676182		0.390	0.459	0.225	0.685	0.726
1.0316	0.26136585	0.36685344	0.08287791	0.39752841	0.70747063	0.34642172		0.357	0.360	0.204	0.565	0.552
1.1386	0.19959189	0.31394342	0.05708842	0.29793685	0.53235582	0.37792006		0.306	0.296	0.161	0.457	0.455
1.2566	0.16282861	0.25098989	0.03788225	0.3094182	0.39495619	0.36781304		0.280	0.254	0.135	0.389	0.381
1.3869	0.13839711	0.19516913	0.03696817	0.24531181	0.22832751	0.31028588		0.212	0.192	0.095	0.287	0.278
1.5307	0.15586467	0.16504278	0.04334336	0.17624352	0.17552671	0.21404294		0.170	0.155	0.058	0.213	0.195
1.6894	0.18616615	0.13676809	0.03850112	0.12355802	0.15616975	0.17003554		0.146	0.135	0.052	0.188	0.178
1.8645	0.175288	0.11107451	0.0233958	0.10736994	0.14944778	0.14536031		0.128	0.119	0.053	0.172	0.162
2.0578	0.13111231	0.08948529	0.01499403	0.1006567	0.1389298	0.10720333		0.104	0.097	0.044	0.141	0.135
2.2711	0.08260615	0.06935525	0.01243139	0.09211339	0.1202392	0.07370669		0.078	0.075	0.036	0.111	0.106
2.5066	0.06577236	0.0518177	0.01023623	0.08171839	0.1071085	0.06887219		0.067	0.064	0.032	0.097	0.094
2.7665	0.0547045	0.03961759	0.00809907	0.08026911	0.08587836	0.05372139		0.054	0.054	0.028	0.082	0.083
3.0533	0.03903309	0.02923221	0.00553276	0.06463885	0.05927719	0.05287732		0.046	0.042	0.022	0.064	0.062
3.3698	0.02853436	0.02178433	0.00410138	0.0523226	0.0384274	0.04763674		0.033	0.032	0.018	0.050	0.050
3.7192	0.02332253	0.01782507	0.00363904	0.04160326	0.03279334	0.03366828		0.028	0.025	0.014	0.039	0.038
4.1048	0.01798032	0.01599108	0.00304887	0.03244268	0.02479641	0.0235766		0.021	0.020	0.010	0.030	0.029
4.5303	0.01192191	0.01298488	0.00239028	0.02480589	0.02099782	0.02050233		0.017	0.016	0.008	0.024	0.023
5.0000	0.00926388	0.01075408	0.00179161	0.0226615	0.01550323	0.01823126		0.013	0.013	0.007	0.020	0.020

ALLEGATI



Prove realizzate sulle aree oggetto di variante e ampliamento dell'azienda.

Prove CPTU n.15, n.16 e n.17

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

Falda 2.10 m

Sigla della Punta Tecnopenta 100707
Azzeramento Inizio prova
Ultimo taratura guadagno 20-giu-2018
Ultimo taratura per deriva termica 20-giu-2018

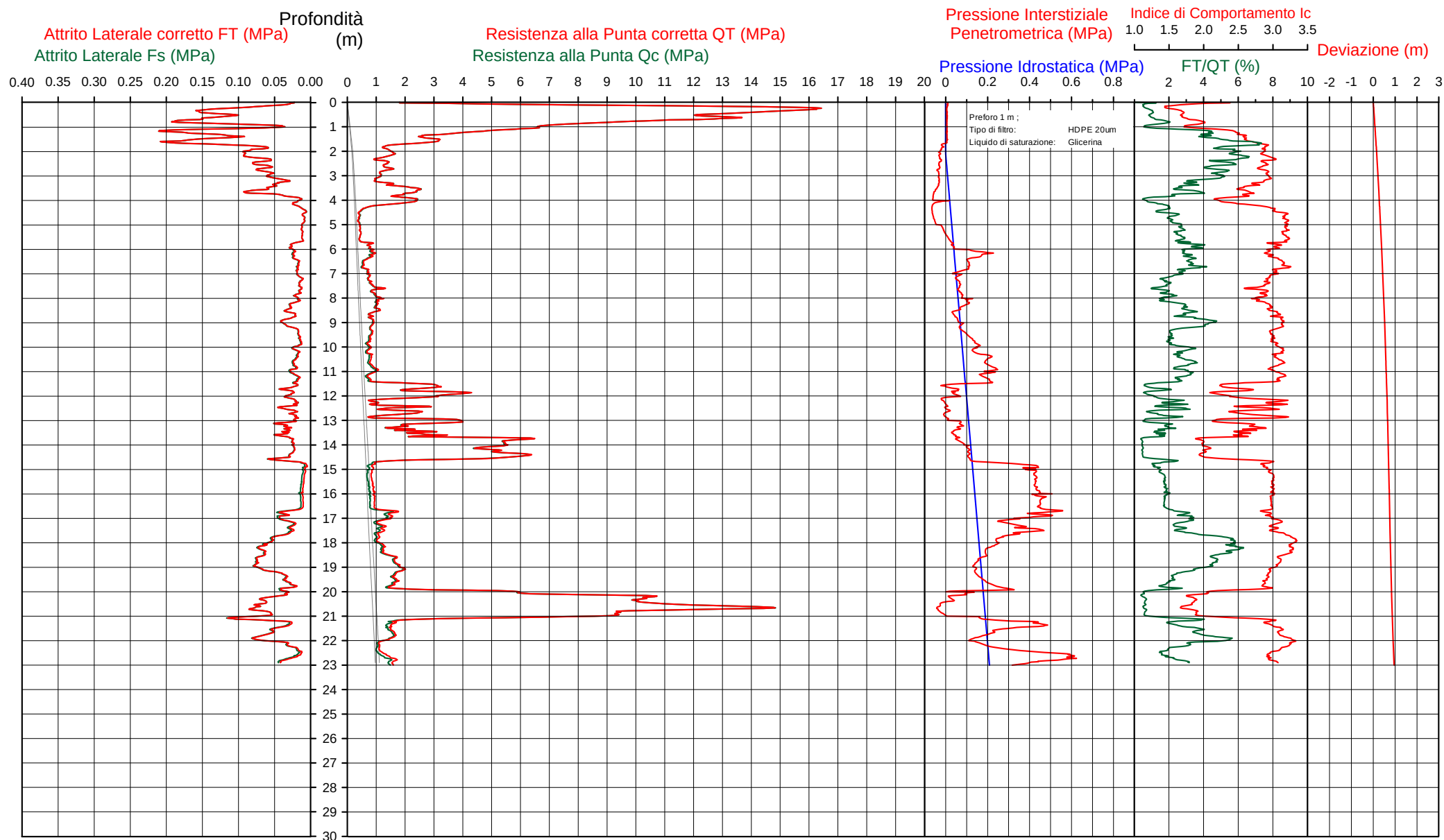


Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTU

15



15

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19/09/2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.10



**Società di
Geologia
Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs23
141

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990		Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia)	Densità Relativa	Angolo Attrito ϕ	Coesione non drenato Cu	OCR	Modulo Edometrico M	Velocità Vs	
					basato su Fr vs Qc1N	H				Consistenza (Argilla)	Tatsuoka 1990 %	Kulhawy & Mayne 1990	Benassi daN/cm ²	Marchi / SGT	Benassi daN/cm ²	Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m										
44.9	76.3	0.29	0.8	1.95	sabbia-sabbia limosa	0.10		Mediamente Addensata	58.1	46.6	.	.	140.5	159		
136.9	204.9	1.23	0.9	1.64	sabbia-sabbia limosa			Molto addensata	>90	47.2	.	.			437.7	228
						0.70			Addensata	74.9	42.6	.	.		277.9	202
78.8	127.2	1.14	1.4	1.91	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	50.3	37.9	.	.		204.8	198
35.5	60.3	1.50	4.3	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.32	22.94	158.6	203	
28.4	48.3	1.80	6.5	2.71	limo argilloso-argilla limosa	1.70			Plastica	.	.	0.79	7.37	73.8	151	
13.0	21.8	0.66	5.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa											
						3.40										
22.8	33.6	0.61	2.8	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	3.60			Sciolta	31.0	34.1	.	.	121.9	164	
21.2	30.9	0.71	3.4	2.64	limo argilloso-argilla limosa	3.80			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	9.27	123.4	166	
19.8	28.3	0.21	1.2	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	4.20			Sciolta	25.4	33.2	.	.	67.0	135	
6.5	10.0	0.14	2.4	2.95	argilla-argilla limosa	4.40			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.46	2.77	30.5	105	
4.2	6.3	0.11	3.2	3.18	argilla-argilla limosa				Fluido-plastica (Molto Soffice)	.	.	0.32	1.41	25.4	94	
						5.70										
7.8	10.7	0.26	3.9	3.04	argilla-argilla limosa	6.00			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.53	2.40	45.3	123	
9.0	12.0	0.23	2.9	2.92	limo argilloso-argilla limosa	6.20			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	2.52	50.4	124	
6.8	8.8	0.19	3.4	3.08	argilla-argilla limosa	7.10			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.48	2.34	41.3	114	
						8.9										
8.9	10.8	0.15	2.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	7.90			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.88	36.5	116	
10.6	12.3	0.24	2.6	2.88	limo argilloso-argilla limosa	8.50			Plastica	.	.	0.68	2.59	53.6	130	
						8.2										
8.2	8.7	0.22	3.3	3.07	argilla-argilla limosa			Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.94	48.1	123		

Vs23
141

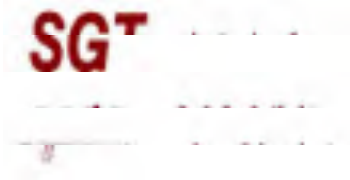
[illegible]

CPTU

15

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19/09/2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.10



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

www.geo55.com

Vs23
141

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²		daN/cm²	%	Robertson		m						daN/cm²		daN/cm²	
						20.50	|||||		Addensata	71.3	39.7	.	.	415.0	236
134.8	114.0	0.77	0.6	1.73	sabbia-sabbia limosa	20.70	|||||		Mediamente Addensata	54.4	37.6	.	.	286.1	225
86.6	68.2	0.74	1.1	2.04	sabbia-sabbia limosa	21.10	|||||								
						21.20	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	2.10	117.0	186
20.2	13.2	0.69	4.1	2.98	argilla-argilla limosa	21.20	|||||		Plastica	.	.	0.91	1.66	89.5	168
15.5	9.7	0.52	4.5	3.09	argilla-argilla limosa		|||||								
						22.00	|||||		Plastica	.	.	0.71	1.10	65.6	138
11.3	6.6	0.25	3.4	3.16	argilla-argilla limosa	22.50	|||||		Plastica	.	.	0.88	1.29	61.3	146
14.9	8.9	0.22	2.0	2.94	limo argilloso-argilla limosa	22.80	|||||								
15.9	9.5	0.41	3.5	3.05	argilla-argilla limosa		|||||		Plastica	.	.	0.92	1.53	92.5	165

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

Numero prova 15
Quota falda 2.10

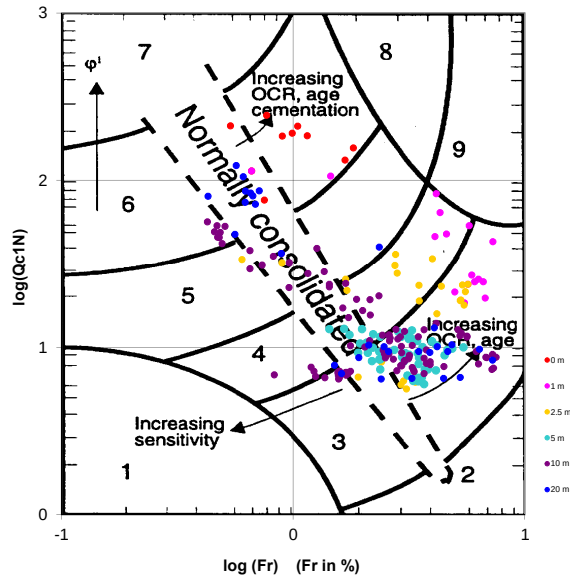


**Società di
Geologia
Territoriale**

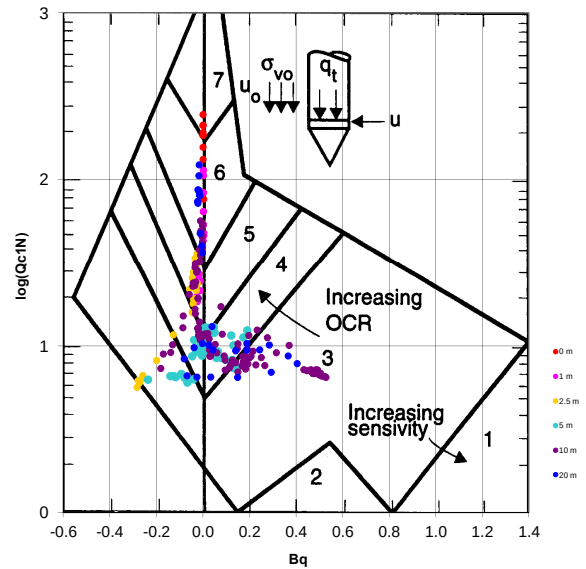
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

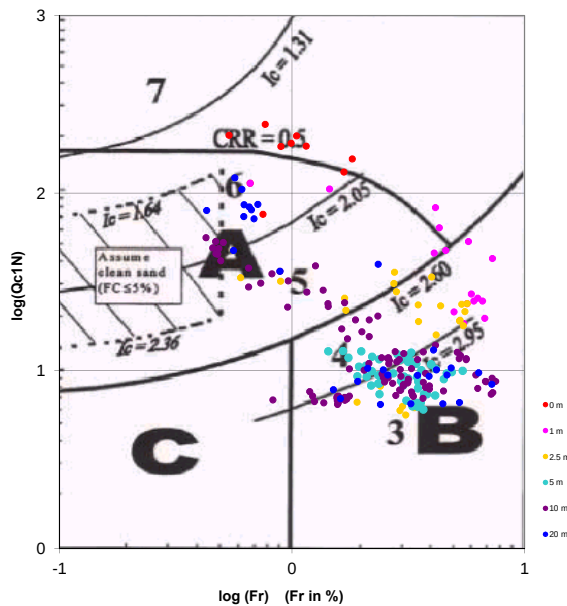
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



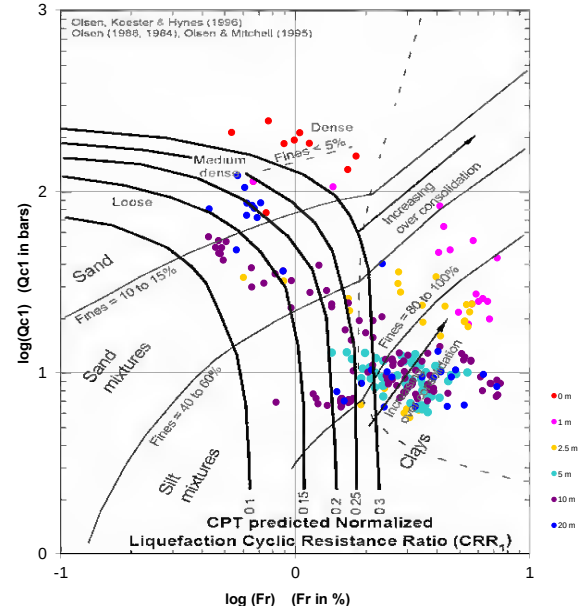
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



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



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



Litotipo secondo Robertson 1990

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

Potenziale di liquefacibilit 

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

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

Falda

2.00 m

Sigla della Punta
Azzeramento

Tecnopenta 100707

Ultimo taratura guadagno

Inizio prova

Ultimo taratura per deriva termica

20-giu-2018

20-giu-2018



Società di
Geologia
Territoriale

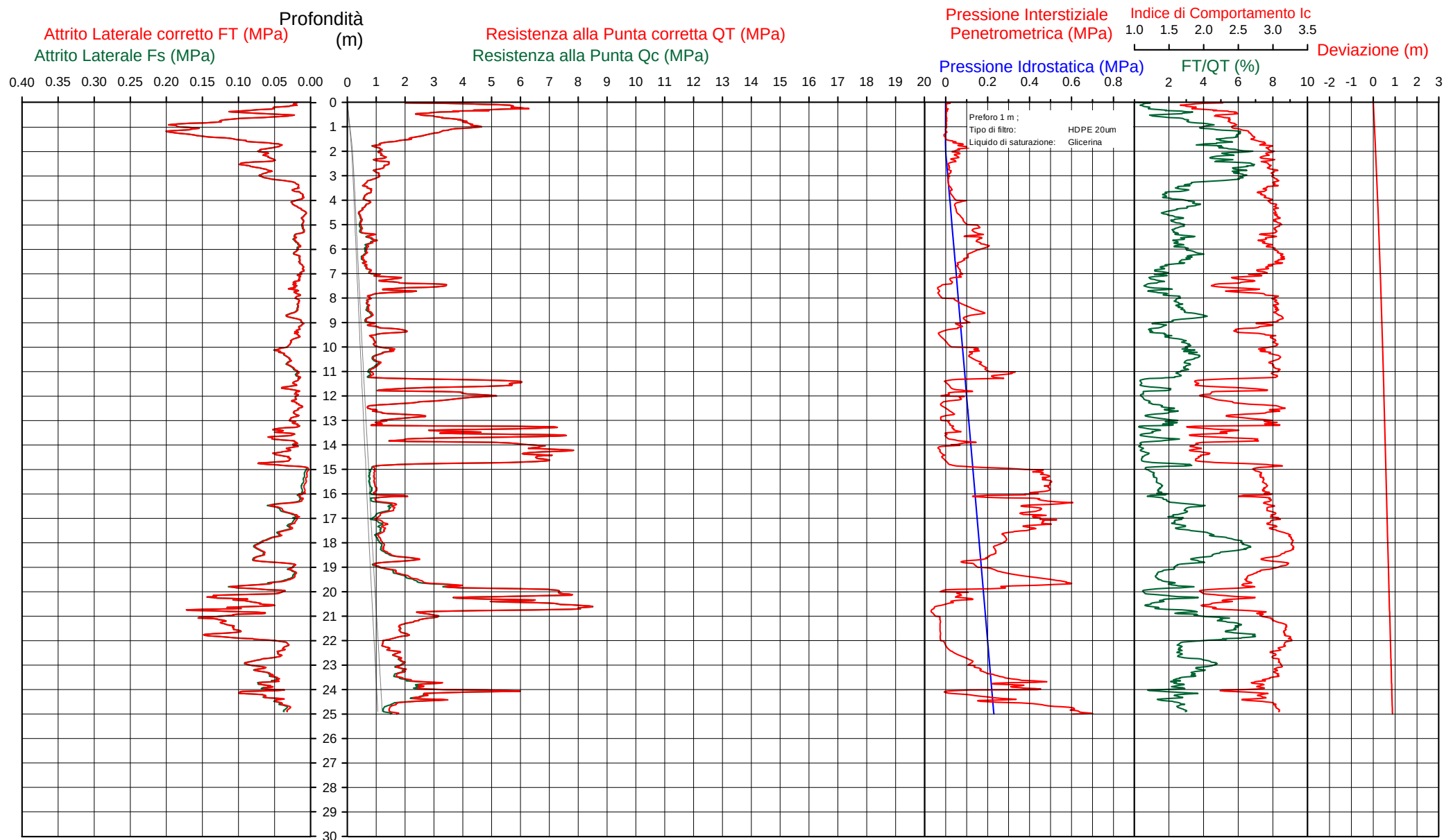
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

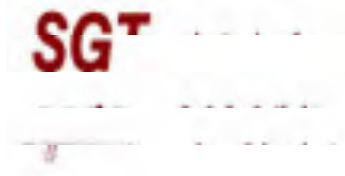
CPTU

16



Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.00



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

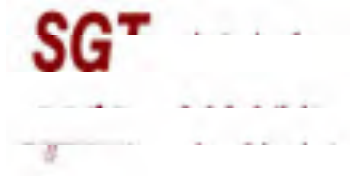
www.geo55.com

Vs25
144

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
51.1	86.8	0.37	0.7	1.88	sabbia-sabbia limosa	0.30	|||||		Mediamente Addensata	62.3	44.9	.	.	159.6	161
31.7	53.8	0.67	2.1	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	0.60	|||||		Mediamente Addensata	46.6	40.0	.	.	135.4	166
40.5	68.9	1.47	3.6	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10	|||||		Mediamente Addensata	54.7	39.7	.	.	235.6	201
32.0	54.4	1.85	5.9	2.64	limo argilloso-argilla limosa	1.30	|||||		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.41	33.61	180.4	207
24.2	41.2	1.38	5.7	2.71	limo argilloso-argilla limosa	1.50	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.21	22.30	136.9	188
12.0	20.4	0.66	5.7	2.93	limo argilloso-argilla limosa	3.10	|||||		Plastica	.	.	0.75	10.54	67.9	149
7.0	11.9	0.30	4.5	3.04	argilla-argilla limosa	3.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	3.80	40.3	119
7.1	12.0	0.16	2.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa	3.90	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.50	2.78	33.8	108
5.3	8.6	0.13	2.7	3.04	argilla-argilla limosa	5.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.39	2.19	28.4	99
8.0	11.6	0.18	2.6	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.90	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.55	2.37	41.1	116
6.2	8.6	0.16	3.2	3.07	argilla-argilla limosa	6.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.44	2.01	37.2	108
8.2	10.8	0.12	1.7	2.84	limo argilloso-argilla limosa	7.10	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.88	31.4	110
14.8	18.6	0.15	1.2	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	7.30	|||||		Molto Sciolta	11.4	31.3	.	.	49.9	128
21.8	26.2	0.22	1.3	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	7.80	|||||		Sciolta	22.8	33.0	.	.	74.9	144
7.6	9.0	0.19	3.2	3.04	argilla-argilla limosa	9.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.06	44.2	117
9.0	10.2	0.13	1.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	9.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	1.90	34.6	115
18.2	20.1	0.17	1.1	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	9.40	|||||		Molto Sciolta	14.0	31.8	.	.	59.8	137
9.6	10.5	0.24	3.1	2.98	argilla-argilla limosa	10.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.63	2.54	57.4	128

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.00



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

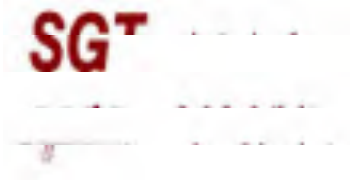
www.geo55.com

Vs25
144

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
14.0	14.9	0.41	3.4	2.89	limo argilloso-argilla limosa	10.30	|||||		Plastica	.	.	0.84	3.05	81.7	151
10.1	10.5	0.30	3.7	3.03	argilla-argilla limosa	10.80	|||||		Plastica	.	.	0.66	1.93	58.7	135
8.6	8.7	0.19	2.9	3.04	argilla-argilla limosa	11.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	1.75	48.5	122
13.1	13.1	0.15	1.7	2.79	limo argilloso-argilla limosa	11.30	|||||		Plastica	.	.	0.80	2.47	50.3	135
54.0	53.5	0.21	0.4	1.94	sabbia-sabbia limosa	11.60	|||||		Mediamente Addensata	46.4	36.6	.	.	163.9	170
29.1	28.6	0.37	1.6	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	11.70	|||||		Sciolti	25.7	33.6	.	.	106.6	171
13.6	13.2	0.22	2.0	2.80	limo argilloso-argilla limosa	11.80	|||||		Plastica	.	.	0.82	2.45	56.9	138
43.1	41.9	0.20	0.5	2.06	sabbia limosa-limo sabbioso	12.10	|||||		Mediamente Addensata	38.3	35.5	.	.	131.6	163
29.3	28.1	0.22	0.8	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso	12.30	|||||		Sciolti	25.1	33.6	.	.	93.0	156
9.8	9.1	0.17	2.4	2.98	argilla-argilla limosa	12.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	2.10	46.6	124
22.5	20.9	0.21	1.1	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90	|||||		Sciolti	15.4	32.2	.	.	74.6	151
13.1	12.0	0.26	2.5	2.89	limo argilloso-argilla limosa	13.10	|||||		Plastica	.	.	0.80	2.44	64.3	142
10.2	9.2	0.20	2.5	2.99	argilla-argilla limosa	13.20	|||||		Plastica	.	.	0.66	1.68	50.4	129
52.5	48.7	0.36	0.8	2.11	sabbia limosa-limo sabbioso	13.70	|||||		Mediamente Addensata	43.2	36.2	.	.	165.9	184
25.8	23.1	0.36	1.8	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	13.90	|||||		Sciolti	18.6	32.7	.	.	101.1	170
62.9	57.0	0.36	0.7	1.99	sabbia-sabbia limosa	14.80	|||||		Mediamente Addensata	48.4	36.9	.	.	196.4	188
11.1	9.1	0.27	3.1	3.03	argilla-argilla limosa	14.90	|||||		Plastica	.	.	0.70	1.61	66.3	138
9.5	7.6	0.07	1.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa	16.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.63	1.33	30.6	110
14.2	11.2	0.28	2.4	2.90	limo argilloso-argilla limosa	16.70	|||||		Plastica	.	.	0.85	2.20	67.3	143
11.9	8.9	0.32	3.7	3.07	argilla-argilla limosa	17.90	|||||		Plastica	.	.	0.74	1.66	68.9	144
13.0	9.4	0.70	7.1	3.24	argilla-argilla limosa	18.50	|||||		Plastica	.	.	0.80	1.47	71.6	169
15.7	11.3	0.49	3.8	3.04	argilla-argilla limosa	19.10	|||||		Plastica	.	.	0.91	2.14	91.2	159
17.4	12.3	0.22	1.6	2.77	limo argilloso-argilla limosa	19.30	|||||		Plastica	.	.	0.98	1.95	63.7	150
23.3	16.6	0.28	1.4	2.63	limo argilloso-argilla limosa	19.60	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.18	2.42	81.8	163
33.7	24.7	0.76	2.5	2.63	limo argilloso-argilla limosa	19.80	|||||		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.45	3.43	164.2	201
51.0	38.8	0.87	2.1	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	19.90	|||||		Mediamente Addensata	35.8	35.2	.	.	215.3	220
73.6	58.0	0.45	0.6	1.99	sabbia-sabbia limosa		|||||		Mediamente Addensata	49.0	37.0	.	.	227.5	204

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.00



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

www.geo55.com

Vs25
144

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²		daN/cm²	%	Robertson		m						daN/cm²		daN/cm²	
						20.10	|||||								
64.3	49.4	1.04	1.9	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	20.80	|||||		Mediamente Addensata	43.7	36.2	.	.	261.3	229
						20.80	|||||								
26.3	17.8	1.15	5.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	21.30	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.27	2.69	149.9	210
						21.30	|||||								
18.0	11.4	1.08	7.5	3.20	argilla-argilla limosa	22.00	|||||		Plastica	.	.	1.00	1.89	98.3	196
						22.00	|||||								
12.6	7.6	0.34	3.9	3.16	argilla-argilla limosa	22.30	|||||		Plastica	.	.	0.78	1.23	73.1	152
						22.30	|||||								
17.9	10.8	0.60	4.3	3.06	argilla-argilla limosa	23.50	|||||		Plastica	.	.	1.00	1.38	103.4	178
						23.50	|||||								
28.9	17.9	0.60	2.6	2.76	limo argilloso-argilla limosa	24.50	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.34	1.86	144.7	193
						24.50	|||||								
15.6	8.7	0.34	3.0	3.05	argilla-argilla limosa		|||||		Plastica	.	.	0.91	1.56	90.0	159

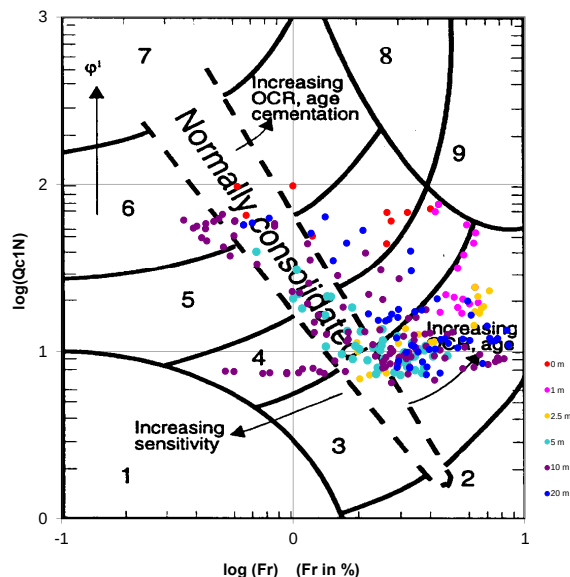
Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19-set-18

Numero prova 16
Quota falda 2.00

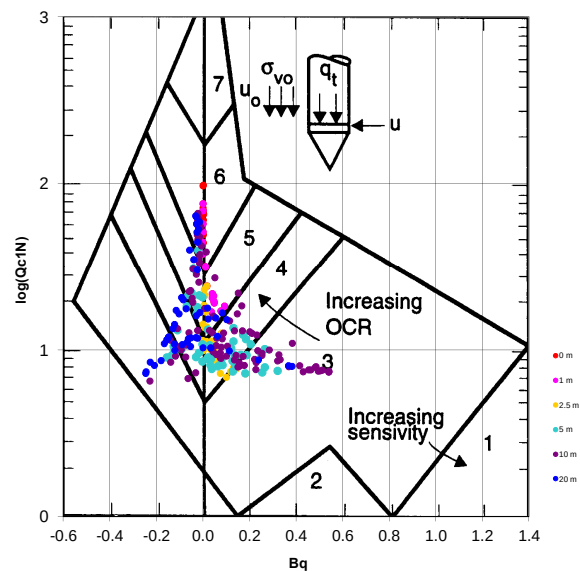
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

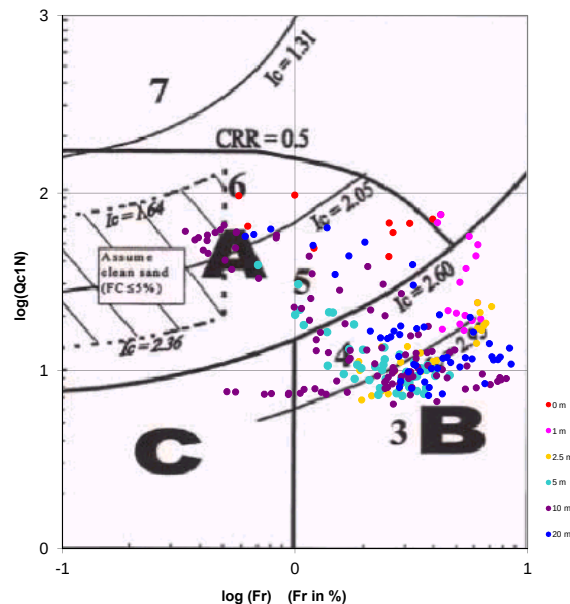
Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)



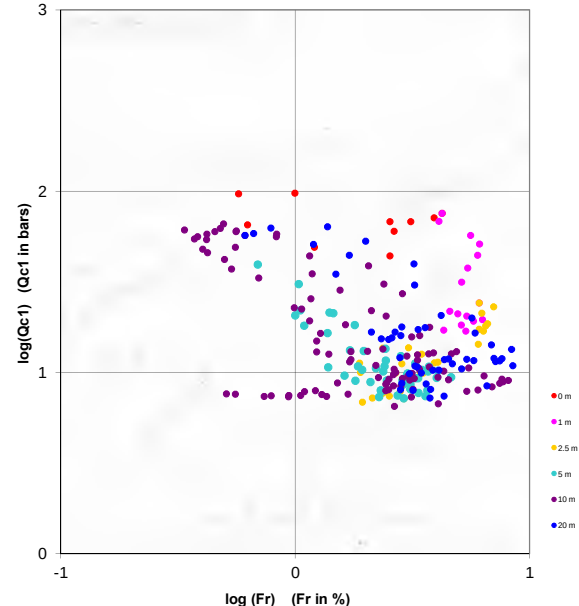
Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)



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



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



Litotipo secondo Robertson 1990

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

Potenziale di liquefacibilit 

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

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

Falda 2.40 m

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

Tecnopenta 100707
Inizio prova
20-giu-2018
20-giu-2018

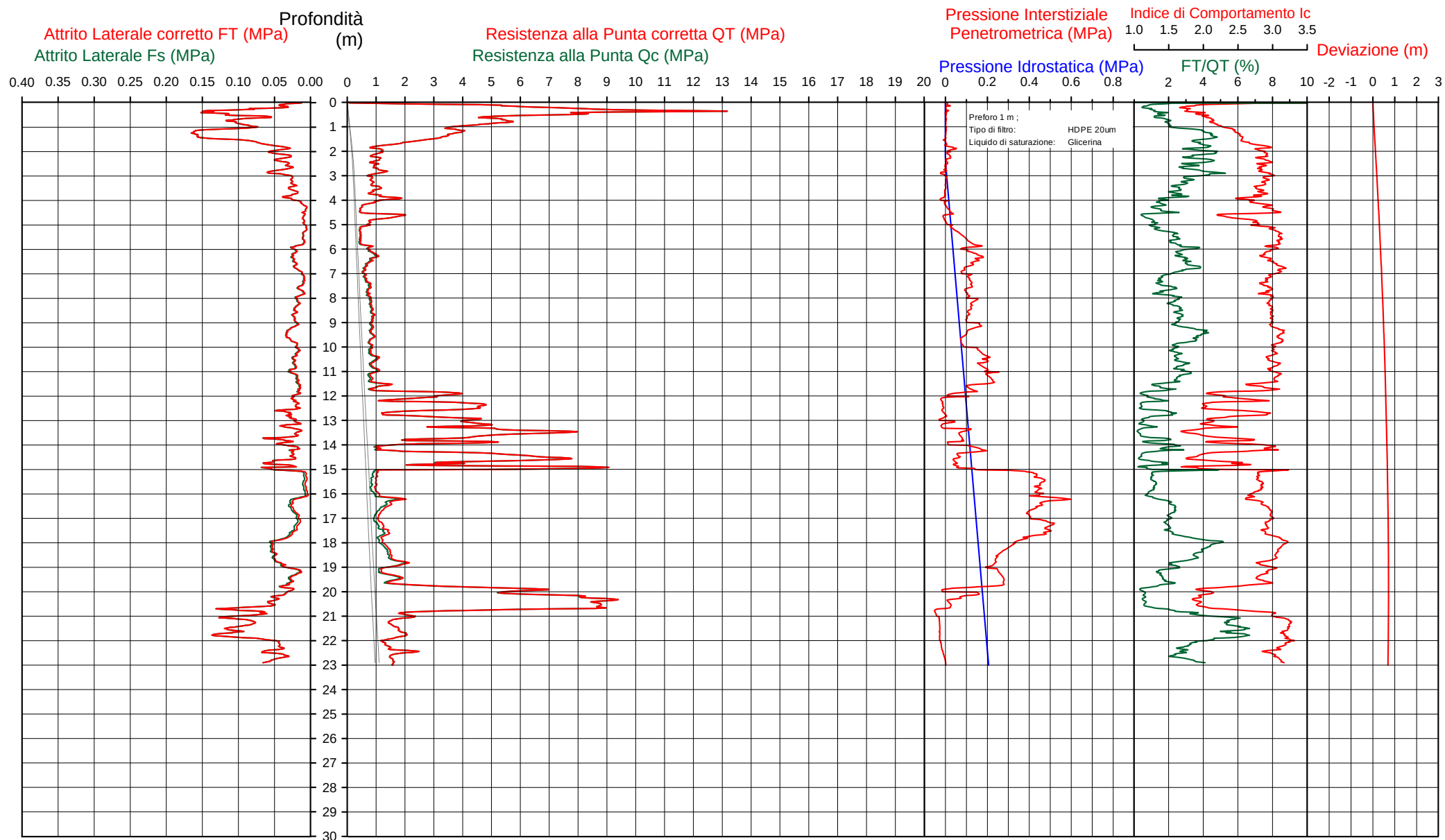


Società di
Geologia
Territoriale

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

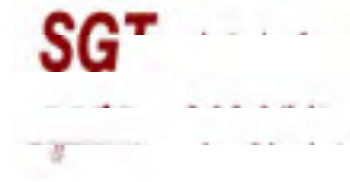
CPTU

17



Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.40



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

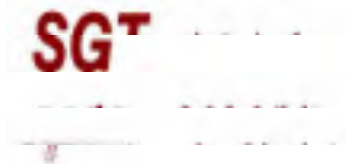
www.geo55.com

Vs23
139

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
21.4	36.3	0.29	4.8	2.72	limo argilloso-argilla limosa	0.10	|||||		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	489.57	122.3	178
77.4	129.8	0.89	1.1	1.86	sabbia-sabbia limosa		|||||		Addensata	75.6	44.9	.	.	257.9	193
						0.60	|||||								
40.1	68.2	1.18	3.2	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso		|||||		Mediamente Addensata	54.3	38.9	.	.	234.2	192
						1.60	|||||								
15.7	26.8	0.62	4.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa	1.80	|||||		Plastica	.	.	0.91	13.30	91.1	153
10.4	17.7	0.40	3.9	2.87	limo argilloso-argilla limosa		|||||		Plastica	.	.	0.67	4.86	60.4	134
						2.90	|||||								
8.4	14.0	0.27	3.5	2.91	limo argilloso-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.57	3.55	48.9	122
						3.40	|||||								
9.8	15.4	0.24	2.6	2.81	limo argilloso-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	4.51	50.1	124
						3.80	|||||								
14.5	21.5	0.30	2.3	2.66	limo argilloso-argilla limosa	4.00	|||||		Plastica	.	.	0.86	5.30	66.5	138
7.2	11.2	0.10	1.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa	4.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.50	3.72	27.0	102
4.5	7.0	0.07	2.0	3.03	argilla-argilla limosa	4.50	|||||		Fluido-plastica (Molto Soffice)	.	.	0.33	1.63	18.7	91
14.2	20.1	0.10	0.8	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	4.80	|||||		Molto Sciolta	14.0	31.5	.	.	45.1	119
7.1	10.3	0.08	1.3	2.80	limo argilloso-argilla limosa	5.10	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	2.60	24.3	101
4.6	6.7	0.09	2.3	3.08	argilla-argilla limosa	5.80	|||||		Fluido-plastica (Molto Soffice)	.	.	0.34	1.43	21.3	93
						6.10	|||||								
7.6	10.3	0.21	3.2	3.00	argilla-argilla limosa	6.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.26	44.2	118
9.7	12.7	0.23	2.7	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.10	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.63	2.74	51.4	126
6.7	8.7	0.18	3.1	3.05	argilla-argilla limosa	7.50	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.47	2.36	40.5	112
						7.90	|||||								
7.1	8.8	0.09	1.6	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	1.64	26.3	104
7.5	9.1	0.13	2.1	2.94	limo argilloso-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	2.03	31.7	110
8.3	9.8	0.17	2.5	2.96	argilla-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.56	1.96	40.8	118
8.6	9.5	0.23	3.2	3.03	argilla-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	1.83	50.4	125

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.40



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

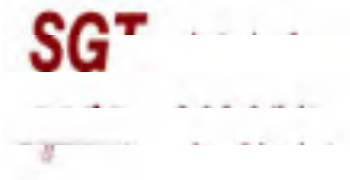
www.geo55.com

Vs23
139

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson		m									
						10.40	=====								
10.8	11.1	0.24	2.6	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.50	=====		Plastica	.	.	0.69	2.14	55.5	133
9.1	9.0	0.21	3.0	3.03	argilla-argilla limosa		=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	1.87	52.3	126
						11.40	=====								
12.3	11.9	0.16	1.7	2.79	limo argilloso-argilla limosa	11.60	=====		Plastica	.	.	0.76	1.97	46.4	130
9.8	9.4	0.15	2.0	2.93	limo argilloso-argilla limosa	11.80	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.73	41.0	123
32.2	30.9	0.21	0.7	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	12.10	=====		Sciolta	28.2	34.0	.	.	100.7	158
14.7	13.8	0.23	1.9	2.78	limo argilloso-argilla limosa	12.20	=====		Plastica	.	.	0.87	2.57	59.5	143
40.5	38.3	0.22	0.7	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso	12.60	=====		Mediamente Addensata	35.4	35.0	.	.	126.0	165
						12.80	=====		Plastica	.	.	0.87	2.62	73.1	149
14.8	13.5	0.31	2.5	2.85	limo argilloso-argilla limosa	12.80	=====		Sciolta	33.5	34.8	.	.	121.6	166
39.2	36.2	0.24	0.7	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	13.10	=====		Mediamente Addensata	40.2	35.7	.	.	147.0	170
48.1	44.4	0.24	0.5	2.04	sabbia-sabbia limosa	13.20	=====		Sciolta	30.4	34.4	.	.	119.5	175
36.2	33.0	0.36	1.1	2.32	sabbia limosa-limo sabbioso	13.30	=====		Mediamente Addensata	46.4	36.6	.	.	176.3	172
58.2	53.5	0.20	0.4	1.92	sabbia-sabbia limosa	13.70	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.29	4.22	117.4	180
27.1	24.0	0.51	2.1	2.62	limo argilloso-argilla limosa	13.80	=====		Sciolta	27.9	34.0	.	.	122.7	178
34.3	30.5	0.36	1.5	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	14.00	=====		Plastica	.	.	0.70	1.69	52.8	133
11.0	9.3	0.21	2.4	2.97	argilla-argilla limosa	14.20	=====		Mediamente Addensata	42.8	36.1	.	.	166.7	174
53.8	48.0	0.24	0.7	2.07	sabbia limosa-limo sabbioso	14.60	=====		Mediamente Addensata	36.9	35.3	.	.	157.1	191
45.9	40.2	0.44	1.3	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso	14.90	=====		Mediamente Addensata	54.2	37.7	.	.	240.8	211
76.0	67.8	0.59	0.8	2.00	sabbia-sabbia limosa	15.00	=====		Plastica	.	.	0.66	1.49	33.0	113
10.1	8.0	0.08	1.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	16.00	=====		Plastica	.	.	0.87	1.51	54.7	138
14.7	11.5	0.20	1.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa	16.60	=====		Plastica	.	.	0.72	1.61	49.1	132
11.3	8.5	0.18	2.2	2.98	argilla-argilla limosa	17.10	=====		Plastica	.	.	0.80	1.48	53.5	138
13.1	9.7	0.20	2.0	2.91	limo argilloso-argilla limosa	17.70	=====		Plastica	.	.	0.84	1.48	79.9	161
13.9	10.0	0.48	4.5	3.10	argilla-argilla limosa	18.70	=====		Plastica	.	.	1.02	2.26	97.1	166
18.5	13.2	0.41	2.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	19.00	=====		Plastica	.	.	0.88	1.38	61.6	145
15.0	10.3	0.23	2.0	2.89	limo argilloso-argilla limosa	19.70	=====		Sciolta	30.8	34.5	.	.	143.8	184
44.4	33.4	0.33	1.0	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	19.90	=====		Mediamente Addensata	49.4	37.0	.	.	238.9	210
74.8	58.7	0.58	0.9	2.05	sabbia-sabbia limosa		=====								

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 settembre 2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.40



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

www.geo55.com

Vs23
139

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm ²	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm ²		daN/cm ²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
20.7	13.7	0.90	5.2	3.03	argilla-argilla limosa	20.80			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.09	2.08	117.7	194
16.0	10.0	0.81	6.4	3.19	argilla-argilla limosa	21.10			Plastica	.	.	0.92	1.59	89.3	180
						22.40									
22.9	14.4	0.65	3.4	2.90	limo argilloso-argilla limosa	22.50			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.17	2.26	133.3	189
15.7	9.4	0.46	3.9	3.08	argilla-argilla limosa				Plastica	.	.	0.91	1.58	90.9	166

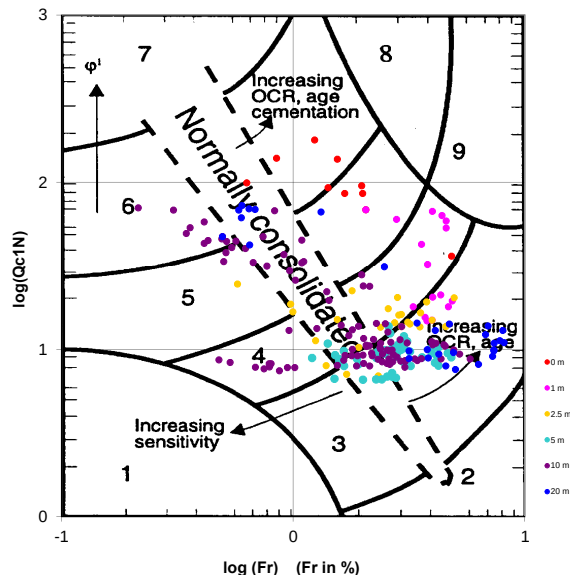
Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19-set-18

Numero prova 17
Quota falda 2.40

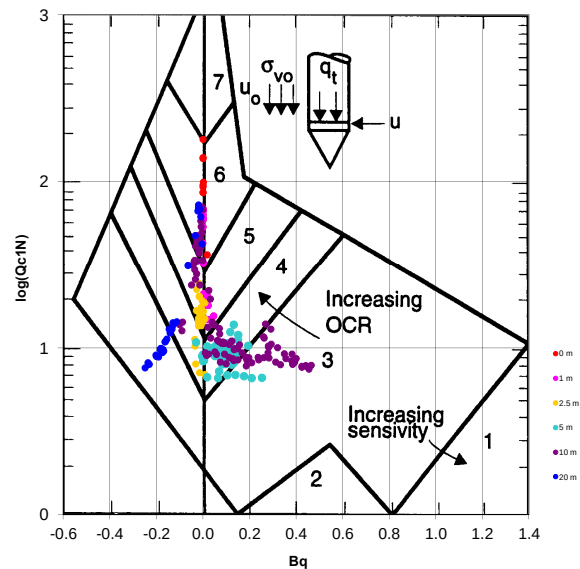
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

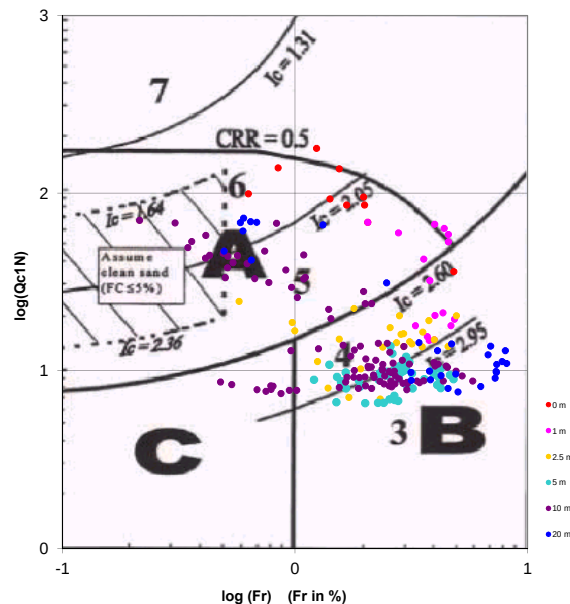
Cross-plot Q_{c1N} verso F_r
(Robertson 1990)



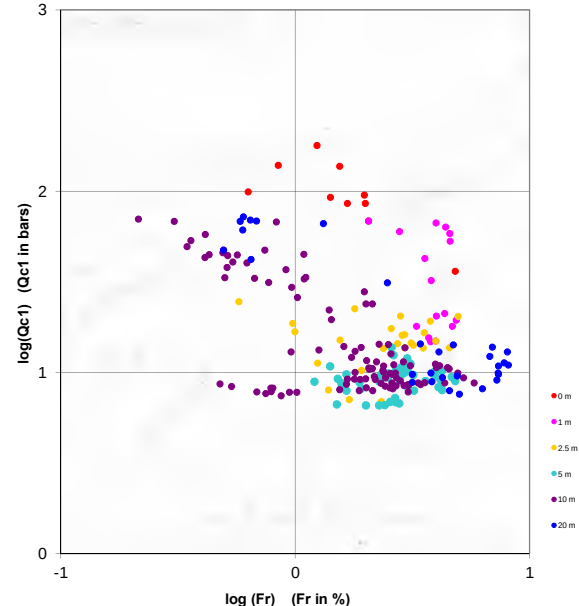
Cross-plot Q_{c1N} verso B_q
(Robertson 1990)



Cross-plot Q_{c1N} verso F_r
per la verifica della liquefazione
secondo Robertson 1996



Cross-plot Q_{c1N} verso F_r
per la verifica della liquefazione
secondo Olsen 1996



Litotipo secondo Robertson 1990

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

Potenziale di liquefacibilit 

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

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.



**Società di
Geologia
Territoriale**

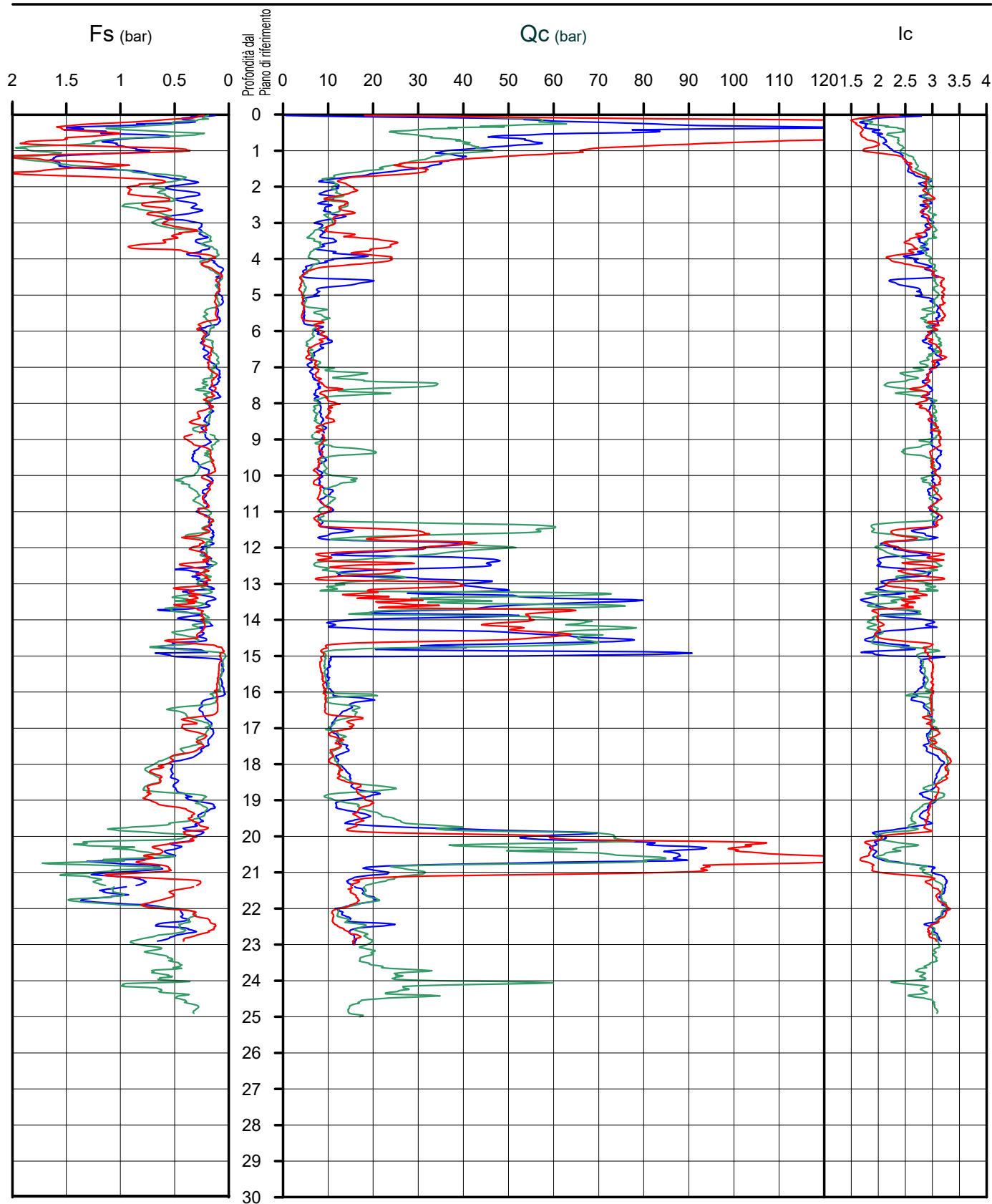
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

LEGENDA

CPT 15
CPT 16
CPT 17



Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.

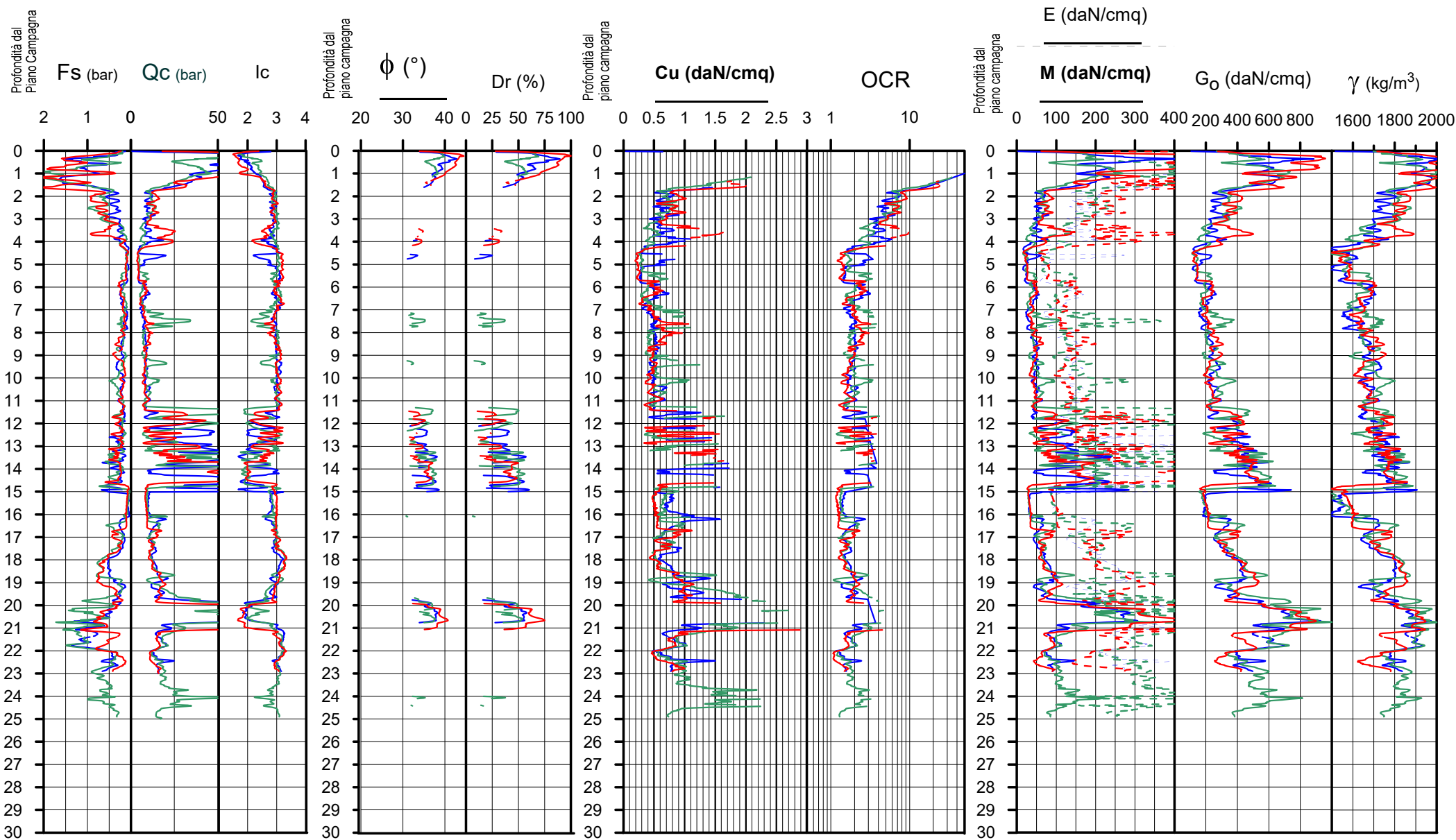
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 15
CPT 16
CPT 17



Società di
Geologia
Territoriale

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



Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Data 19/09/2018

CPT 15



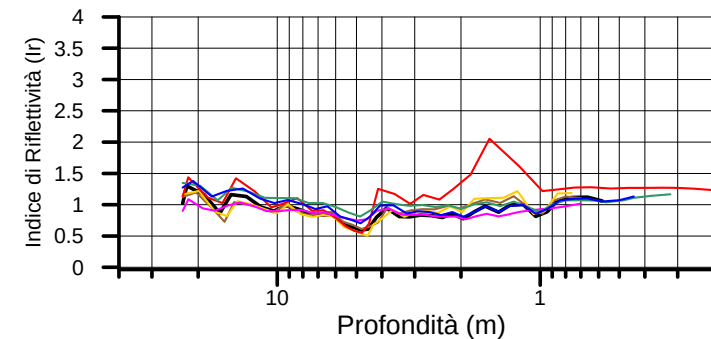
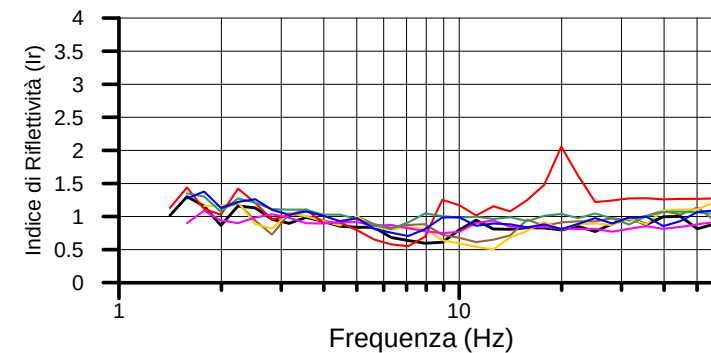
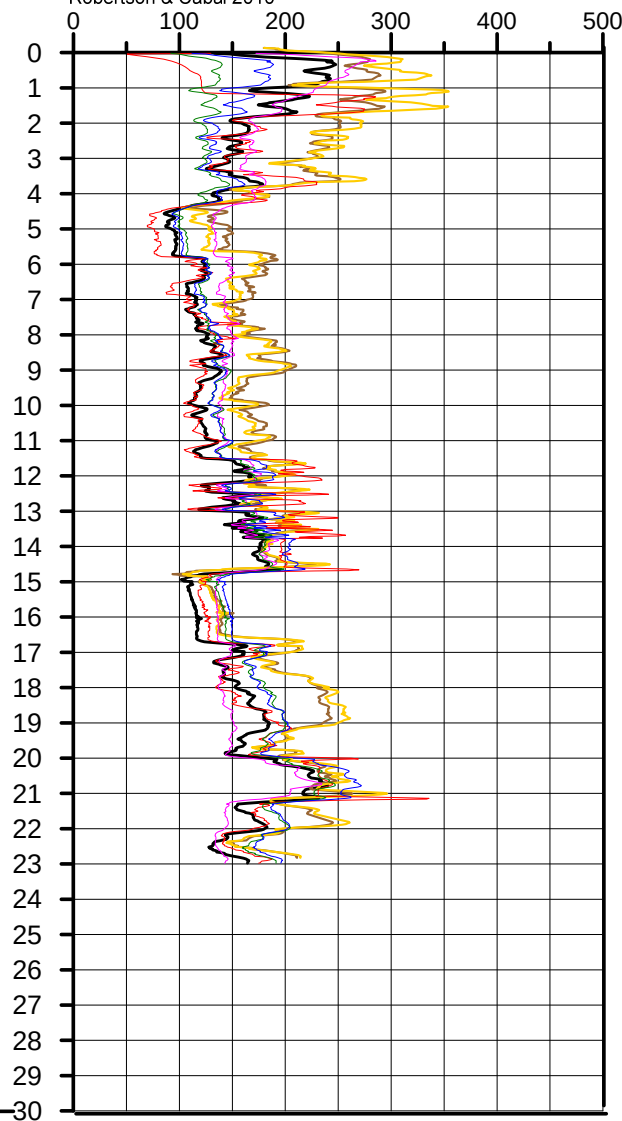
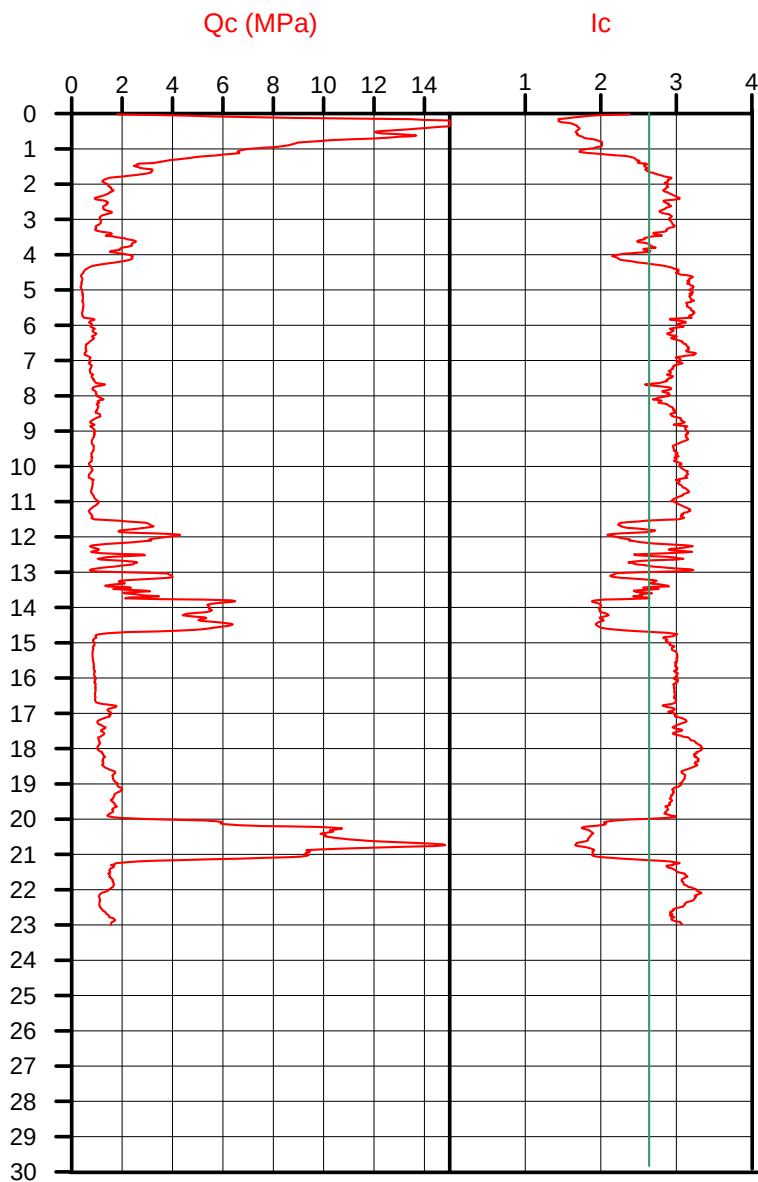
Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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



Autore	Vs22.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	153
Piratheepan 2002	147
Madii 2002	155
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	140
Hegazy & Mayne 1995	186
Mayne 2006	183
Robertson Cabal 2010	141

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Data 19-set-18

CPT 16



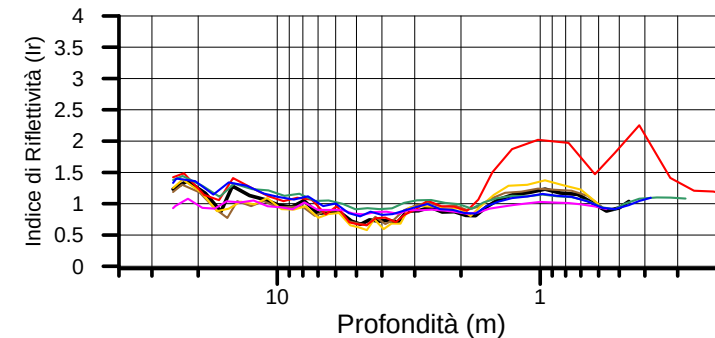
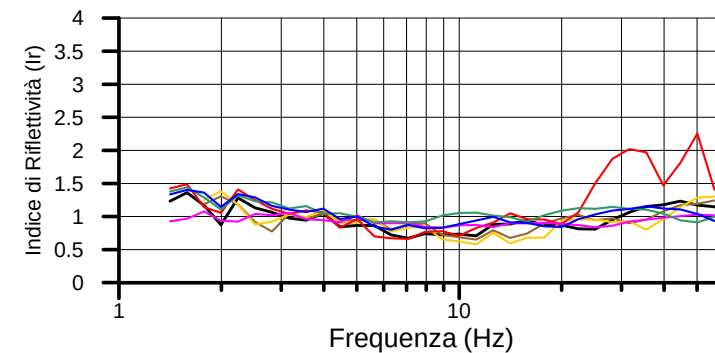
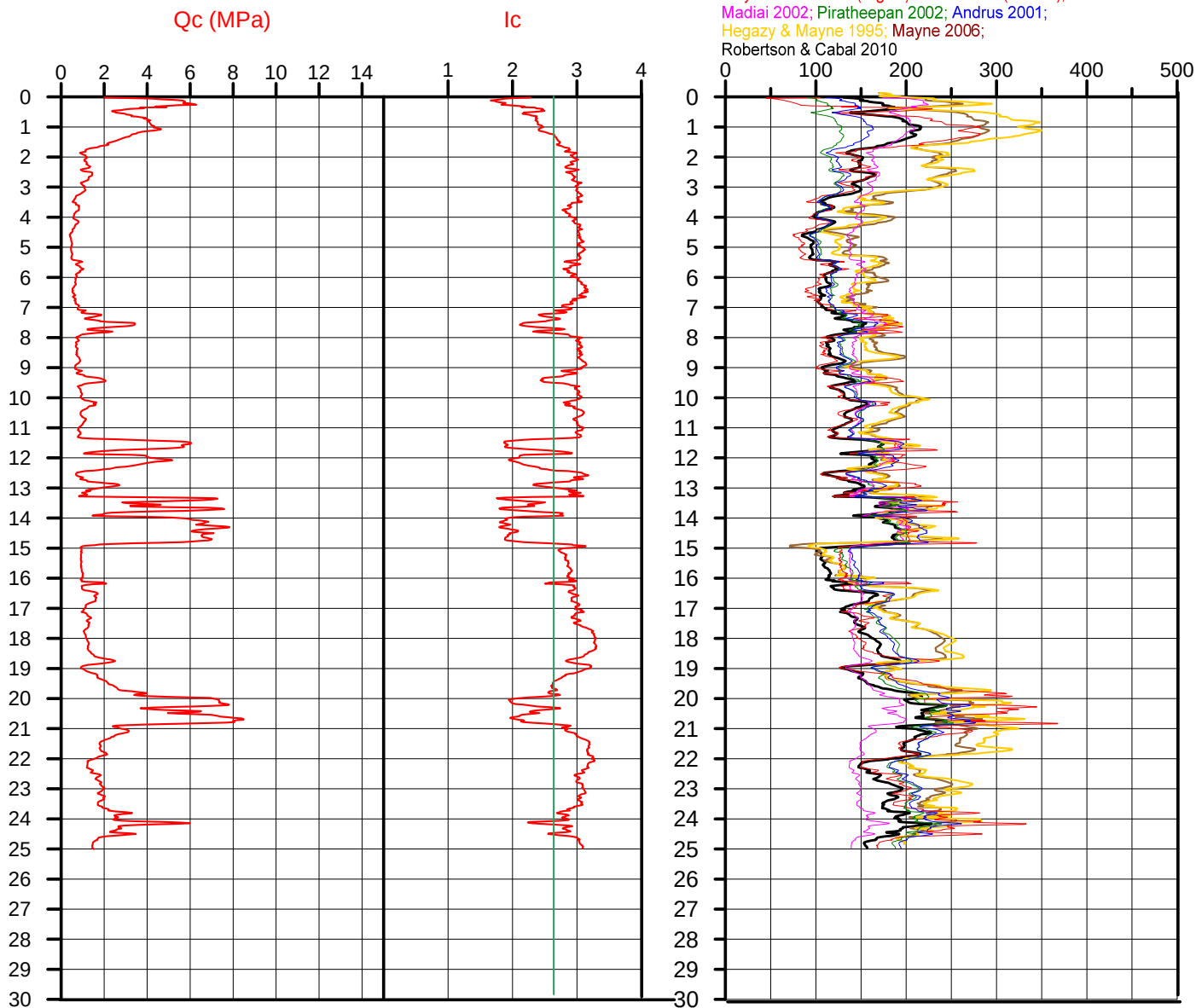
Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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



Autore	Vs24.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	155
Piratheepan 2002	149
Madii 2002	155
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	149
Hegazy & Mayne 1995	187
Mayne 2006	187
Robertson Cabal 2010	144

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Data 19-set-18

CPT 17



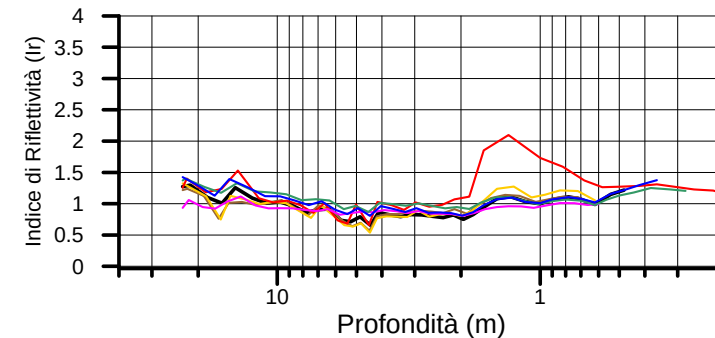
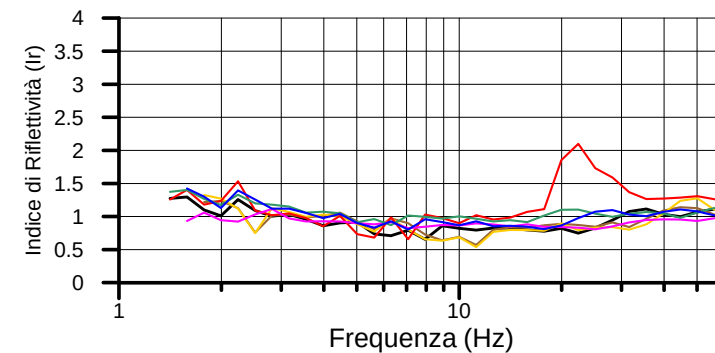
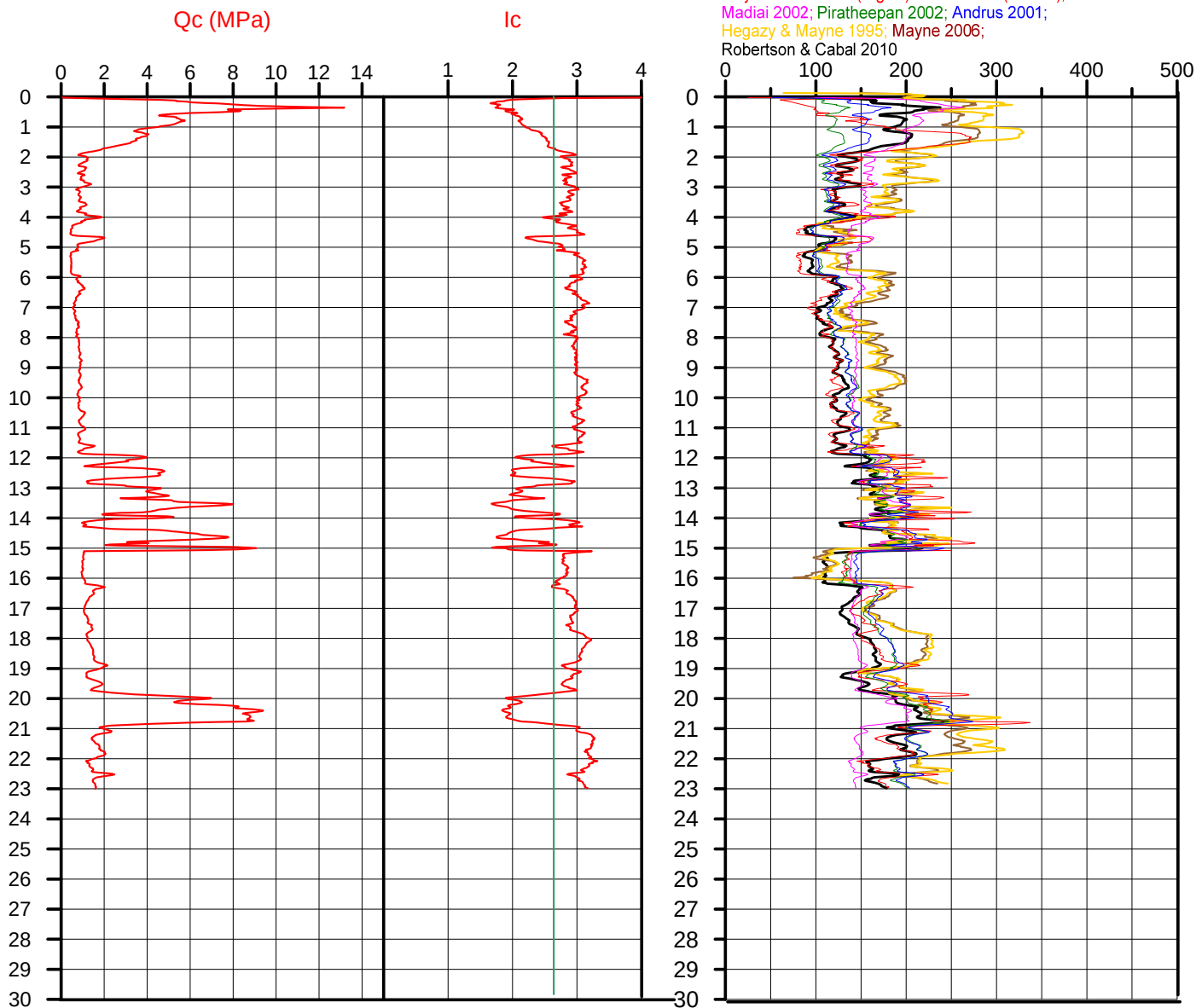
Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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



Autore	Vs22.9
Andrus et.al. 2001SF = 1	150
Piratheepan 2002	143
Madii 2002	155
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	142
Hegazy & Mayne 1995	178
Mayne 2006	176
Robertson Cabal 2010	139

Ubicazione del sito

Comune
Località

Conselice
Lavezzola

Google Earth (WGS84)

NTC2018 (ED50)

Longitudine (° decimali)

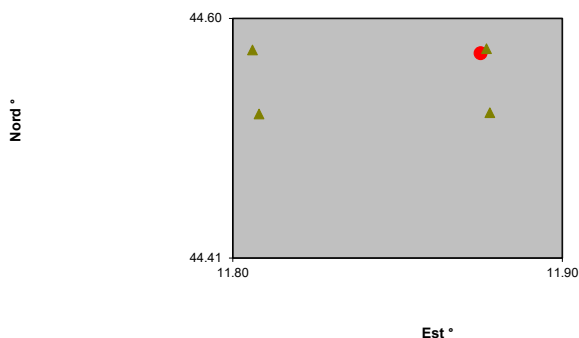
11.8740

11.875176

Latitudine (° decimali)

44.5687

44.570487



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

ID	Distanza al punta di interesse di (km)	Longitudine	Latitudine
16516	0.416	11.877	44.574
16738	5.173	11.878	44.524
16515	5.486	11.806	44.573
16737	7.498	11.808	44.523

Tipi di Costruzione			
1	Costruzione Temporanee e provvisorie	< = 10	50
2	Costruzioni con livelli de prestazioni ordinari	> = 50	
3	Costruzioni con livelli de prestazioni elevati	> = 100	

Classe d'uso		Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.7	1
2	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1	
3	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1.5	
4	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	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 Pvr	Periodo di ritorno dell'azione sismica Tr (anni)
SLO	Stato Limite di Operatività	81%	30
SLD	Stato Limite di Danno	63%	50
SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	475
SLC	Stato Limite di prevenzione del Colasso	5%	975

Valori sismici Decreto Ministeriale 14-01-2018

	a_g (in g/10)	a_g/g	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.478	0.048	2.460	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.592	0.059	2.505	0.279
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.621	0.162	2.571	0.280
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.144	0.214	2.506	0.281

Valori applicati	a_g (in g/10)	a_g/g	Fo	TC*
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	1.621	0.162	2.571	0.280

VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO
CON RIFERIMENTO AL PROGETTO
SECONDO LE DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

Ubicazione del sito

Comune
 Località

Conselice
 Lavezzola

Google Earth (WSG84)

11.8740

44.5687

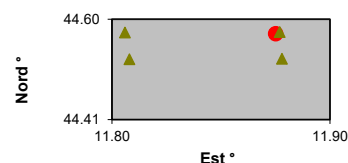
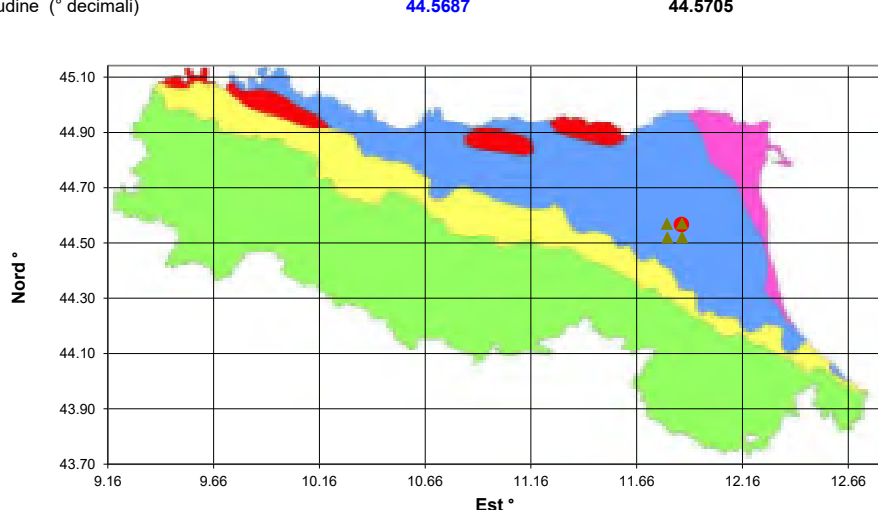
NTC2018 (ED50)

11.8752

44.5705

Longitudine (° decimali)

Latitudine (° decimali)

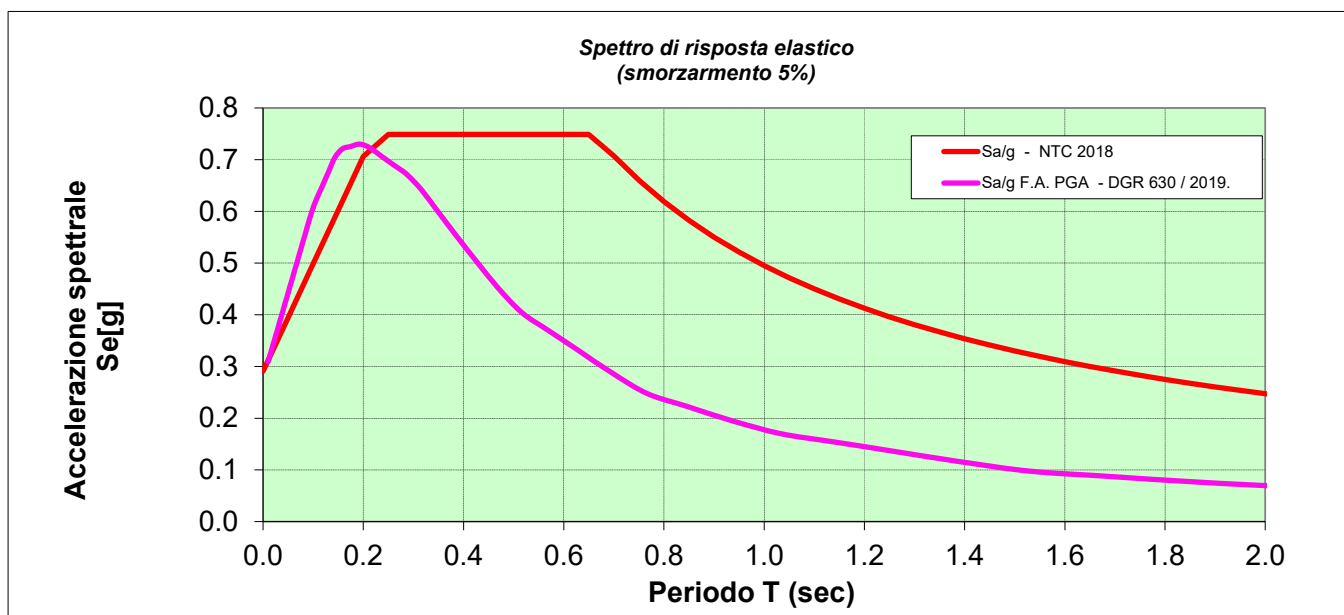


I 4 nodi del reticolo di riferimento per l'azione sismica intorno il punto di interesse

ID	Distanza al punta di interesse di (km)	Longitudine	Latitudine
16516	0.416	11.877	44.574
16738	5.173	11.878	44.524
16515	5.486	11.806	44.573
16737	7.498	11.808	44.523

Valori sismici

Accelerazione massima al bedrock sismico	0.162	a_g/g
Accelerazione massima al bedrock sismico	1.621	a_g (in g/10)
Suolo di Riferimento	pianura 2	
Fattore di amplificazione	1.7	
Accelerazione massima al piano campagna	2.756	m/sec ²



VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 15

			TIPO DI SUOLO SUGGERITO
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)		153 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Pirathespan 2002)		147 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)		155 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie))		140 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hasezy & Mayne 1995)		183 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)		186 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)		141 m/sec	D

TIPO DI SUOLO STIMATO
D

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE SECONDO NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.621 m/sec2	0.162 g
Amplificazione per tipo di suolo	D	Ss	1.76	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.76	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.857 m/sec2	0.286 g

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

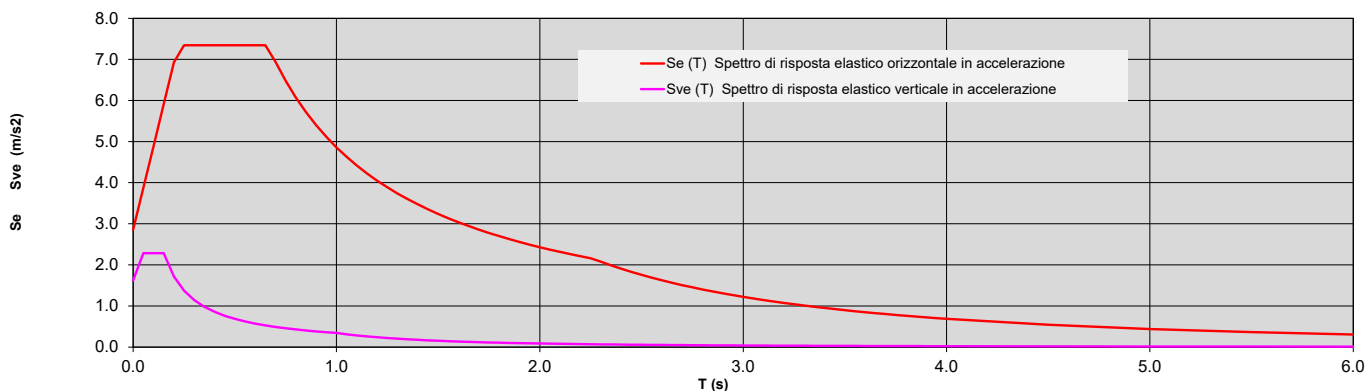
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	D	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.22	0.05
Tc		0.66	0.15
Td		2.26	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

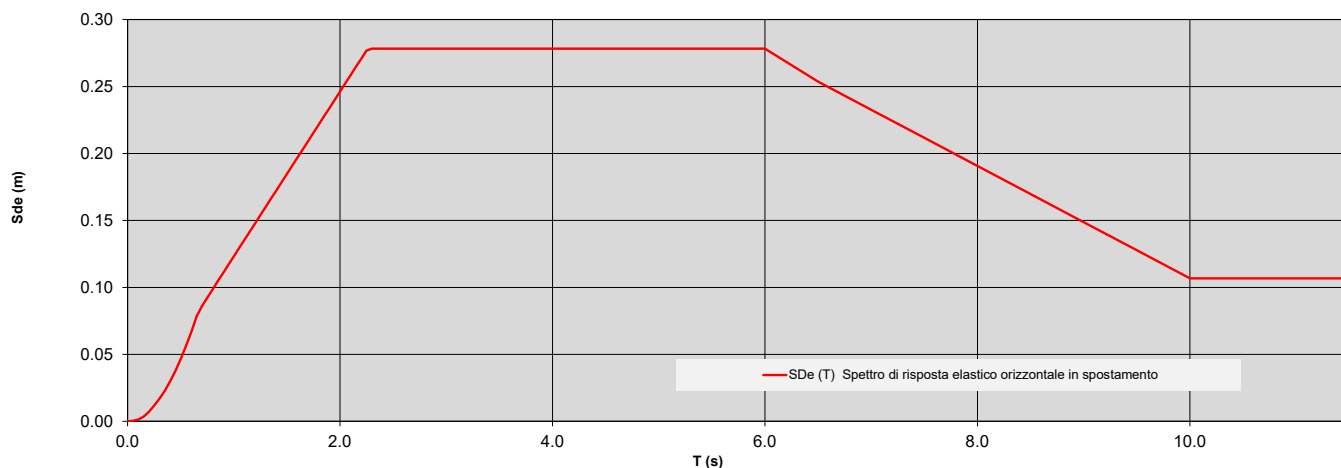
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.857 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.30 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.11 m

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



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



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO D

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.048	2.460	0.260	1.80	1.00	0.086	0.21	0.64	1.79	6.00	10.00	0.20	0.017	0.009			
del Danno	0.059	2.505	0.279	1.80	1.00	0.107	0.22	0.66	1.84	6.00	10.00	0.20	0.021	0.011	0.38	0.040	0.020
Salvaguardia della Vita	0.162	2.571	0.280	1.77	1.00	0.288	0.22	0.66	2.25	6.00	10.00	0.24	0.069	0.035	0.47	0.135	0.068
Prevenzione del Colasso	0.214	2.506	0.281	1.59	1.00	0.342	0.22	0.66	2.46	6.00	10.00	0.28	0.096	0.048			

Comune
Via
Localita'
Committente

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 16

			TIPO DI SUOLO SUGGERITO
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)		155 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Pirathespan 2002)		149 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)		155 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie))		149 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hasezy & Mayne 1995)		187 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)		187 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)		144 m/sec	D

TIPO DI SUOLO STIMATO
D

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE SECONDO NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.621 m/sec2	0.162 g
Amplificazione per tipo di suolo	D	Ss	1.76	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.76	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.857 m/sec2	0.286 g

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

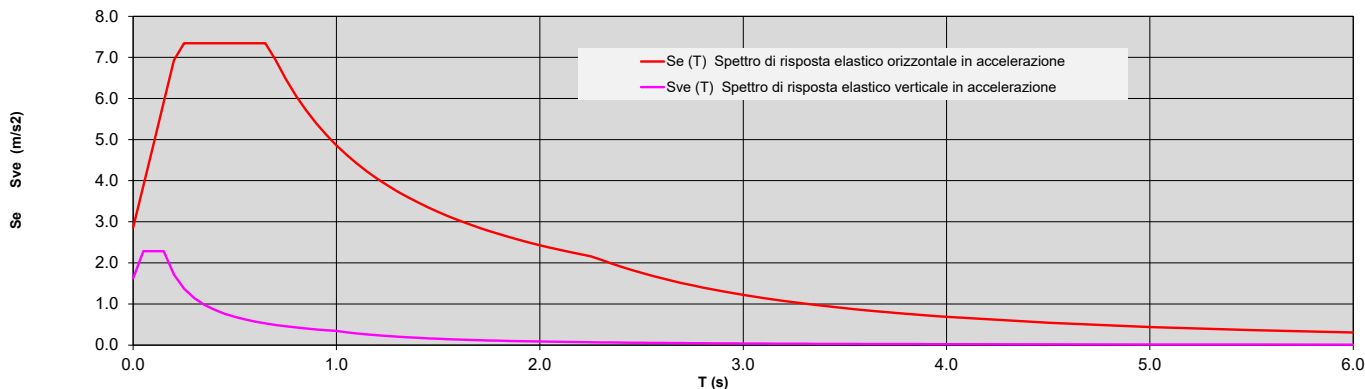
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	D	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.22	0.05
Tc		0.66	0.15
Td		2.26	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

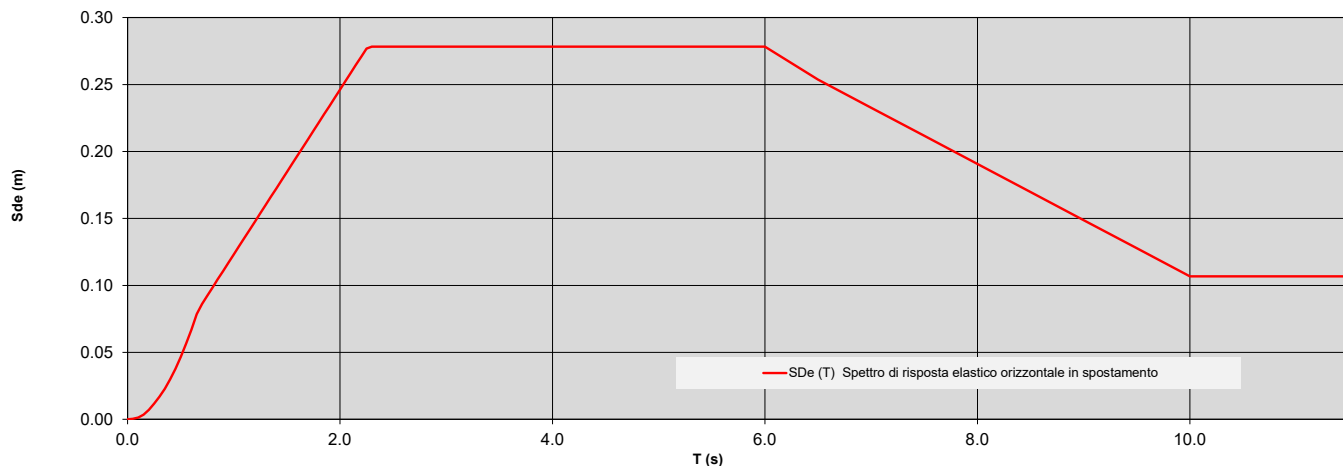
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.857 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.30 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.11 m

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



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



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO D

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.048	2.460	0.260	1.80	1.00	0.086	0.21	0.64	1.79	6.00	10.00	0.20	0.017	0.009			
del Danno	0.059	2.505	0.279	1.80	1.00	0.107	0.22	0.66	1.84	6.00	10.00	0.20	0.021	0.011	0.38	0.040	0.020
Salvaguardia della Vita	0.162	2.571	0.280	1.77	1.00	0.288	0.22	0.66	2.25	6.00	10.00	0.24	0.069	0.035	0.47	0.135	0.068
Prevenzione del Colasso	0.214	2.506	0.281	1.59	1.00	0.342	0.22	0.66	2.46	6.00	10.00	0.28	0.096	0.048			

Comune
Via
Localita'
Committente

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.

VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 17

			TIPO DI SUOLO SUGGERITO
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)		150 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Pirathespan 2002)		143 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)		155 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie))		142 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hasezy & Mayne 1995)		176 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)		178 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)		139 m/sec	D

TIPO DI SUOLO STIMATO
D

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE SECONDO NTC 2018

3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	1.621 m/sec2	0.162 g
Amplificazione per tipo di suolo	D	Ss	1.76	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
S totale		Ss * ST	1.76	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.857 m/sec2	0.286 g

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

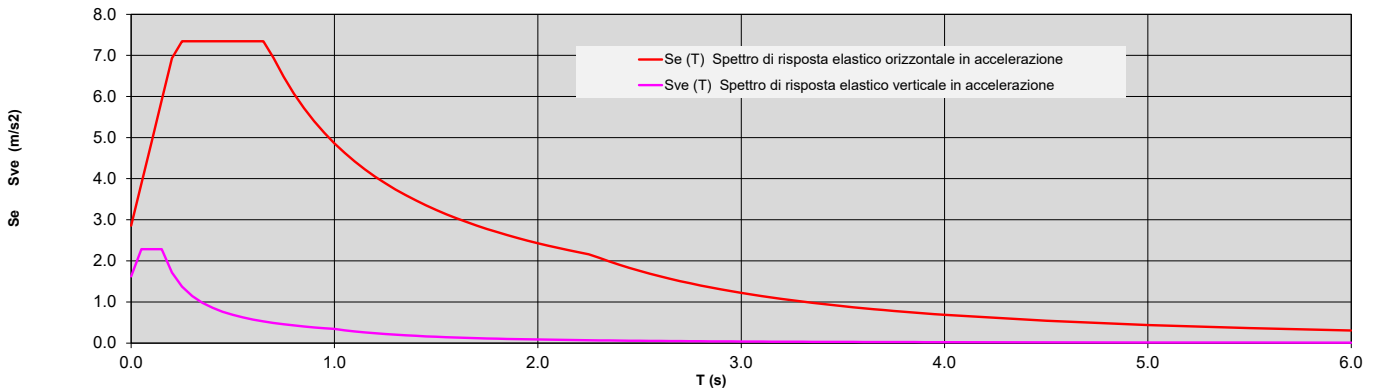
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

TIPO DI SUOLO	D	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.22	0.05
Tc		0.66	0.15
Td		2.26	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

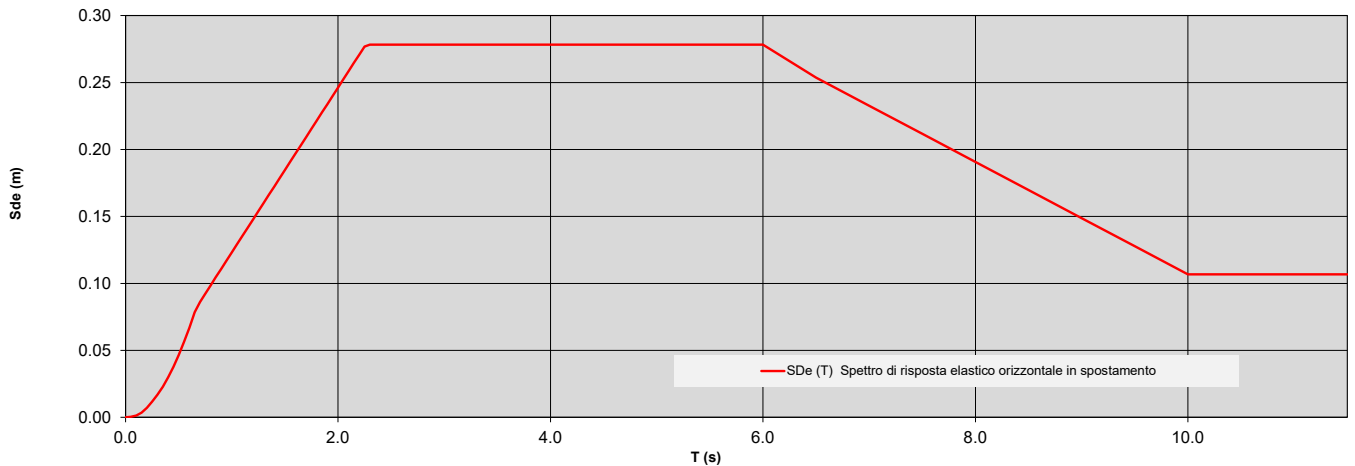
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.857 m/sec²
Velocità orizzontale massima	vg	0.30 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.11 m

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



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



PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO D

STATO LIMITE	ag / g	Fo	Tc*	SS Amplificazione Stratigrafica	ST Amplificazione Topografica	ag / g * SS * ST Accelerazione totale	Tb (sec)	Tc (sec)	Td (sec)	Te (sec)	Tf (sec)	Fondazioni e Pendii			Opere di Sostegno		
												βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	Kth terreno Coefficiente sismico orizzontale	Kv terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.048	2.460	0.260	1.80	1.00	0.086	0.21	0.64	1.79	6.00	10.00	0.20	0.017	0.009			
del Danno	0.059	2.505	0.279	1.80	1.00	0.107	0.22	0.66	1.84	6.00	10.00	0.20	0.021	0.011	0.38	0.040	0.020
Salvaguardia della Vita	0.162	2.571	0.280	1.77	1.00	0.288	0.22	0.66	2.25	6.00	10.00	0.24	0.069	0.035	0.47	0.135	0.068
Prevenzione del Colasso	0.214	2.506	0.281	1.59	1.00	0.342	0.22	0.66	2.46	6.00	10.00	0.28	0.096	0.048			

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

CPT 15
Falda presunta 1 metri

NTC 2018

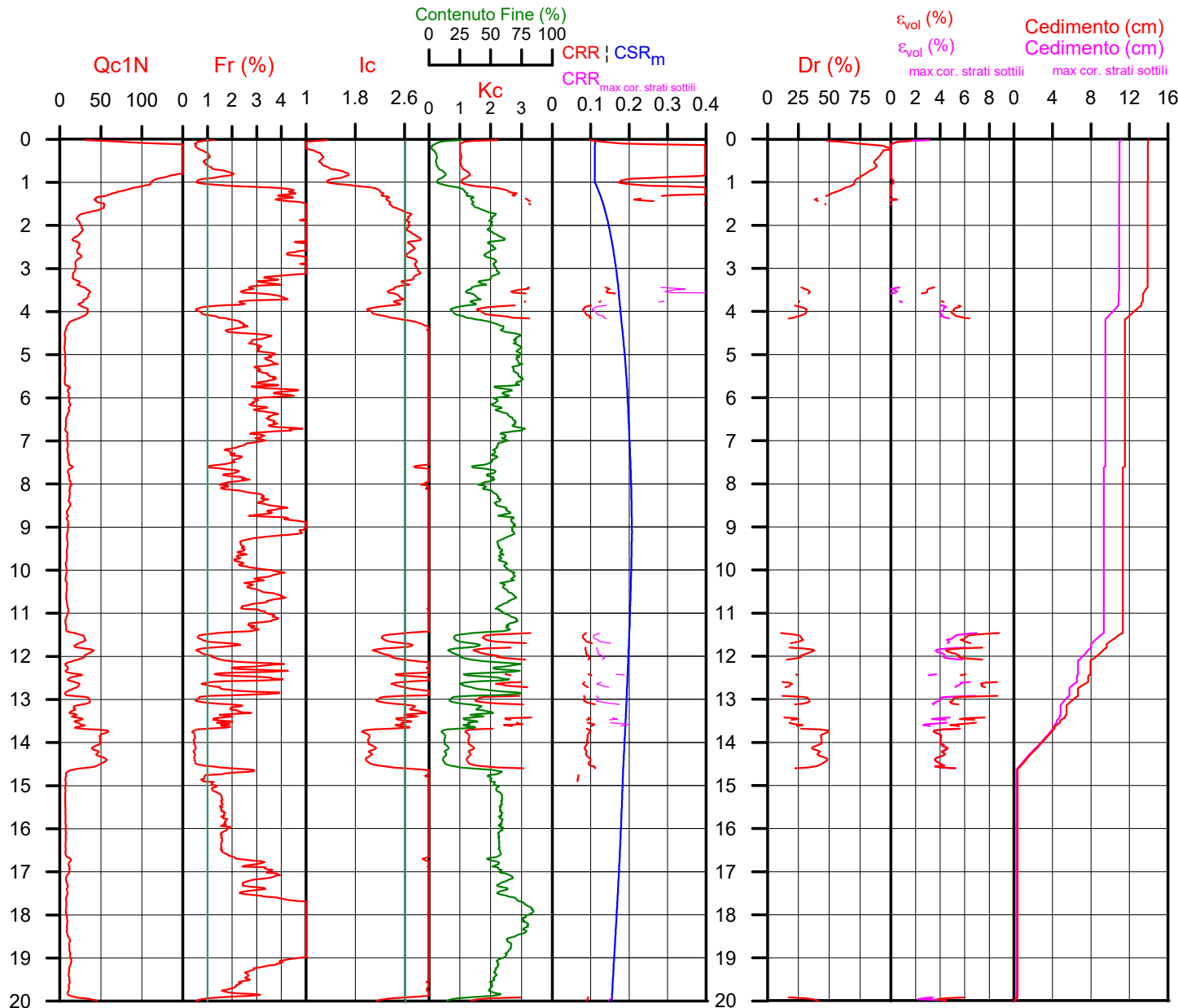
latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.756
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitude		magnitude
	6.140		6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 calcolato con MSF secondo NCEER (correzione per magnitudine)
- * CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
 - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: Fsl_{iq} = CRR 7.5 / CSR 6.14

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	14	92
Cedimento totale considerando strati sottili	11	89

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

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl_{iq} e la profondità,

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	IL <= 5	BASSO
5.7	3.7	5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

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

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl_{iq} e la profondità,

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	IL <= 2	BASSA
	3.7	2 < IL <= 5	MODERATA
5.7		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

INDICE PPBI DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)		GUIDIZIO DI PERICOLISITA'	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
11	9	PPBI <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPBI <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPBI <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPBI <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPBI > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 16
Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.756
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitude		magnitude
	6.140		6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

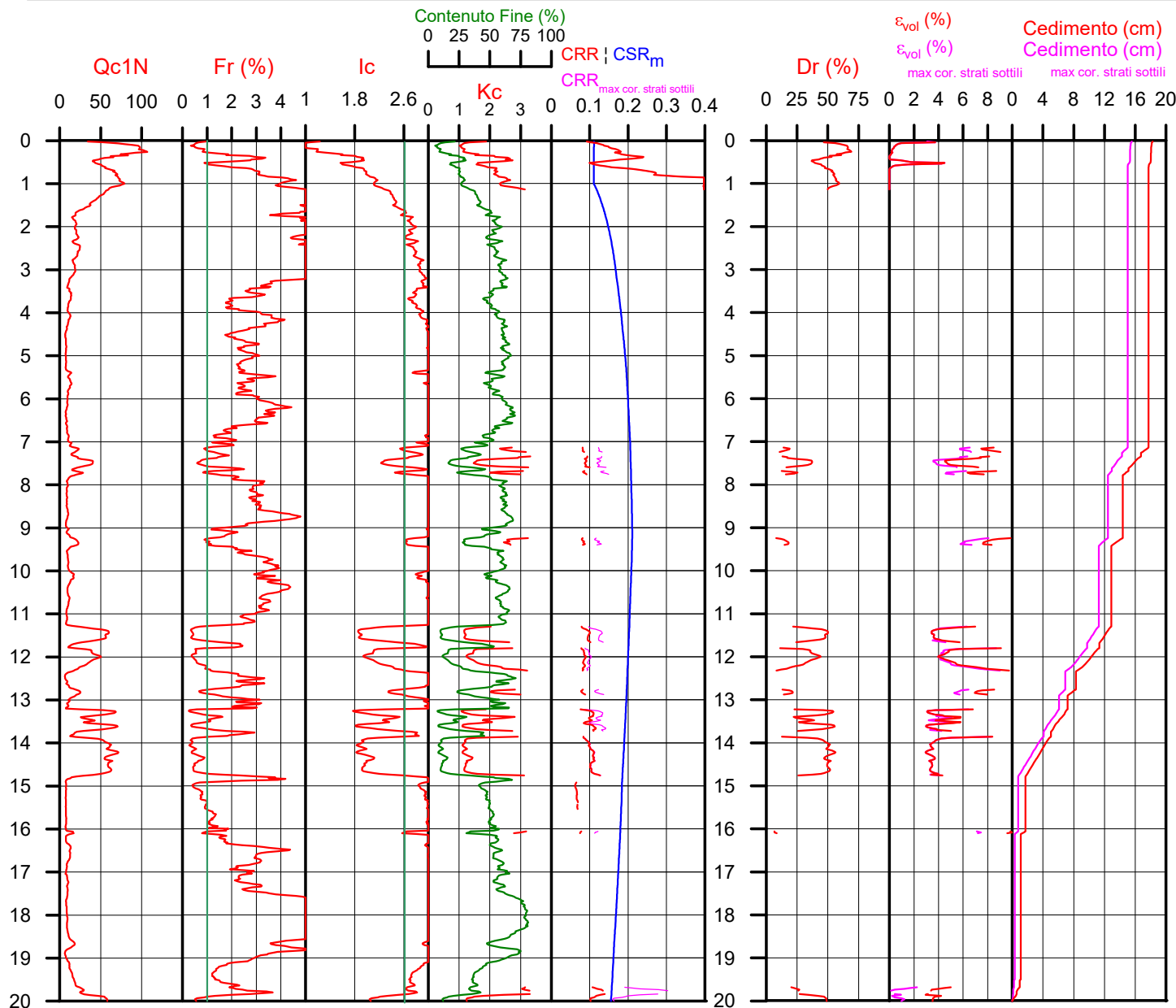


Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

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

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	18	182
Cedimento totale considerando strati sottili	16	168

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

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

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL ≤ 5	BASSO
7.8	5.4	5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

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

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

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL ≤ 2	BASSA
		2 < IL ≤ 5	MODERATA
7.8	5.4	5 < IL ≤ 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

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

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 17
Falda presunta 1 metri

NTC 2018

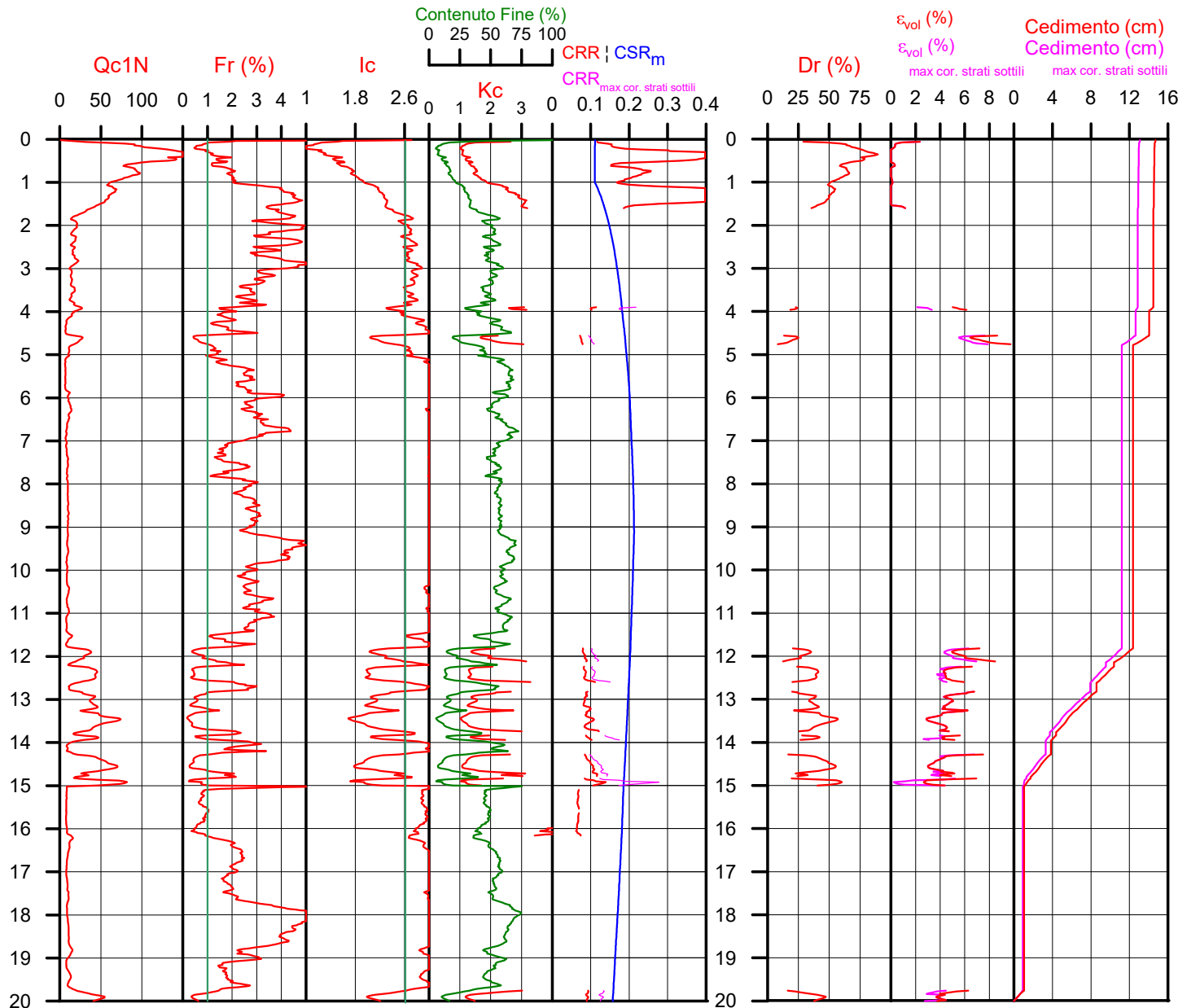
latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.756
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitude		magnitude
	6.140		6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

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

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento	Indice di spostamento laterale LDI
	(cm)	(cm)
Cedimento totale	15	141
Cedimento totale considerando strati sottili	13	128

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

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

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005	POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili
	4.3
7.0	IL <= 5
	5 < IL <= 15
	IL > 15
	BASSO
	ELEVATO
	ESTREMAMENTE ELEVATO

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

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

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

INDICE PPBI DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)	GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili
	%
13	10
	PPBI <= 15
	15 < PPBI <= 35
	35 < PPBI <= 65
	65 < PPBI <= 85
	PPBI > 85
	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

CPT 15
Falda presunta 1 metri

NTC 2018

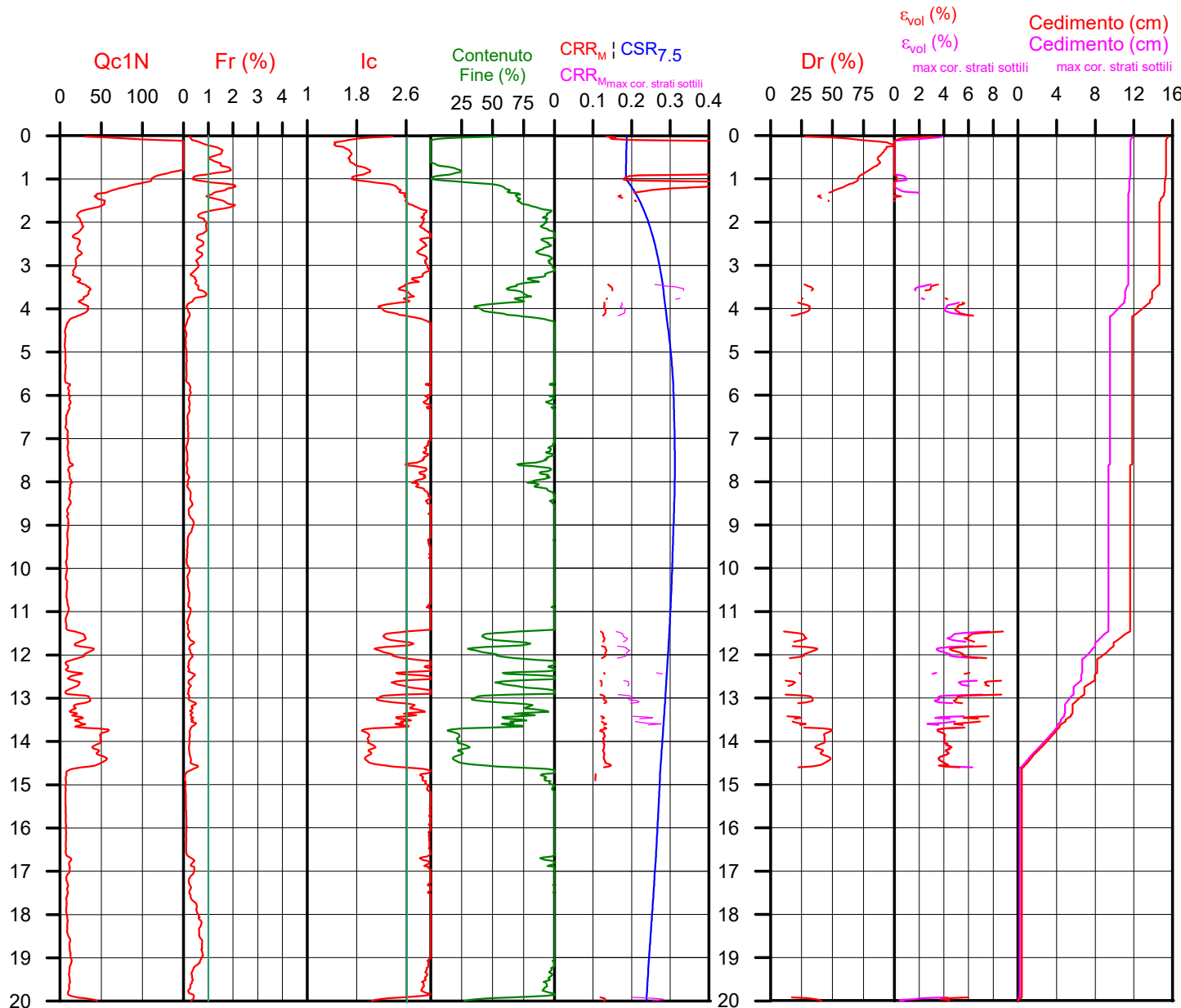
latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.756
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine		magnitudine
	6.140		6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- * CRR_m (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudo 6.14) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
 - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
 - Correzione di Qc1N a Qc1N_s basato su contenuto di fine e Qc1N
 - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014)
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_s per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di correzione per tensione efficace K_σ secondo Boulanger & Idriss 2014.
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta.
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{liq} = CRR_{6.14} * K_{\sigma} / CSR_{7.5}$

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)
Cedimento totale	15.5	102
Cedimento totale correzione strati sottili	11.9	90

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{liq} e la profondità,

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSA
	4.2	2 < IL <= 5	MODERATA
6.9		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
14	11	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 16
Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine
	6.140

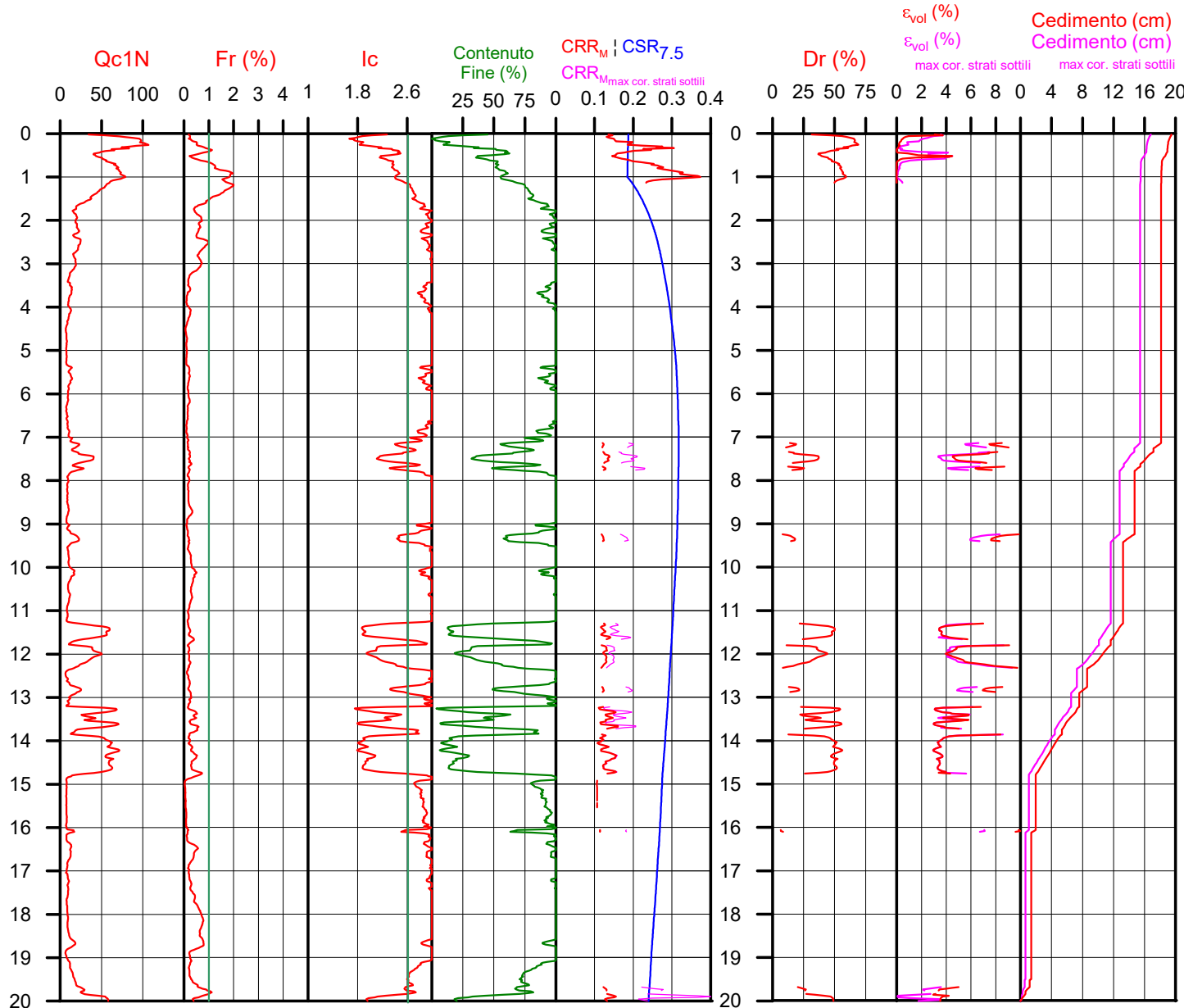
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621
Suolo di riferimento	fattore amplificazione
planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.756
	magnitudine
	6.140



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- * CRR_m (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudine 6.14) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
 - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
 - Correzione di Qc1N a Qc1N_s basato su contenuto di fine e Qc1N
 - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014)
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_s per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di correzione per tensione efficace K_σ secondo Boulanger & Idriss 2014.
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta.
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{liq} = CRR_{6.14} * K_{\sigma} / CSR_{7.5}$

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)
Cedimento totale	19.5	194
Cedimento totale correzione strati sottili	16.8	181

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{liq} e la profondità,

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
8.8	6.5	5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
		PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
18	16	15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABLE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABLE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 17

Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine
	6.140

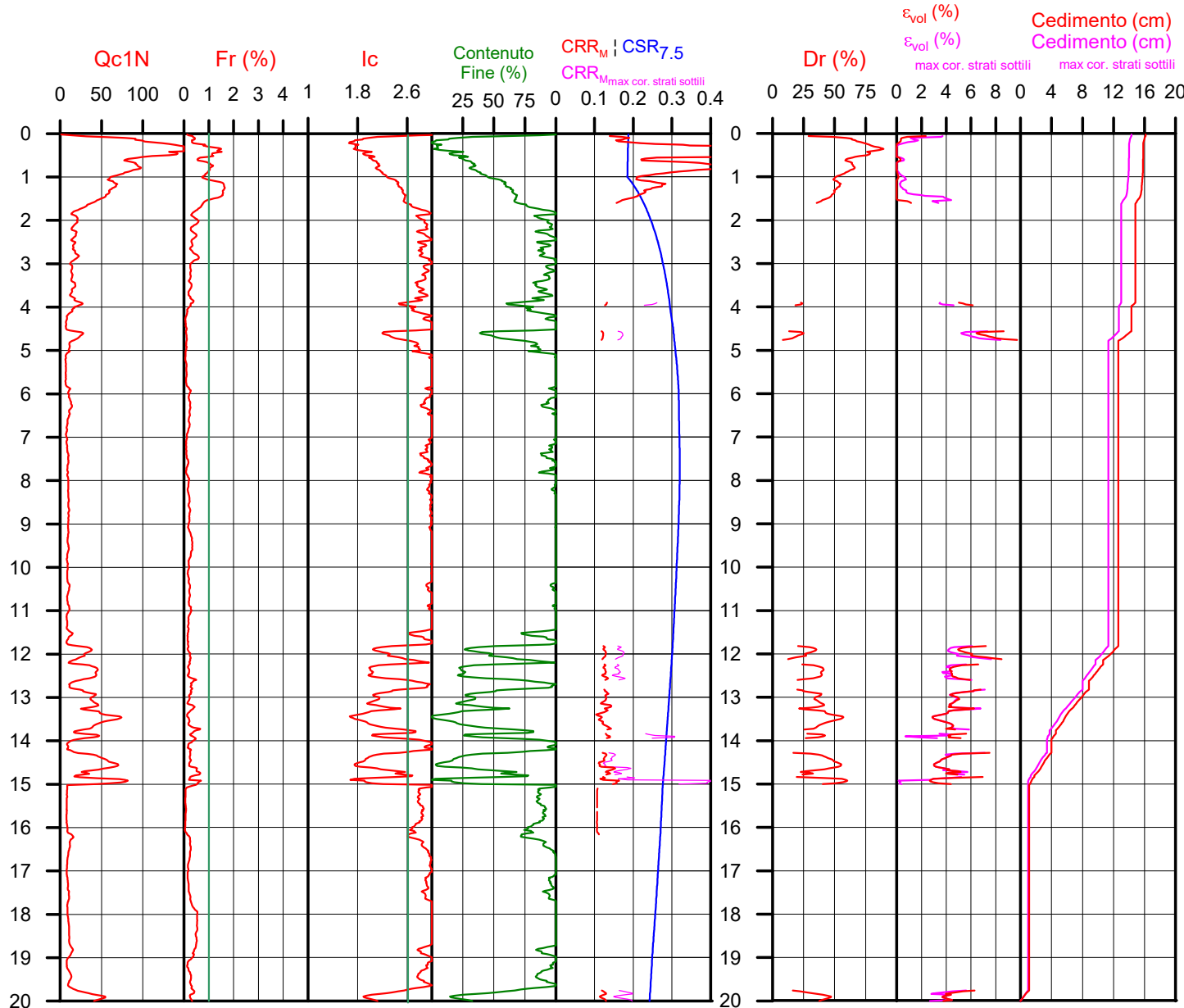
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621
Suolo di riferimento	fattore amplificazione
planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.756
	magnitudine
	6.140



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- * CRR_m (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudine 6.14) calcolato con
 - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
 - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
 - Correzione di Qc1N a Qc1N_s basato su contenuto di fine e Qc1N
 - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014)
 - Fattore Kh per la correzione di Qc1N_s per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Applicazione di correzione per tensione efficace K_σ secondo Boulanger & Idriss 2014.
- * Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:
 - Ic > 2.60 e Fr > 1% e spessori sopra falda presunta.
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{liq} = CRR_{6.14} * K_{\sigma} / CSR_{7.5}$

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)
Cedimento totale	16.2	154
Cedimento totale correzione strati sottili	14.3	140

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{liq} e la profondità,

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)			POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSA
		2 < IL <= 5	MODERATA
7.8	5.1	5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
	13	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
17		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABILE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABILE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

CPT 15

Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
tipo di suolo	fattore amplificazione	1.763
	D	
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.857
1.000		
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo	6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
Suolo di riferimento	fattore amplificazione	1.700
planura 2		
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.756
1.000		
	magnitudo	6.140

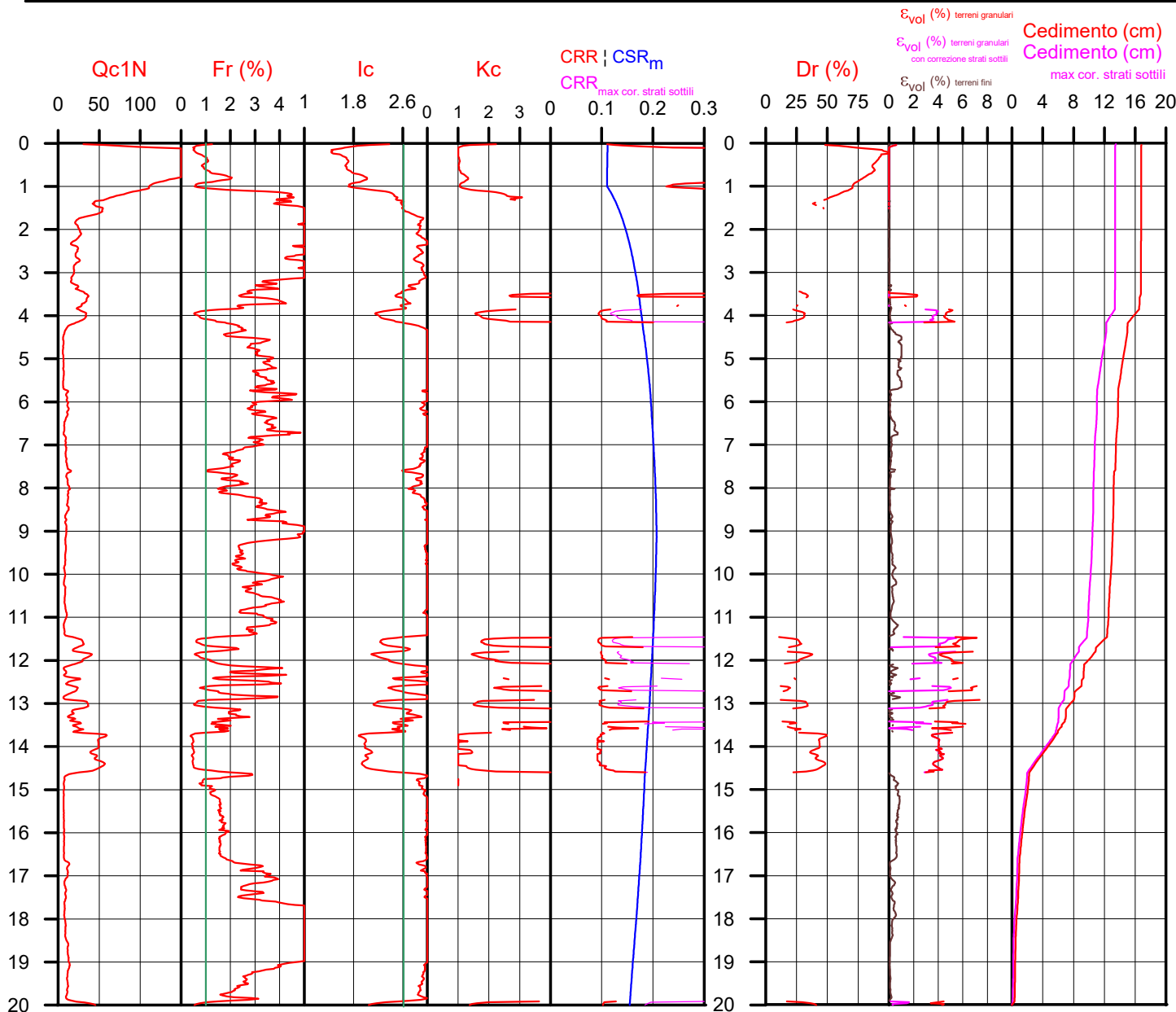


Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 calcolato MSF secondo GuidaAG4 (correzione 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_{cs} per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- * Fattore di sicurezza per liquefazione: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	12	90
Cedimento considerando strati sottili	9	84

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	5	17
Cedimento considerando strati sottili	5	13

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

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} e la profondità,

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

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
	2.7	2 < IL <= 5	MODERATO
6.7		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 16

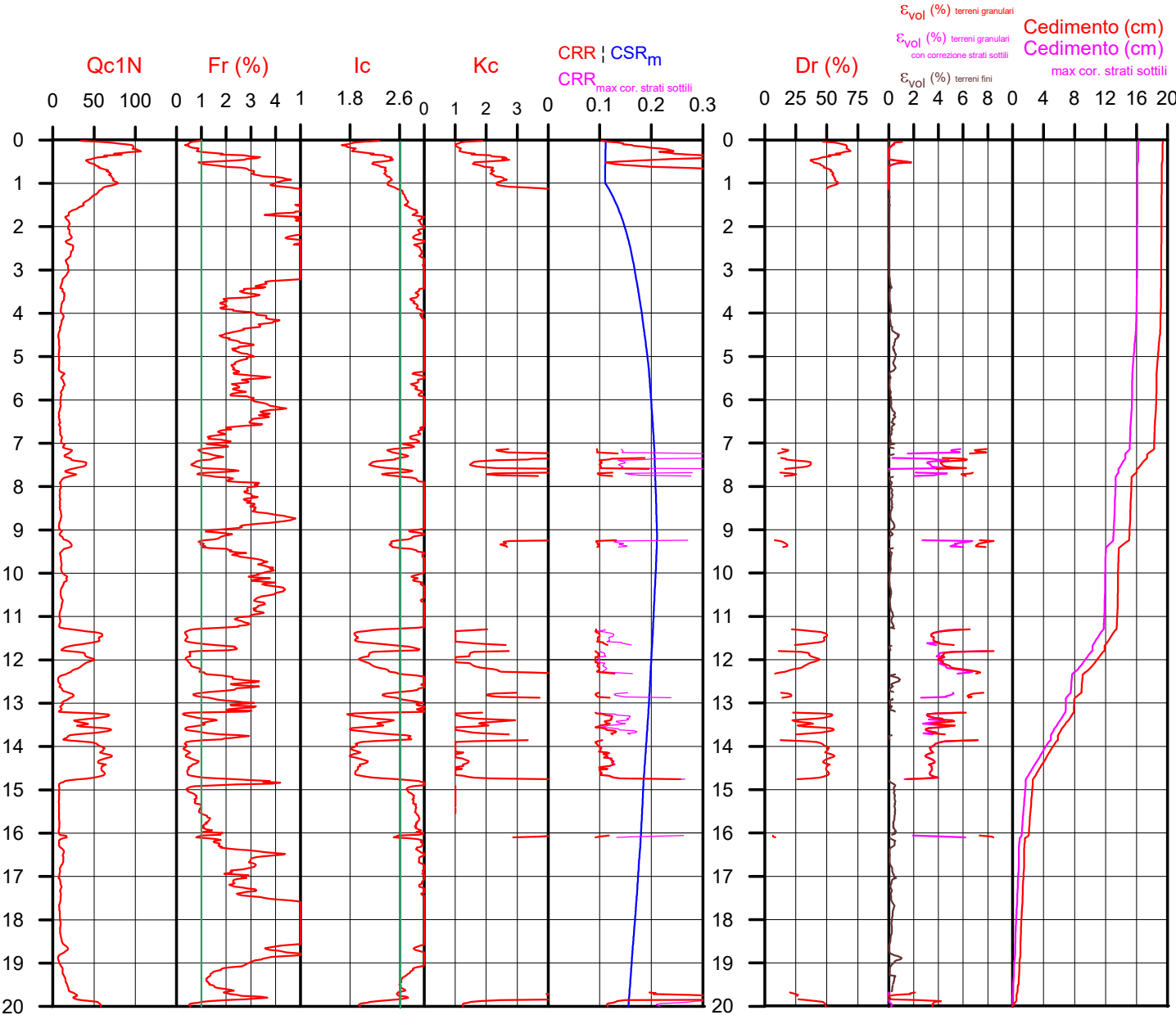
Falda presunta 1 metri

NTC 2018		DGR Emilia-Romagna 630 / 2019	
latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	planura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.756
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo	magnitudo	6.140
	6.140		



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 calcolato MSF secondo GuidaAG4 (correzione 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	16	175
Cedimento considerando strati sottili	13	156

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	3	19
Cedimento considerando strati sottili	3	16

VALUTAZIONE DELL' INDICE I_L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} e la profondità,

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

INDICE I _L DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
	4.2	2 < IL <= 5	MODERATO
7.2		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19-set-18

CPT 17

Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
tipo di suolo	fattore amplificazione	1.763
	D	
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.857
1.000		
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine	6.140

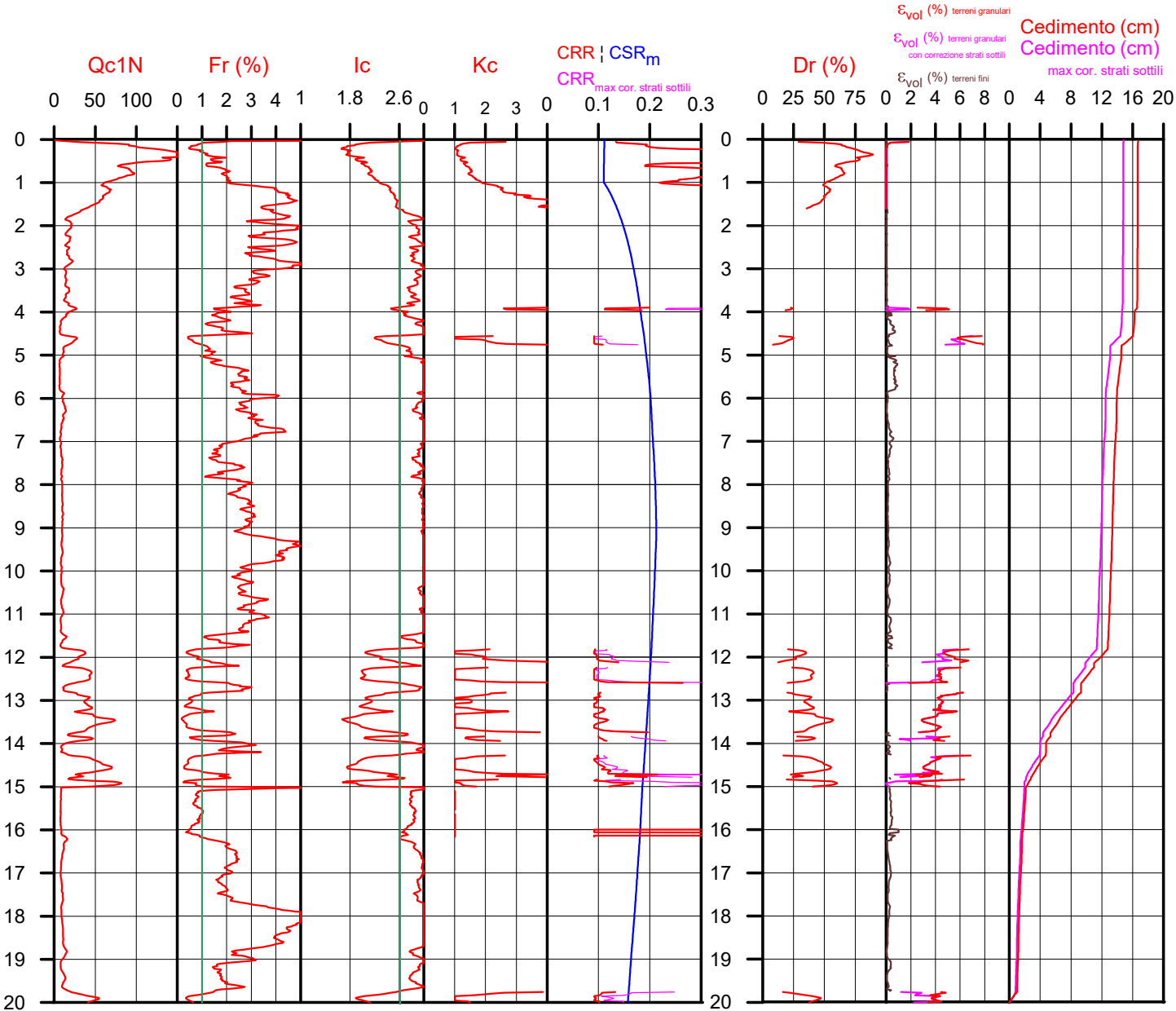
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
Suolo di riferimento	fattore amplificazione	1.700
planura 2		
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.756
1.000		
	magnitudine	6.140



Società di
Geologia
Territoriale

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



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

- * amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- * CSR 6.14 calcolato MSF secondo GuidaAG4 (correzione 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 6.14$

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	13	134
Cedimento considerando strati sottili	11	122

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

Cedimento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni fini	Cedimento terreni fini (cm)	Cedimento totale fini + granulari (cm)
Cedimento	3	17
Cedimento considerando strati sottili	3	15

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

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} e la profondità,

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

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL <= 2	BASSO
	3.8	2 < IL <= 5	MODERATO
6.2		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

VERIFICHE ALLA FLUIDIFICAZIONE SECONDO JEFFERIES CON ψ : METODO ROBERTSON 2010

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

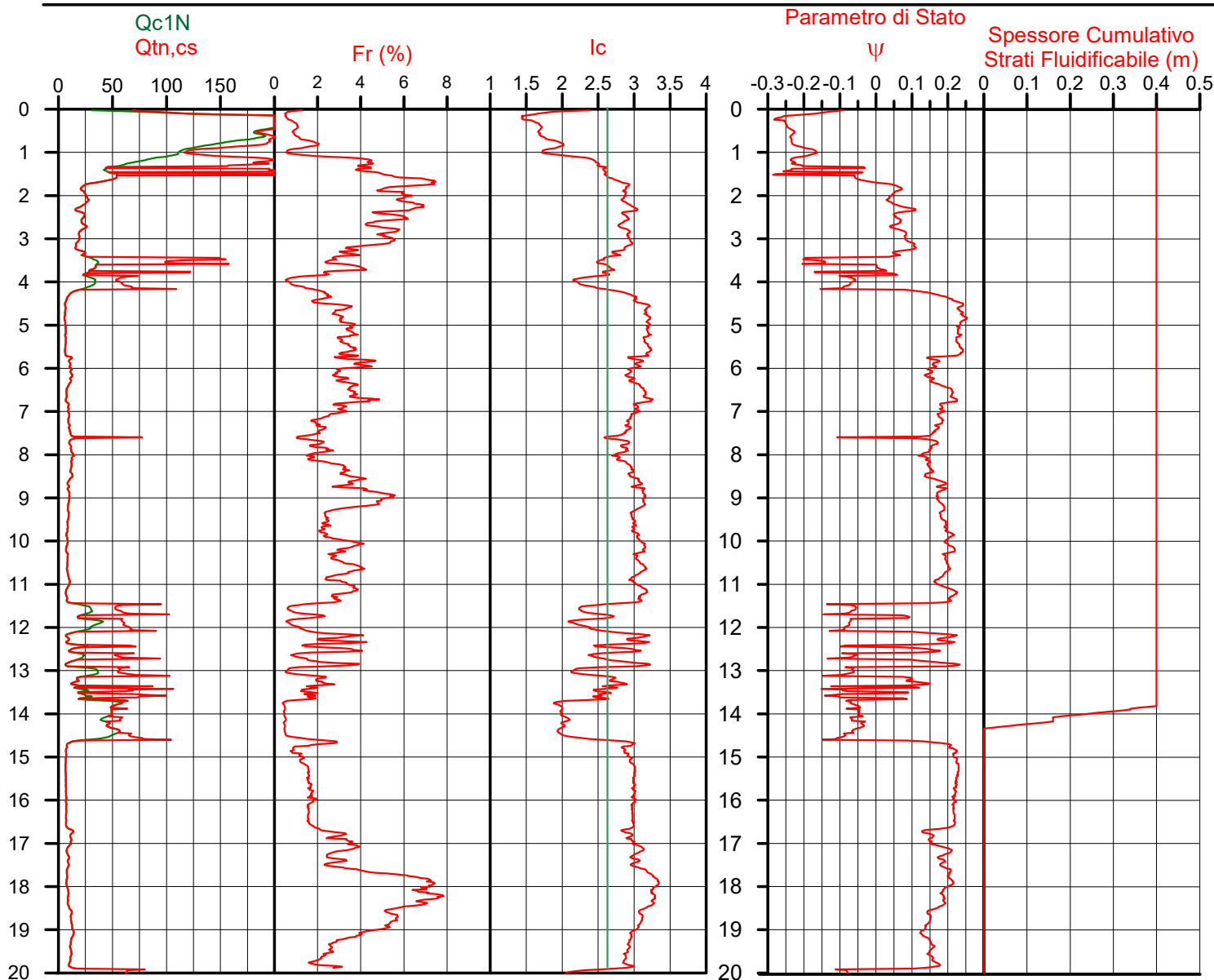
CPT 15
Falda presunta 1 metri



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com



PROCEDURA

Stima del parametro di stato (ψ) - P.K.Robertson (2010)

Il parametro ψ è definito come la differenza tra l'indice dei vuoti (e) in sito e lo stato critico dell'indice dei vuoti per quel deposito (e_{cs}). La determinazione in sito di tale parametro permette di valutare il comportamento dilatativo o contrattivo di un determinato deposito sottoposto a sforzo ciclico (Been and Jeffries, 1985).

$$\psi = 0.485 - 0.314 \log Q_{tn,cs}$$

Dove:

$Q_{tn,cs}$ = resistenza penetrometrica della prova CPTU normalizzata (Q_{tn}) equivalente per sabbie pulite (Robertson & Wride, 1998)

$$Q_{tn,cs} = K_c * Q_{tn}$$

dove K_c dipende dall'indice di comportamento I_c ;

se $I_c \leq 1.64$ allora $K_c = 1$

se $I_c > 1.64$ allora $K_c = 5.581 * I_c^3 - 0.403 * I_c^4 - 21.63 * I_c^2 + 33.75 * I_c - 17.88$

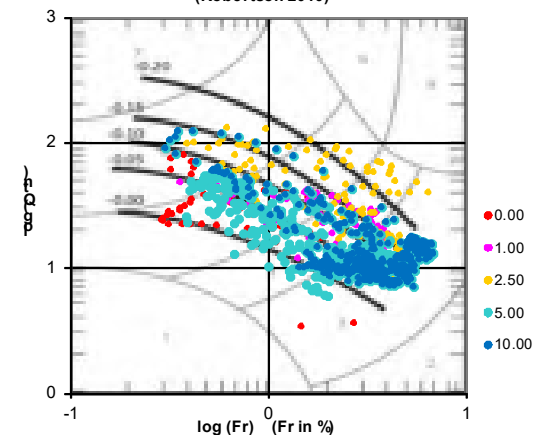
Stima del potenziale di fluidificazione - (Shuttle & Cunning, 2008)

Il comportamento del deposito contrattivo (soggetto a fluidificazione) o dilatante (soggetto a mobilità ciclica o liq. Ciclica) è funzione del valore di ψ .

per $\psi < -0.05$ si hanno fenomeni di mobilità ciclica o liquefazione ciclica.

per $\psi > -0.05$ si hanno fenomeni di fluidificazione.

Cross-plot Qc1N verso Fr con 'State Parameter' ψ (Robertson 2010)



VERIFICHE ALLA FLUIDIFICAZIONE SECONDO JEFFERIES CON ψ : METODO ROBERTSON 2010

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19-set-18

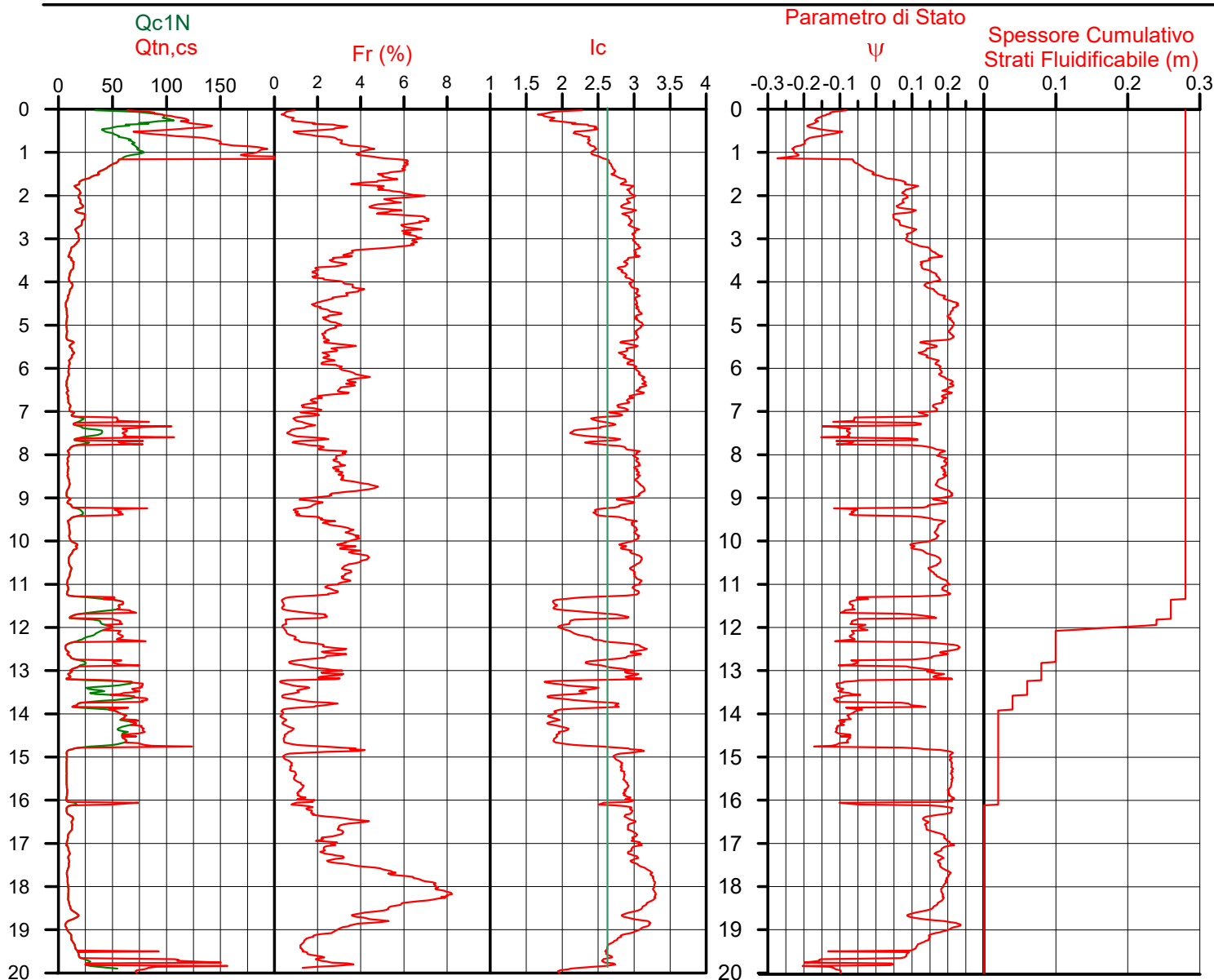
CPT 16
Falda presunta 1 metri



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com



PROCEDURA

Stima del parametro di stato (ψ) - P.K.Robertson (2010)

Il parametro ψ è definito come la differenza tra l'indice dei vuoti (e) in sito e lo stato critico dell'indice dei vuoti per quel deposito (e_{cs}). La determinazione in sito di tale parametro permette di valutare il comportamento dilatativo o contrattivo di un determinato deposito sottoposto a sforzo ciclico (Been and Jeffries, 1985).

$$\psi = 0.485 - 0.314 \log Q_{tn,cs}$$

Dove:

$Q_{tn,cs}$ = resistenza penetrometrica della prova CPTU
normalizzata (Q_{tn}) equivalente per sabbie pulite
(Robertson & Wride, 1998)

$$Q_{tn,cs} = K_c * Q_{tn}$$

dove K_c dipende dall'indice di comportamento I_c ;

se $I_c \leq 1.64$ allora $K_c = 1$

se $I_c > 1.64$ allora $K_c = 5.581 * I_c^3 - 0.403 * I_c^4 - 21.63 * I_c^2 + 33.75 * I_c - 17.88$

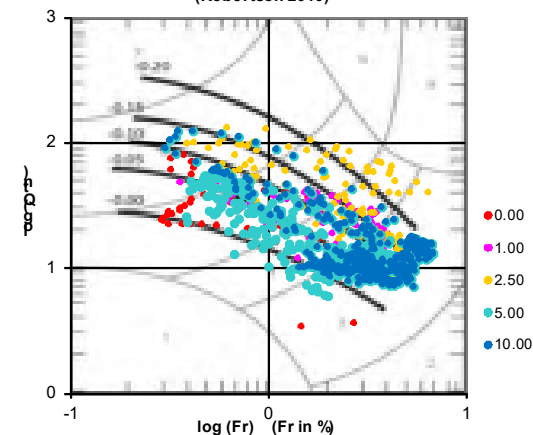
Stima del potenziale di fluidificazione - (Shuttle & Cunning, 2008)

Il comportamento del deposito contrattivo (soggetto a fluidificazione) o dilatante (soggetto a mobilità ciclica o liq. Ciclica) è funzione del valore di ψ .

per $\psi < -0.05$ si hanno fenomeni di mobilità ciclica o liquefazione ciclica.

per $\psi > -0.05$ si hanno fenomeni di fluidificazione.

Cross-plot Q_{c1N} verso Fr con 'State Parameter' ψ
(Robertson 2010)



VERIFICHE ALLA FLUIDIFICAZIONE SECONDO JEFFERIES CON ψ : METODO ROBERTSON 2010

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19-set-18

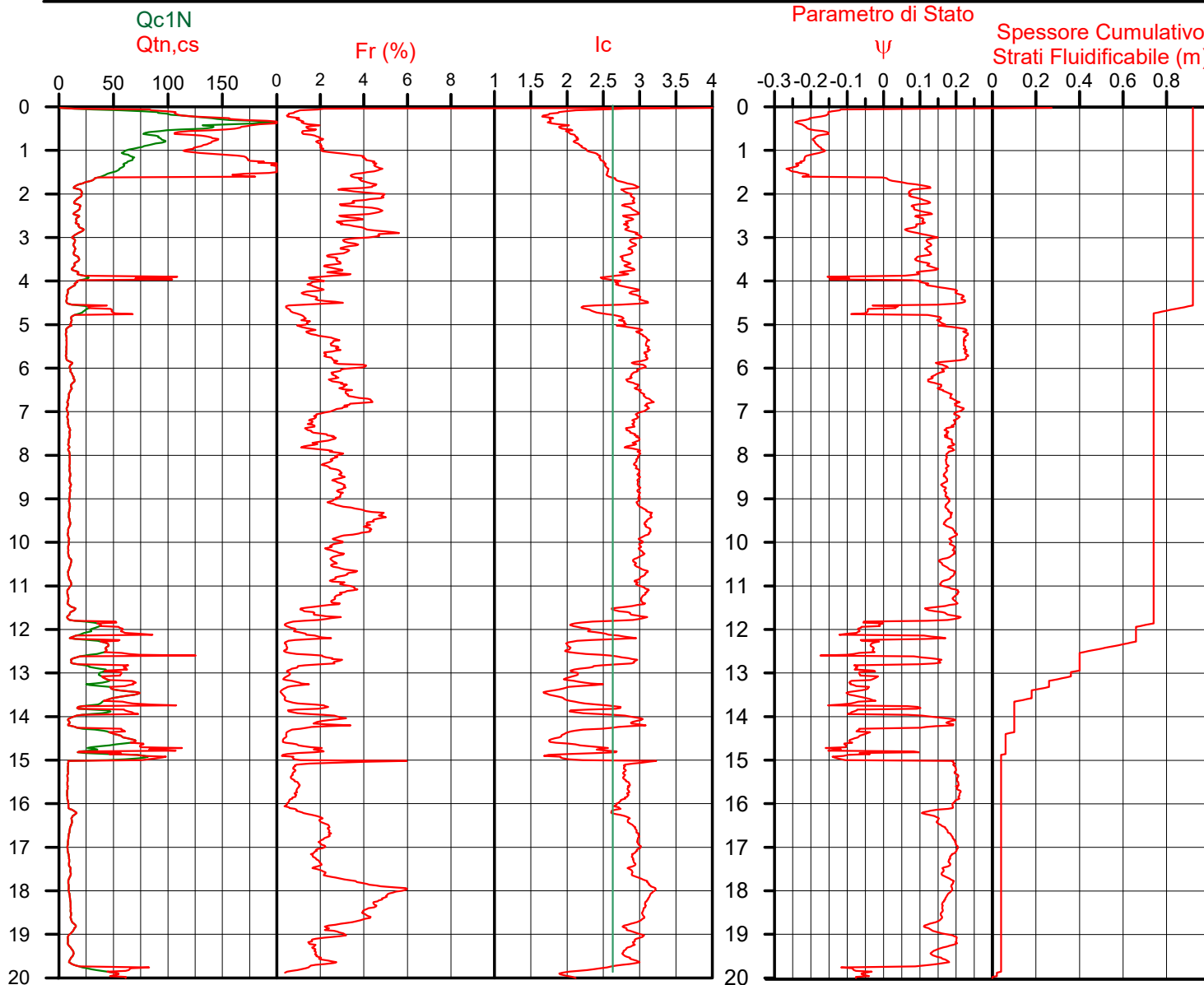
CPT 17
Falda presunta 1 metri



Società di
Geologia
Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com



PROCEDURA

Stima del parametro di stato (ψ) - P.K.Robertson (2010)

Il parametro ψ è definito come la differenza tra l'indice dei vuoti (e) in sito e lo stato critico dell'indice dei vuoti per quel deposito (e_{cs}). La determinazione in sito di tale parametro permette di valutare il comportamento dilatativo o contrattivo di un determinato deposito sottoposto a sforzo ciclico (Been and Jeffries, 1985).

$$\psi = 0.485 - 0.314 \log Q_{tn,cs}$$

Dove:

$Q_{tn,cs}$ = resistenza penetrometrica della prova CPTU
normalizzata (Q_{tn}) equivalente per sabbie pulite
(Robertson & Wride, 1998)

$$Q_{tn,cs} = K_c * Q_{tn}$$

dove K_c dipende dall'indice di comportamento I_c ;

se $I_c \leq 1.64$ allora $K_c = 1$

se $I_c > 1.64$ allora $K_c = 5.581 * I_c^3 - 0.403 * I_c^4 - 21.63 * I_c^2 + 33.75 * I_c - 17.88$

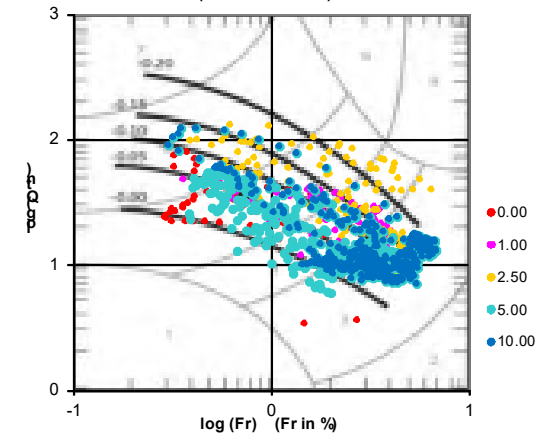
Stima del potenziale di fluidificazione - (Shuttle & Cunning, 2008)

Il comportamento del deposito contrattivo (soggetto a fluidificazione) o dilatante (soggetto a mobilità ciclica o liq. Ciclica) è funzione del valore di ψ .

per $\psi < -0.05$ si hanno fenomeni di mobilità ciclica o liquefazione ciclica.

per $\psi > -0.05$ si hanno fenomeni di fluidificazione.

Cross-plot Q_{c1N} verso Fr con 'State Parameter' ψ
(Robertson 2010)



Indice di liquefazione (Boulanger & Idriss, 2014),
probabilità di liquefazione (Facciorusso & Vannucchi
2009)



VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE N_{lim} VERTICALE IN CONDIZIONI STATICHE IN TERRENO OMOGENEO

Per la verifica del carico limite verticale N_{lim} si applica la formula generale di Brinch-Hansen (1966, 1970) con l'aggiunto di alcuni fattori correttivi da altre autori.

N _{lim} =		sc * ic * bc * gc * dc * Nc * c _d + sq * iq * bq * gq * dq * Nq * g1' * D + 0.5 * rg * sg * ig * bg * gg * dg * Ng * B * g2'		=	328 kPa	
in cui:						
Nc	fattore di capacita portante dipendente dal φ'	=	5.14	Nc = (Nq - 1) * cotanφ'		
Nq	fattore di capacita portante dipendente dal φ'	=	1.00	Nq = tan²(2(45 + φ/2)) * e ^{π * tanφ'}		
Ng	fattore di capacita portante dipendente dal φ'	=	0.00	Ng = 1.5 * (Nq - 1) * tanφ'		
φ' _k	angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	0.0 °	=	0.00 radians	
tan(φ') _k	tangente del angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=				
c _d	coesione caratteristica di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	58 kPa	=	0.58 daN/cm²	
g1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione	=	20.00 kN/mc	=	2.000 ton/mc	
g2'	peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione	=	10.00 kN/mc	=	1.000 ton/mc	
D	profondita di posa della fondazione	=	0.50 m			
Nk	carico verticale caratteristico	=	17352 kN	=	173.52 ton	
Tk	carico orizzontale caratteristico	=	0 kN	=	0.00 ton	
M _b	momento nella direzione di B (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: M = Tk * H)	=	0 kN*m	=	0.00 ton*m	
M _l	momento nella direzione di L (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: M = Tk * H)	=	0 kN*m	=	0.00 ton*m	
e _B	eccentricità in larghezza B	=	0.00	e _B = M _B / N _k		Controllo della validità dell'eccentricità; e / B o L <= 0.16
e _L	eccentricità in lunghezza L	=	0.00	e _L = M _L / N _k		
B _R	larghezza della fondazione reale	=	9.30 m			e _B / B
L _R	lunghezza della fondazione	=	37.50 m			e _L / L
B	larghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico	=	9.30 m	B = B _R - 2 * e _B		0.00
L	lunghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico	=	37.50 m	L = L _R - 2 * e _L		0.00
						Brinch-Hansen, 1970
						Brinch-Hansen, 1970
sc	fattore di forma della fondazione	=	1.03	1 + (B/L) * (Nq/Nc)		Brinch-Hansen, 1970
sq	fattore di forma della fondazione	=	1.00	1 + (B/L) * sin(φ')		Brinch-Hansen, 1970
sg	fattore di forma della fondazione	=	0.93	1 - 0.4 * (B/L) >= 0.6		Brinch-Hansen, 1970
θ	inclinazione del carico	=	0.00 °	atan(Tk/Nk)		
ic	fattore dell'inclinazione del carico	=	1.00	(1 - θ / 90)²		
iq	fattore dell'inclinazione del carico	=	1.00	= ic		
ig	fattore dell'inclinazione del carico	=	0.00	(1 - θ / φ)² : 0 se φ = 0 o φ < θ		
ω	angolo di inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale	=	0.00 °	=	0.00 radians	
bc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	bq - ((1 - bq) / (Nc * tanφ'))		Brinch-Hansen, 1970
bq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	exp(-2 * ω * tanφ')		Brinch-Hansen, 1970
bg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	exp(-2.7 * ω * tanφ')		Brinch-Hansen, 1970
β	inclinazione del piano di campagna rispetto all'orizzontale a valle della fondazione	=	0.00 °	=	0.00 radians	
gc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	gq - ((1 - gq) / (Nc * tanφ'))		Brinch-Hansen, 1970
gq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	(1 - 0.5 * tanβ)⁵		Brinch-Hansen, 1970
gg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	gq		Brinch-Hansen, 1970
dc	fattore di profondità	=	1.03	per D/B <= 1; dc = 1 + 0.4 * (D/B)		
dq	fattore di profondità	=	1.00	per D/B > 1; dc = 1 + 0.4 * atan(D/B)		
dg	fattore di profondità	=	1.00	per D/B <= 1; dq = 1 + 2 * tanf * (1 - senf)² * (D/B)		
				per D/B > 1; dq = 1 + 2 * tanf * (1 - senf)² * (D/B) * atan(D/B)		
rg	fattore correttivo per aumento della larghezza di fondazione	=	0.87	1.00 per definizione		
				1 - 0.25 * log(B/2) per B >= 2		J.E. Bowles, 1988
In caso di un substrato roccioso il valore del carico N _{lim} va ridotto in funzione del RQD:						
N _{lim} ' = N _{lim} * RQD²		=	0 kPa			
in RQD	Rock Quality Designation (pezzi > 10cm per metro)	=	0 %			
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 2.3 al carico limite N _{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto						
Rd = N _{lim} / 2.3		=	143 kPa	=	1.43 daN/cm² = 14.3 ton/mq	|

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE T_{lim} ORRIZZONTALE IN CONDIZIONI STATICHE SUL PIANO DI POSA

Per la verifica del carico limite orizzontale T_{lim} si applica la formula generale:

T _{lim} =		ca _d * mc% + (Nk * tan(δ') _d * mm%) / A _{FONDAZIONI}		=	34 kPa	
in cui:						
ca _d	coesione di progetto fondazione-terreno	=	52 kPa			
mc%	fattore di riduzione per ca _d	=	0.66			J.E. Bowles, 1988
N _{k statico}	carico verticale caratteristico statico	=	0 kN			
δ' _d	angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=	0.0	φ _k * mm		J.E. Bowles, 1988
tan(δ') _d	tangente del angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=	0.00			
mm%	fattore di riduzione per tan(δ') _d	=	67%			
						mm = 0.67 a favore della sicurezza, ma potrebbero essere assunto mm = 1 poichè il calcestruzzo fresco aderisce bene al terreno, quindi di fatto l'attrito avviene tra terreno e terreno
A _{FOND}	superficie effettiva delle fondazioni	=	348.75 mq			
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.1 al carico limite T _{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto						
Rd = T _{lim} / 1.1		=	31 kPa	=	0.312 daN/cm² = 3.12 ton/mq	|

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE N_{lim} VERTICALE IN CONDIZIONI SISMICHE IN TERRENO OMOGENEO

Per la verifica del carico limite verticale N _{lim} si applica la formula generale di Brinch-Hansen (1966, 1970) con l'aggiunto di alcuni fattori correttivi da altre autori.									
N _{lim} =		zc * sc * lc * bc * gc * dc* Nc * c _d + zq * sq * lq * bq * gq * dq * Nq * g1' * D + 0.5 * zg * rg * sg * lg *bg * gg *dg * Ng * B* g2'		=	245 kPa				
#1 CUI:									
Nc	fattore di capacita portante dipendente dal φ'			=	5.14	Nc = (Nq -1) * cotanφ'			
Nq	fattore di capacita portante dipendente dal φ'			=	1.00	Nq = tan²(45 + φ/2) * e ^φ (pi * tanφ')			
Ng	fattore di capacita portante dipendente dal φ'			=	0.00	Ng = 1.5 * (Nq -1) * tanφ'			
φ' _k	angolo di attrito portante caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008			=	0.0 °	=	0.00 radians		
tan(φ' _k)	tangente del angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008			=					
c _d	coesione caratteristica di progetto secondo D.M. 14-01-2008			=	58 kPa	=	0.58 daN/cmq		
g1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione			=	20.00 kN/mc	=	2.000 ton/mc		
g2'	peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione			=	10.00 kN/mc	=	1.000 ton/mc		
D	profondita di posa della fondazione			=	0.50 m				
Nk	carico verticale caratteristico (incluso componente verticale dell'azione sismica E)			=	17352 kN	=	173.52 ton		
Tk	carico orizzontale caratteristico (incluso componente orizzontale dell'azione sismica E)			=	3470 kN	=	34.70 ton		
M _b	momento nella direzione di B (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: M = Tk * H)			=	29431 kN*m	=	294.31 ton*m		
M _l	momento nella direzione di L (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: M = Tk * H)			=	23069 kN*m	=	230.69 ton*m		
e _B	eccentricità in larghezza B			=	1.41	e _B = M _b / N _k o =0.1*BR			
e _L	eccentricità in lunghezza L			=	0.00	e _L = M _l / N _k o =0.1*LR			
B _R	larghezza della fondazione reale			=	9.30 m				
L _R	lunghezza della fondazione			=	37.50 m				
B	larghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico			=	6.47 m	B = B _R - 2 * e _B	Brinch-Hansen, 1970		
L	lunghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico			=	37.50 m	L = L _R - 2 * e _L	Brinch-Hansen, 1970		
sc	fattore di forma della fondazione			=	1.03	1 + (B/L) * (Nq/Nc)	Brinch-Hansen, 1970		
sq	fattore di forma della fondazione			=	1.00	1 + (B/L) * sin(φ')	Brinch-Hansen, 1970		
sg	fattore di forma della fondazione			=	0.93	1 - 0.4 * (B/L) >= 0.6	Brinch-Hansen, 1970		
θ	inclinazione del carico			=	9.46 °	atan(Tk/Nk)			
ic	fattore dell'inclinazione del carico			=	0.80	(1-θ / 90)/2			
iq	fattore dell'inclinazione del carico			=	0.80	= ic			
ig	fattore dell'inclinazione del carico			=	0.00	(1-θ / φ')² : 0 se φ = 0 o φ < 0			
ω	angolo di inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale			=	0.00 °	=	0.00 radians		
bc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base			=	1.00	bq - ((1 - bq) / (Nc * tanφ'))	Brinch-Hansen, 1970		
bq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base			=	1.00	exp(-2*ω*tanφ')	Brinch-Hansen, 1970		
bg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base			=	1.00	exp(-2.7*ω*tanφ')	Brinch-Hansen, 1970		
β	inclinazione del piano di campagna rispetto all'orizzontale a valle della fondazione			=	0.00 °	=	0.00 radians		
gc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna			=	1.00	gq - ((1 - gq) / (Nc * tanφ'))	Brinch-Hansen, 1970		
gq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna			=	1.00	(1 - 0.5 + tanβ)⁵	Brinch-Hansen, 1970		
gg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna			=	1.00	gq	Brinch-Hansen, 1970		
dc	fattore di profondità			=	1.03	per D/B<=1; dc = 1 + 0.4 * (D/B)			
dq	fattore di profondità			=	1.00	per D/B > 1; dc = 1 + 0.4 * atan(D/B)			
dg	fattore di profondità			=	1.00	per D/B<=1; dq = 1 + 2 * tanf * (1 - senf)² * (D/B)			
rg	fattore correttivo per aumento della larghezza di fondazione			=	0.87	per D/B > 1; dq = 1 + 2 * tanf * (1 - senf)² * (D/B) * atan(D/B)	1.00 per definizione		
kh	coefficiente sismico orizzontale per inerzia del terreno			=	0.068	1 - 0.25 * log(B/2) per B>=2	J.E. Bowles, 1988		
kv	coefficiente sismico verticale per inerzia del terreno			=	0.034	tabella 7.1.1 del D.M. 14-01-2008			
zc	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma			=	0.94	kh / 2			
zq	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma			=	0.78	exp(-4.3*kh*(1+Xx))	Al-Karmi & Budhu, 1993		
zg	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma			=	0.60	(1-Kv)*exp(-(5.3*kh¹.2)/(1-Kv))	Al-Karmi & Budhu, 1993		
				=	0.60	(1-2/3*Kv)*exp(-(9*kh¹.1)/(1-Kv))	Al-Karmi & Budhu, 1993		
Applicando suddetto formula generale di Brinch-Hanssen assumendo i fattori riduttivi per l'azioni inerziale del terreno in caso di sisma si calcola il carico limite N _{lim} in condizioni sismiche									
N _{lim} =				=	245 kPa				
In caso di un substrato roccioso il valore del carico N _{lim} va ridotto in funzione del RQD:									
N _{lim} ' = N _{lim} * RQD²				=	0 kPa				
in RQD	Rock Quality Designation (pezzi > 10cm per metro)			=	0 %				
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.8 al carico limite N _{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto									
R _d = N _{lim} / 1.8				=	136 kPa	=	1.36 daN/cmq	=	13.6 ton/mq

Controllo della validità dell'eccentricità, e / BR o LR <= 0.16	
e _B / BR	0.15
e _L / LR	0.00

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE T_{lim} ORRIZONTALE IN CONDIZIONI SISMICHE SUL PIANO DI POSA

Per la verifica del carico limite orizzontale T_{lim} si applica la formula generale:									
$T_{lim} = c_{a_d} * mc\% + (N_k * \tan(\delta'_d) * mm\%) / A_{FONDAZIONI}$		=		34 kPa					
in cui:									
c_{a_d}	coesione di progetto fondazione-terreno	=		52 kPa					
$mc\%$	fattore di riduzione per c_{a_d}	=		0.66		J.E. Bowles, 1988			
$N_{k\ statico}$	carico verticale caratteristico statico	=		17352 kN					
δ'_d	angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=		0.0		$\phi_k * mm$		J.E. Bowles, 1988	
$\tan(\delta'_d)$	tangente del angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=		0.00					
$mm\%$	fattore di riduzione per $\tan(\delta'_d)$	=		67%		mm = 0.67 a favore della sicurezza, ma potrebbero essere assunto mm = 1 poiché il calcestruzzo fresco aderisce bene al terreno, quindi di fatto l'attrito avviene tra terreno e terreno			
A_{FOND}	superficie effettiva delle fondazioni	=		242.74 mq		L * B per fondazioni a platea		242.74	
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.1 al carico limite T_{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto									
$R_d = T_{lim} / 1.1$		=		31 kPa		=		0.312 daN/cmq = 3.12 ton/mq	

VERIFICA DI FROHLICH

Si considera l'equazione di Frohlich che valuta il carico critico (Q _{crit}) per cui appaiono le prime zone plastiche.									
Qcrit = pi.greco * c				=		182 kPa		(condizioni non drenate)	
in cui:									
Nq _{crit}	fattore critico dipendente da φ			=		0.00		Nq crit = π / (cotg φ) - ((π/2)-φ))) (Frohlich)	
c	coesione			=		58.00 kPa			
φ _k	angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008			=		0.0 °		= 0.00 radians	
g1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione			=		20.00 kN/mc		2.000 ton/mc	
D	profondità di posa della fondazione			=		0.50 m			
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 0.8+1 al carico limite Qcrit si ottiene un carico critico di progetto relativo ai primi fenomeni di plasticizzazione di									
Qcrit_d = Qcrit / 1.0				=		182 kPa		= 1.822 daN/cmq = 18.22 ton/mq	

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE N_{lim} VERTICALE IN CONDIZIONI STATICHE IN TERRENO OMOGENEO

Per la verifica del carico limite verticale N_{lim} si applica la formula generale di Brinch-Hansen (1966, 1970) con l'aggiunto di alcuni fattori correttivi da altre autori.

$N_{lim} = sc * ic * bc * gc * dc * N_c * c_d + sq * iq * bq * gq * dq * N_q * g_1' * D + 0.5 * rg * sg * ig * bg * gg * dg * N_g * B * g_2'$		=	605 kPa	
in cui:				
N_c	fattore di capacita portante dipendente dal ϕ'	=	20.72	$N_c = (N_q - 1) * \cotan\phi'$
N_q	fattore di capacita portante dipendente dal ϕ'	=	10.66	$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * \tan\phi')}$
N_g	fattore di capacita portante dipendente dal ϕ'	=	6.76	$N_g = 1.5 * (N_q - 1) * \tan\phi'$
ϕ'_k	angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	25.0 °	= 0.44 radians
$\tan(\phi')_k$	tangente dell'angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=		
c_d	coesione caratteristica di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	10 kPa	= 0.10 daN/cmq
g_1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione	=	20.00 kN/mc	= 2.000 ton/mc
g_2'	peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione	=	10.00 kN/mc	= 1.000 ton/mc
D	profondita di posa della fondazione	=	0.50 m	
N_k	carico verticale caratteristico	=	17352 kN	= 173.52 ton
T_k	carico orizzontale caratteristico	=	0 kN	= 0.00 ton
M_b	momento nella direzione di B (Componente orizzontale del carico T_k per l'altezza dove agisce: $M = T_k * H$)	=	0 kN*m	= 0.00 ton*m
e_b	eccentricita in larghezza B	=	0.00	$e_b = M_b / N_k$
e_L	eccentricita in lunghezza L	=	0.00	$e_L = M_L / N_k$
B_R	larghezza della fondazione reale	=	9.30 m	
L_R	lunghezza della fondazione	=	37.50 m	
B	larghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricita del carico	=	9.30 m	$B = B_R - 2 * e_b$
L	lunghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricita del carico	=	37.50 m	$L = L_R - 2 * e_L$
sc	fattore di forma della fondazione	=	1.09	$1 + (B/L) * (N_q/N_c)$
sq	fattore di forma della fondazione	=	1.07	$1 + (B/L) * \sin(\phi')$
sg	fattore di forma della fondazione	=	0.93	$1 - 0.4 * (B/L) >= 0.6$
θ	inclinazione del carico	=	0.00 °	$\atan(T_k/N_k)$
ic	fattore dell'inclinazione del carico	=	1.00	$(1 - \theta / 90) * 2$
iq	fattore dell'inclinazione del carico	=	1.00	= ic
ig	fattore dell'inclinazione del carico	=	1.00	$(1 - \theta / \phi') * 2 : 0 \text{ se } \phi = 0 \text{ o } \phi < \theta$
ω	angolo di inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale	=	0.00 °	= 0.00 radians
bc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	$bq - ((1 - bq) / (N_c * \tan\phi'))$
bq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	$\exp(-2 * \omega * \tan\phi')$
bg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00	$\exp(-2.7 * \omega * \tan\phi')$
β	inclinazione del piano di campagna rispetto all'orizzontale a valle della fondazione	=	0.00 °	= 0.00 radians
gc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	$gq - ((1 - gq) / (N_c * \tan\phi'))$
gq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	$(1 - 0.5 * \tan\beta) * 5$
gg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00	gq
dc	fattore di profondita	=	1.03	per $D/B <= 1$; $dc = 1 + 0.4 * (D/B)$
dq	fattore di profondita	=	1.02	per $D/B > 1$; $dc = 1 + 0.4 * \atan(D/B)$
dg	fattore di profondita	=	1.00	per $D/B <= 1$; $dq = 1 + 2 * \tan\beta * (1 - \sin\beta) * 2 * (D/B)$
rg	fattore correttivo per aumento della larghezza di fondazione	=	0.87	per $D/B > 1$; $dq = 1 + 2 * \tan\beta * (1 - \sin\beta) * 2 * (D/B) * \atan(D/B)$ 1.00 per definizione
In caso di un substrato roccioso il valore del carico N_{lim} va ridotto in funzione del RQD:				
$N_{lim}' = N_{lim} * RQD^2$		=	0 kPa	
in RQD	Rock Quality Designation (pezzi > 10cm per metro)	=	0 %	
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 2.3 al carico limite N_{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto				
$R_d = N_{lim} / 2.3$		=	263 kPa	= 2.63 daN/cmq = 26.3 ton/mq

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE T_{lim} ORRIZZONTALE IN CONDIZIONI STATICHE SUL PIANO DI POSA

Per la verifica del carico limite orizzontale T_{lim} si applica la formula generale:

$T_{lim} = ca_d * mc\% + (N_k * \tan(\delta')_d * mm\%) / A_{FONDAZIONI}$		=	27 kPa	
in cui:				
ca_d	coesione di progetto fondazione-terreno	=	41 kPa	
mc%	fattore di riduzione per ca_d	=	0.66	J.E. Bowles, 1988
$N_{k \text{ statico}}$	carico verticale caratteristico statico	=	0 kN	
δ'_d	angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=	9.4	$\phi_k * mm$
$\tan(\delta')_d$	tangente dell'angolo di attrito di progetto terreno-fondazione	=	0.17	
mm%	fattore di riduzione per $\tan(\delta'_d)$	=	67%	
A_{FOND}	superficie effettiva delle fondazioni	=	348.75 mq	mm = 0.67 a favore della sicurezza, ma potrebbero essere assunto mm = 1 poichè il calcestruzzo fresco aderisce bene al terreno, quindi di fatto l'attrito avviene tra terreno e terreno
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.1 al carico limite T_{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto				
$R_d = T_{lim} / 1.1$		=	25 kPa	= 0.246 daN/cmq = 2.46 ton/mq

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE N_{lim} VERTICALE IN CONDIZIONI SISMICHE IN TERRENO OMOGENEO

Per la verifica del carico limite verticale N_{lim} si applica la formula generale di Brinch-Hansen (1966, 1970) con l'aggiunto di alcuni fattori correttivi da altre autori.									
$N_{lim} =$		$zc * sc * lc * bc * gc * dc * Nc * c_d$		$+ zq * sq * lq * bq * gq * dq * Nq * g1' * D$		$+ 0.5 * zg * rg * sg * lg * bg * gg * dg * Ng * B * g2'$		$= 257 \text{ kPa}$	
In cui:									
Nc	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ'	=	20.72		$Nc = (Nq - 1) * \cotan\phi'$				
Nq	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ'	=	10.66		$Nq = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{\phi * (\pi * \tan\phi')}$				
Ng	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ'	=	6.76		$Ng = 1.5 * (Nq - 1) * \tan\phi'$				
ϕ'_k	angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	25.0 °	=	0.44 radians				
$\tan(\phi'_k)$	tangente del angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=							
c_d	coesione caratteristica di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	10 kPa	=	0.10 daN/cm ²				
$g1'$	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione	=	20.00 kN/mc	=	2.000 ton/mc				
$g2'$	peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione	=	10.00 kN/mc	=	1.000 ton/mc				
D	profondità di posa della fondazione	=	0.50 m						
Nk	carico verticale caratteristico (incluso componente verticale dell'azione sismica E)	=	17352 kN	=	173.52 ton				
Tk	carico orizzontale caratteristico (incluso componente orizzontale dell'azione sismica E)	=	3470 kN	=	34.70 ton				
M_b	momento nella direzione di B (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: $M = Tk * H$)	=	29431 kN*m	=	294.31 ton*m				
M_l	momento nella direzione di L (Componente orizzontale del carico Tk per l'altezza dove agisce: $M = Tk * H$)	=	23069 kN*m	=	230.69 ton*m				
e_b	eccentricità in larghezza B	=	1.41		$e_b = M_b / N_k$ o $= 0.1 * BR$				
e_L	eccentricità in lunghezza L	=	0.00		$e_L = M_l / N_k$ o $= 0.1 * LR$				
B_R	larghezza della fondazione reale	=	9.30 m						
L_R	lunghezza della fondazione	=	37.50 m						
B	larghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico	=	6.47 m		$B = B_R - 2 * e_b$				Brinch-Hansen, 1970
L	lunghezza equivalente della fondazione che tiene conto dell'eccentricità del carico	=	37.50 m		$L = L_R - 2 * e_L$				Brinch-Hansen, 1970
sc	fattore di forma della fondazione	=	1.09		$1 + (B/L) * (Nq/Nc)$				Brinch-Hansen, 1970
sq	fattore di forma della fondazione	=	1.07		$1 + (B/L) * \sin(\phi')$				Brinch-Hansen, 1970
sg	fattore di forma della fondazione	=	0.93		$1 - 0.4 * (B/L) >= 0.6$				Brinch-Hansen, 1970
θ	inclinazione del carico	=	9.46 °		$\atan(Tk/Nk)$				
ic	fattore dell'inclinazione del carico	=	0.80		$(1 - \theta / 90) / 2$				
iq	fattore dell'inclinazione del carico	=	0.80		$= ic$				
ig	fattore dell'inclinazione del carico	=	0.39		$(1 - \theta / \phi) / 2 : 0 \text{ se } \phi = 0 \text{ o } \phi < 0$				
ω	angolo di inclinazione della base della fondazione rispetto all'orizzontale	=	0.00 °	=	0.00 radians				
bc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00		$bq - ((1 - bq) / (Nc * \tan\phi'))$				Brinch-Hansen, 1970
bq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00		$\exp(-2 * \omega * \tan\phi')$				Brinch-Hansen, 1970
bg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione della base	=	1.00		$\exp(-2.7 * \omega * \tan\phi')$				Brinch-Hansen, 1970
β	inclinazione del piano di campagna rispetto all'orizzontale a valle della fondazione	=	0.00 °	=	0.00 radians				
gc	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00		$gq - ((1 - gq) / (Nc * \tan\phi'))$				Brinch-Hansen, 1970
gq	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00		$(1 - 0.5 * \tan\beta) / 5$				Brinch-Hansen, 1970
gg	fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di campagna	=	1.00		gq				Brinch-Hansen, 1970
dc	fattore di profondità	=	1.03		per $D/B <= 1$; $dc = 1 + 0.4 * (D/B)$				
dq	fattore di profondità	=	1.02		per $D/B > 1$; $dc = 1 + 0.4 * \atan(D/B)$				
dg	fattore di profondità	=	1.00		per $D/B <= 1$; $dq = 1 + 2 * \tan\phi' * (1 - \senf) / 2 * (D/B)$				
rg	fattore correttivo per aumento della larghezza di fondazione	=	0.87		per $D/B > 1$; $dq = 1 + 2 * \tan\phi' * (1 - \senf) / 2 * (D/B) * \atan(D/B)$				
kh	coefficiente sismico orizzontale per inerzia del terreno	=	0.068		1.00 per definizione				
kv	coefficiente sismico verticale per inerzia del terreno	=	0.034		$1 - 0.25 * \log(B/2)$ per $B >= 2$				J.E. Bowles, 1988
zc	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma	=	0.77		tabella 7.11.1 del D.M. 14-01-2008				
zq	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma	=	0.78		$kh / 2$				
zg	fattore riduttivo per effetto delle azioni inerziali del terreno in caso di sisma	=	0.60		$\exp(-4.3 * kh * (1 + XX))$				Al-Karni & Budhu, 1993
					$(1 - Kv) * \exp(-(5.3 * kh * 1.2) / (1 - Kv))$				Al-Karni & Budhu, 1993
					$(1 - 2/3 * Kv) * \exp(-(9 * kh * 1.1) / (1 - Kv))$				Al-Karni & Budhu, 1993
Applicando suddetta formula generale di Brinch-Hanssen assumendo i fattori riduttivi per l'azioni inerziali del terreno in caso di sisma si calcola il carico limite N_{lim} in condizioni sismiche									
$N_{lim} =$		$=$		257 kPa					
In caso di un substrato roccioso il valore del carico N_{lim} va ridotto in funzione del RQD:									
$N_{lim}' = N_{lim} * RQD^2$		$=$		0 kPa					
In RQD	Rock Quality Designation (pezzi > 10cm per metro)	$=$		0%					
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.8 al carico limite N_{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto									
$Rd = N_{lim} / 1.8$		$=$		143 kPa		$=$		$1.43 \text{ daN/cm}^2 = 14.3 \text{ ton/mq}$	

VALUTAZIONE DEL CARICO LIMITE T_{lim} ORRIZONTALE IN CONDIZIONI SISMICHE SUL PIANO DI POSA

Per la verifica del carico limite orizzontale T_{lim} si applica la formula generale:									
$T_{lim} = c_{a_d} * mc\% + (N_k * \tan(\delta'_d) * mm\%) / A_{FONDAZIONI}$				=		35 kPa			
in cui:									
c_{a_d}	coesione di progetto fondazione-terreno			=		41 kPa			
$mc\%$	fattore di riduzione per c_{a_d}			=		0.66		J.E. Bowles, 1988	
N_k statico	carico verticale caratteristico statico			=		17352 kN			
δ'_d	angolo di attrito di progetto terreno-fondazione			=		9.4		$\phi_k * mm$ J.E. Bowles, 1988	
$\tan(\delta'_d)$	tangente del angolo di attrito di progetto terreno-fondazione			=		0.17			
$mm\%$	fattore di riduzione per $\tan(\delta'_d)$			=		67%			
mm = 0.67 a favore della sicurezza, ma potrebbero essere assunto mm = 1 poiché il calcestruzzo fresco aderisce bene al terreno, quindi di fatto l'attrito avviene tra terreno e terreno									
A_{FOND}	superficie effettiva delle fondazioni			=		242.74 mq		L * B per fondazioni a platea 242.74	
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 1.1 al carico limite T_{lim} , come prescritto del D.M. dell' 18-01-2008 per approccio 2, si ottiene un resistenza di progetto									
$Rd = T_{lim} / 1.1$				=		32 kPa		= 0.317 daN/cm ² = 3.17 ton/mq	

VERIFICA DI FROHLICH

Si considera l'equazione di Frohlich che valuta il carico critico (Q _{crit}) per cui appaiono le prime zone plastiche.									
Qcrit = Nqcrit * (c * cotgφ'k + g1' * D)		=		98 kPa		(condizioni drenate)			
in cui:									
Nq _{crit}	fattore critico dipendente da φ	=	3.11	Nq crit = π / (cotg (φ) - ((π/2)-φ)))					(Frohlich)
c	coesione	=	10.00 kPa						
φ' _k	angolo di attrito interno caratteristico di progetto secondo D.M. 14-01-2008	=	25.0 °	=	0.44 radians				
g1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione	=	20.00 kN/mc	=	2.000 ton/mc				
D	profondità di posa della fondazione	=	0.50 m						
Applicando un fattore di sicurezza uguale a 0.8+1 al carico limite Qcrit si ottiene un carico critico di progetto relativo ai primi fenomeni di plasticizzazione di									
Qcrit_d = Qcrit / 1.0		=		98 kPa		=		0.978 daN/cmq = 9.78 ton/mq	

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari

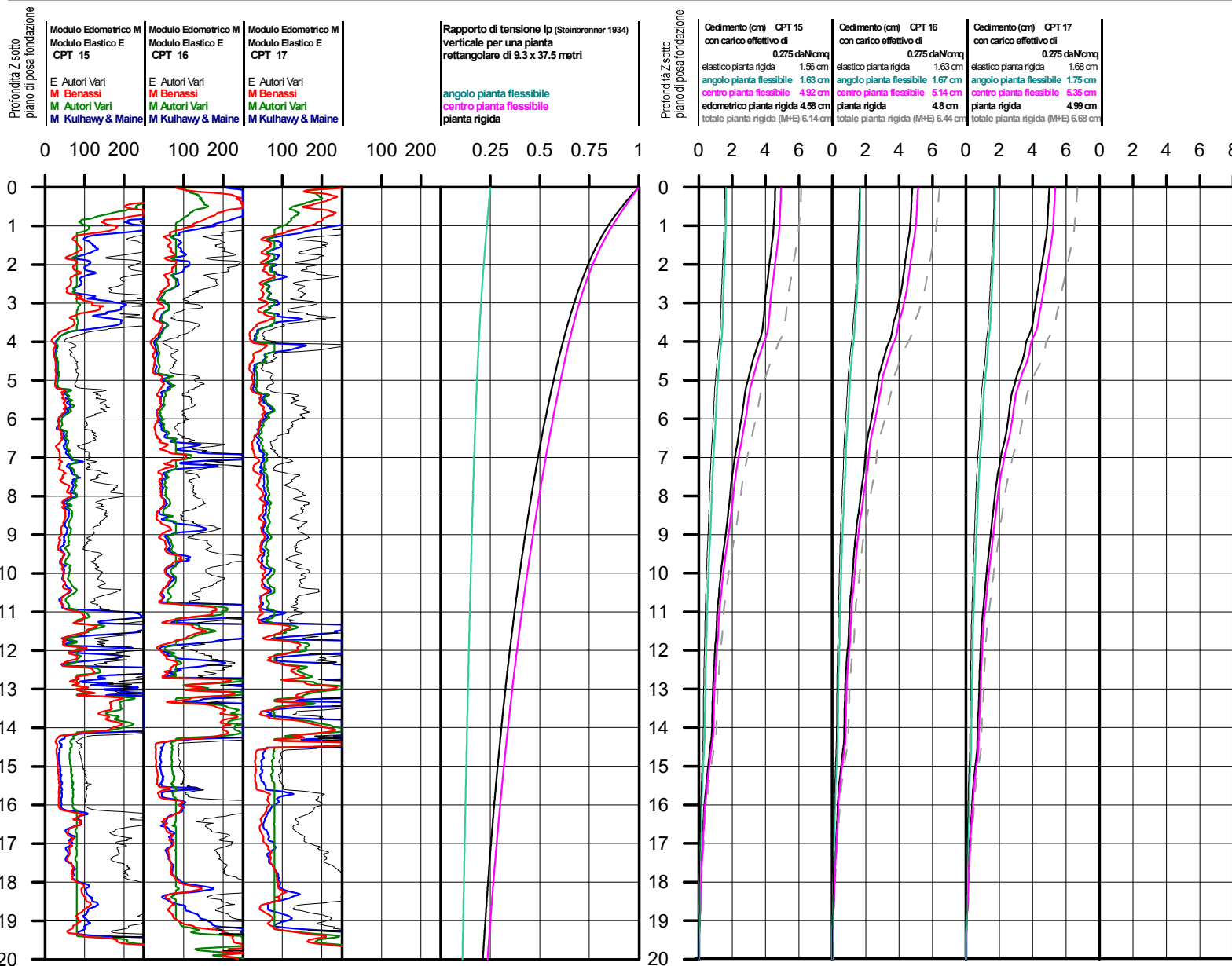


**Società di
Geologia
Territoriale**

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



CALCOLO DEI CEDIMENTI

Larghezza fondazione (b) 9.30 m
Lunghezza fondazione (a) 37.50 m

Carico applicato 0.350 daN/cm²

Calcolo fino a profondità massima di 20.00 m da piano fondazi

Modulo Edometrico secondo Benassi

PROVA A 15

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.275 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 1.56 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 4.58 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 6.14 cm

PROVA B 16

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.275 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 1.63 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 4.80 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 6.44 cm

PROVA C 17

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.275 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 1.68 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 5.00 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 6.68 cm

PROVA D

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.275 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 0.00 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** #VALORE! cm

RIEPILOGO CEDIMENTI (calcolati con M secondo Benassi)

Comune	Conselice	Distanza fondazione tra (m)		angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Distanze tra le prove (m) / Distanza ipotizzata della variabilità litotecnica (m)	Prova 15	Prova 16	Prova 17	
Località	Lavezzola			angolo	4.65	18.75	19.32		15	16	17	
Committente	Surgital s.p.a.			spigolo corto	4.65	19.32	18.75	Prova 15	10	10	10	10
Fondazione rettangolare	9.3 X 37.5 m			spigolo lungo	18.75	19.32	4.65	Prova 16	10	10	10	10
Piano di posa	0.5 -- 0.5 m			centro	19.32	18.75	4.65	Prova 17	10	10	10	10
Carico applicato	0.35 daN/cm2								10	10	10	

 **Società di Geologia Territoriale**

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

CEDIMENTI EDMETRICI PER CAUSA DI DIFFERENZE TRA LE POSIZIONE NELLA PIANTA DI FONDAZIONE

PROVA 15	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali (%)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali massimi cm	%	L / Δ
Pianta rettangolare			angolo	0.88	1.53	3.29		angolo	0.19	0.08	0.17	3.29	0.38	264
priva rigidezza angolo	1.64		spigolo corto	0.88	0.65	2.41		spigolo corto	0.19	0.03	0.13			
priva rigidezza spigolo corto	2.52		spigolo lungo	1.53	0.65	1.76		spigolo lungo	0.08	0.03	0.38			
priva rigidezza spigolo lungo	3.17		centro	3.29	2.41	1.76		centro	0.17	0.13	0.38			
priva rigidezza centro	4.93													
rigida	0.00	4.58												

PROVA 16	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali (%)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali massimi cm	%	L / Δ
Pianta rettangolare			angolo	0.95	1.58	3.46		angolo	0.20	0.08	0.18	3.46	0.41	246
priva rigidezza angolo	1.68		spigolo corto	0.95	0.63	2.52		spigolo corto	0.20	0.03	0.13			
priva rigidezza spigolo corto	2.62		spigolo lungo	1.58	0.63	1.89		spigolo lungo	0.08	0.03	0.41			
priva rigidezza spigolo lungo	3.26		centro	3.46	2.52	1.89		centro	0.18	0.13	0.41			
priva rigidezza centro	5.14													
rigida	0.00	4.80												

PROVA 17	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali (%)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali massimi cm	%	L / Δ
Pianta rettangolare			angolo	0.98	1.64	3.60		angolo	0.21	0.09	0.19	3.60	0.42	237
priva rigidezza angolo	1.75		spigolo corto	0.98	0.66	2.62		spigolo corto	0.21	0.03	0.14			
priva rigidezza spigolo corto	2.73		spigolo lungo	1.64	0.66	1.96		spigolo lungo	0.09	0.03	0.42			
priva rigidezza spigolo lungo	3.39		centro	3.60	2.62	1.96		centro	0.19	0.14	0.42			
priva rigidezza centro	5.35													
rigida	0.00	5.00												

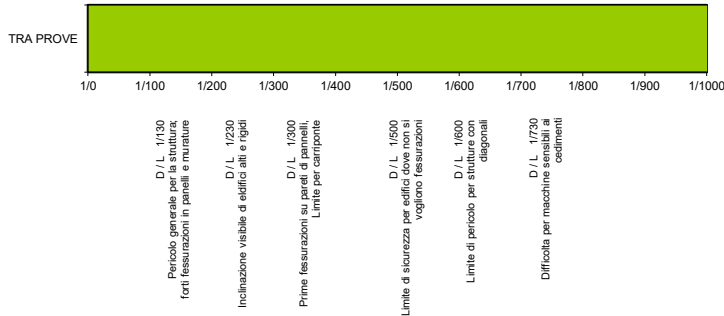
	Cedimenti cumulativo cm secondo Benassi	Cedimenti differenziali (cm)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali (%)	angolo	spigolo corto	spigolo lungo	centro	Cedimenti differenziali massimi cm	%	L / Δ
Pianta rettangolare			angolo					angolo						
priva rigidezza angolo			spigolo corto					spigolo corto						
priva rigidezza spigolo corto			spigolo lungo					spigolo lungo						
priva rigidezza spigolo lungo			centro					centro						
priva rigidezza centro														
rigida	0.00													

CEDIMENTI PER CAUSA DI DIFFERENZE TRA LE PROVE

Pianta rettangolare rigida	Cedimenti cumulativo in cm			Cedimenti differenziali	Prova	Prova	Prova		Cedimenti differenziali	Prova	Prova	Prova		Cedimenti differenziali edometrici massimi		
	Elastici	Edometrici	Totale	Edometrici (cm)	15	16	17		Edometrici (%)	15	16	17		cm	%	L / Δ
	Prova 15	1.56	4.58	6.14	Prova 15	0.221		0.414		Prova 15	0.022		0.041	0.41	0.04	2418
	Prova 16	1.63	4.80	6.44	Prova 16	0.221		0.192		Prova 16	0.022		0.019			
	Prova 17	1.68	5.00	6.68	Prova 17	0.414	0.192			Prova 17	0.041	0.019				

LIMITE DELLE DISTORSIONI ANGOLARI (BJERRUM 1963)

DISTORZIONE MASSIMA TRA PROVE L / Δ = 2418



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 soddisfanno una delle condizioni imposte e strutture in cemento armato con fondazioni a plinti.	6 - 8	1/300 - 1/500
5	strutture prefabbricate costituite da grandi pareti o elementi a blocchi.	5 - 6	1/500 - 1/700

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI

Modulo Edometrico M secondo Benassi

Modulo Elastico E secondo Autori Vari

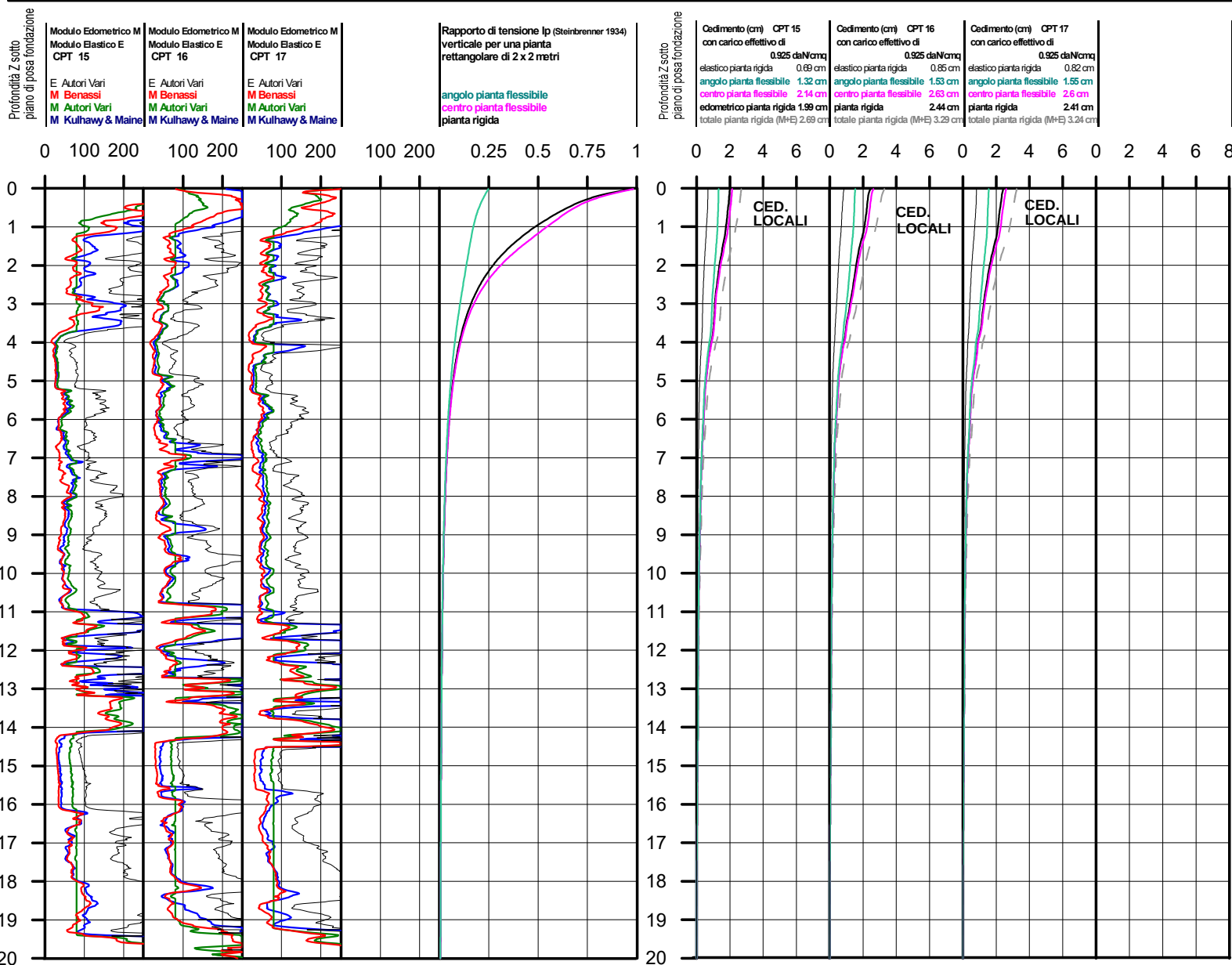


**Società di
Geologia
Territoriale**

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



CALCOLO DEI CEDIMENTI LOCALI

Larghezza fondazione (b) 2.00 m
Lunghezza fondazione (a) 2.00 m

Carico applicato 1.000 daN/cm²

Calcolo fino a profondità massima di 20.00 m da piano fondazi

Modulo Edometrico secondo Benassi

PROVA A 15

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.925 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 0.69 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 1.99 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 2.69 cm

PROVA B 16

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.925 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 0.85 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 2.44 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 3.29 cm

PROVA C 17

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.925 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 0.82 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** 2.42 cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** 3.24 cm

PROVA D

Profondità fondazione 0.50 m
Densità terreno sopra la fondazione 1500 daN/mc
Applicare detrazione per terreno asportato si
Carico effettivo sulle fondazione 0.925 daN/cm²

Cedimenti per pianta rigida **Elastici** 0.00 cm
Cedimenti per pianta rigida **Edometrici** cm
Cedimenti per pianta rigida **Totale** #VALORE! cm

Prove e sondaggi eseguiti all'interno del sito dell'azienda.

 SOGEO S.R.L. INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: SURGITAL S.p.A.		SOND.N. S.1 - PROF. (m): 60.00
	CANTIERE: Lavezzola (RA) - Via Bastia n.16		QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1		LATITUDINE (°): N 44.56987°
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo		LONGITUDINE (°): E 11,87267°
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 18/07/2011-19/07/2011
PIEZOMETRO:			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 168-11	CERTIFICATO N°: C11-085-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 26/07/2011
			PAGINA N°: 1 di 3

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	Inclinometro
1			0.20		Terreno di riporto costituito da ghiaia media subarrotondata di colore grigio				0.20		
2	3.0	1.20	1.50		Sabbia limosa di colore marrone - grigio						
			1.70		Limo argilloso di colore grigio con striature nere	1.70					
3	2.5	1.10	2.30		Campione indisturbato	2.30					
4	1.5	0.80			Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre e con alcuni bioclasti						
	2.3	1.10									
5	1.5	0.80	5.00								
6			5.80		Sabbia fine di colore grigio						
	0.4	0.20	6.30		Limo di colore grigio						
7			6.50		Limo argilloso di colore grigio - marrone scuro - nerastro con sostanza organica	6.50					
			7.10		Campione indisturbato	7.10					
8					Limo argilloso di colore grigio - marrone scuro - nerastro con sostanza organica						
9	0.7	0.30	8.50								
			9.30		Limo di colore grigio, debolmente sabbioso, con inclusi ricchi in sostanza organica						
10	1.0	0.50			Limo argilloso di colore grigio - grigio scuro, con sostanza organica						
	0.9	0.40									
11	0.8	0.40	11.20								
	0.8	0.40									
12	0.9	0.50									
13											
14					Sabbia fine - media di colore grigio con alcuni bioclasti			13.50			
								10/7/8			
15								13.95			
16											
17											
			17.20								
18	0.6	0.30			Limo debolmente argilloso di colore grigio con livelli millimetrici sabbiosi						
	0.6	0.20									
19	0.6	0.30	18.70		Limo con argilla di colore grigio, con calcinelli	19.00					
	2.0	1.00	19.00		Campione indisturbato	19.60					
20			19.60								
21					Sabbia limosa di colore grigio						
22	2.4	1.10	21.70		Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre						
	2.5	1.20	22.50								
23	2.3	1.10	22.60		Sabbia limosa di colore grigio - giallo						
			23.00		Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre						
24	1.5	0.80	23.30		Sabbia limosa di colore grigio - giallastro						
	2.2	1.00	23.50		Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre	24.00					
			23.85		Sabbia limosa di colore grigio - giallastro	24.60					
25			24.00		Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre						
			24.60		Sabbia limosa di colore grigio - giallastro						
			25.00		Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre						
26					Campione indisturbato						
			26.20		Sabbia limosa di colore grigio - giallastro						
27					Limo con argilla di colore grigio con striature nere e giallastre						
28					Limo sabbioso di colore grigio alternato centimetricamente a sabbia limosa di colore grigio						
			28.50								
29					Sabbia fine - media di colore grigio						
30											

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

 SOGEO S.R.L. INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: SURGITAL S.p.A.		SOND.N. S.1 - PROF. (m): 60.00
	CANTIERE: Lavezzola (RA) - Via Bastia n.16		QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1		LATITUDINE (°): N 44.56987°
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo		LONGITUDINE (°): E 11,87267°
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 18/07/2011-19/07/2011
PIEZOMETRO:			SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 168-11	CERTIFICATO N°: C11-085-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 26/07/2011
			PAGINA N°: 2 di 3

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita' [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz. Norton	Inclinometro
31					Sabbia fine - media di colore grigio			30.00 9/12/15 30.45			
32	2.2	1.00	31.70		Limo argilloso di colore grigio scuro con inclusi ricchi in sostanza organica						
	2.3	1.10	32.00		Limo con argilla di colore grigio con alcune striature nere e giallastre						
33	2.3	1.10	33.10		Limo sabbioso di colore grigio - giallastro						
34					Limo con argilla di colore grigio con striature giallastre						
35	2.0	1.00	34.60		Limo argilloso di colore grigio con lenti e livelli millimetrici sabbiosi e con striature nere e giallastre	36.00					
	2.0	1.00	35.30		Campione indisturbato	C.I. 5					
36	2.0	1.00	36.00		Limo argilloso di colore grigio con lenti e livelli millimetrici sabbiosi e con striature nere e giallastre	36.60					
			36.60		Limo sabbioso di colore grigio						
37	1.5	0.70			Limo con argilla di colore grigio con alcune variegature nere e giallastre						
	1.7	0.80			Limo sabbioso di colore grigio						
38	2.0	1.00	38.25		Limo con argilla di colore grigio con alcune variegature nere e giallastre						
39					Limo sabbioso di colore grigio						
40	3.0	1.40	39.60		Limo con argilla di colore grigio con alcune variegature nere e giallastre						
41	2.7	1.30			Limo con argilla di colore grigio con alcune variegature nere e giallastre						
	3.0	1.40			Sabbia fine di colore grigio						
42	2.7	1.20			Argilla limosa di colore grigio						
	2.5	1.10	42.40		Limo sabbioso di colore grigio						
43	4.0		42.70		Limo sabbioso di colore grigio						
	2.6	1.20			Campione indisturbato	44.40					
44			43.70		Argilla limosa di colore grigio	C.I. 6					
			44.40		Limo sabbioso di colore grigio	45.00					
45	2.0	1.00	45.00		Argilla limosa di colore grigio						
			45.30		Limo sabbioso di colore grigio						
46	1.2	0.60	45.70		Argilla limosa di colore grigio con striature nere						
			46.10		Sabbia limosa di colore grigio						
47					Limo sabbioso di colore grigio						
48	2.5	1.20	47.60		Argilla limosa di colore grigio	48.40					
	2.2	1.00	47.80		Campione indisturbato	C.I. 7					
			48.00		Argilla limosa di colore grigio con striature nere e con bioclasti	49.00					
49	2.0	1.00	48.40		Limo sabbioso di colore grigio						
	2.0	1.00	49.00		Limo sabbioso di colore grigio						
50	2.0	1.00	49.75		Sabbia media - fine di colore grigio						
51			50.50		Argilla limosa di colore grigio con striature nere e con bioclasti						
52	1.7	0.80			Limo sabbioso di colore grigio						
	1.6	0.80			Argilla limosa di colore grigio con striature nere e con bioclasti						
53	2.2	1.00	53.00		Limo sabbioso di colore grigio						
54					Campione indisturbato	54.00					
			54.00		Argilla limosa di colore grigio con striature nere, con bioclasti e con inclusi ricchi in sostanza organica. Da -57.80 m presenti calcinelli	C.I. 8					
55	1.8	0.80	54.60		Limo sabbioso di colore grigio	54.60					
	1.1	0.50			Limo sabbioso di colore grigio						
56	2.0	0.80			Argilla limosa di colore grigio, con sostanza organica fino a -59.55 m						
	1.4	0.70									
57	1.4	0.70									
	1.4	0.70									
58	1.3	0.60									
	1.8	0.90									
59	2.0	1.00	58.50								
60	2.0	1.00	59.50								
			60.00								

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

 SOGEO[®] S.R.L. INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: SURGITAL S.p.A.			SOND.N. S.1 - PROF. (m): 60.00
	CANTIERE: Lavezzola (RA) - Via Bastia n.16			QUOTA (m): p.d.c.
	PERFORATRICE: CMV MK900 D1			LATITUDINE (°): N 44.56987°
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo			LONGITUDINE (°): E 11,87267°
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm		ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 18/07/2011-19/07/2011
PIEZOMETRO:				SCALA: 1:100
RIF.PREV.N°: 168-11	CERTIFICATO N°: C11-085-1	RAPPORTO N°: -----	DATA DI EMISSIONE: 26/07/2011	PAGINA N°: 3 di 3

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita' [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz. Norton	Inclinometro
61			60.00								

Note: Livello acqua rilevato a -0.20 m dal p.d.c. a fine sondaggio. -----	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

COMMITTENTE: SURGITAL S.p.A.
RIF. N° : 168-11

LOCALITA': Lavezzola (RA) - Via Bastia, 16 **SONDAGGIO N: S.1**
ALLEGATO A: C11-085-1 **DATA:** 18/07/2011



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Cassa 8 da -35.0 a -40.0 m



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m



Cassa 7 da -30.0 a -35.0 m



Cassa 10 da -45.0 a -50.0 m



Cassa 12 da -55.0 a -60.0 m



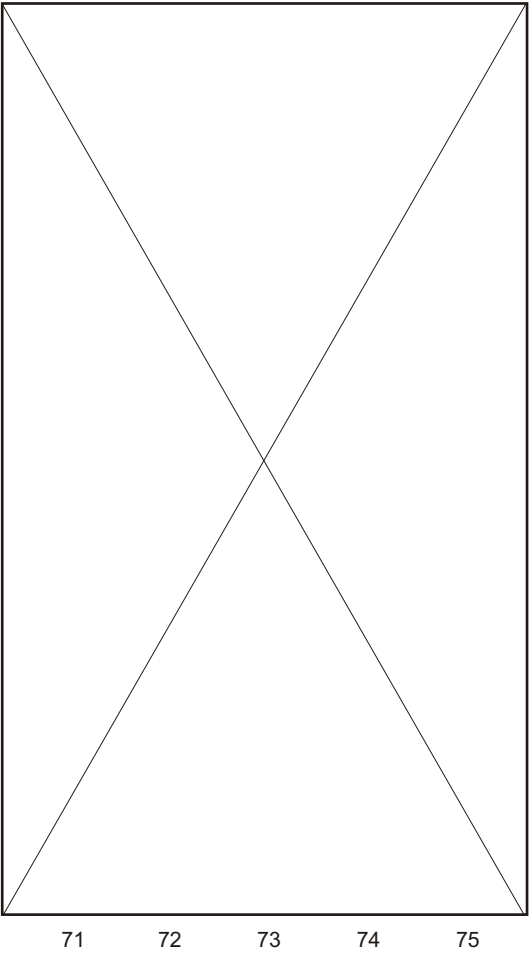
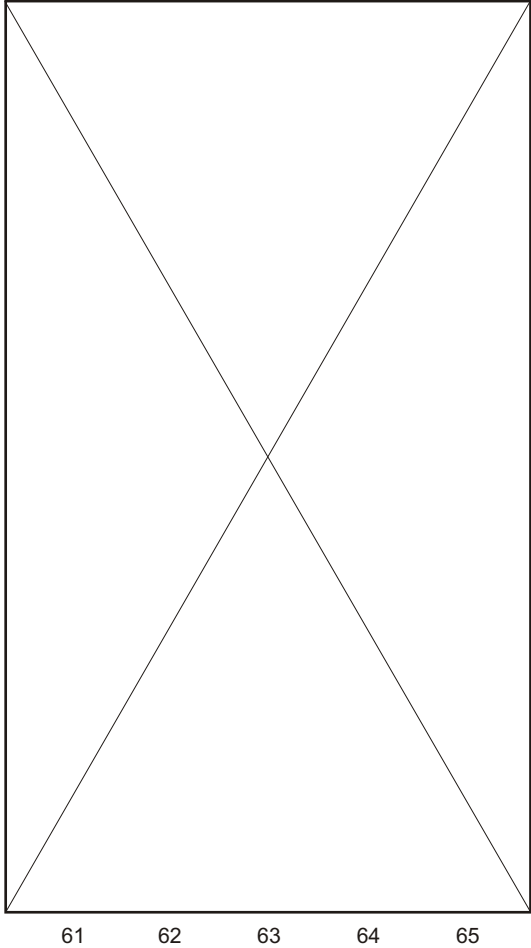
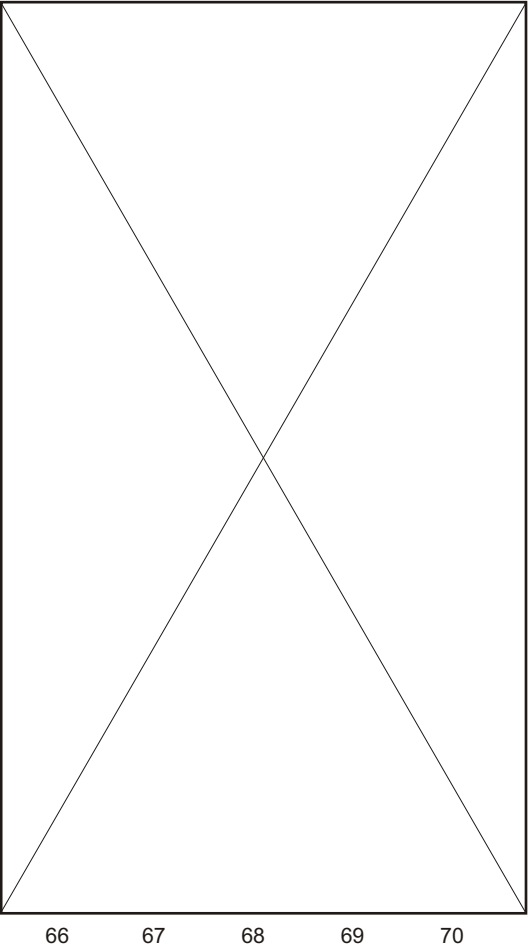
Cassa 9 da -40.0 a -45.0 m



Cassa 11 da -50.0 a -55.0 m

COMMITTENTE: SURGITAL S.p.A.
RIF. N° : 168-11

LOCALITA': Lavezzola (RA) - Via Bastia, 16 **SONDAGGIO N: S.1**
ALLEGATO A:
DATA: 18/07/2011



CERTIFICATO n° :**CSP_11/0768-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0768_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	1	Profondità :	1.70 - 2.30	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	--------------------	----------

DATA PRELIEVO : 18/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/2011

DATA TERMINE PROVA: 27/07/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0768-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 1 **PROFONDITA' :** 1.70 ÷ 2.30 m

Data descrizione : 27/07/11 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 34 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
1.96	2.04	Campione rimaneggiato.
2.04	2.30	A L di colore bruno oliva chiaro (HUE 2.5Y 5/3). Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre. Forte 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)
 $\wedge$ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE		P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)			
1.80				
	1.96			
	2.04			
		0.25 $\wedge$		
		0.17 $\wedge$		
		0.27 $\wedge$		
		0.32 $\wedge$		
2.30	2.30			CNW, MVT, EDO GRS, Gs, LIM

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0768-01

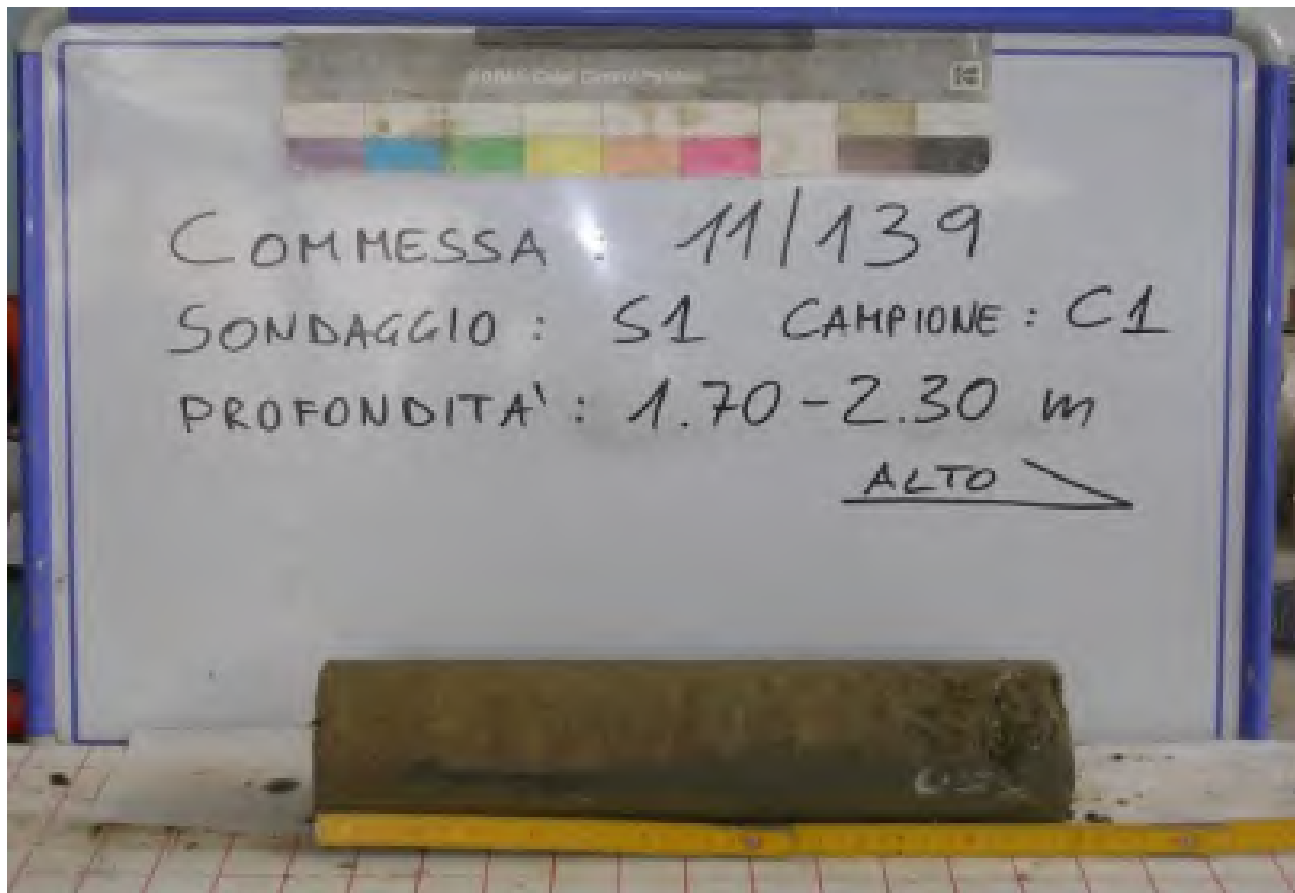
DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': 1.70 - 2.30 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_11/0768-05****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0768_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 08/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio : S1	Campione : 1	Profondità : 1.70 - 2.30 m
-----------------------	---------------------	-----------------------------------

DATA PRELIEVO : 18/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/11**DATA TERMINE PROVA:** 08/08/11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_11/0768-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 2 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

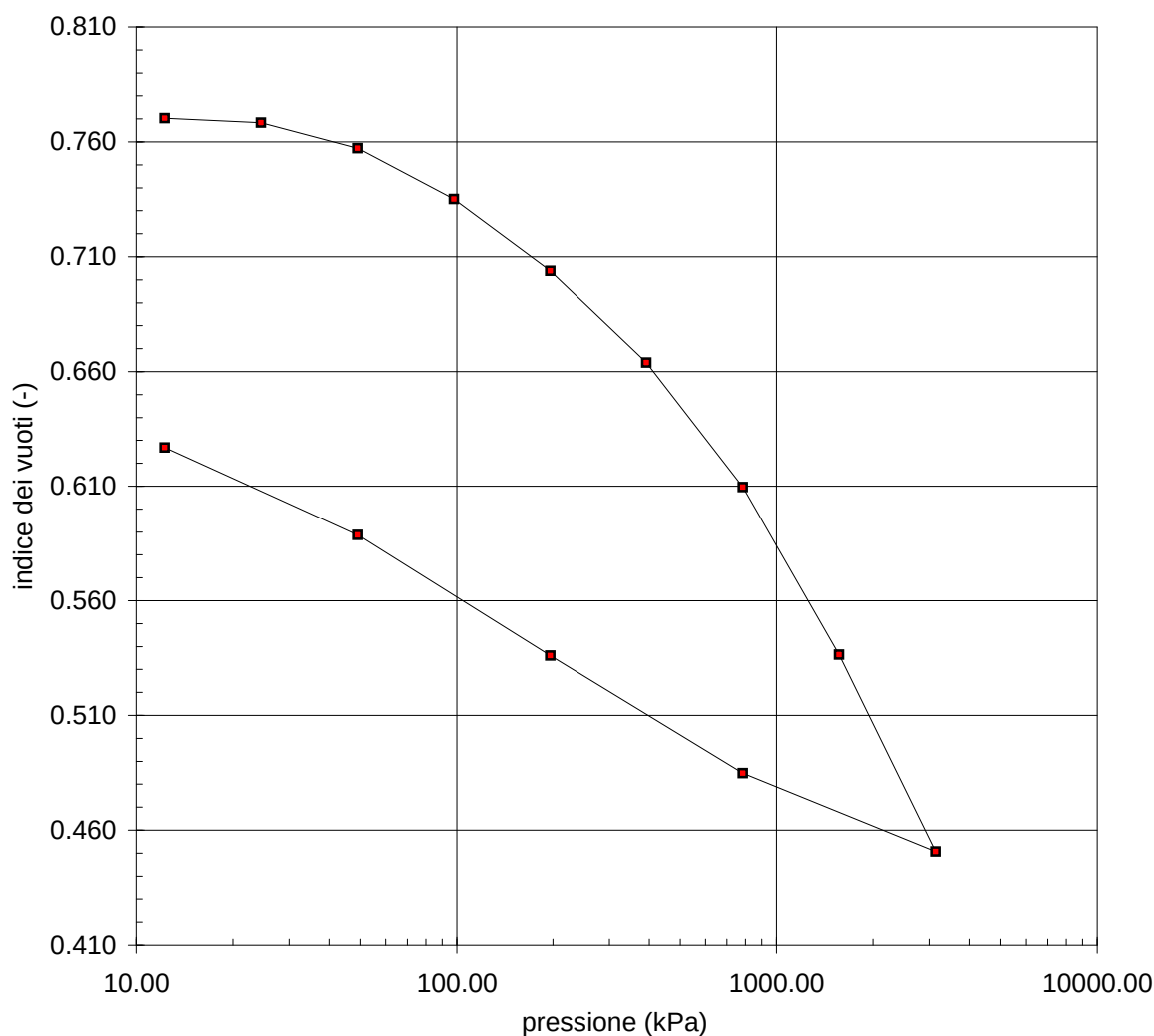
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 1 **PROFONDITA':** 1.70 ÷ 2.30 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato **PROFONDITA':** 2.26 ÷ 2.29 m

		Inizio prova		Fine prova	
Altezza provino	(mm)	H ₀	= 20.00	H _f	= 18.28
Diametro provino	(mm)	D ₀	= 71.36	D _f	= 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w ₀	= 26.94	w _f	= 22.70
Riferimento:	-				
Peso di volume totale	(kN/m ³)	γ	= 19.18	γ _f	= 20.28
Riferimento:	-				
Peso di volume secco	(kN/m ³)	γ _d	= 15.11	γ _{df}	= 16.53
Indice dei vuoti	(-)	e ₀	= 0.780	e _f	= 0.627
Grado di saturazione	(%)	S ₀	= 94.73	S _f	= 99.30
Peso specifico dei grani	(-)	G _s	= 2.750	assunto	
Riferimento:	-				



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_11/0768-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

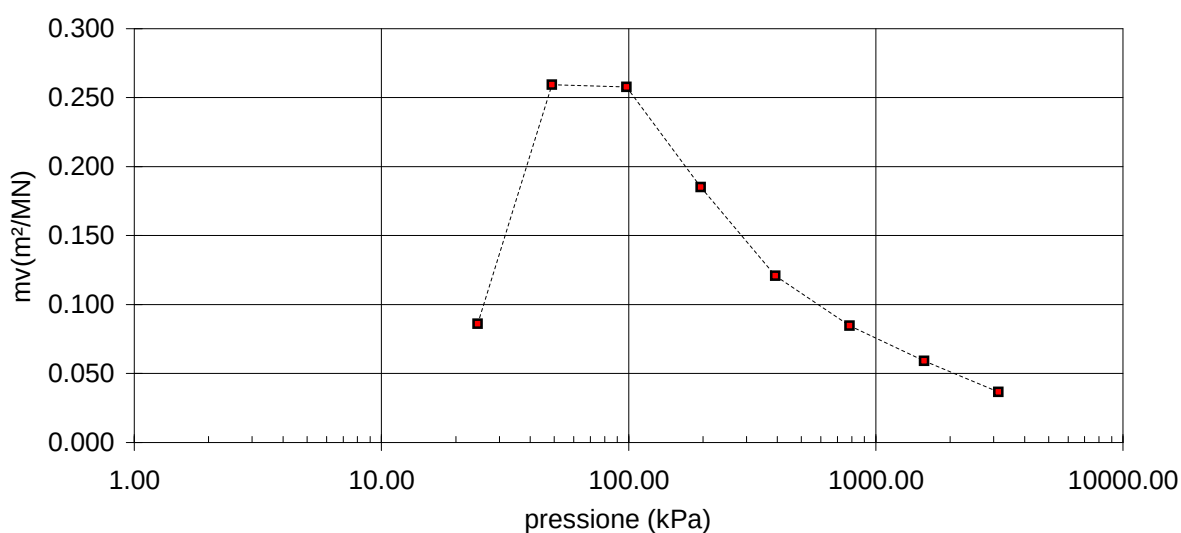
Pagina 3 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 1 **PROFONDITA':** 1.70 ÷ 2.30 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato						
$H_0 =$		20.00 mm	$D =$		71.36 mm	
$e_0 =$		0.780				
pressione verticale	ΔH	e	m_v	c_v	k_v	
n°	kPa	mm	-	m ² /MN	m ² /s	m/s
1	12	0.105	0.770	-	-	-
2	25	0.126	0.768	0.086	-	-
3	49	0.252	0.757	0.259	-	-
4	98	0.500	0.735	0.258	-	-
5	196	0.851	0.704	0.185	-	-
6	392	1.300	0.664	0.121	7.83E-08	9.26E-11
7	785	1.911	0.610	0.085	-	-
8	1569	2.732	0.537	0.059	-	-
9	3138	3.697	0.451	0.037	-	-
10	785	3.314	0.485	-	-	-
11	196	2.737	0.536	-	-	-
12	49	2.146	0.589	-	-	-
13	12	1.717	0.627	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO	CSP_11/0768-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	1
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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	
Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 28/07/11		Inizio prova: 29/07/11		Inizio prova: 30/07/11		Inizio prova: 31/07/11		Inizio prova: 01/08/11	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	0.077	0.1	0.113	0.1	0.124	0.1	0.308	0.1	0.58	0.1	0.952	0.1	1.405	0.1	2.018
0.25	0.094	0.25	0.117	0.25	0.173	0.25	0.321	0.25	0.593	0.25	0.967	0.25	1.424	0.25	2.041
0.4	0.096	0.4	0.119	0.4	0.178	0.4	0.329	0.4	0.607	0.4	0.978	0.4	1.437	0.4	2.065
0.5	0.098	0.5	0.12	0.5	0.182	0.5	0.33	0.5	0.61	0.5	0.986	0.5	1.448	0.5	2.071
1	0.105	1	0.122	1	0.189	1	0.343	1	0.63	1	1.009	1	1.478	1	2.113
2	0.112	2	0.123	2	0.197	2	0.358	2	0.655	2	1.043	2	1.523	2	2.169
4	0.118	4	0.124	4	0.206	4	0.379	4	0.687	4	1.085	4	1.583	4	2.248
8	0.125	8	0.125	8	0.215	8	0.404	8	0.725	8	1.135	8	1.655	8	2.349
15	0.128	15	0.125	15	0.222	15	0.426	15	0.759	15	1.177	15	1.721	15	2.45
30	0.105	30	0.126	30	0.231	30	0.447	30	0.788	30	1.212	30	1.778	30	2.542
60	-	60	-	60	0.236	60	0.462	60	0.805	60	1.234	60	1.815	60	2.601
120	-	120	-	120	0.242	120	0.473	120	0.817	120	1.25	120	1.84	120	2.639
240	-	240	-	240	0.247	240	0.481	240	0.828	240	1.264	240	1.863	240	2.67
480	-	480	-	480	0.25	480	0.493	480	0.838	480	1.283	480	1.885	480	2.7
960	-	960	-	960	0.252	960	0.496	960	0.845	960	1.292	960	1.901	960	2.719
1440	-	1440	-	1440	-	1381	0.5	1440	0.851	1440	1.3	1440	1.911	1440	2.732
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	3987	-	4320	-
Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 28/07/11		Fine prova: 29/07/11		Fine prova: 30/07/11		Fine prova: 31/07/11		Fine prova: 01/08/11		Fine prova: 02/08/11	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO	CSP_11/0768-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	1
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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		0 - 0		0 - 0	
Inizio prova: 02/08/11		Inizio prova: 03/08/11		Inizio prova: 04/08/11		Inizio prova: 05/08/11		Inizio prova: 06/08/11		Inizio prova: -		Inizio prova: -		Inizio prova: -	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	2.824	0.1	3.634	0.1	3.28	0.1		0.1	2.132	0.1	-	0.1	-	0.1	-
0.25	2.869	0.25	3.6	0.25	3.239	0.25		0.25	2.131	0.25	-	0.25	-	0.25	-
0.4	2.892	0.4	3.553	0.4	3.228	0.4		0.4	2.129	0.4	-	0.4	-	0.4	-
0.5	2.909	0.5	3.542	0.5	3.221	0.5		0.5	2.128	0.5	-	0.5	-	0.5	-
1	2.956	1	3.518	1	3.201	1		1	2.124	1	-	1	-	1	-
2	3.025	2	3.488	2	3.173	2		2	2.117	2	-	2	-	2	-
4	3.12	4	3.452	4	3.135	4		4	2.108	4	-	4	-	4	-
8	3.238	8	3.414	8	3.081	8		8	2.093	8	-	8	-	8	-
15	3.358	15	3.381	15	3.015	15		15	2.073	15	-	15	-	15	-
30	3.473	30	3.353	30	2.933	30		30	2.04	30	-	30	-	30	-
60	3.546	60	3.336	60	2.854	60		60	1.991	60	-	60	-	60	-
120	3.592	120	3.328	120	2.8	120		120	1.925	120	-	120	-	120	-
240	3.629	240	3.323	240	2.772	240		240	1.849	240	-	240	-	240	-
480	3.668	480	3.319	480	2.761	480		480	1.781	480	-	480	-	480	-
960	3.688	960	3.315	960	2.743	960		960	1.736	960	-	960	-	960	-
1258	3.697	1249	3.314	1440	2.737	1440	2.146	1440	1.717	1440	-	1440	-	1440	-
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2703	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-
Fine prova: 03/08/11		Fine prova: 04/08/11		Fine prova: 05/08/11		Fine prova: 06/08/11		Fine prova: 07/08/11		Fine prova: -		Fine prova: -		Fine prova: -	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°
CSP_11/0768-05
DATA EMISSIONE
08/08/2011
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 1 **PROFONDITA' :** 1.70 ÷ 2.30 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL
INTERVALLO DI PRESSIONE n°
6
da
196 kPa
a
392 kPa
VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.952	960	1.292
0.25	0.967	1440	1.300
0.4	0.978	1920	-
0.5	0.986	2880	-
1	1.009	4320	-
2	1.043	-	-
4	1.085	-	-
8	1.135		
15	1.177		
30	1.212		
60	1.234		
120	1.250		
240	1.264		
480	1.283		

VALORI CALCOLATI
 t_{100} (min) = 33.97

 d_{100} (mm) = 1.24

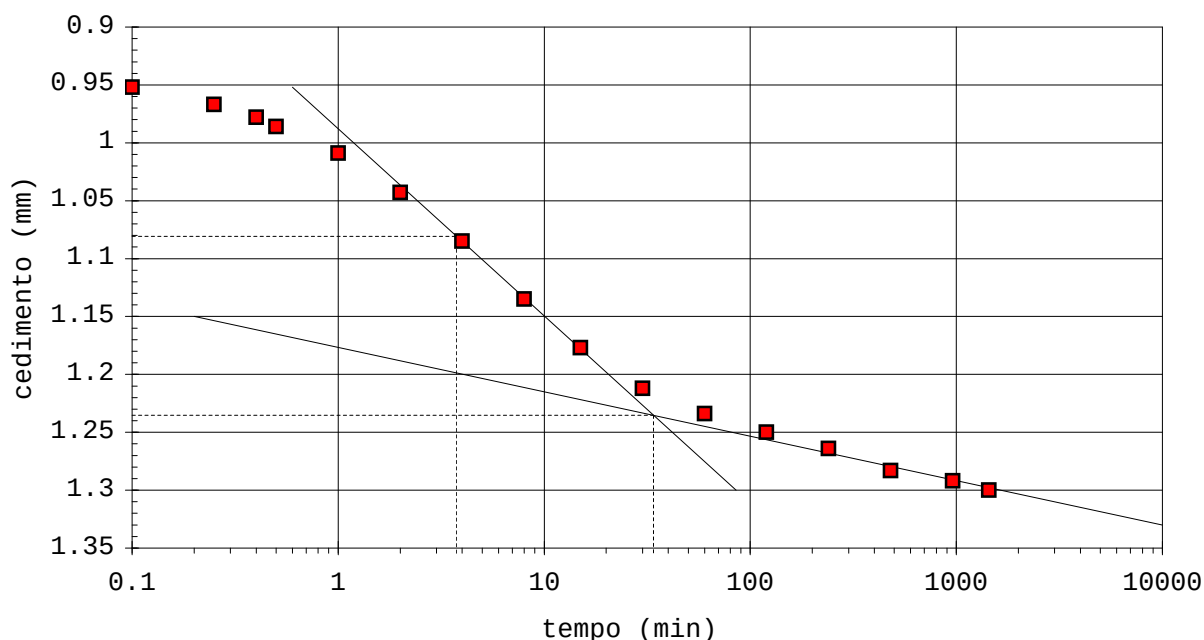
 t_{50} (min) = 3.75

 d_{50} (mm) = 1.08

 c_v (m²/sec) = 7.832E-08

 C_a (-) = -

 m_v (m²/kN) = 1.210E-04

 k_v (m/sec) = 9.264E-11


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_11/0769-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0769_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	2	Profondità :	6.50 - 7.10	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	--------------------	----------

DATA PRELIEVO : 18/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/2011

DATA TERMINE PROVA: 27/07/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_11/0769-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488

SONDAGGIO : S1 CAMPIONE : 2 PROFONDITA' : 6.50 ÷ 7.10 m

Data descrizione : 27/07/11 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): Q.5 Dimensioni del campione : L = 52 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
6.58	6.62	Campione rimaneggiato.
6.62	6.82	A L di colore bruno grigiastro (HUE 2.5Y 5/2). Presenza di abbondanti resti vegetali, foglie, torba, frustoli.
6.82	7.10	A L di colore bruno grigiastro molto scuro (HUE 2.5Y 3/2). Presenza di resti vegetali, frustoli, puntinature nerastre.
		Nessuna 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. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)				
6.50						
			6.58			
			6.62	0.1 ^		
				0.11 ^		
				0.1 ^		
				0.11 ^		
			6.82	0.1 ^		
				0.1 ^		
				0.11 ^		
				0.09 ^		
				0.09 ^		
7.10			7.10	0.06 =		

CNW, MVT, EDO

GRS, Gs, LIM

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0769-01

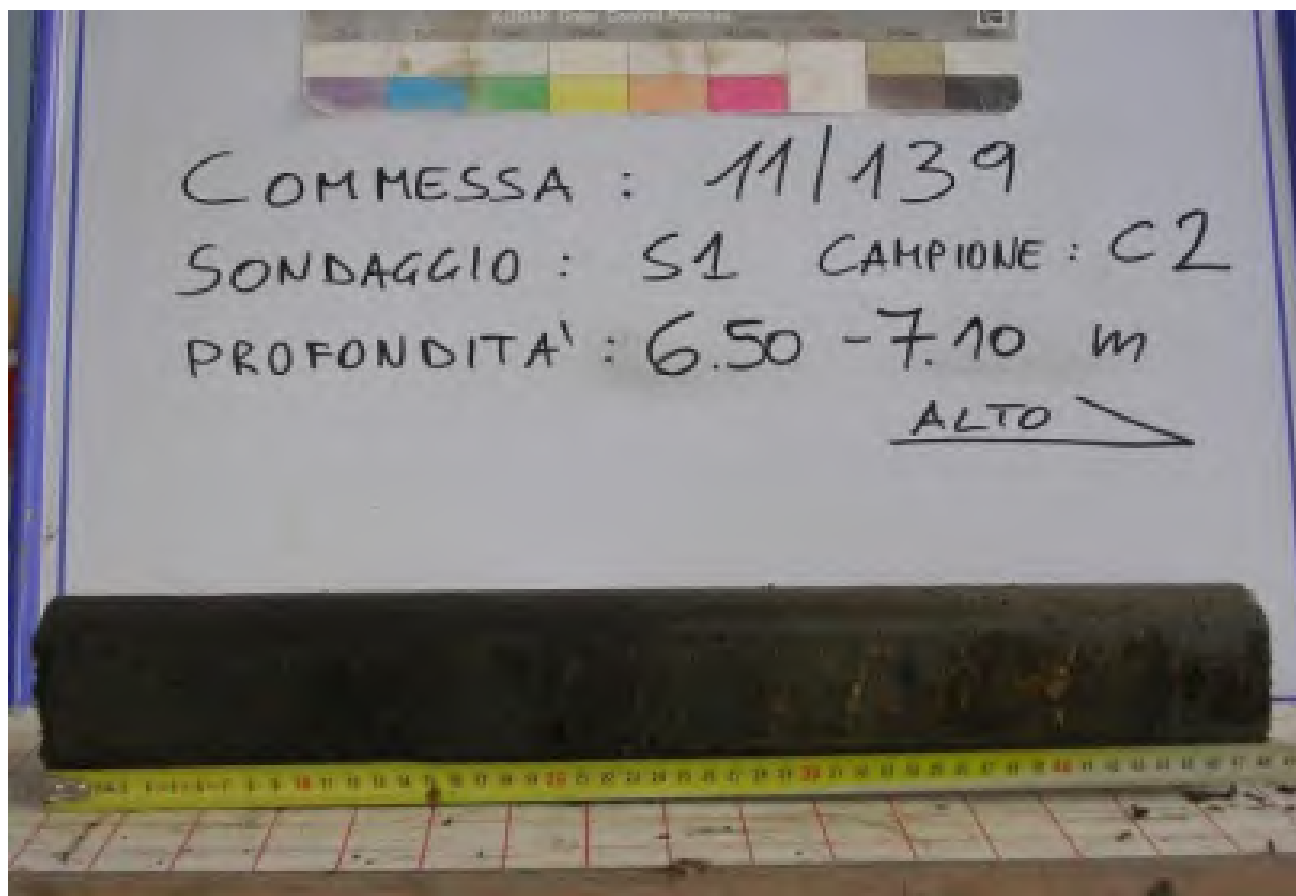
DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1 **CAMPIONE:** 2 **PROFONDITA':** 6.50 - 7.10 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_11/0769-05****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0769_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 08/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	2	Profondità :	6.50 - 7.10	m
--------------------	----	-------------------	---	---------------------	-------------	---

DATA PRELIEVO : 18/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/11**DATA TERMINE PROVA:** 08/08/11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_11/0769-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 2 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

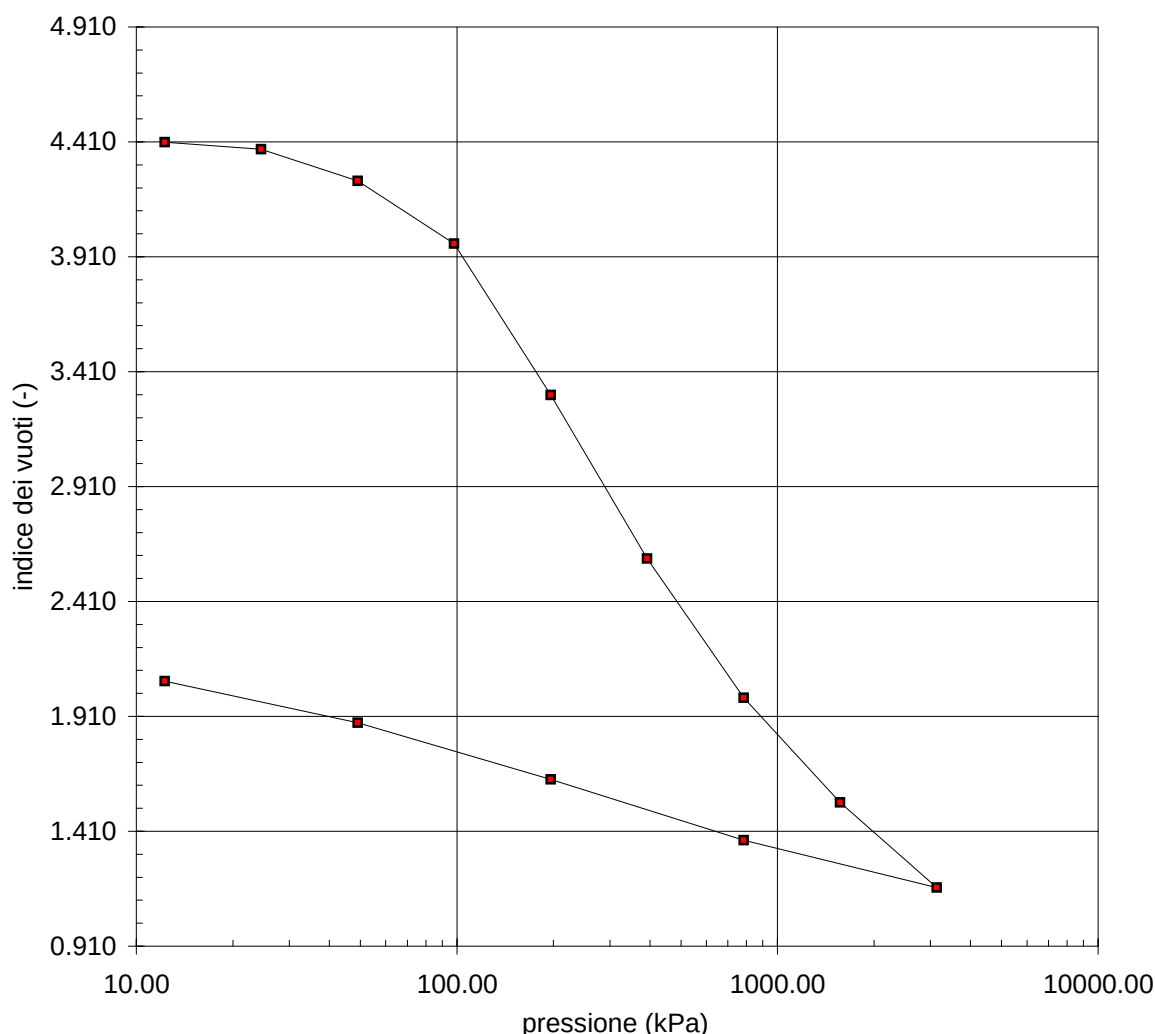
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 2 **PROFONDITA':** 6.50 ÷ 7.10 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato **PROFONDITA':** 7.02 ÷ 7.05 m

		Inizio prova		Fine prova	
Altezza provino	(mm)	H ₀	= 20.00	H _f	= 11.29
Diametro provino	(mm)	D ₀	= 71.36	D _f	= 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w ₀	= 154.06	w _f	= 74.79
Riferimento:	-				
Peso di volume totale	(kN/m ³)	γ	= 12.13	γ _f	= 14.78
Riferimento:	-				
Peso di volume secco	(kN/m ³)	γ _d	= 4.78	γ _{df}	= 8.46
Indice dei vuoti	(-)	e ₀	= 4.426	e _f	= 2.064
Grado di saturazione	(%)	S ₀	= 91.97	S _f	= 95.76
Peso specifico dei grani	(-)	G _s	= 2.650	assunto	
Riferimento:	-				



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_11/0769-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 3 di 6

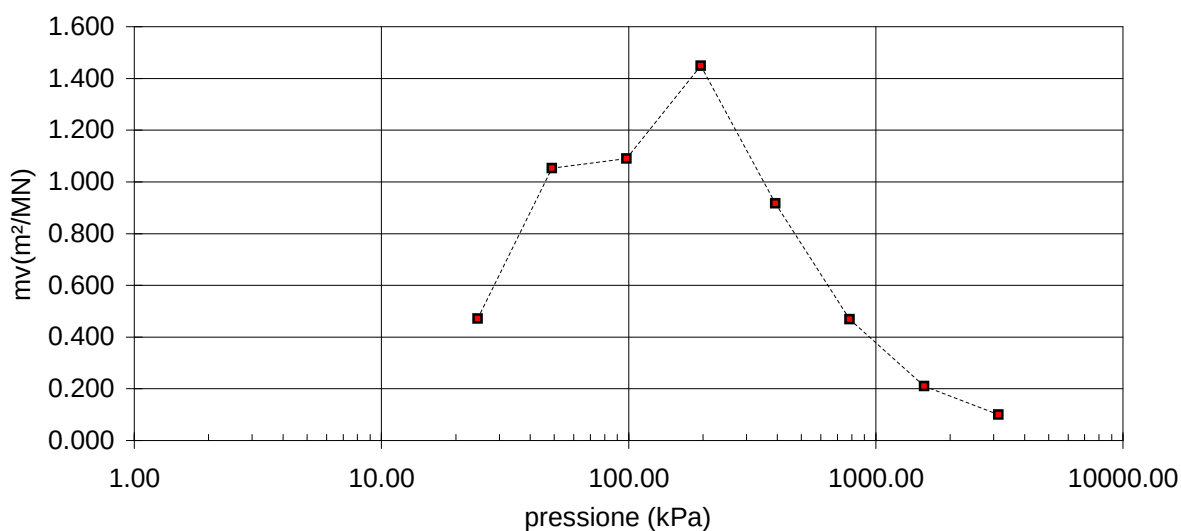
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 2 **PROFONDITA':** 6.50 ÷ 7.10 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato						
$H_0 =$		20.00 mm	$D =$		71.36 mm	
$e_0 =$		4.426				
pressione verticale	ΔH	e	m_v	c_v	k_v	
n°	kPa	-	m ² /MN	m ² /s	m/s	
1	12	0.064	4.409	-	-	-
2	25	0.179	4.378	0.472	-	-
3	49	0.684	4.241	1.053	-	-
4	98	1.690	3.968	1.091	-	-
5	196	4.120	3.308	1.449	-	-
6	392	6.741	2.597	0.917	5.53E-09	4.96E-11
7	785	8.974	1.991	0.469	-	-
8	1569	10.653	1.536	0.210	-	-
9	3138	12.022	1.164	0.101	-	-
10	785	11.260	1.371	-	-	-
11	196	10.287	1.635	-	-	-
12	49	9.379	1.882	-	-	-
13	12	8.708	2.064	-	-	-
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

CERTIFICATO	CSP_11/0769-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	2
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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	
Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 28/07/11		Inizio prova: 29/07/11		Inizio prova: 30/07/11		Inizio prova: 31/07/11		Inizio prova: 01/08/11	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	0.016	0.1	0.112	0.1	0.187	0.1	0.859	0.1	1.871	0.1	4.271	0.1	6.875	0.1	8.988
0.25	0.026	0.25	0.126	0.25	0.352	0.25	0.887	0.25	1.936	0.25	4.313	0.25	6.9	0.25	9.048
0.4	0.033	0.4	0.132	0.4	0.368	0.4	0.915	0.4	1.962	0.4	4.353	0.4	6.927	0.4	9.061
0.5	0.034	0.5	0.135	0.5	0.381	0.5	0.923	0.5	1.987	0.5	4.363	0.5	6.935	0.5	9.072
1	0.043	1	0.143	1	0.413	1	0.973	1	2.055	1	4.433	1	6.983	1	9.103
2	0.048	2	0.151	2	0.447	2	1.032	2	2.158	2	4.525	2	7.048	2	9.147
4	0.057	4	0.157	4	0.487	4	1.107	4	2.299	4	4.655	4	7.14	4	9.212
8	0.064	8	0.161	8	0.53	8	1.193	8	2.484	8	4.835	8	7.276	8	9.307
15	-	15	0.166	15	0.565	15	1.273	15	2.684	15	5.053	15	7.443	15	9.426
30	-	30	0.173	30	0.595	30	1.355	30	2.939	30	5.36	30	7.685	30	9.598
60	-	60	0.179	60	0.617	60	1.423	60	3.203	60	5.715	60	7.986	60	9.824
120	-	120	-	120	0.636	120	1.483	120	3.444	120	6.056	120	8.3	120	10.077
240	-	240	-	240	0.654	240	1.538	240	3.719	240	6.323	240	8.569	240	10.312
480	-	480	-	480	0.669	480	1.603	480	3.908	480	6.54	480	8.787	480	10.5
960	-	960	-	960	0.684	960	1.663	960	4.049	960	6.693	960	8.921	960	10.605
1440	-	1440	-	1440	-	1381	1.69	1440	4.12	1440	6.741	1440	8.974	1440	10.653
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	3987	-	4320	-
Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 28/07/11		Fine prova: 29/07/11		Fine prova: 30/07/11		Fine prova: 31/07/11		Fine prova: 01/08/11		Fine prova: 02/08/11	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO	CSP_11/0769-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	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		0 - 0		0 - 0	
Inizio prova: 02/08/11		Inizio prova: 03/08/11		Inizio prova: 04/08/11		Inizio prova: 05/08/11		Inizio prova: 06/08/11		Inizio prova: -		Inizio prova: -		Inizio prova: -	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	10.659	0.1	11.979	0.1	11.186	0.1		0.1	9.352	0.1	-	0.1	-	0.1	-
0.25	10.762	0.25	11.897	0.25	11.182	0.25		0.25	9.352	0.25	-	0.25	-	0.25	-
0.4	10.772	0.4	11.885	0.4	11.179	0.4		0.4	9.35	0.4	-	0.4	-	0.4	-
0.5	10.776	0.5	11.881	0.5	11.176	0.5		0.5	9.35	0.5	-	0.5	-	0.5	-
1	10.802	1	11.86	1	11.167	1		1	9.348	1	-	1	-	1	-
2	10.836	2	11.842	2	11.155	2		2	9.344	2	-	2	-	2	-
4	10.883	4	11.817	4	11.134	4		4	9.338	4	-	4	-	4	-
8	10.947	8	11.78	8	11.108	8		8	9.329	8	-	8	-	8	-
15	11.031	15	11.733	15	11.071	15		15	9.317	15	-	15	-	15	-
30	11.156	30	11.663	30	11.008	30		30	9.294	30	-	30	-	30	-
60	11.319	60	11.57	60	10.918	60		60	9.258	60	-	60	-	60	-
120	11.518	120	11.468	120	10.791	120		120	9.199	120	-	120	-	120	-
240	11.721	240	11.374	240	10.635	240		240	9.113	240	-	240	-	240	-
480	11.914	480	11.309	480	10.468	480		480	8.979	480	-	480	-	480	-
960	11.998	960	11.276	960	10.332	960		960	8.803	960	-	960	-	960	-
1255	12.022	1440	11.26	1440	10.287	1440	9.379	1440	8.708	1440	-	1440	-	1440	-
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2703	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-
Fine prova: 03/08/11		Fine prova: 04/08/11		Fine prova: 05/08/11		Fine prova: 06/08/11		Fine prova: 07/08/11		Fine prova: -		Fine prova: -		Fine prova: -	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

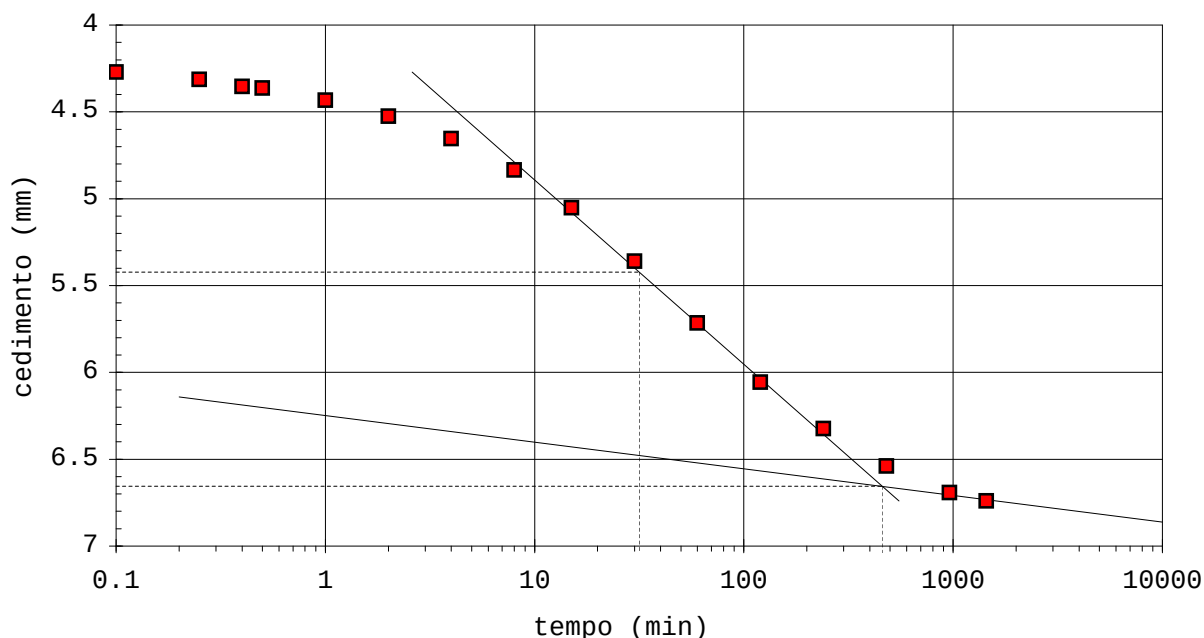
CERTIFICATO n°
CSP_11/0769-05
DATA EMISSIONE
08/08/2011
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 2 **PROFONDITA':** 6.50 ÷ 7.10 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL
INTERVALLO DI PRESSIONE n°
6
da
196 kPa
a
392 kPa
VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	4.271	960	6.693
0.25	4.313	1440	6.741
0.4	4.353	1920	-
0.5	4.363	2880	-
1	4.433	4320	-
2	4.525	-	-
4	4.655	-	-
8	4.835		
15	5.053		
30	5.360		
60	5.715		
120	6.056		
240	6.323		
480	6.540		

VALORI CALCOLATI

t_{100}	(min)	=	457.32
d_{100}	(mm)	=	6.66
t_{50}	(min)	=	31.55
d_{50}	(mm)	=	5.42
c_v	(m ² /sec)	=	5.529E-09
C_a	(-)	=	-
m_v	(m ² /kN)	=	9.172E-04
k_v	(m /sec)	=	4.959E-11



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n° :**CSP_11/0770-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0770_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	3	Profondità :	19.00 - 19.60	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : -**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 06/08/2011

DATA TERMINE PROVA: 06/08/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0770-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 3 **PROFONDITA' :** 19.00 ÷ 19.60 m

Data descrizione : 06/08/11 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 50 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
19.10	19.21	Campione rimaneggiato.
19.21	19.36	LA, L con A di colore grigio verdastro (6/1.5BG). Presenza di veli e puntature nerastre e brunastre.
19.36	19.50	SL e LS di colore grigio scuro (D1FG 4/N)
19.50	19.56	LAS di colore grigio verdastro (D2FG 5/1 10BG)
19.56	19.60	LS deb. A di colore grigio verdastro 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)
 $\wedge$ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE				P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)				
19.00			19.10			CNW, MVT, EDO } GRS, Gs, LIM
			19.21	0.08 $\wedge$		
				0.1 $\wedge$		
			19.36			
				0.07 $\wedge$		
			19.50	0.07 $\wedge$		
			19.56			
19.60			19.60			

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0770-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

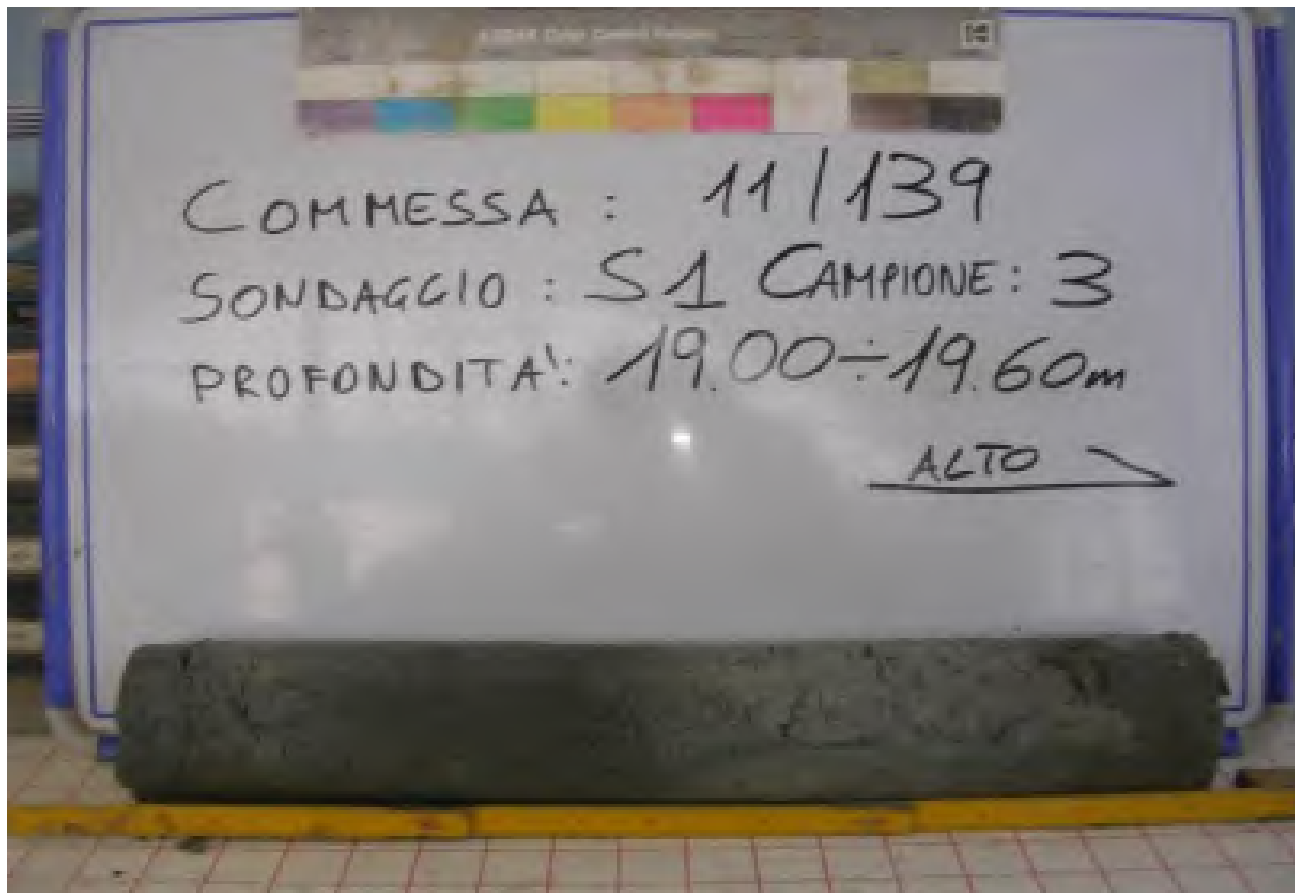
Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1

CAMPIONE: 3

PROFONDITA': 19.00 - 19.60 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_11/0771-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0771_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	4	Profondità :	24.00 - 24.60	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : -**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 06/08/2011

DATA TERMINE PROVA: 06/08/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0771-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 4 **PROFONDITA' :** 24.00 ÷ 24.60 m

Data descrizione : 06/08/11 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 53 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
24.07	24.10	Campione rimaneggiato.
24.10	24.17	LS deb. A di colore oliva (5Y 5/3)
24.17	24.33	L con A e A con L di colore oliva con venature di colore grigio
24.33	24.41	LS deb. A di colore grigio (5Y 6/1)
24.41	24.49	passaggio da LA a A con L di colore oliva con venature di colore grigio
24.49	24.60	LS di colore grigio. Presenza di mica

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)
 $\wedge$ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)			
24.00					
		24.07 24.10			
		24.17	0.19 $\wedge$		
		24.33	0.32 $\wedge$		
		24.41	0.29 $\wedge$		
		24.49	0.22 $\wedge$		
24.60		24.60			

CNW, MVT, EDO

GRS, Gs, LIM

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0771-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

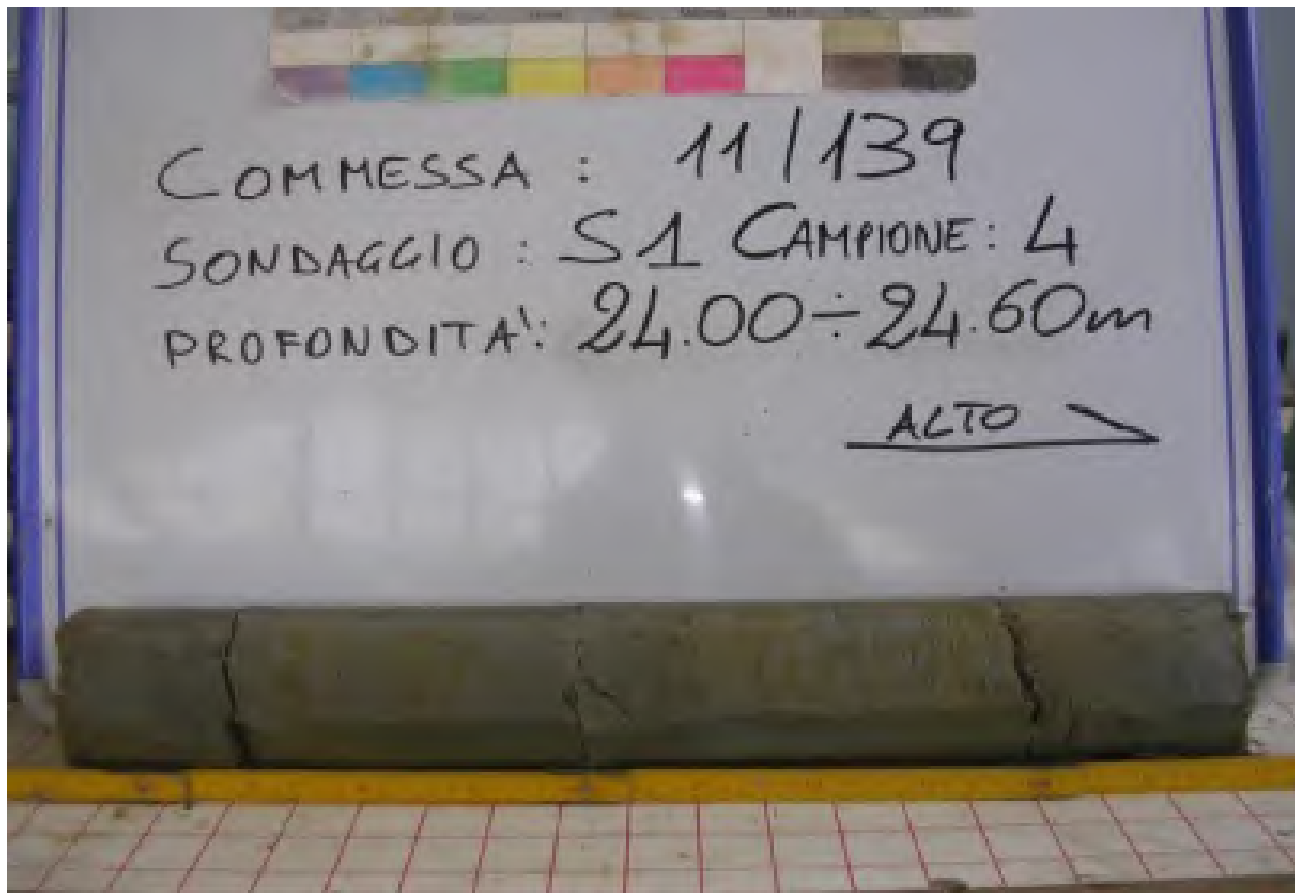
Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1

CAMPIONE: 4

PROFONDITA': 24.00 - 24.60 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_11/0772-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0772_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	5	Profondità :	36.00 - 36.60	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : -**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 06/08/2011

DATA TERMINE PROVA: 06/08/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0772-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 5 **PROFONDITA' :** 36.00 ÷ 36.60 m

Data descrizione : 06/08/11 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 55 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
36.05	36.16	Campione rimaneggiato.
36.16	36.23	LA con tracce di S fine, di colore grigio (D1fG 5/N)
36.23	36.27	L con A di colore grigio, con venature di colore bruno oliva
36.27	36.38	LA di colore grigio
36.38	36.50	LA di colore grigio con diffuse venature bruno oliva
36.50	36.60	AL di colore grigio con diffuse venature bruno oliva.
		Media/forte 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.	T.V.	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)		(MPa)	(MPa)	
36.00		36.05		0.07 ^		CNW, MVT, EDO GRS, Gs, LIM
		36.16		0.18 ^		
		36.23		0.25 ^		
		36.27		0.24 ^		
		36.38				
		36.50		0.2 ^		
		36.60				
36.60						

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0772-01

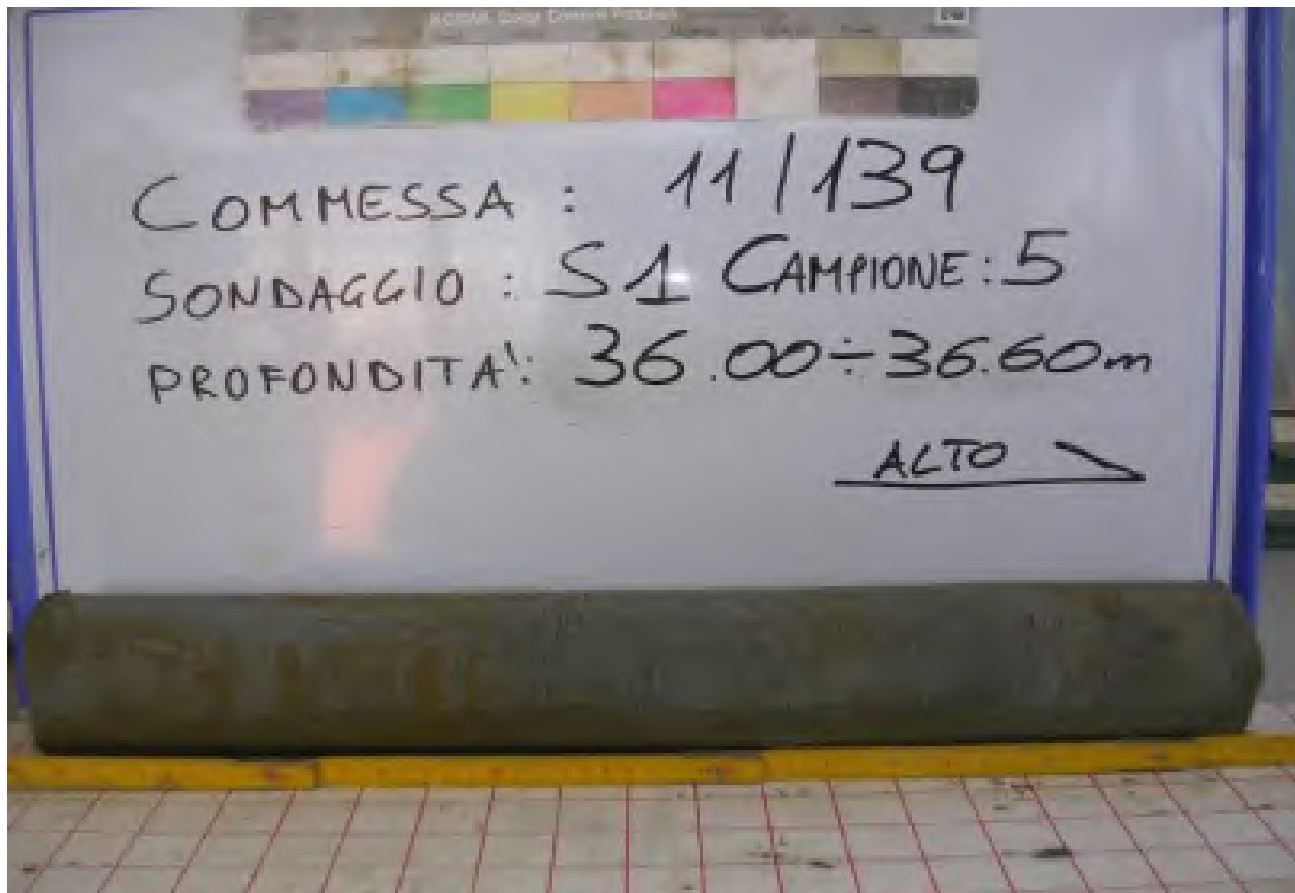
DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1 **CAMPIONE:** 5 **PROFONDITA':** 36.00 - 36.60 **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_11/0773-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0773_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	6	Profondità :	44.40 - 45.00	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : -**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 06/08/2011

DATA TERMINE PROVA: 06/08/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0773-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

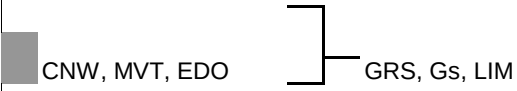
Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 6 **PROFONDITA' :** 44.40 ÷ 45.00 m

Data descrizione : 06/08/11 Forma del campione : cilindrica
Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 61 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
44.39	45.00	L con A di colore grigio (D1fG 5/N). Presenza di puntature nerastre e di lenti e livelli di colore bruno oliva chiaro. A 44,68 m presenza di un livello a maggiore frazione limosa. Media/forte 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)
 $\wedge$ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE				P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)		Profondità reale (m)				
44.40		44.39		0.18 $\wedge$		
				0.19 $\wedge$		
				0.24 $\wedge$		
				0.2 $\wedge$		
				0.22 $\wedge$		
				0.19 $\wedge$		
				0.16 $\wedge$		
45.00		45.00				

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0773-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1 **CAMPIONE:** 6 **PROFONDITA':** 44.40 - 45.00 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_11/0774-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0774_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	7	Profondità :	48.40 - 49.00	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : 19/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/2011

DATA TERMINE PROVA: 27/07/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°
CSP_11/0774-01
DATA EMISSIONE
07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 7 **PROFONDITA' :** 48.40 ÷ 49.00 m

 Data descrizione : 27/07/11 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 40 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
48.60	49.00	AL di colore grigio (2,5Y 5/1) Presenza di veli e puntature nerastre e di bioclasti. Media/forte 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. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)				
48.40					
			0.22 =		
			0.25 ^		
			0.25 ^		
			0.27 ^		
			0.27 ^		
			0.26 ^		
			0.22 ^		
49.00		49.00	0.17 =		

CNW, MVT, EDO

GRS, Gs, LIM

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0774-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

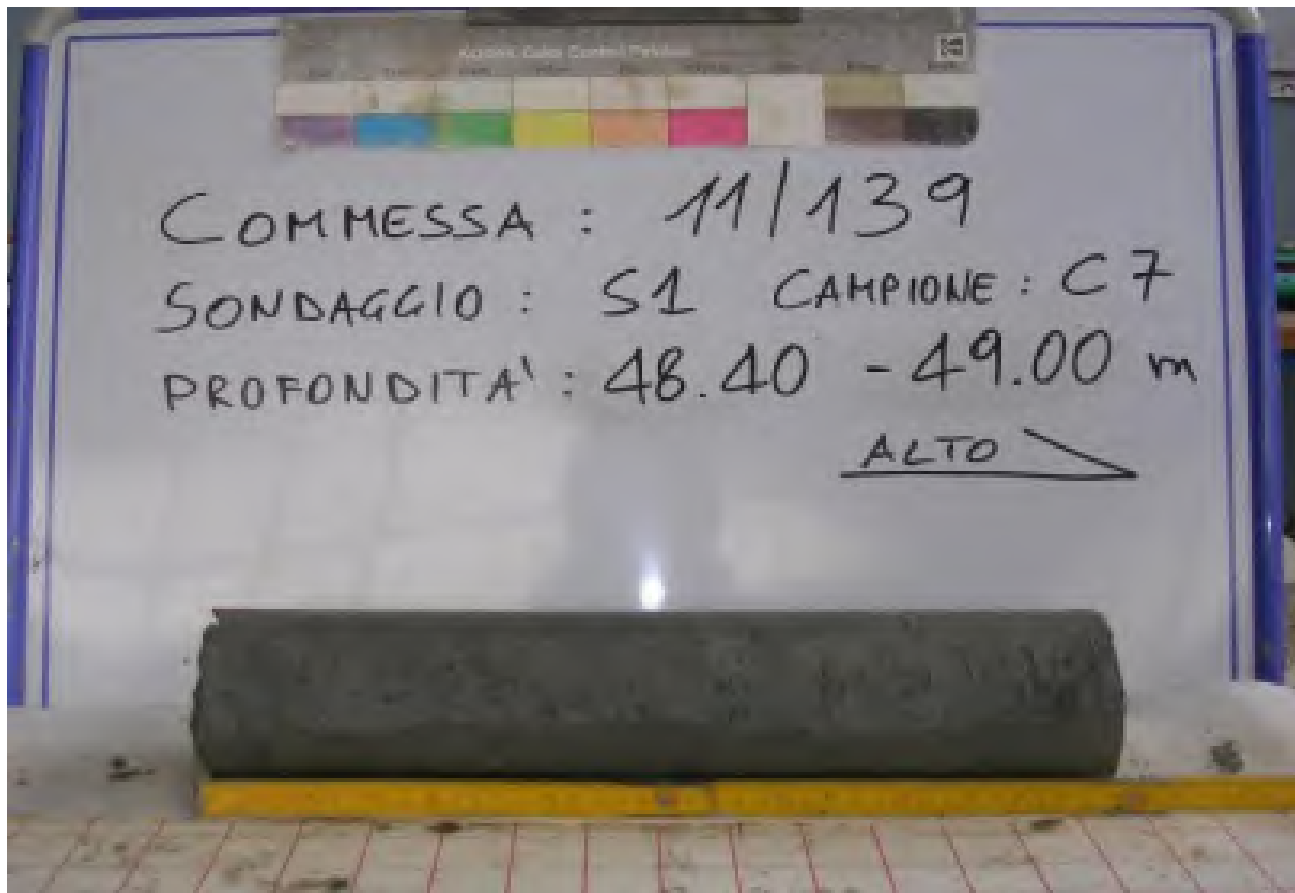
Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1

CAMPIONE: 7

PROFONDITA': 48.40 - 49.00 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_11/0774-05****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0774_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 08/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio**Sondaggio :** S1 **Campione :** 7 **Profondità :** 48.40 - 49.00 m**DATA PRELIEVO :** 19/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/11**DATA TERMINE PROVA:** 06/08/11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_11/0774-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 2 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

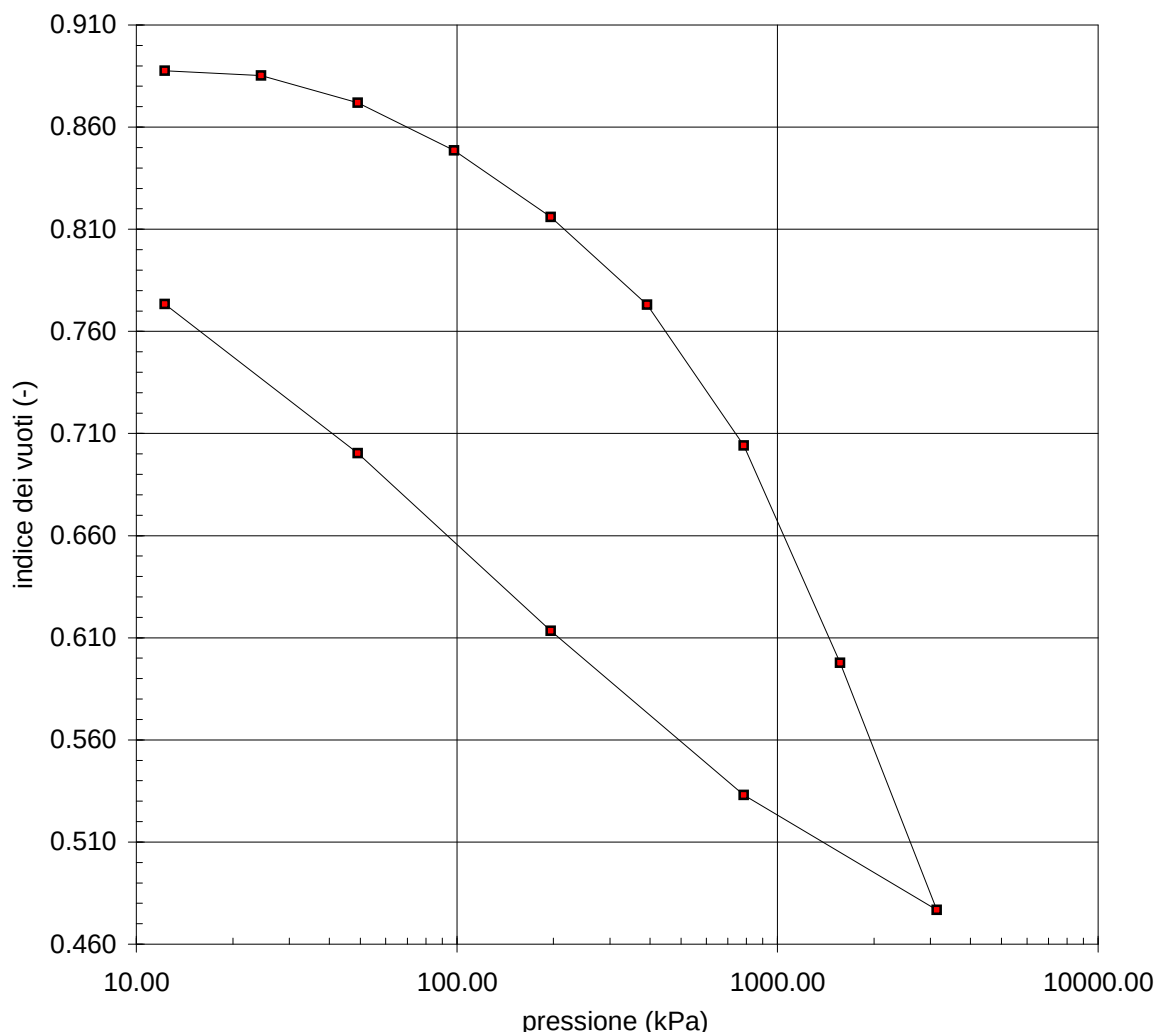
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 7 **PROFONDITA':** 48.40 ÷ 49.00 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato **PROFONDITA':** 48.90 ÷ 48.93 m

		Inizio prova		Fine prova	
Altezza provino	(mm)	H_0	= 20.00	H_f	= 18.77
Diametro provino	(mm)	D_0	= 71.36	D_f	= 71.36
Contenuto in acqua	(%)	w_0	= 31.75	w_f	= 28.15
Riferimento:	-				
Peso di volume totale	(kN/m ³)	γ	= 18.75	γ_f	= 19.43
Riferimento:	-				
Peso di volume secco	(kN/m ³)	γ_d	= 14.23	γ_{df}	= 15.16
Indice dei vuoti	(-)	e_0	= 0.890	e_f	= 0.773
Grado di saturazione	(%)	S_0	= 97.86	S_f	= 99.80
Peso specifico dei grani	(-)	G_s	= 2.750	assunto	
Riferimento:	-				



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_11/0774-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 3 di 6

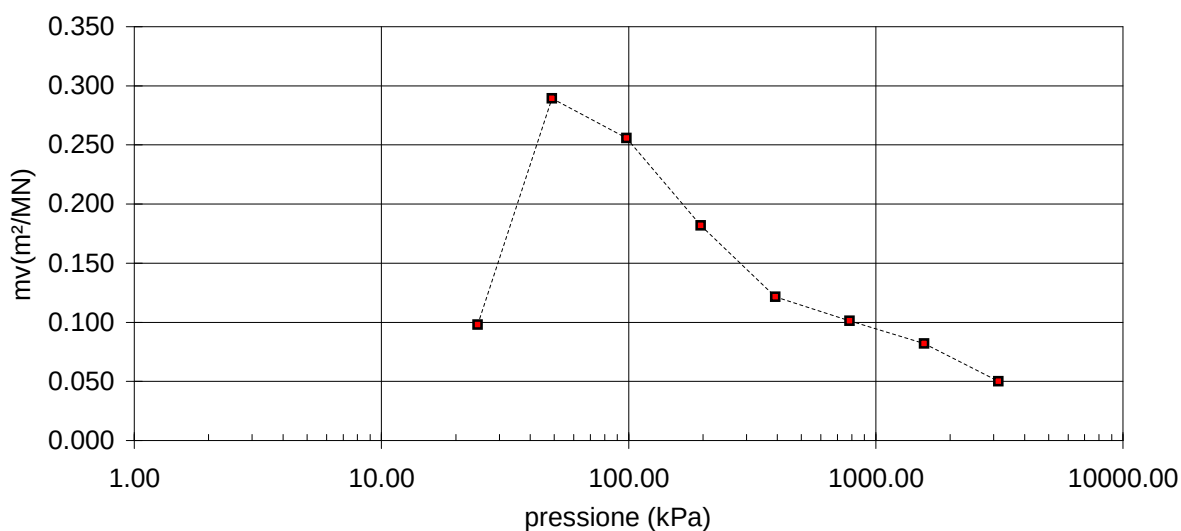
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 7 **PROFONDITA':** 48.40 ÷ 49.00 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato						
H_0 =		20.00 mm	D =		71.36 mm	
e_0 =		0.890				
pressione verticale	ΔH	e	m_v	c_v	k_v	
n°	kPa	mm	-	m ² /MN	m ² /s	m/s
1	12	0.022	0.888	-	-	-
2	25	0.046	0.885	0.098	-	-
3	49	0.187	0.872	0.289	-	-
4	98	0.434	0.849	0.256	-	-
5	196	0.780	0.816	0.182	-	-
6	392	1.233	0.773	0.122	9.76E-08	1.16E-10
7	785	1.963	0.704	0.101	-	-
8	1569	3.089	0.598	0.082	-	-
9	3138	4.370	0.477	0.050	-	-
10	785	3.774	0.533	-	-	-
11	196	2.924	0.613	-	-	-
12	49	2.004	0.700	-	-	-
13	12	1.230	0.773	-	-	-
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

CERTIFICATO	CSP_11/0774-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	7
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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	
Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 28/07/11		Inizio prova: 29/07/11		Inizio prova: 30/07/11		Inizio prova: 31/07/11	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	0.013	0.1	0.045	0.1	0.153	0.1	0.285	0.1	0.533	0.1	0.866	0.1	1.331	0.1	2.016
0.25	0.015	0.25	0.052	0.25	0.167	0.25	0.324	0.25	0.547	0.25	0.892	0.25	1.362	0.25	2.085
0.4	0.016	0.4	0.054	0.4	0.172	0.4	0.338	0.4	0.553	0.4	0.903	0.4	1.377	0.4	2.122
0.5	0.016	0.5	0.055	0.5	0.175	0.5	0.342	0.5	0.56	0.5	0.908	0.5	1.384	0.5	2.132
1	0.017	1	0.056	1	0.18	1	0.354	1	0.579	1	0.936	1	1.425	1	2.192
2	0.02	2	0.056	2	0.184	2	0.368	2	0.603	2	0.972	2	1.479	2	2.269
4	0.022	4	0.054	4	0.186	4	0.381	4	0.632	4	1.018	4	1.552	4	2.376
8	-	8	0.046	8	0.187	8	0.397	8	0.669	8	1.074	8	1.644	8	2.523
15	-	15	-	15	0.187	15	0.409	15	0.702	15	1.124	15	1.731	15	2.673
30	-	30	-	30	-	30	0.417	30	0.729	30	1.16	30	1.805	30	2.816
60	-	60	-	60	-	60	0.421	60	0.743	60	1.18	60	1.85	60	2.905
120	-	120	-	120	-	120	0.425	120	0.752	120	1.193	120	1.879	120	2.958
240	-	240	-	240	-	240	0.428	240	0.76	240	1.206	240	1.903	240	3
480	-	480	-	480	-	480	0.431	480	0.771	480	1.216	480	1.929	480	3.04
960	-	960	-	960	-	960	0.433	960	0.774	960	1.224	960	1.951	960	3.071
1440	-	1440	-	1440	-	1104	0.434	1381	0.78	1440	1.233	1440	1.963	1440	3.089
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	3987	-	4320	-
Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 28/07/11		Fine prova: 29/07/11		Fine prova: 30/07/11		Fine prova: 31/07/11		Fine prova: 01/08/11	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO	CSP_11/0774-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	7
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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		0 - 0		0 - 0	
Inizio prova: 01/08/11		Inizio prova: 02/08/11		Inizio prova: 03/08/11		Inizio prova: 04/08/11		Inizio prova: 05/08/11		Inizio prova: -		Inizio prova: -		Inizio prova: -	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	3.153	0.1	4.359	0.1	3.738	0.1	2.908	0.1	1.981	0.1	-	0.1	-	0.1	-
0.25	3.24	0.25	4.323	0.25	3.693	0.25	2.888	0.25	1.978	0.25	-	0.25	-	0.25	-
0.4	3.27	0.4	4.296	0.4	3.683	0.4	2.881	0.4	1.974	0.4	-	0.4	-	0.4	-
0.5	3.282	0.5	4.262	0.5	3.679	0.5	2.875	0.5	1.973	0.5	-	0.5	-	0.5	-
1	3.35	1	4.182	1	3.65	1	2.86	1	1.965	1	-	1	-	1	-
2	3.437	2	4.129	2	3.611	2	2.834	2	1.952	2	-	2	-	2	-
4	3.559	4	4.06	4	3.555	4	2.797	4	1.933	4	-	4	-	4	-
8	3.72	8	3.978	8	3.474	8	2.742	8	1.903	8	-	8	-	8	-
15	3.888	15	3.904	15	3.373	15	2.67	15	1.864	15	-	15	-	15	-
30	4.076	30	3.84	30	3.237	30	2.56	30	1.801	30	-	30	-	30	-
60	4.177	60	3.805	60	3.1	60	2.415	60	1.711	60	-	60	-	60	-
120	4.235	120	3.792	120	3.006	120	2.255	120	1.589	120	-	120	-	120	-
240	4.279	240	3.786	240	2.963	240	2.123	240	1.448	240	-	240	-	240	-
480	4.32	480	3.781	480	2.944	480	2.054	480	1.326	480	-	480	-	480	-
960	4.35	960	3.776	960	2.931	960	2.018	960	1.254	960	-	960	-	960	-
1440	4.37	1249	3.774	1440	2.924	1440	2.004	1440	1.23	1440	-	1440	-	1440	-
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2703	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-
Fine prova: 02/08/11		Fine prova: 03/08/11		Fine prova: 04/08/11		Fine prova: 05/08/11		Fine prova: 06/08/11		Fine prova: -		Fine prova: -		Fine prova: -	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

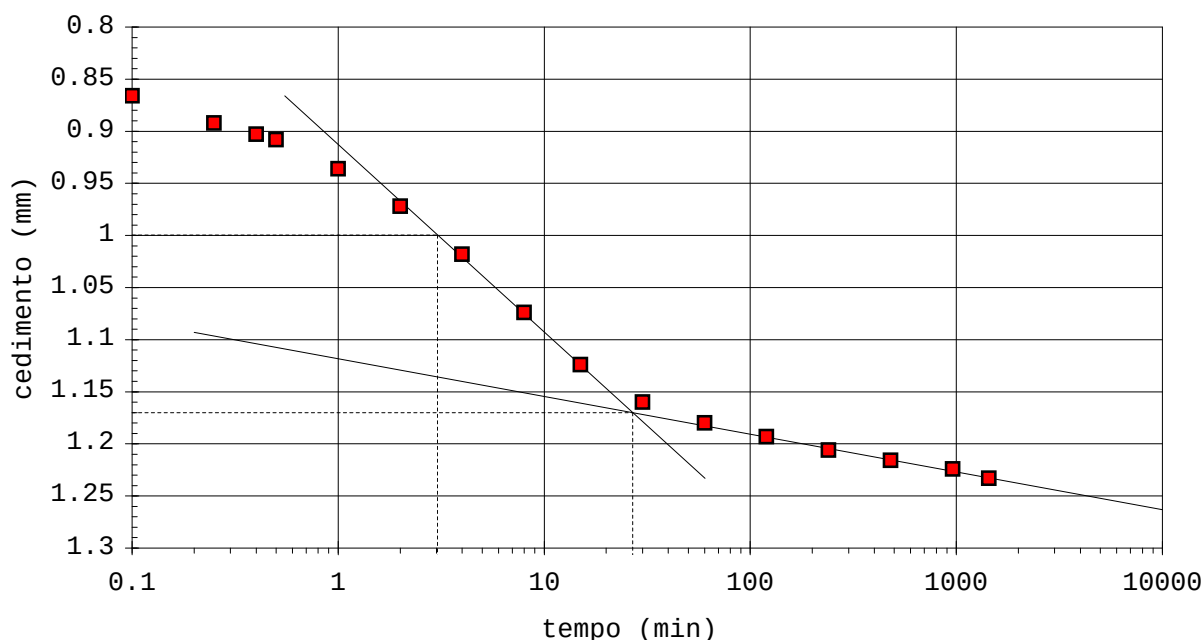
CERTIFICATO n°
CSP_11/0774-05
DATA EMISSIONE
08/08/2011
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 7 **PROFONDITA' :** 48.40 ÷ 49.00 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL
INTERVALLO DI PRESSIONE n°
6
da
196 kPa
a
392 kPa
VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.866	960	1.224
0.25	0.892	1440	1.233
0.4	0.903	1920	-
0.5	0.908	2880	-
1	0.936	4320	-
2	0.972	-	-
4	1.018	-	-
8	1.074	-	-
15	1.124	-	-
30	1.160	-	-
60	1.180	-	-
120	1.193	-	-
240	1.206	-	-
480	1.216	-	-

VALORI CALCOLATI

t_{100}	(min)	=	26.89
d_{100}	(mm)	=	1.17
t_{50}	(min)	=	3.04
d_{50}	(mm)	=	1.00
c_v	(m ² /sec)	=	9.764E-08
C_a	(-)	=	-
m_v	(m ² /kN)	=	1.216E-04
k_v	(m /sec)	=	1.161E-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_11/0775-01****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0775_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 07/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio :	S1	Campione :	8	Profondità :	54.00 - 54.60	m
--------------------	-----------	-------------------	----------	---------------------	----------------------	----------

DATA PRELIEVO : 19/07/2011**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/2011

DATA TERMINE PROVA: 27/07/2011

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO n°

CSP_11/0775-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

Pagina 2 di 3

DESCRIZIONE GEOTECNICA DEL CAMPIONE - ASTM D2488
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 8 **PROFONDITA' :** 54.00 ÷ 54.60 m

 Data descrizione : 27/07/11 Forma del campione : cilindrica
 Qualità del campione (AGI): **Q.5.** Dimensioni del campione : L = 50 cm; ϕ = 8,4 cm

Profondità		Descrizione
da m	a m	
54.10	54.24	Campione rimaneggiato.
54.24	54.44	A con L e AL di colore grigio (D1fG 5/N) Presenza di veli e puntature nerastre e veli calcarei. Media/forte reazione a contatto con HCl 5%
54.44	54.60	AL di colore bruno scuro (7,5YR 3/3) Presenza di frustoli, sostanza organica diffusa, torba e puntature nerastre Nessuna 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)
 $\wedge$ = perpendicolare all'asse del campione = parallelo all'asse del campione

SCHEMA DEL CAMPIONE			P.P. (MPa)	T.V. (MPa)	PROVE ESEGUITE
Prof. Nominale (m)	Profondità reale (m)				
54.00					
		54.10			
		54.24	0.16 = 0.14 $\wedge$		
			0.17 $\wedge$		
			0.17 $\wedge$		
		54.44	0.15 $\wedge$		
			0.15 $\wedge$		
			0.26 $\wedge$		
54.60		54.60	0.23 $\wedge$		

CNW, MVT, EDO

GRS, Gs, LIM

DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO n°

CSP_11/0775-01

DATA EMISSIONE

07/08/2011

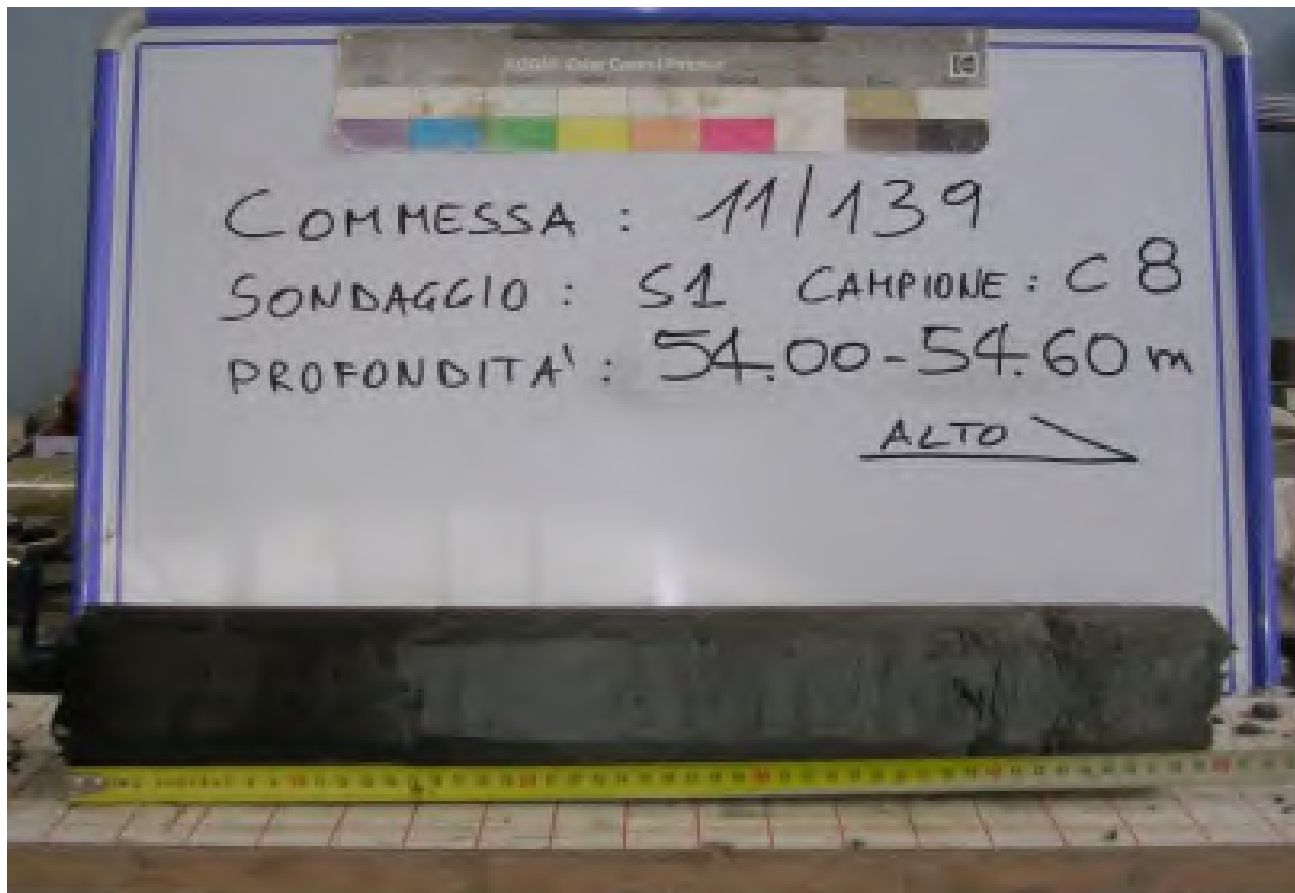
Pagina 3 di 3

RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA DEL CAMPIONE

SONDAGGIO n° : S1

CAMPIONE: 8

PROFONDITA': 54.00 - 54.60 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_11/0775-05****COMMESSA :** 11/139**VERBALE DI ACCETTAZIONE n° :****11/0775_CSP****RICHIEDENTE :** Dott. Geol. Albert VAN ZUTPHEN**CONSEGNATARIO :** Personale Tecnico SOGEO srl**COMMITTENTE :** SURGITAL spa**LOCALITA' :** LAVEZZOLA (RA)**CANTIERE :** SURGITAL spa VIA BASTIA 16/1 - LAVEZZOLA (RA)**DATA DI ACCETTAZIONE:** 21/07/2011**DATA DI EMISSIONE :** 08/08/2011**DESCRIZIONE CONTENITORE DEL CAMPIONE :** fustella di acciaio

Sondaggio : S1	Campione : 8	Profondità : 54.00 - 54.60 m
-----------------------	---------------------	-------------------------------------

DATA PRELIEVO : -**PRELIEVO EFFETTUATO :** Committente**DATI FORNITI da :** Committente**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: 27/07/11**DATA TERMINE PROVA:** 08/08/11

TIMBRO BLU SULL' ORIGINALE

SPERIMENTATORE
Dott. Geol. Paolo COLLIIl Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Dario GRUNDLER

CERTIFICATO

CSP_11/0775-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 2 di 6

PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

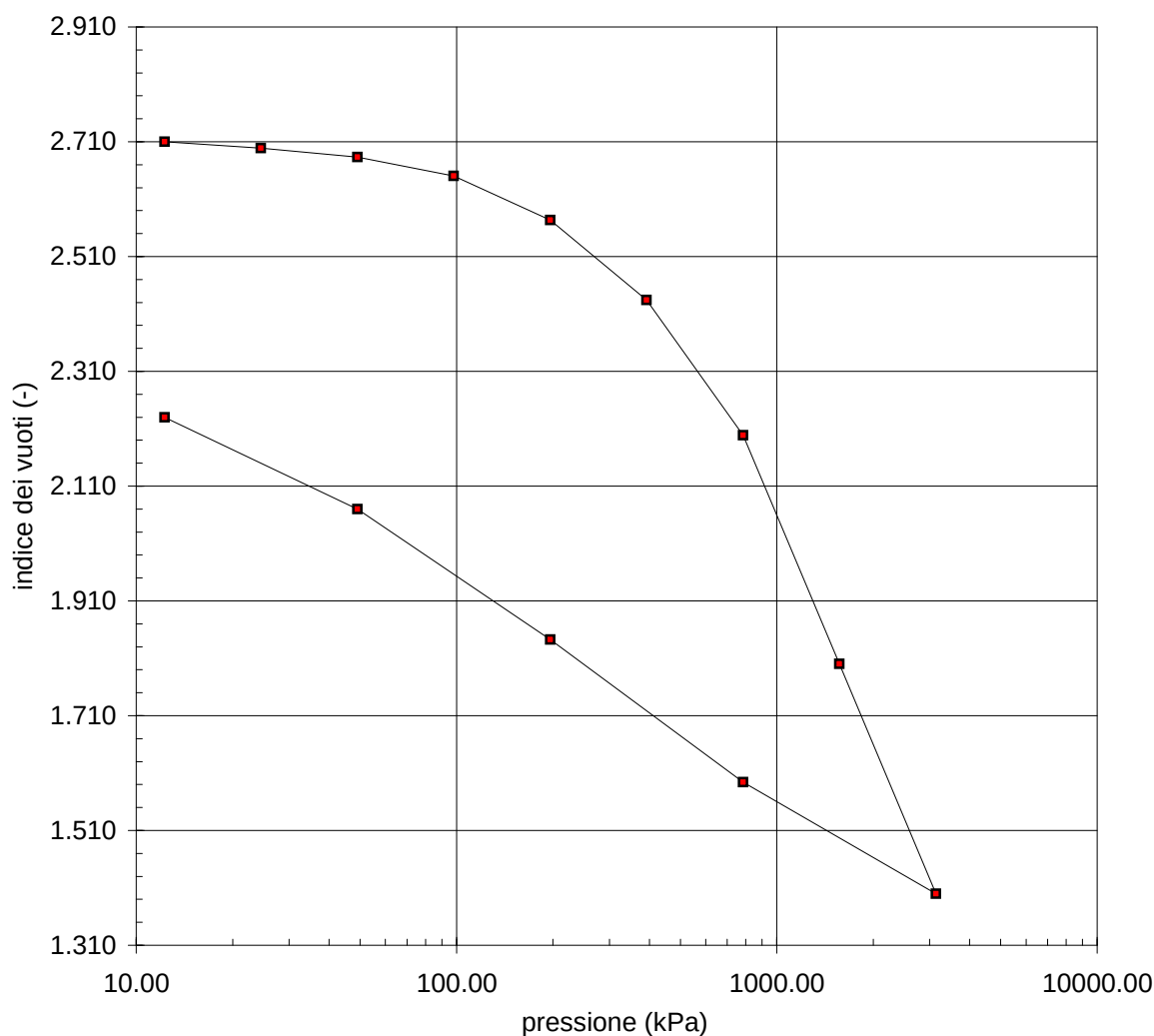
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 8 **PROFONDITA':** 54.00 ÷ 54.60 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato **PROFONDITA':** 54.48 ÷ 54.51 m

		Inizio prova		Fine prova	
Altezza provino (mm)	H ₀	=	20.00	H _f	= 17.41
Diametro provino (mm)	D ₀	=	71.36	D _f	= 71.36
Contenuto in acqua (%)	w ₀	=	91.08	w _f	= 80.67
Riferimento:	-			-	
Peso di volume totale (kN/m ³)	γ	=	13.34	γ _f	= 14.50
Riferimento:	-			-	
Peso di volume secco (kN/m ³)	γ _d	=	6.98	γ _{df}	= 8.02
Indice dei vuoti (-)	e ₀	=	2.710	e _f	= 2.230
Grado di saturazione (%)	S ₀	=	88.79	S _f	= 95.59
Peso specifico dei grani (-)	G _s	=	2.650	assunto	
Riferimento:	-				



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO

CSP_11/0775-05

DATA EMISSIONE

08/08/2011

Pagina 3 di 6

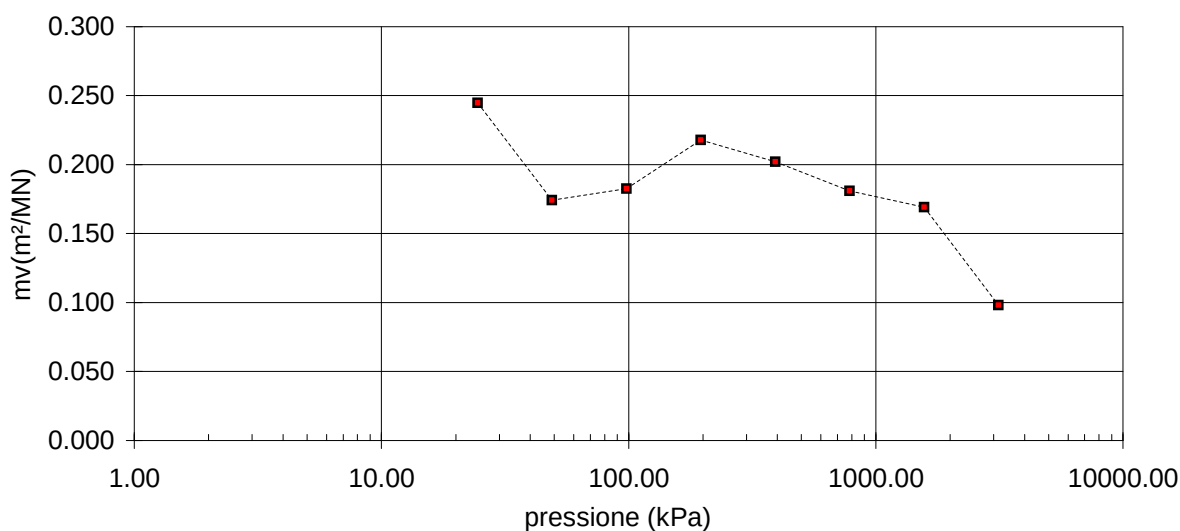
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.

SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 8 **PROFONDITA':** 54.00 ÷ 54.60 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : ASTM D2435

CONDIZIONI DEL PROVINO : indisturbato						
H ₀ =		20.00 mm	D =		71.36 mm	
e ₀ =		2.710				
pressione verticale		ΔH	e	m _v	c _v	k _v
n°	kPa	mm	-	m²/MN	m²/s	m/s
1	12	0.000	2.710	-	-	-
2	25	0.060	2.699	0.245	-	-
3	49	0.145	2.683	0.174	-	-
4	98	0.322	2.651	0.183	-	-
5	196	0.738	2.573	0.218	-	-
6	392	1.487	2.434	0.202	6.68E-09	1.32E-11
7	785	2.757	2.199	0.181	-	-
8	1569	4.904	1.801	0.169	-	-
9	3138	7.064	1.400	0.098	-	-
10	785	6.015	1.594	-	-	-
11	196	4.676	1.843	-	-	-
12	49	3.451	2.070	-	-	-
13	12	2.590	2.230	-	-	-
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

CERTIFICATO	CSP_11/0775-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	8
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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	
Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 27/07/11		Inizio prova: 28/07/11		Inizio prova: 29/07/11		Inizio prova: 30/07/11		Inizio prova: 31/07/11		Inizio prova: 01/08/11	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	0	0.1	0	0.1	0.057	0.1	0.198	0.1	0.406	0.1	0.836	0.1	1.579	0.1	2.856
0.25	0	0.25	0.033	0.25	0.13	0.25	0.205	0.25	0.419	0.25	0.851	0.25	1.596	0.25	2.878
0.4	0	0.4	0.037	0.4	0.142	0.4	0.211	0.4	0.43	0.4	0.861	0.4	1.606	0.4	2.889
0.5	0	0.5	0.039	0.5	0.147	0.5	0.213	0.5	0.433	0.5	0.869	0.5	1.615	0.5	2.899
1	0	1	0.045	1	0.161	1	0.222	1	0.45	1	0.889	1	1.637	1	2.923
2	0.0001	2	0.052	2	0.172	2	0.231	2	0.469	2	0.916	2	1.671	2	2.958
4	-	4	0.06	4	0.182	4	0.242	4	0.492	4	0.95	4	1.713	4	3.008
8	-	8	-	8	0.191	8	0.254	8	0.523	8	0.994	8	1.771	8	3.077
15	-	15	-	15	0.198	15	0.264	15	0.553	15	1.043	15	1.839	15	3.164
30	-	30	-	30	0.204	30	0.276	30	0.588	30	1.11	30	1.939	30	3.297
60	-	60	-	60	0.209	60	0.288	60	0.619	60	1.192	60	2.072	60	3.487
120	-	120	-	120	0.205	120	0.299	120	0.652	120	1.28	120	2.236	120	3.745
240	-	240	-	240	0.192	240	0.307	240	0.68	240	1.357	240	2.417	240	4.08
480	-	480	-	480	0.173	480	0.314	480	0.706	480	1.422	480	2.593	480	4.47
960	-	960	-	960	0.145	960	0.318	960	0.723	960	1.469	960	2.713	960	4.781
1440	-	1440	-	1440	-	1381	0.322	1440	0.738	1440	1.487	1440	2.757	1440	4.904
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	3987	-	4320	-
Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 27/07/11		Fine prova: 28/07/11		Fine prova: 29/07/11		Fine prova: 30/07/11		Fine prova: 31/07/11		Fine prova: 01/08/11		Fine prova: 02/08/11	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

CERTIFICATO	CSP_11/0775-05	DATA EMISSIONE	08/08/2011	SONDAGGIO :	S1	CAMPIONE :	8
--------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	-----------	-------------------	----------

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		0 - 0		0 - 0	
Inizio prova: 02/08/11		Inizio prova: 03/08/11		Inizio prova: 04/08/11		Inizio prova: 05/08/11		Inizio prova: 06/08/11		Inizio prova: -		Inizio prova: -		Inizio prova: -	
Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento	Tempo	Cedimento
(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)	(min)	(mm)
0.1	4.916	0.1	7.028	0.1	5.979	0.1		0.1	3.439	0.1	-	0.1	-	0.1	-
0.25	5.018	0.25	6.939	0.25	5.951	0.25		0.25	3.435	0.25	-	0.25	-	0.25	-
0.4	5.032	0.4	6.93	0.4	5.946	0.4		0.4	3.433	0.4	-	0.4	-	0.4	-
0.5	5.042	0.5	6.927	0.5	5.942	0.5		0.5	3.432	0.5	-	0.5	-	0.5	-
1	5.065	1	6.911	1	5.932	1		1	3.428	1	-	1	-	1	-
2	5.101	2	6.893	2	5.918	2		2	3.425	2	-	2	-	2	-
4	5.146	4	6.87	4	5.9	4		4	3.419	4	-	4	-	4	-
8	5.208	8	6.84	8	5.875	8		8	3.408	8	-	8	-	8	-
15	5.283	15	6.803	15	5.844	15		15	3.395	15	-	15	-	15	-
30	5.4	30	6.74	30	5.793	30		30	3.37	30	-	30	-	30	-
60	5.565	60	6.654	60	5.714	60		60	3.332	60	-	60	-	60	-
120	5.797	120	6.538	120	5.592	120		120	3.269	120	-	120	-	120	-
240	6.121	240	6.388	240	5.411	240		240	3.166	240	-	240	-	240	-
480	6.558	480	6.214	480	5.149	480		480	2.992	480	-	480	-	480	-
960	6.946	960	6.071	960	4.829	960		960	2.747	960	-	960	-	960	-
1251	7.064	1440	6.015	1440	4.676	1440	3.451	1416	2.59	1440	-	1440	-	1440	-
1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-	1920	-
2880	-	2880	-	2880	-	2703	-	2880	-	2880	-	2880	-	2880	-
4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-	4320	-
Fine prova: 03/08/11		Fine prova: 04/08/11		Fine prova: 05/08/11		Fine prova: 06/08/11		Fine prova: 07/08/11		Fine prova: -		Fine prova: -		Fine prova: -	

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

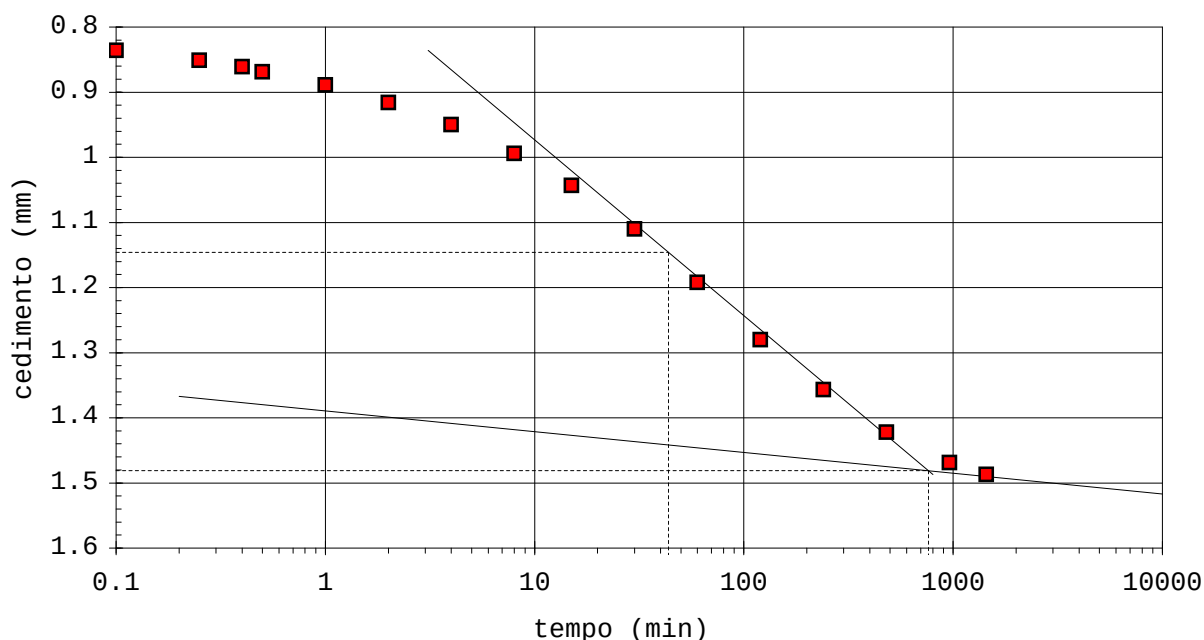
CERTIFICATO n°
CSP_11/0775-05
DATA EMISSIONE
08/08/2011
PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA I.L.
SONDAGGIO : S1 **CAMPIONE :** 8 **PROFONDITA' :** 54.00 ÷ 54.60 m

NORMATIVA DI RIFERIMENTO: ASTM D2435
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI CONSOLIDAZIONE RELATIVI AL
INTERVALLO DI PRESSIONE n°
6
da
196 kPa
a
392 kPa
VALORI MISURATI

Tempo (min)	Cedim. (mm)	Tempo (min)	Cedim. (mm)
0.1	0.836	960	1.469
0.25	0.851	1440	1.487
0.4	0.861	1920	-
0.5	0.869	2880	-
1	0.889	4320	-
2	0.916	-	-
4	0.950	-	-
8	0.994	-	-
15	1.043	-	-
30	1.110	-	-
60	1.192	-	-
120	1.280	-	-
240	1.357	-	-
480	1.422	-	-

VALORI CALCOLATI

t_{100}	(min) =	762.32
d_{100}	(mm) =	1.48
t_{50}	(min) =	43.70
d_{50}	(mm) =	1.15
c_v	(m ² /sec) =	6.678E-09
C_a	(-) =	-
m_v	(m ² /kN) =	2.022E-04
k_v	(m /sec) =	1.320E-11



IL DIRETTORE DI LABORATORIO

SPERIMENTATORE

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

1.90 m

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

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

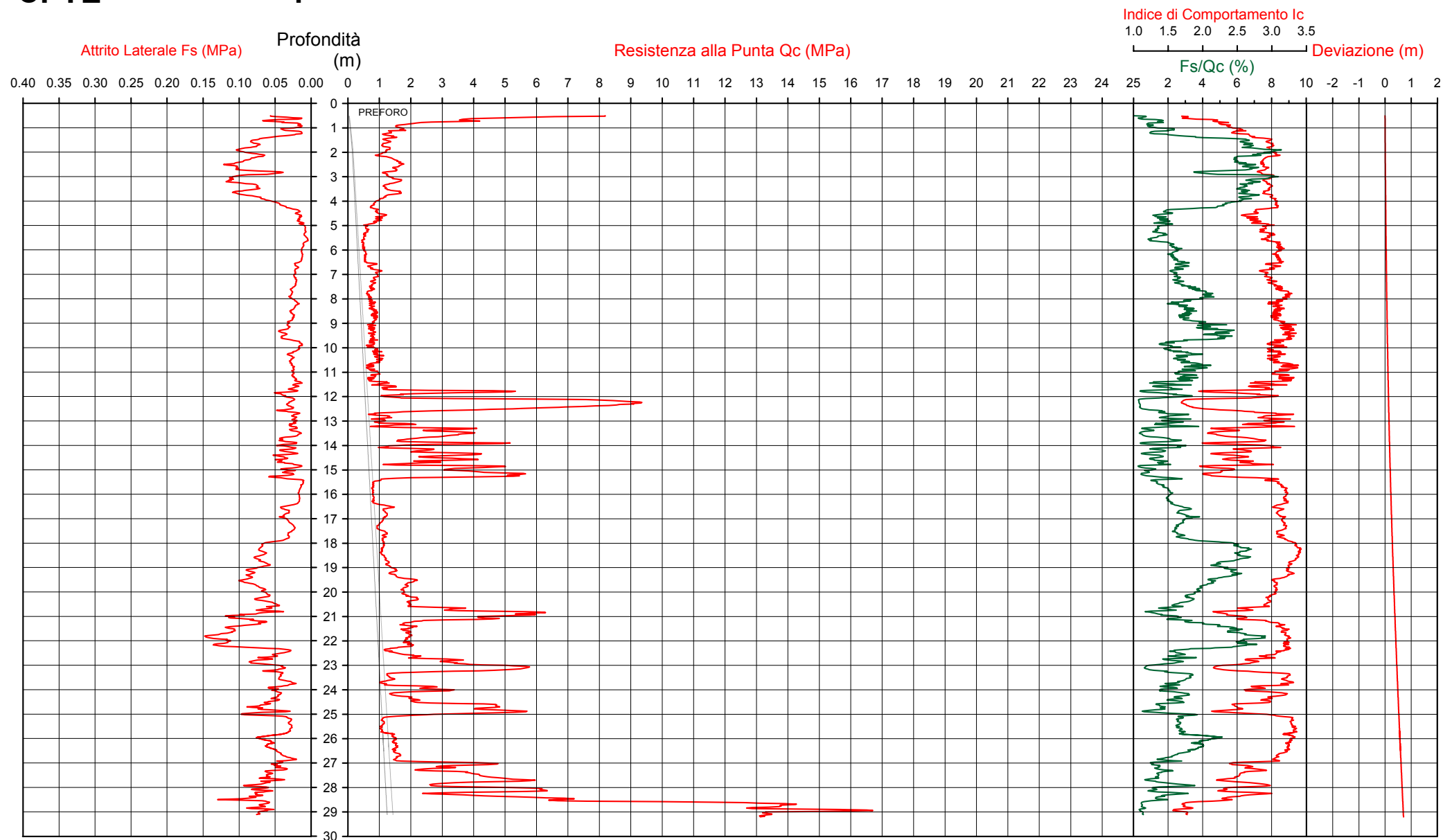


Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTE

1



CPTE

1

Data 31 marzo 2011
Cantiere / Via Bastia 16
Località Lavezzola
Comune Conselice
Profondità falda idrica m. 1.90

Vs 0 - 29
154

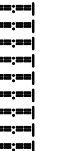
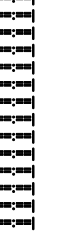
Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
60.9	103.6	0.36	0.6	1.75	sabbia-sabbia limosa	0.60	.....		Addensata	68.2	48.9			186.9	189
25.3	42.9	0.29	1.1	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso		.....		Mediamente Addensata	39.1	43.3			83.9	133
						1.00	.....								
12.6	21.5	0.65	5.5	2.86	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.78		71.8	151
						2.20	.....								
14.9	25.4	0.88	6.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.88		83.9	170
						2.90	.....								
14.5	24.7	1.05	7.6	2.95	argilla-argilla limosa		.....		Plastica			0.86	6.49	79.3	167
						3.30	.....								
11.8	20.1	0.74	6.6	2.98	argilla-argilla limosa		.....		Plastica			0.74	4.94	65.7	148
						3.50	.....								
15.4	25.1	0.98	6.7	2.91	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica			0.90		85.4	174
						3.70	.....								
11.9	19.7	0.79	7.0	3.00	argilla-argilla limosa		.....		Plastica			0.75	4.66	66.0	148
						3.90	.....								
8.4	14.0	0.45	5.8	3.06	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.57	3.02	47.4	119
						4.30	.....								
9.7	15.2	0.17	1.9	2.73	limo argilloso-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.64		39.5	130
						4.90	.....								
6.0	9.3	0.09	1.8	2.90	limo argilloso-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.43		23.6	97
						5.30	.....								
4.9	7.4	0.08	2.1	3.02	argilla-argilla limosa		.....		Fluido-plastica (Molto Soffice)			0.36	1.27	21.5	86
						5.90	.....								
6.1	8.4	0.16	3.1	3.07	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.44	1.48	36.8	97
						6.80	.....								
9.6	12.3	0.23	2.7	2.90	limo argilloso-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.63		50.8	129
						7.10	.....								
7.7	9.2	0.25	4.0	3.10	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.53	1.56	44.7	113
						9.00	.....								
8.2	8.7	0.28	4.4	3.13	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.40	47.5	117
						10.50	.....								



1

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90

Vs 0 - 29
154

Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	Ic	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ^q	OCR o.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ^q	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ^q	Idriss & E	daN/cm ^q	%	Robertson		m									
8.1	7.9	0.25	4.2	3.16	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.55	1.20	46.8	116
12.1	11.5	0.19	2.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa	11.60			Plastica			0.75		52.5	149
11.6	10.9	0.27	2.9	2.95	argilla-argilla limosa	11.70			Plastica			0.73	1.77	64.7	146
38.1	36.4	0.22	0.9	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso	11.80			Sciolta	33.6	34.4			121.8	225
23.5	22.1	0.36	2.3	2.67	limo argilloso-argilla limosa	12.10			Solido-plastica (Duro)			1.18		109.2	206
70.4	66.7	0.31	0.6	1.91	sabbia-sabbia limosa	12.60			Mediamente Addensata	53.6	37.8			216.2	209
11.2	9.8	0.23	2.8	2.99	argilla-argilla limosa	13.10			Plastica			0.71	1.52	60.3	142
18.6	16.3	0.25	2.3	2.75	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Plastica			1.02		84.4	194
33.7	29.8	0.21	0.7	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	13.60			Sciolta	27.0	32.9			104.9	218
23.4	20.1	0.34	2.0	2.64	limo argilloso-argilla limosa	14.30			Solido-plastica (Duro)			1.18		96.9	212
32.0	27.1	0.39	1.4	2.45	limo argilloso-argilla limosa	14.70			Semi solida (Molto duro)			1.41		113.6	241
16.1	13.0	0.26	2.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	14.80			Plastica			0.93		66.8	179
45.0	38.3	0.16	0.4	2.05	sabbia-sabbia limosa	14.90			Mediamente Addensata	35.3	34.2			136.4	195
43.1	36.2	0.36	0.9	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	15.30			Sciolta	33.5	33.8			138.5	235
8.7	6.5	0.17	2.9	3.15	argilla-argilla limosa	16.40			Molle-plastica (Soffice)			0.58	0.83	48.5	120
11.8	8.5	0.34	3.9	3.12	argilla-argilla limosa	17.20			Plastica			0.74	1.19	68.2	147
9.5	6.6	0.24	3.7	3.20	argilla-argilla limosa	17.40			Molle-plastica (Soffice)			0.63	0.85	55.1	129
11.4	7.8	0.55	6.8	3.28	argilla-argilla limosa	18.80			Plastica			0.72	1.04	63.3	144
16.8	11.2	0.76	5.8	3.13	argilla-argilla limosa	20.20			Plastica			0.95	1.58	94.7	182
22.1	14.6	0.74	4.0	2.94	limo argilloso-argilla limosa	20.30			Solido-plastica (Duro)			1.14		127.8	219
19.9	12.9	0.56	3.4	2.94	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			1.07		115.8	205

CPTE

1

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90

Vs 0 - 29
154

Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
						20.60	----								
36.4	25.1	0.59	1.9	2.55	limo argilloso-argilla limosa	20.80	----		Semi solida (Molto duro)			1.51		148.8	289
58.3	42.3	0.70	1.3	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso	20.90	-----		Mediamente Addensata	38.6	33.9			200.4	293
41.5	28.9	0.95	2.7	2.61	limo argilloso-argilla limosa	21.20	-----		Semi solida (Molto duro)			1.61		219.3	302
18.1	11.1	0.96	6.6	3.16	argilla-argilla limosa	22.60	-----		Plastica			1.00	1.52	100.7	191
31.5	20.0	0.67	2.7	2.72	limo argilloso-argilla limosa	23.00	-----		Semi solida (Molto duro)			1.40		162.6	262
45.5	30.3	0.45	1.3	2.40	sabbia limosa-limo sabbioso	23.30	-----		Sciolta	27.6	31.7			158.1	266
12.6	7.0	0.37	4.4	3.22	argilla-argilla limosa	23.80	-----		Plastica			0.78	0.84	72.3	153
25.4	15.1	0.48	2.4	2.80	limo argilloso-argilla limosa	24.10	-----		Solido-plastica (Duro)			1.24		120.3	238
15.6	8.7	0.44	4.0	3.12	argilla-argilla limosa	24.30	-----		Plastica			0.91	1.10	90.2	175
20.7	11.8	0.51	3.2	2.95	limo argilloso-argilla limosa	24.50	-----		Solido-plastica (Duro)			1.10		121.1	210
43.7	27.5	0.67	1.9	2.51	limo argilloso-argilla limosa	25.00	-----		Semi solida (Molto duro)			1.65		175.0	305
12.1	6.3	0.33	4.4	3.27	argilla-argilla limosa	25.70	-----		Plastica			0.75	0.71	69.4	147
14.9	7.7	0.49	4.8	3.20	argilla-argilla limosa	26.90	-----		Plastica			0.88	0.92	85.2	170
35.6	20.3	0.51	1.8	2.62	limo argilloso-argilla limosa	27.60	-----		Semi solida (Molto duro)			1.49		138.2	283
53.8	32.4	0.49	1.0	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	27.70	-----		Sciolta	29.9	31.7			175.5	302
36.9	20.9	0.70	2.5	2.69	limo argilloso-argilla limosa	28.00	-----		Semi solida (Molto duro)			1.52		180.9	288
57.1	34.6	0.69	1.4	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	28.20	-----		Sciolta	31.9	32.0			200.3	325
39.1	22.1	0.76	2.5	2.67	limo argilloso-argilla limosa	28.40	-----		Semi solida (Molto duro)			1.56		189.7	295
75.9	48.7	0.86	1.3	2.22	sabbia limosa-limo sabbioso	28.60	-----		Mediamente Addensata	43.3	33.8			262.0	305
139.5	103.7	0.69	0.5	1.73	sabbia-sabbia limosa		-----		Mediamente Addensata	68.2	37.4			426.6	266

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

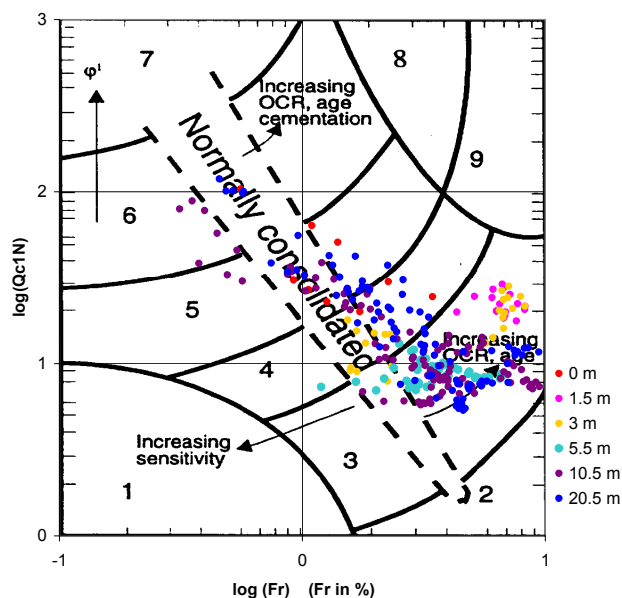
1
1.90



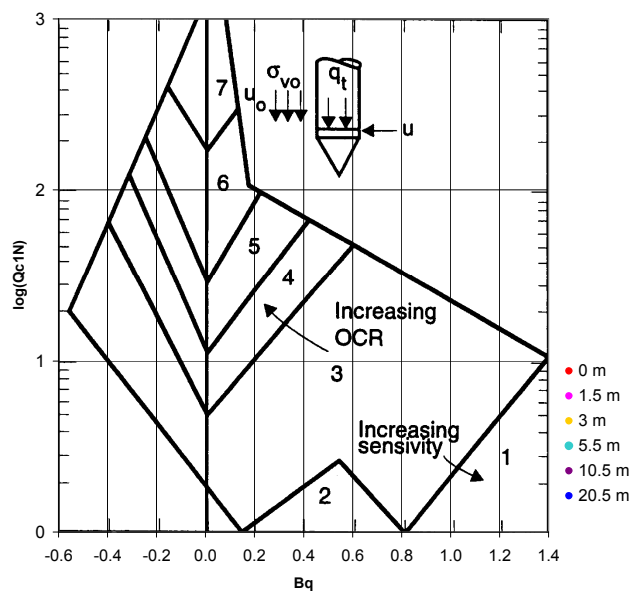
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

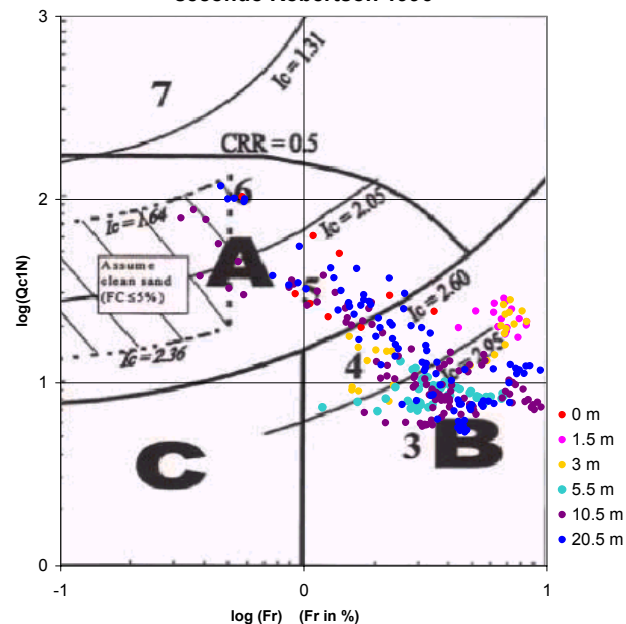
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



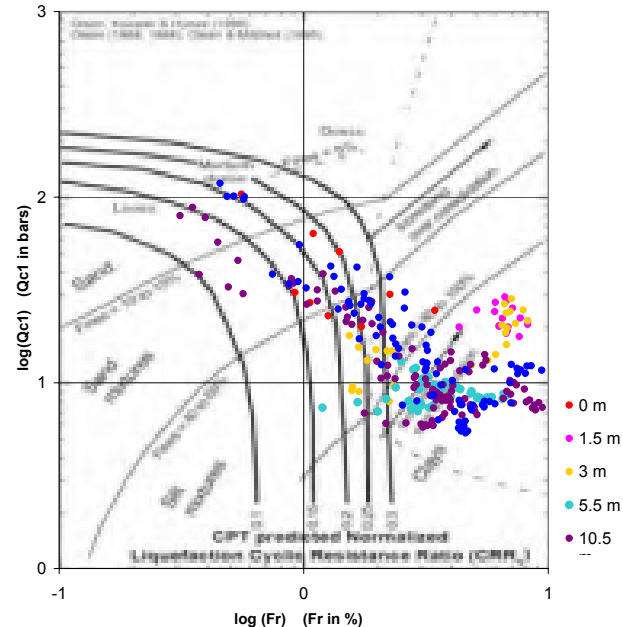
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

foro chiuso in superficie

Sigla della Punta	Tecnopenta 010104
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-mar-2011
Ultimo taratura per deriva termica	31-mar-2011



Società di
Geologia
Territoriale

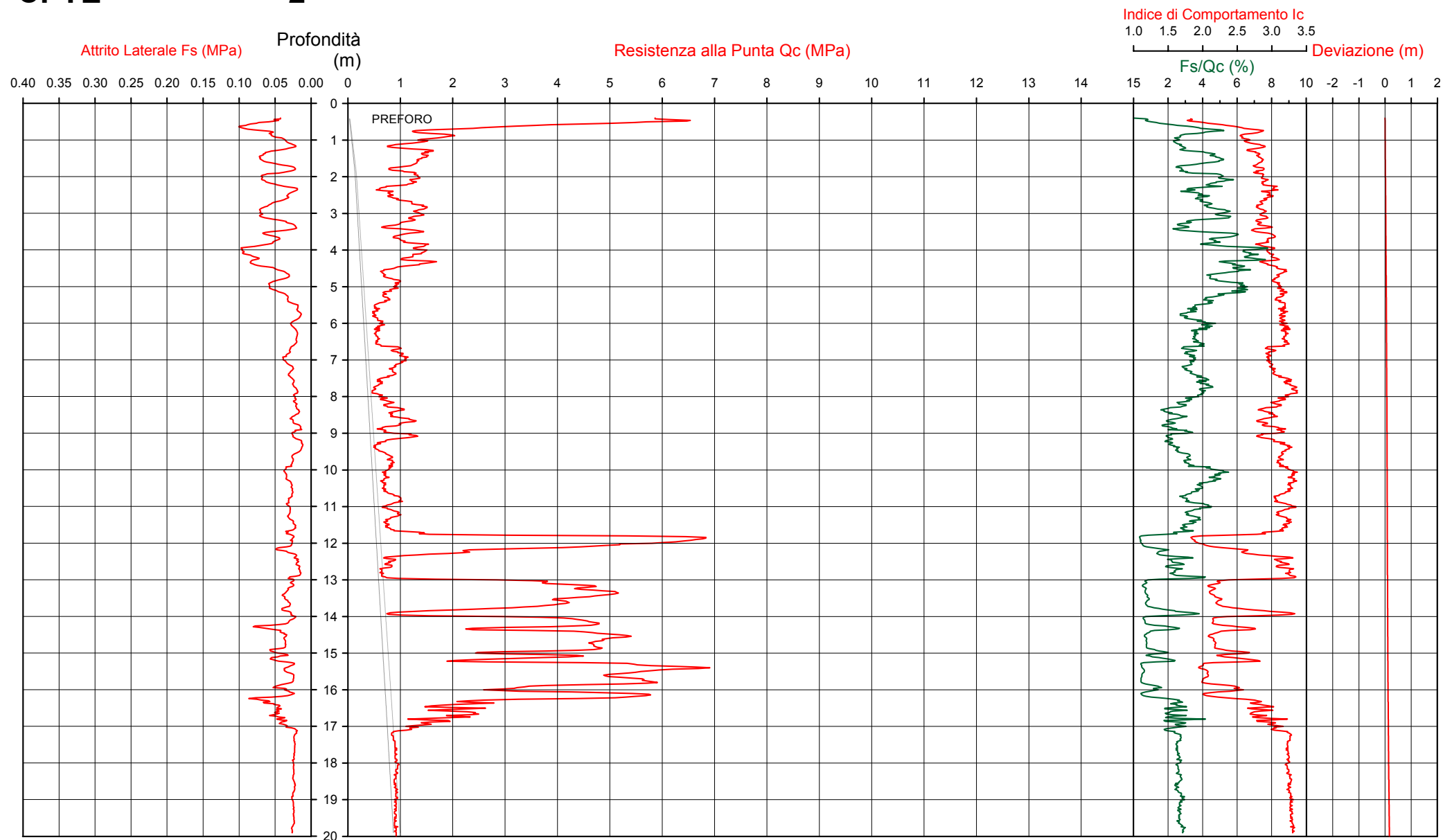
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTE

2



CPTE

2

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90 foro chiuso in superficie

Vs 0 - 20
136

Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	ic	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
44.1	75.0	0.76	2.2	2.19	sabbia limosa-limo sabbioso	0.70	.....		Addensata	57.5	47.6			192.8	183
15.3	26.0	0.47	3.2	2.68	limo argilloso-argilla limosa	1.10	.....		Plastica			0.89		89.3	172
8.2	14.0	0.23	2.9	2.87	limo argilloso-argilla limosa	1.20	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.56		46.3	118
13.8	23.5	0.58	4.2	2.79	limo argilloso-argilla limosa	1.70	.....		Plastica			0.83		79.8	163
8.8	15.0	0.23	2.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	1.80	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.59		47.5	123
12.3	20.9	0.56	4.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.20	.....	H2O	Plastica			0.77		70.7	151
7.8	13.3	0.30	4.0	2.97	argilla-argilla limosa	2.60	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.54	3.93	45.3	114
12.0	20.4	0.50	4.3	2.85	limo argilloso-argilla limosa	3.50	.....		Plastica			0.75		69.1	146
10.2	17.3	0.55	5.7	2.98	argilla-argilla limosa	3.70	.....		Plastica			0.66	4.09	57.7	134
12.6	20.7	0.58	4.9	2.88	limo argilloso-argilla limosa	3.90	.....		Plastica			0.78		72.1	152
12.8	20.2	0.82	6.9	2.99	argilla-argilla limosa	4.50	.....		Plastica			0.79	4.68	70.8	154
8.2	12.7	0.46	6.2	3.11	argilla-argilla limosa	5.10	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.56	2.62	45.8	116
6.3	9.0	0.24	4.6	3.15	argilla-argilla limosa	6.80	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.45	1.62	40.9	98
10.6	13.5	0.36	3.8	2.95	argilla-argilla limosa	7.10	.....		Plastica			0.68	2.58	61.3	138
7.0	8.6	0.24	4.5	3.16	argilla-argilla limosa	8.30	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.49	1.45	40.3	104
9.3	10.7	0.21	2.7	2.95	limo argilloso-argilla limosa	8.60	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.62		49.3	127
11.0	12.4	0.22	2.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa	8.80	.....		Plastica			0.70		51.1	140
7.6	8.1	0.25	4.3	3.16	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.53	1.26	44.0	110

CPTE

2

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90 foro chiuso in superficie

Vs 0 - 20
136

Qc	Qc1N	Fs	Fs/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 ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
						10.80									
8.3	8.0	0.28	4.6	3.18	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.20	47.5	117
17.8	16.8	0.30	2.8	2.82	limo argilloso-argilla limosa	11.60			Plastica			0.99		97.0	171
59.3	56.6	0.27	0.5	1.94	sabbia-sabbia limosa	11.80			Mediamente Addensata	48.2	37.0			181.0	194
25.1	23.3	0.37	1.7	2.56	limo argilloso-argilla limosa	12.10			Solido-plastica (Duro)			1.23		94.9	226
7.6	6.8	0.18	3.5	3.17	argilla-argilla limosa	12.30			Molle-plastica (Soffice)			0.53	0.94	44.5	111
13.9	12.3	0.28	3.8	2.98	argilla-argilla limosa	12.90			Plastica			0.83	1.96	80.4	163
41.9	37.5	0.32	0.8	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso	13.00			Mediamente Addensata	34.7	34.3			133.0	225
13.7	11.5	0.29	3.4	2.99	argilla-argilla limosa	13.80			Plastica			0.83	1.79	79.7	162
44.4	38.7	0.29	0.7	2.16	sabbia limosa-limo sabbioso	14.00			Mediamente Addensata	35.7	34.4			137.8	221
35.3	30.3	0.58	2.0	2.49	limo argilloso-argilla limosa	14.20			Semi solida (Molto duro)			1.49		144.8	268
48.5	41.8	0.38	0.8	2.17	sabbia limosa-limo sabbioso	14.40			Mediamente Addensata	38.2	34.7			153.5	231
35.0	29.1	0.44	1.6	2.44	limo argilloso-argilla limosa	14.90			Semi solida (Molto duro)			1.48		128.4	256
56.8	47.9	0.29	0.5	2.03	sabbia-sabbia limosa	15.30			Mediamente Addensata	42.7	35.4			173.9	205
38.1	30.9	0.41	1.3	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso	15.80			Sciolti	28.3	32.7			130.4	254
48.8	40.0	0.33	0.8	2.17	sabbia limosa-limo sabbioso	16.00			Mediamente Addensata	36.8	34.2			153.0	229
29.3	23.0	0.66	2.7	2.69	limo argilloso-argilla limosa	16.20			Solido-plastica (Duro)			1.35		151.5	255
19.3	14.5	0.45	2.9	2.86	limo argilloso-argilla limosa	16.40			Plastica			1.05		109.5	199
12.9	9.3	0.31	3.1	3.03	argilla-argilla limosa	16.90			Plastica			0.79	1.32	75.5	156
9.1	6.0	0.24	4.2	3.26	argilla-argilla limosa	17.10			Molle-plastica (Soffice)			0.60	0.72	52.4	125

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

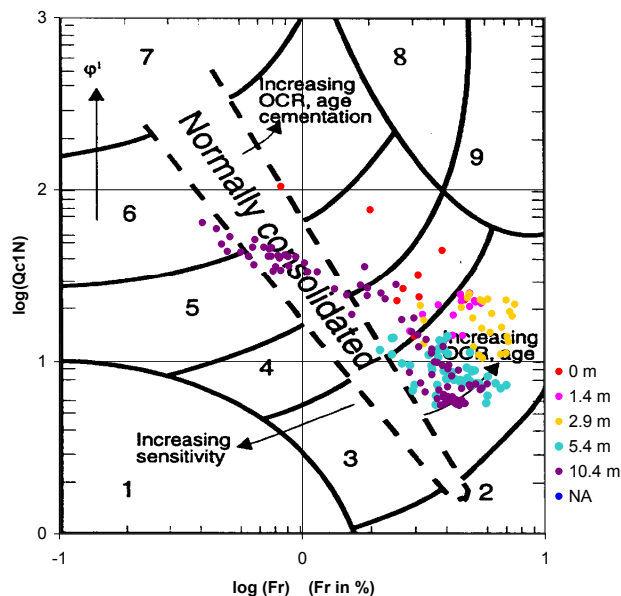
2
1.90



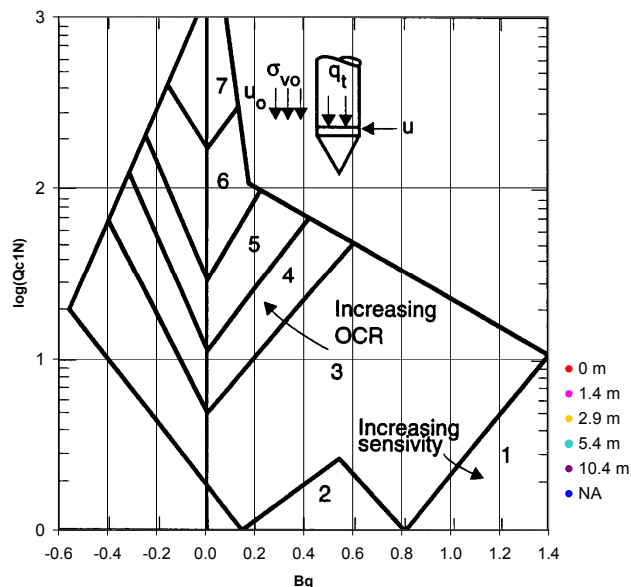
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

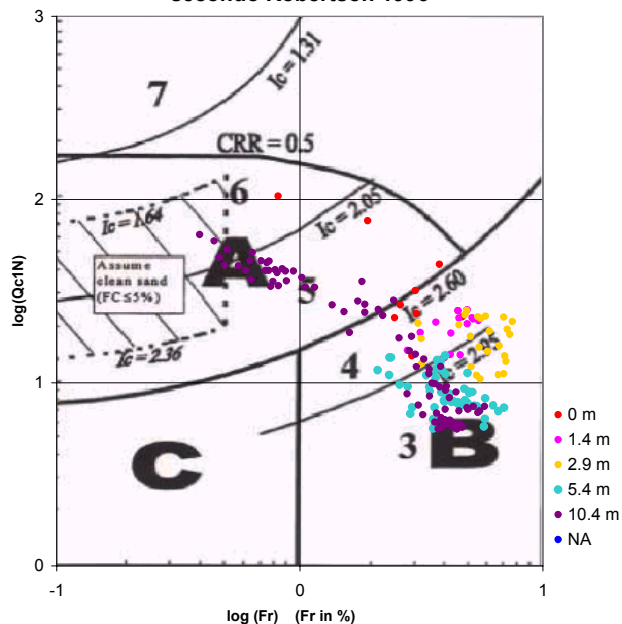
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



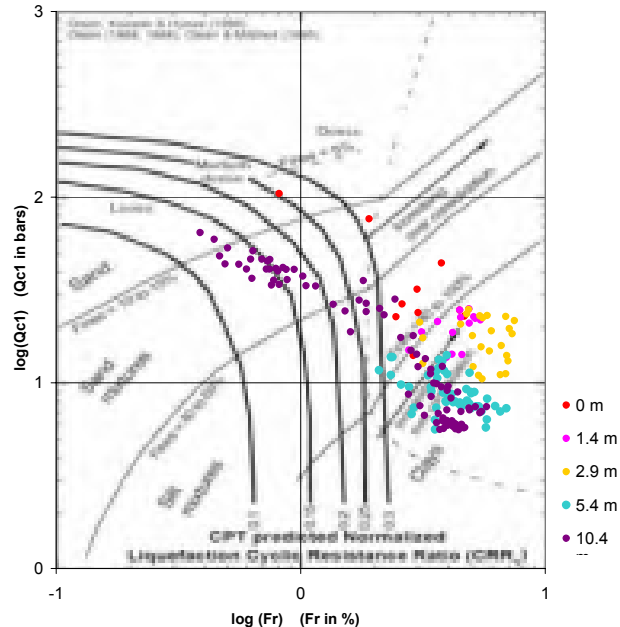
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

foro chiuso in superficie

Sigla della Punta	Tecnopenta 010104
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-mar-2011
Ultimo taratura per deriva termica	31-mar-2011

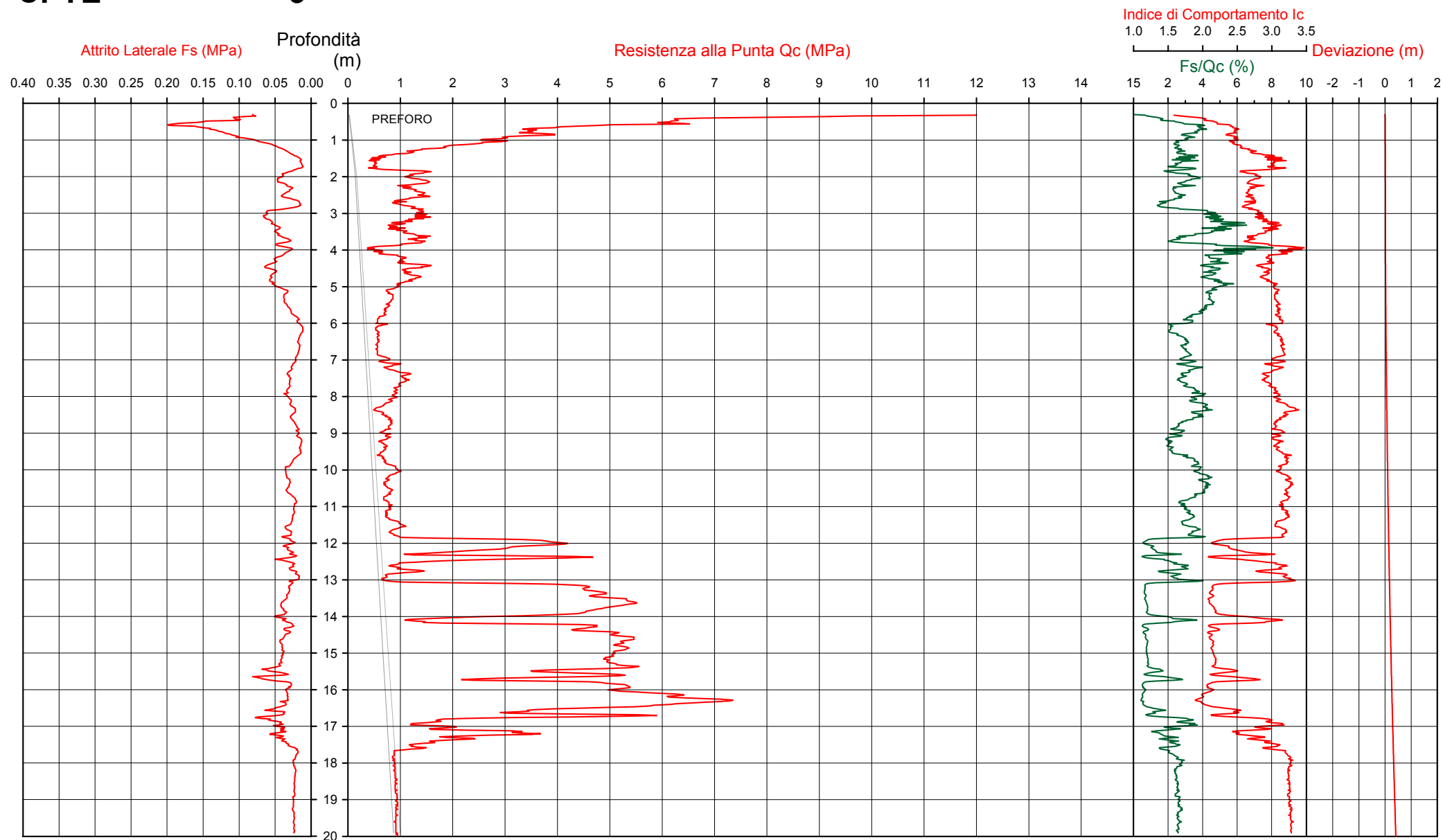


Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTE

3



CPTE

3

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90 foro chiuso in superficie

Vs 0 - 20
139

Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
90.9	151.8	0.93	1.1	1.79	sabbia-sabbia limosa	0.40	.....		Molto addensata	80.8	52.0			300.0	177
59.7	101.5	1.53	2.6	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	0.60	.....		Addensata	67.5	49.2			306.1	154
36.4	61.9	1.29	3.6	2.44	limo argilloso-argilla limosa	0.90	.....		Semi solida (Molto duro)			1.51		211.7	241
27.5	46.8	0.78	2.8	2.46	limo argilloso-argilla limosa	1.10	.....		Solido-plastica (Duro)			1.30		151.1	213
14.8	25.2	0.39	2.7	2.66	limo argilloso-argilla limosa	1.40	.....		Plastica			0.87		77.4	162
5.4	9.2	0.15	3.1	3.03	argilla-argilla limosa	1.80	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.39	3.54	32.1	90
13.5	22.9	0.39	3.0	2.71	limo argilloso-argilla limosa	2.20	.....	H2O	Plastica			0.82		79.5	160
10.9	18.5	0.31	3.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa	2.30	.....		Plastica			0.70		62.6	141
13.4	22.8	0.34	2.6	2.67	limo argilloso-argilla limosa	2.60	.....		Plastica			0.81		68.2	160
9.9	16.9	0.17	1.9	2.69	limo argilloso-argilla limosa	2.80	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.65		39.5	132
13.4	22.8	0.54	4.2	2.80	limo argilloso-argilla limosa	3.20	.....		Plastica			0.82		77.5	160
9.6	16.3	0.49	5.6	3.00	argilla-argilla limosa	3.50	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.63	3.98	54.2	129
13.2	21.8	0.38	3.1	2.73	limo argilloso-argilla limosa	3.80	.....		Plastica			0.80		76.9	158
7.9	13.1	0.40	6.0	3.10	argilla-argilla limosa	4.30	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.54	2.87	44.7	110
12.3	18.9	0.55	4.9	2.91	limo argilloso-argilla limosa	4.80	.....		Plastica			0.76		70.5	151
10.4	15.7	0.53	5.6	3.01	argilla-argilla limosa	5.00	.....		Plastica			0.67	3.34	58.8	136
7.9	11.7	0.35	5.0	3.07	argilla-argilla limosa	5.70	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.54	2.31	45.3	115
5.8	8.1	0.17	3.6	3.11	argilla-argilla limosa	6.90	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.42	1.40	35.8	95
7.8	10.0	0.25	3.8	3.06	argilla-argilla limosa	7.30	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.54	1.79	45.5	114
10.9	13.3	0.31	3.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa	7.60	.....		Plastica			0.70		63.4	140
9.1	11.0	0.32	4.1	3.04	argilla-argilla limosa	8.10	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.95	52.8	125
7.0	7.9	0.21	3.9	3.14	argilla-argilla limosa	9.80	.....		Molle-plastica (Soffice)			0.49	1.24	40.8	106
7.9	7.9	0.29	4.8	3.20	argilla-argilla limosa		.....		Molle-plastica (Soffice)			0.54	1.20	45.0	114

CPTE

3

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.90 foro chiuso in superficie

Vs 0 - 20
139

Qc	Qc1N	Fs	Fs/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
						11.30									
9.1	8.6	0.30	4.2	3.14	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.32	52.7	125
						11.80									
31.5	29.6	0.31	1.5	2.41	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.40		115.1	214
						12.10									
22.2	20.5	0.30	1.7	2.60	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.14		83.8	203
						12.30									
29.3	27.0	0.33	1.5	2.47	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.35		106.0	232
						12.50									
9.3	8.2	0.23	3.4	3.10	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.62	1.21	54.3	124
						13.00									
44.0	39.3	0.35	1.1	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	36.2	34.6			145.0	216
						14.00									
17.1	14.4	0.36	2.8	2.85	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.97		94.3	186
						14.20									
50.7	43.4	0.39	0.8	2.15	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	39.5	34.9			159.8	228
						15.40									
40.2	33.1	0.54	1.6	2.40	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.58		149.4	268
						15.80									
53.1	43.9	0.31	0.6	2.09	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	39.8	34.8			163.9	216
						16.10									
62.8	52.1	0.36	0.6	2.02	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	45.5	35.7			193.9	217
						16.50									
37.3	29.4	0.53	1.8	2.48	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.53		145.2	272
						16.80									
15.6	11.4	0.47	3.9	3.02	argilla-argilla limosa				Plastica			0.91	1.68	90.5	176
						17.00									
24.0	17.9	0.43	2.2	2.72	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.20		106.5	222
						17.40									
13.8	9.8	0.30	2.8	2.99	argilla-argilla limosa				Plastica			0.83	1.39	76.3	163
						17.60									
9.1	5.9	0.23	4.0	3.25	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.61	0.71	52.8	126

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

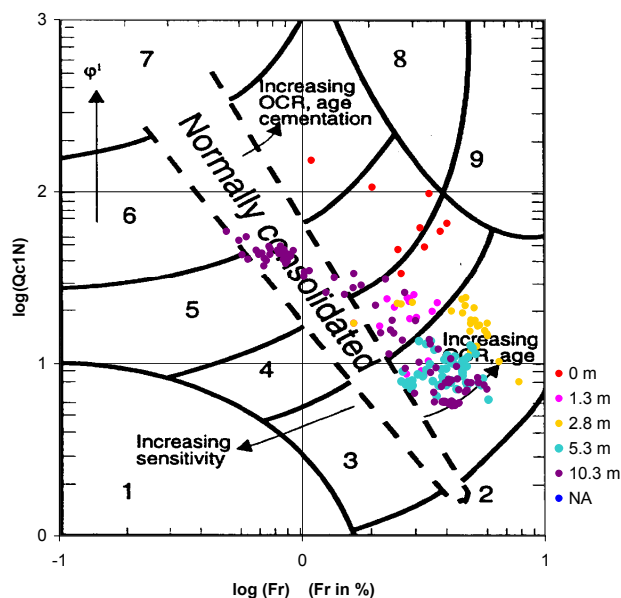
3
1.90



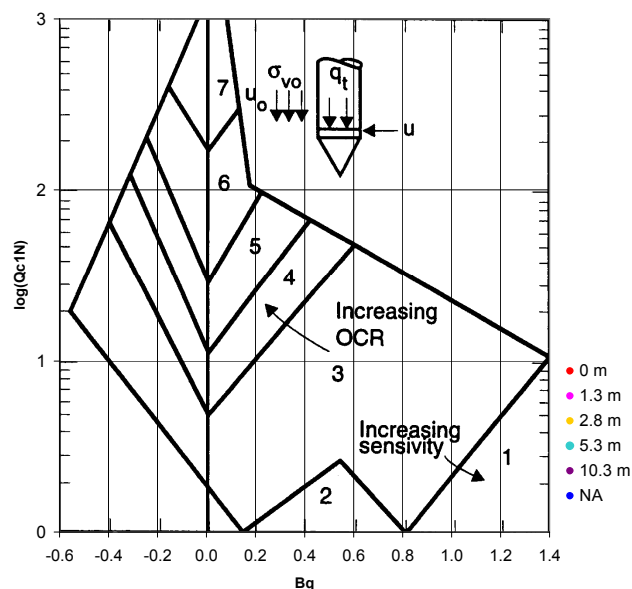
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

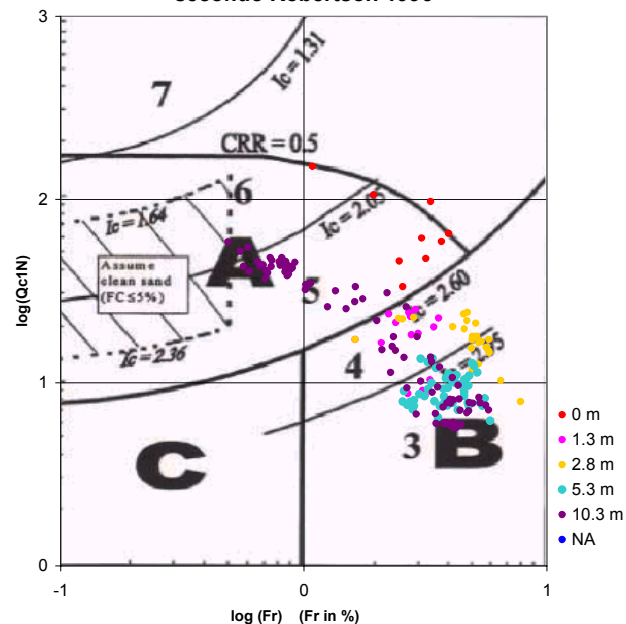
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



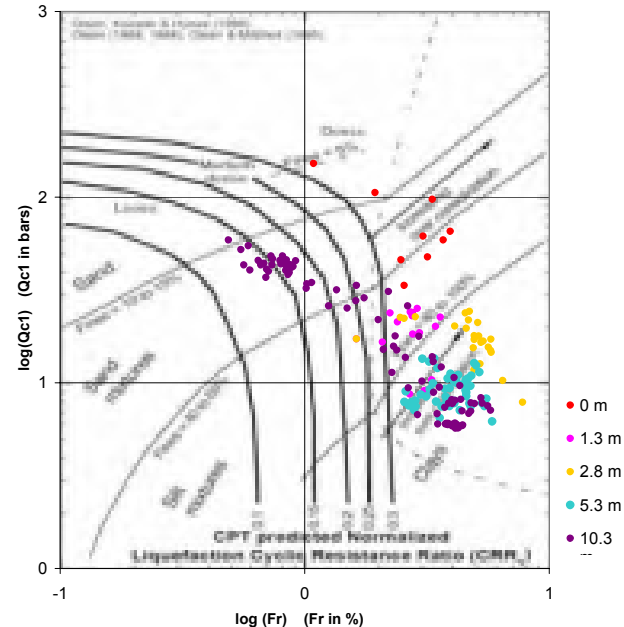
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

1.50 m

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

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



Società di
Geologia
Territoriale

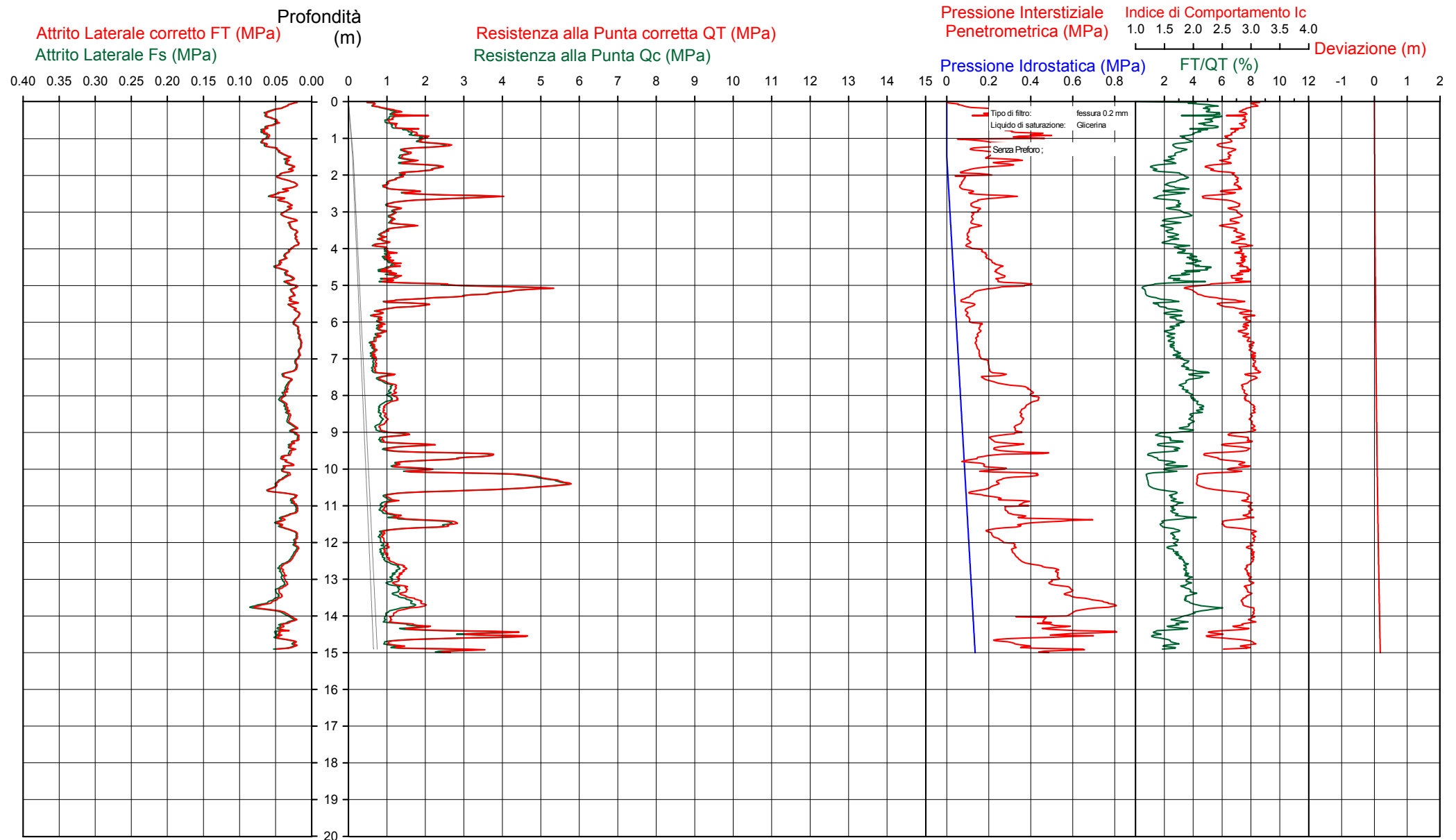
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

4



CPTU

4

Data 31 marzo 2011
Cantiere / Via Bastia 16
Località Lavezzola
Comune Conselice
Profondità falda idrica m. 1.50

Vs15
148

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	ftc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
7.5	12.7	0.34	4.5	3.03	argilla-argilla limosa	0.20			Molle-plastica (Soffice)			0.52	77.11	43.0	109
13.5	22.9	0.58	4.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa	0.90			Plastica			0.82		77.6	158
19.4	33.0	0.64	3.3	2.61	limo argilloso-argilla limosa	1.10			Plastica			1.05		113.2	200
24.9	42.4	0.64	2.6	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	1.20			Mediamente Addensata	38.6	41.5			126.2	204
16.1	27.4	0.44	2.6	2.63	limo argilloso-argilla limosa	1.50		H2O	Plastica			0.93		86.5	179
18.8	32.0	0.30	1.7	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90			Sciolti	29.4	38.3			72.3	168
11.9	20.2	0.34	2.9	2.74	limo argilloso-argilla limosa	2.40			Plastica			0.74		66.9	147
16.4	27.9	0.40	2.5	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	2.50			Sciolti	24.9	36.4			81.3	180
27.1	45.3	0.47	1.9	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	2.70			Mediamente Addensata	40.8	39.1			110.7	193
11.8	20.1	0.34	3.0	2.75	limo argilloso-argilla limosa	3.10			Plastica			0.74		69.6	148
11.3	19.2	0.28	2.7	2.73	limo argilloso-argilla limosa	3.30			Plastica			0.72		58.4	144
15.3	26.1	0.30	2.1	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	3.40			Sciolti	22.6	34.8			64.9	171
9.4	15.9	0.22	2.6	2.80	limo argilloso-argilla limosa	4.00			Molle-plastica (Soffice)			0.62		47.1	127
11.0	18.1	0.36	3.6	2.83	limo argilloso-argilla limosa	4.90			Plastica			0.70		64.0	141
21.5	31.4	0.29	1.7	2.43	sabbia limosa-limo sabbioso	5.00			Sciolti	28.8	35.3			81.5	191
44.0	58.9	0.25	0.6	1.96	sabbia-sabbia limosa	5.20			Mediamente Addensata	49.5	39.4			135.3	153
26.3	36.7	0.27	1.2	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	5.40			Sciolti	33.9	36.2			89.5	177
13.5	19.8	0.24	2.2	2.67	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Plastica			0.82		58.9	160
17.8	25.4	0.29	1.7	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	5.60			Sciolti	21.7	33.6			68.4	184
8.4	12.2	0.20	2.7	2.90	limo argilloso-argilla limosa	6.40			Molle-plastica (Soffice)			0.57		44.4	119
7.0	9.5	0.19	3.3	3.03	argilla-argilla limosa	7.40			Molle-plastica (Soffice)			0.49	1.69	42.1	106
9.4	12.0	0.33	4.2	3.02	argilla-argilla limosa	7.60			Molle-plastica (Soffice)			0.62	2.22	54.2	127
11.8	14.5	0.36	3.5	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.20			Plastica			0.74		68.7	147
9.3	11.0	0.30	3.8	3.02	argilla-argilla limosa	9.00			Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.92	53.8	127
12.7	14.2	0.23	2.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa	9.50			Plastica			0.78		57.8	149
27.4	29.5	0.35	1.5	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	9.80			Sciolti	26.7	33.6			99.8	220
16.2	17.3	0.34	2.5	2.76	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.93		80.0	177



4

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.50

Vs15
148

QT	Qc1N	FT	FT/Qnet	Ic	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ° Robertson °	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm²		daN/cm²	%			m									
48.6	50.1	0.45	1.0	2.15	sabbia limosa-limo sabbioso	10.10			Mediante Addensata	44.2	36.8			158.3	202
11.9	12.2	0.28	2.8	2.91	limo argilloso-argilla limosa	10.60			Plastica			0.75		64.5	147
9.6	9.6	0.21	2.7	2.99	argilla-argilla limosa	10.90			Molle-plastica (Soffice)			0.63	1.53	50.6	129
14.6	14.4	0.36	3.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	11.20			Plastica			0.86		85.3	167
25.9	25.4	0.43	1.8	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	11.40			Sciolta	21.7	32.2			101.7	233
9.8	9.3	0.22	2.9	3.02	argilla-argilla limosa	11.60			Molle-plastica (Soffice)			0.64	1.43	55.3	131
11.3	10.4	0.31	3.4	3.01	argilla-argilla limosa	12.40			Plastica			0.72	1.64	66.0	144
14.5	13.3	0.41	3.3	2.92	limo argilloso-argilla limosa	12.60			Plastica			0.86		84.6	168
14.8	13.2	0.43	3.4	2.94	limo argilloso-argilla limosa	12.80			Plastica			0.88		86.5	169
13.1	11.2	0.41	3.8	3.02	argilla-argilla limosa	13.70			Plastica			0.80	1.74	76.0	155
18.8	16.0	0.40	2.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa	14.20			Plastica			1.03		94.4	198
38.7	33.8	0.45	1.3	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	14.40			Sciolta	31.2	33.5			133.2	256
14.4	11.9	0.28	2.5	2.91	limo argilloso-argilla limosa	14.60			Plastica			0.86		70.9	164

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

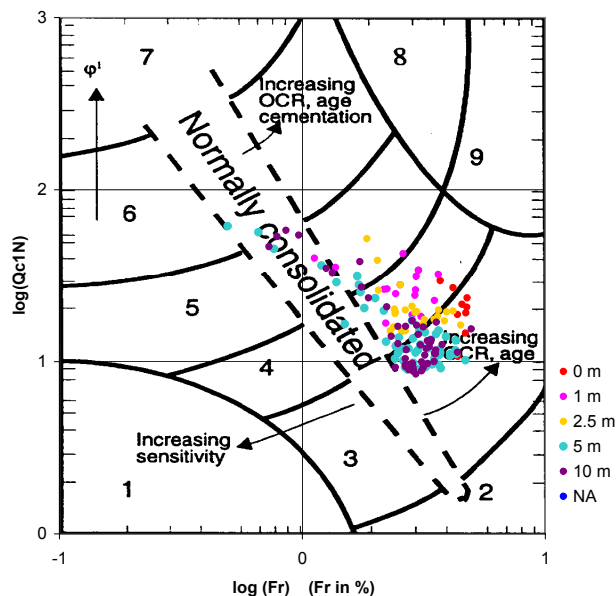
4
1.50



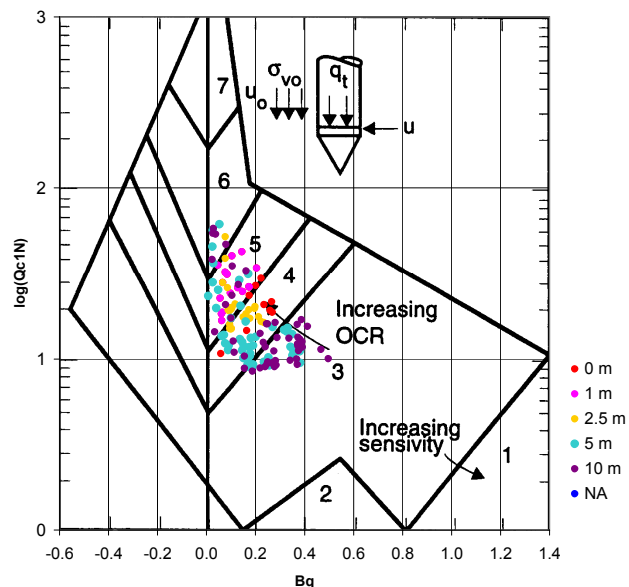
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

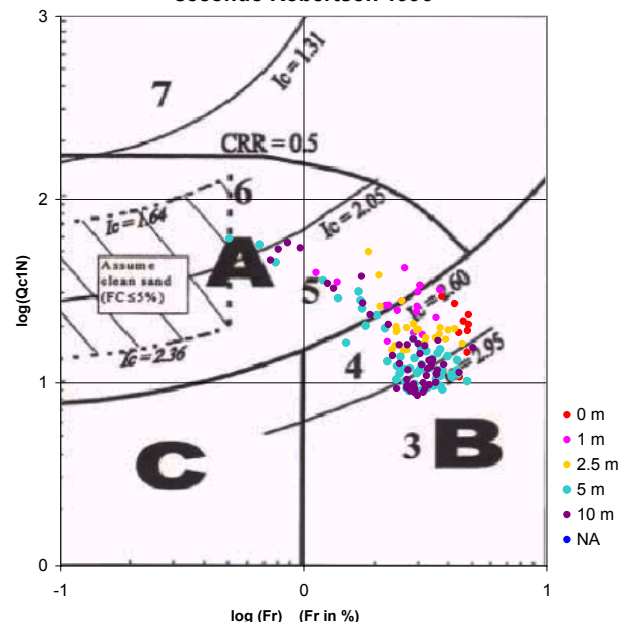
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



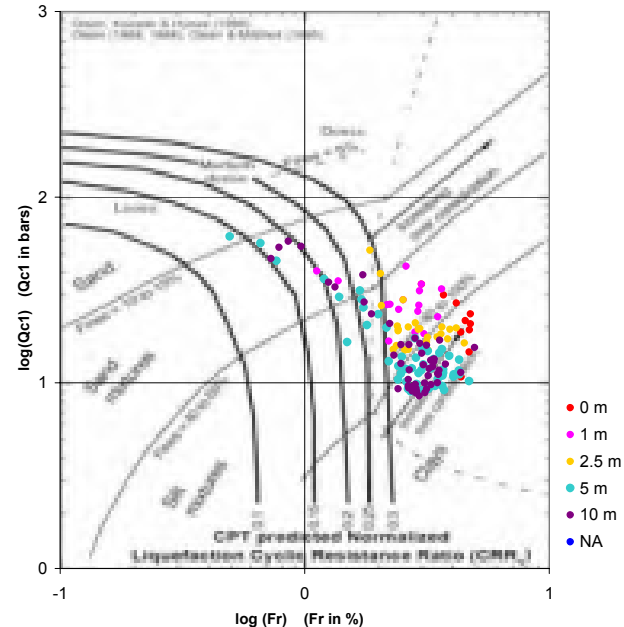
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

1.50 m

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

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



Società di
Geologia
Territoriale

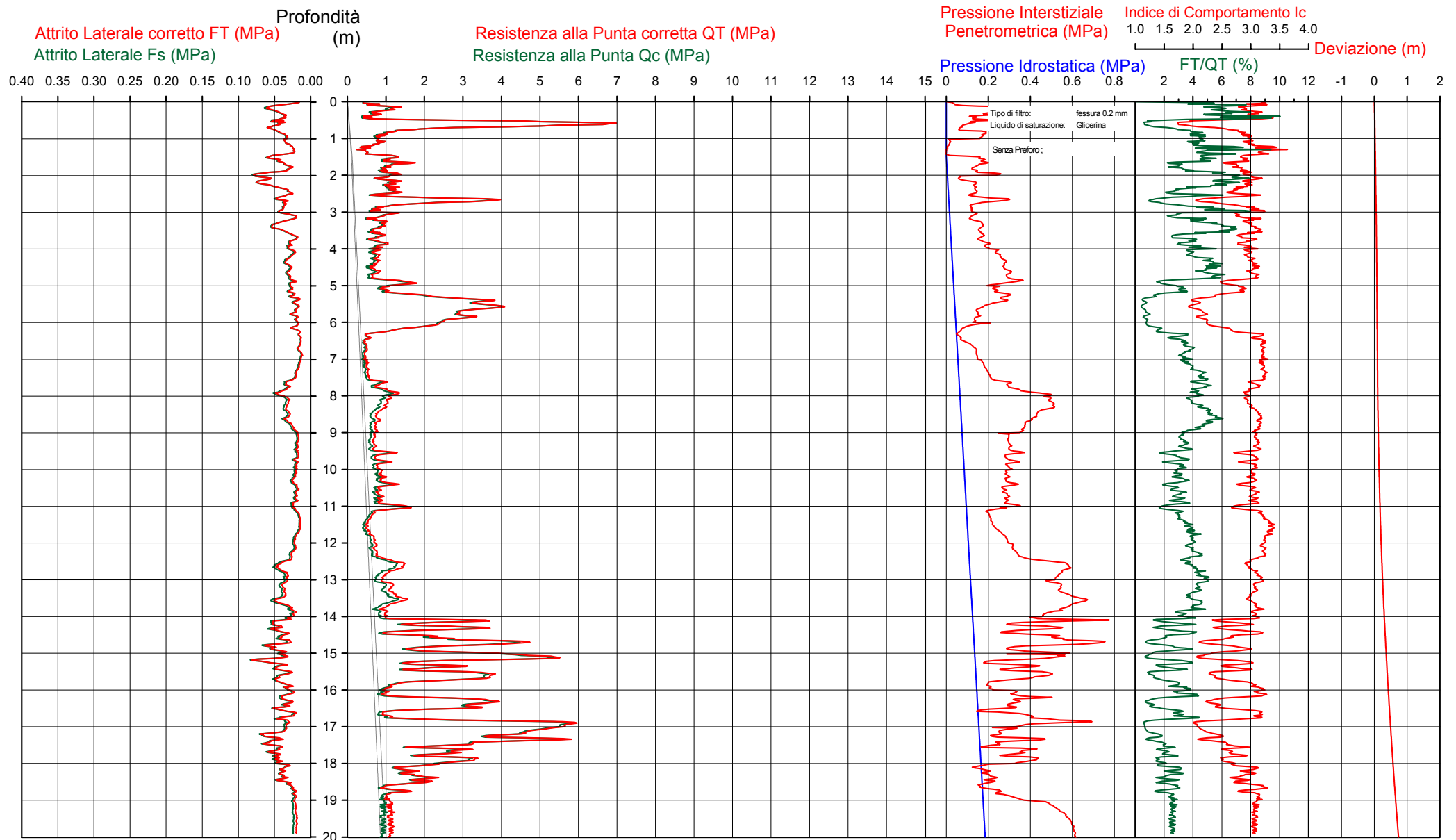
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

5



CPTU

5

Data 31 marzo 2011
Cantiere / Via Bastia 16
Località Lavezzola
Comune Conselice
Profondità falda idrica m. 1.50

Vs20
134

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR q ₂₀ Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
8.9	15.1	0.43	5.4	3.03	argilla-argilla limosa	0.50			Molle-plastica (Soffice)			0.60	38.74	50.6	119
53.6	91.1	0.47	1.0	1.92	sabbia-sabbia limosa	0.70			Addensata	63.9	48.1			173.3	101
13.5	23.0	0.45	3.5	2.76	limo argilloso-argilla limosa	0.90			Plastica			0.82		78.8	156
8.0	13.6	0.33	4.3	2.98	argilla-argilla limosa	1.20			Molle-plastica (Soffice)			0.55	8.34	46.2	115
4.5	7.7	0.24	6.0	3.27	argilla-argilla limosa	1.40			Fluido-plastica (Molto Soffice)			0.33	3.70	31.2	80
11.2	19.1	0.47	4.5	2.87	limo argilloso-argilla limosa	2.60		<u>H2O</u>	Plastica			0.71		64.6	142
28.2	46.8	0.38	1.5	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso	2.80			Mediamente Addensata	41.9	39.2			103.2	172
8.8	14.9	0.34	4.4	2.95	limo argilloso-argilla limosa	3.30			Molle-plastica (Soffice)			0.59		50.6	121
7.7	13.1	0.31	4.4	3.00	argilla-argilla limosa	4.80			Molle-plastica (Soffice)			0.53	3.04	44.4	112
13.8	21.3	0.25	2.1	2.63	limo argilloso-argilla limosa	5.00			Plastica			0.83		59.3	162
10.1	15.8	0.27	2.9	2.83	limo argilloso-argilla limosa	5.20			Plastica			0.66		57.6	134
28.4	39.3	0.21	0.9	2.20	sabbia limosa-limo sabbioso	5.50			Mediamente Addensata	36.1	36.7			90.5	164
39.3	51.9	0.17	0.4	1.95	sabbia-sabbia limosa	5.60			Mediamente Addensata	45.4	38.4			119.4	153
23.7	31.9	0.20	1.1	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso	6.30			Sciolti	29.3	35.1			77.6	164
4.8	6.9	0.14	3.9	3.20	argilla-argilla limosa	7.00			Fluido-plastica (Molto Soffice)			0.36	1.11	30.3	84
6.2	8.2	0.22	4.5	3.18	argilla-argilla limosa	7.80			Molle-plastica (Soffice)			0.44	1.38	40.1	97
11.2	13.7	0.36	3.7	2.94	limo argilloso-argilla limosa	8.20			Plastica			0.71		65.0	143
8.3	9.2	0.22	3.4	3.06	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.50	48.3	117

CPTU

5

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
1.50

Vs20
134

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1c	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
						10.90									
12.8	12.9	0.23	2.3	2.84	limo argilloso-argilla limosa	11.10			Plastica			0.79		58.6	155
5.8	5.7	0.16	4.2	3.28	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.42	0.74	37.0	94
						11.80									
7.9	7.4	0.24	4.2	3.19	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.54	1.07	45.5	113
						12.50									
14.4	13.3	0.42	3.4	2.93	limo argilloso-argilla limosa	12.60			Plastica			0.86		83.6	167
12.8	11.8	0.42	4.0	3.01	argilla-argilla limosa	12.80			Plastica			0.79	1.89	74.3	155
9.6	8.7	0.33	4.5	3.15	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.63	1.29	55.5	130
						13.10									
12.4	10.9	0.39	3.9	3.03	argilla-argilla limosa				Plastica			0.77	1.71	71.7	151
						13.70									
9.7	8.4	0.25	3.4	3.09	argilla-argilla limosa	14.00			Molle-plastica (Soffice)			0.64	1.21	56.8	131
21.4	18.5	0.42	2.7	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.12		112.8	206
						14.60									
38.1	33.0	0.40	1.2	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso	14.80			Sciolta	30.4	33.4			129.3	249
18.0	15.0	0.52	3.5	2.89	limo argilloso-argilla limosa	14.90			Plastica			1.00		104.7	192
39.7	34.1	0.46	1.5	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	31.5	33.5			141.9	250
						15.20									
21.1	17.4	0.45	2.8	2.77	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.11		113.6	208
						15.50									
31.1	25.7	0.41	1.7	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	22.2	31.7			117.5	235
						15.80									
11.3	8.7	0.31	3.9	3.11	argilla-argilla limosa				Plastica			0.71	1.23	65.2	142
						16.20									
34.1	27.6	0.35	1.1	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	16.50			Sciolta	24.5	32.0			113.9	250
12.7	9.6	0.33	3.5	3.06	argilla-argilla limosa				Plastica			0.78	1.38	74.1	152
						16.80									
46.4	37.4	0.45	1.1	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	34.5	33.8			154.6	248
						17.50									
24.1	18.1	0.46	2.3	2.73	limo argilloso-argilla limosa	17.80			Solido-plastica (Duro)			1.20		111.7	229
30.0	22.7	0.45	1.7	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	18.00			Sciolta	18.0	30.6			114.6	259
18.4	13.3	0.33	2.4	2.83	limo argilloso-argilla limosa	18.10			Plastica			1.01		85.6	195
15.1	10.7	0.39	3.4	3.00	argilla-argilla limosa				Plastica			0.89	1.53	87.8	172
						18.30									
19.9	14.3	0.38	2.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa	18.50			Plastica			1.07		93.6	205
11.5	7.7	0.21	2.7	3.07	argilla-argilla limosa				Plastica			0.73	1.00	60.5	144

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

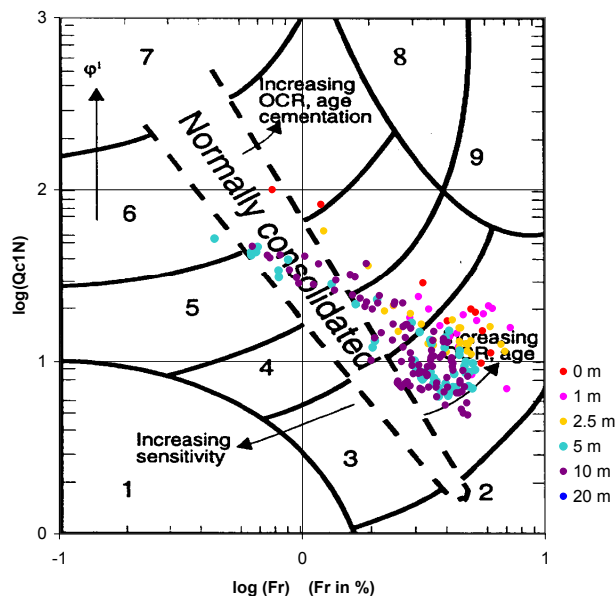
5
1.50



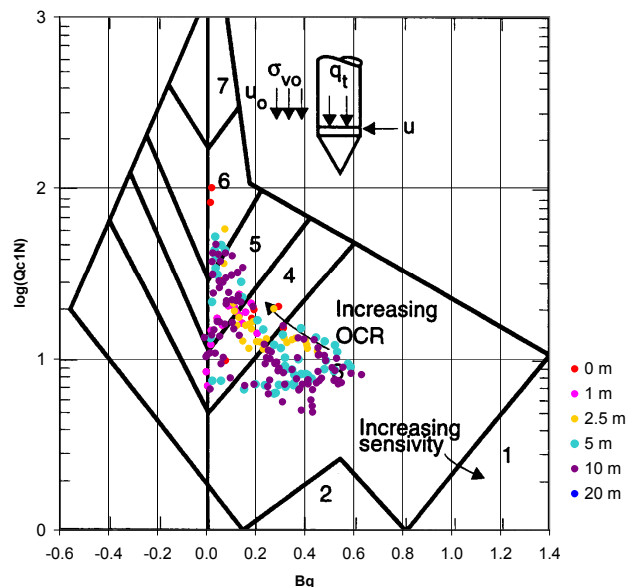
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

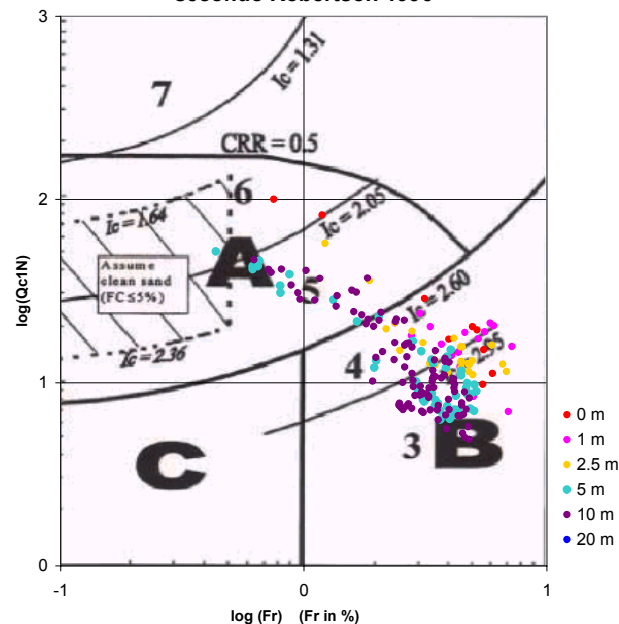
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



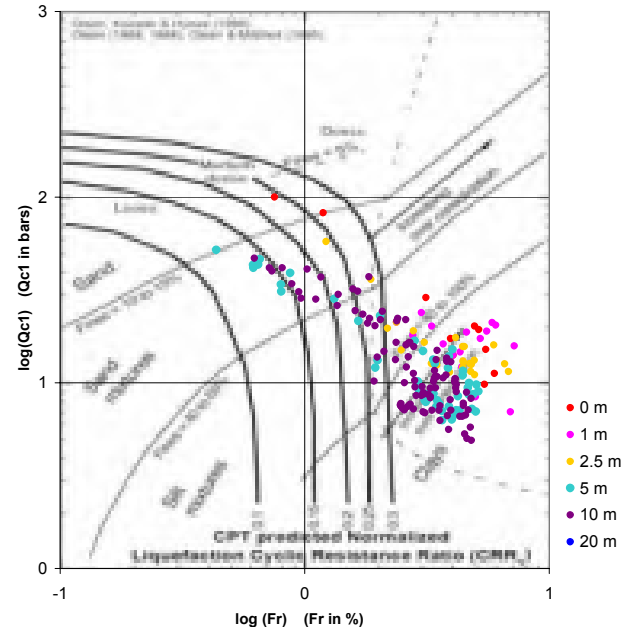
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Falda

0.90 m

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

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



Società di
Geologia
Territoriale

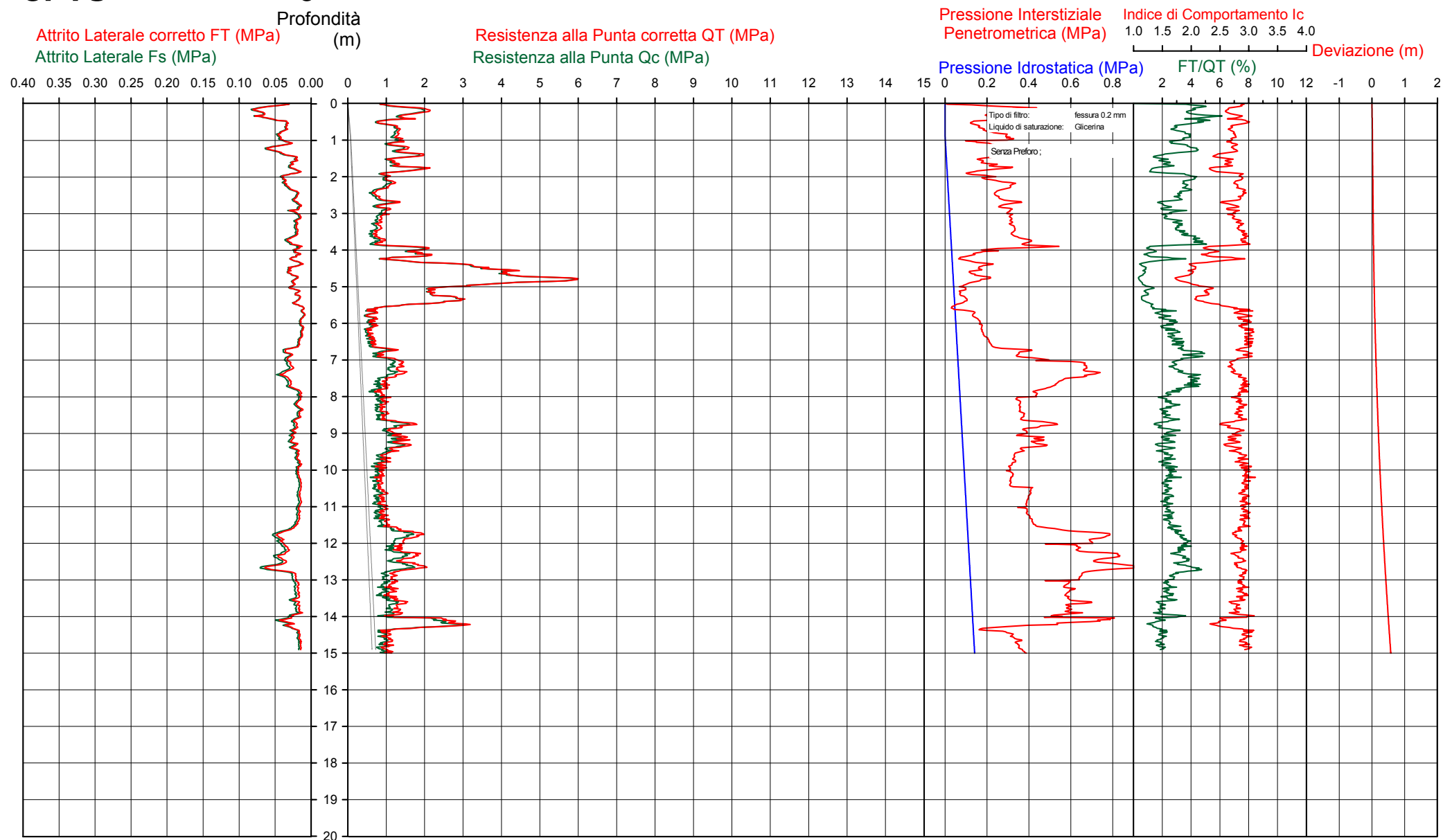
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

6





6

31 marzo 2011
Bastia 16
Lavezzola
Conselice
0.90

Vs15
139

QT	Qc1N	FT	FT/Qnet	Ic	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ^q	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ^q	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ^q	Idriss & Esch	daN/cm ^q	%	Robertson		m									
13.7	23.3	0.48	3.6	2.75	limo argilloso-argilla limosa			H2O	Plastica			0.83		79.6	159
16.4	28.0	0.31	2.0	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	1.30			Sciolta	24.9	39.5			67.6	170
12.0	20.4	0.24	2.1	2.65	limo argilloso-argilla limosa	1.70			Plastica			0.75		51.3	149
16.1	27.3	0.22	1.4	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	1.90			Sciolta	24.2	38.6			57.1	158
10.6	18.1	0.35	3.4	2.83	limo argilloso-argilla limosa	2.30			Plastica			0.68		62.0	138
9.1	15.4	0.20	2.4	2.79	limo argilloso-argilla limosa	2.30			Molle-plastica (Soffice)			0.60		43.3	124
8.5	14.5	0.21	2.7	2.84	limo argilloso-argilla limosa	3.00			Molle-plastica (Soffice)			0.57		45.3	120
18.8	31.9	0.20	1.1	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso	3.90			Sciolta	29.3	36.2			62.8	163
11.8	20.0	0.26	2.6	2.71	limo argilloso-argilla limosa	4.20			Plastica			0.74		58.8	147
29.4	46.0	0.19	0.7	2.09	sabbia limosa-limo sabbioso	4.30			Mediamente Addensata	41.3	38.5			91.5	144
47.2	67.1	0.25	0.6	1.91	sabbia-sabbia limosa	4.50			Mediamente Addensata	53.8	40.8			145.0	147
25.1	37.7	0.21	0.9	2.23	sabbia limosa-limo sabbioso	4.90			Sciolta	34.8	36.7			80.3	165
6.6	10.5	0.13	2.5	2.93	limo argilloso-argilla limosa	5.50			Molle-plastica (Soffice)			0.46		31.7	101
9.2	13.4	0.29	3.7	2.95	limo argilloso-argilla limosa	6.60			Molle-plastica (Soffice)			0.61		53.6	126
13.0	17.8	0.32	2.7	2.77	limo argilloso-argilla limosa	6.90			Plastica			0.80		69.5	156
9.5	12.4	0.19	2.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa	7.50			Molle-plastica (Soffice)			0.63		45.0	129
16.3	19.7	0.20	1.4	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	8.70			Sciolta	13.4	31.2			57.3	179
13.1	15.5	0.23	2.1	2.74	limo argilloso-argilla limosa	8.80			Plastica			0.80		55.3	157
9.4	10.8	0.17	2.3	2.90	limo argilloso-argilla limosa	9.50			Molle-plastica (Soffice)			0.62		42.5	128
						10.00									

CPTU

6

Data 31 marzo 2011
Cantiere / Via Bastia 16
Località Lavezzola
Comune Conselice
Profondità falda idrica m. 0.90

Vs15
139

QT	Qc1N Idriss & E daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	Qc1N Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
9.2	9.9	0.16	2.3	2.93	limo argilloso-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.61		41.7	126
15.7	15.5	0.40	3.0	2.84	limo argilloso-argilla limosa	11.60			Plastica			0.91		91.3	175
12.2	11.2	0.19	2.0	2.85	limo argilloso-argilla limosa	12.80			Plastica			0.76		50.1	150
25.5	22.9	0.32	1.5	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	14.00			Sciolti	18.4	31.3			91.3	228
12.1	10.6	0.20	2.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa	14.40			Plastica			0.76		53.2	150
10.2	8.8	0.16	2.1	2.96	argilla-argilla limosa	14.60			Plastica			0.66	1.28	44.6	135
10.8	9.2	0.15	1.8	2.91	limo argilloso-argilla limosa	14.80			Plastica			0.69		42.2	139
9.6	8.1	0.14	2.1	2.98	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.63	1.14	40.6	130

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

Numero prova
Quota falda

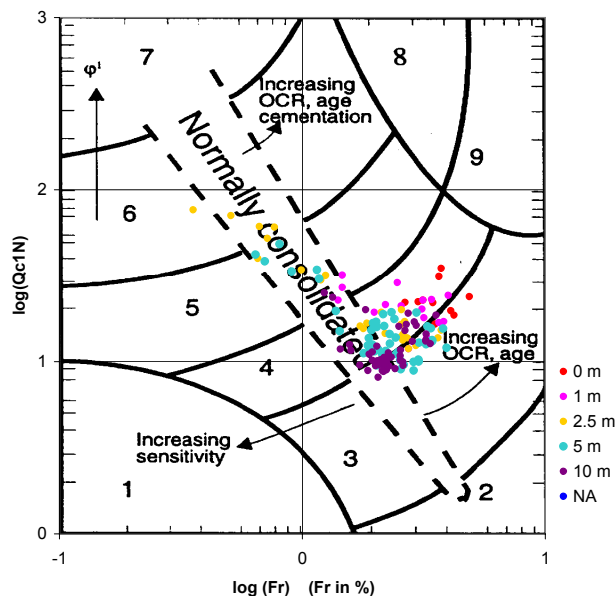
6
0.90



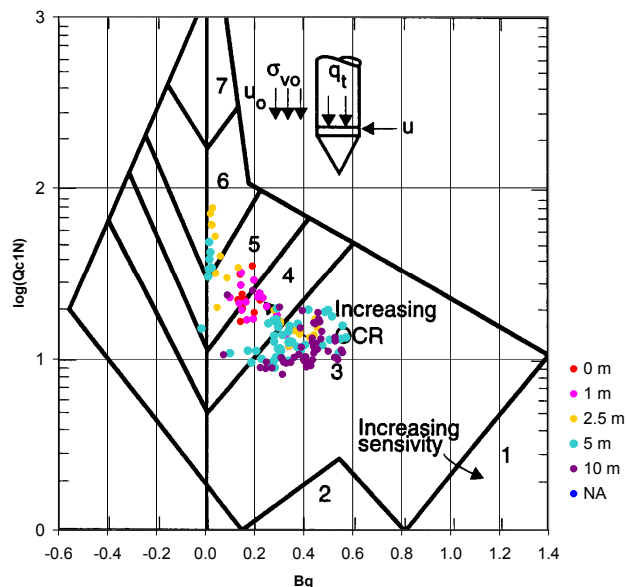
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

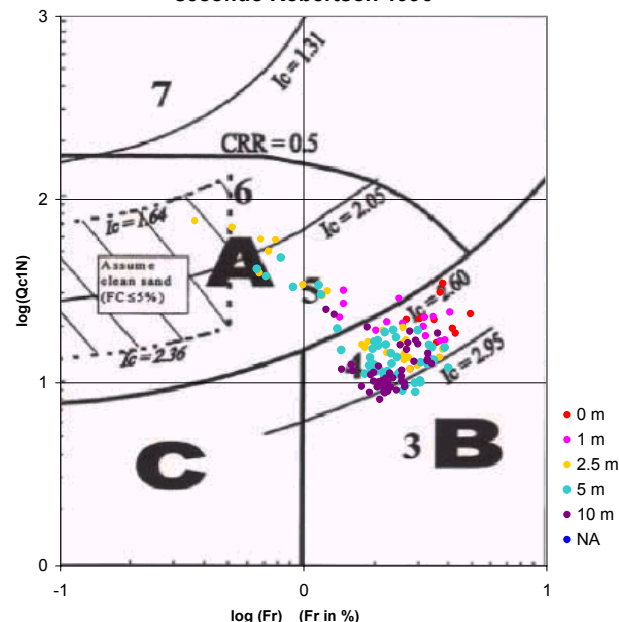
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



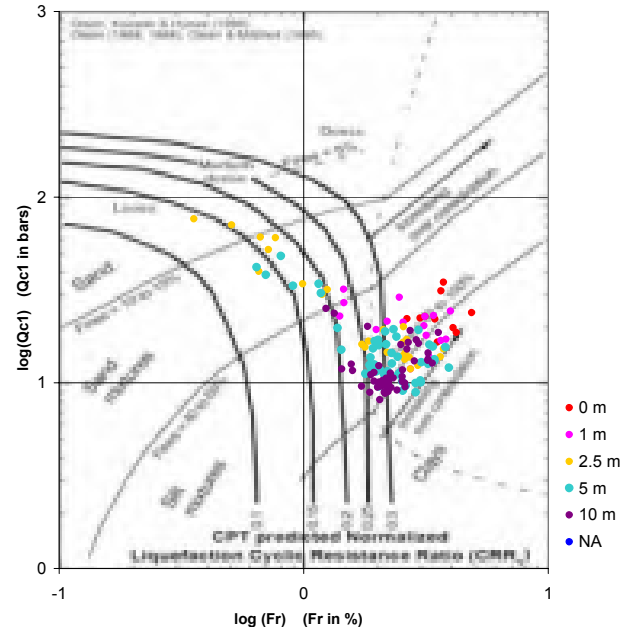
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16/a
Lavezzola
Surgital
29/06/2011

Falda

foro chiuo a 3.00m

Sigla della Punta	Tecnopenta 010104
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-mar-2011
Ultimo taratura per deriva termica	31-mar-2011



Società di
Geologia
Territoriale

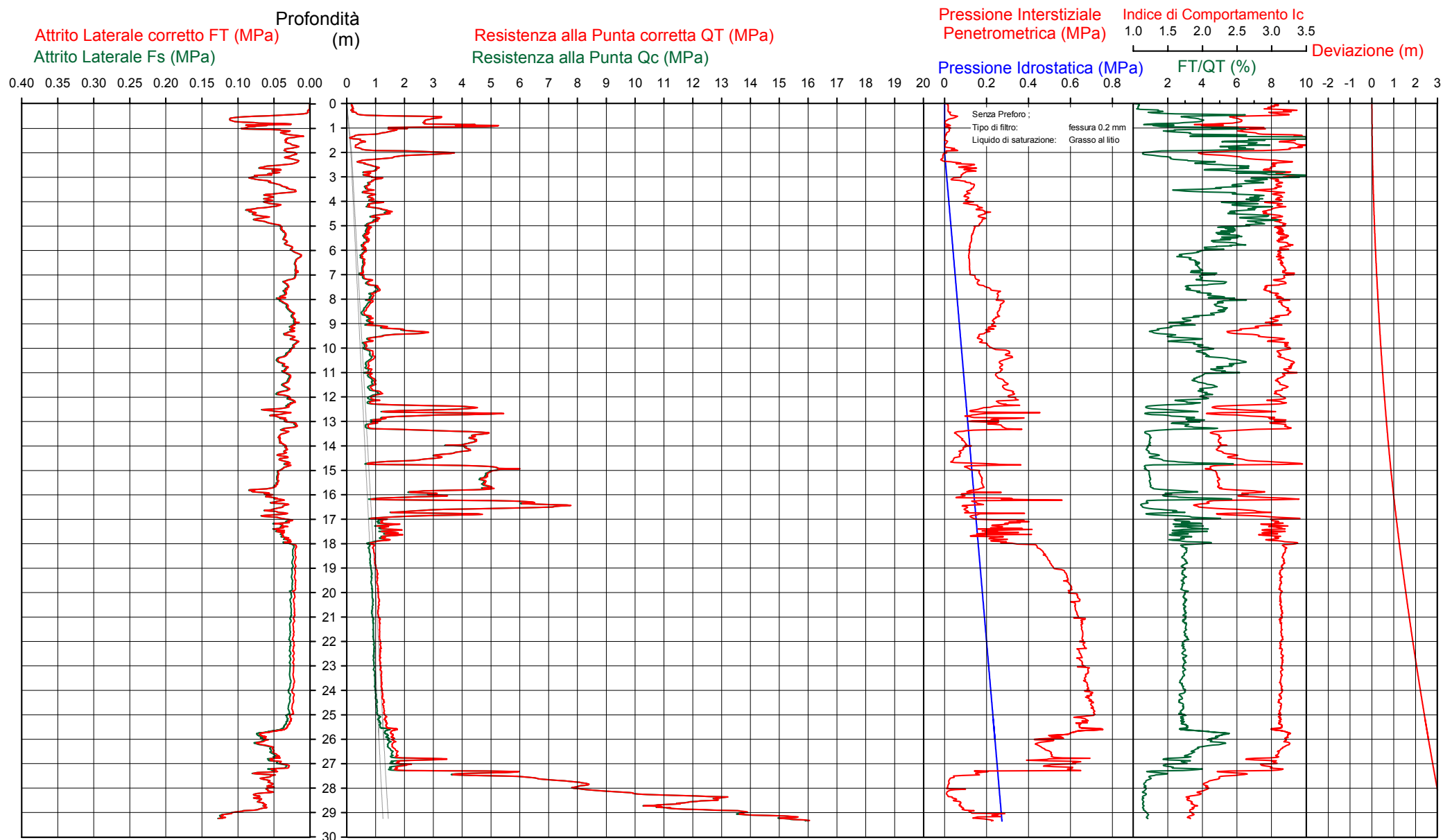
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

7





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.

29/06/2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00 foro chiuvo a 3.00m

Vs29
141

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	ftc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
3.0	5.1	0.07	1.5	3.09	argilla-argilla limosa	0.50			Fluidico-plastica (Molto Soffice)			0.23	13.09	10.9	55
31.6	53.7	0.86	3.0	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00			Mediamente Addensata	46.5	44.8			184.7	199
15.8	26.9	0.50	3.2	2.66	limo argilloso-argilla limosa	1.20			Plastica			0.92		92.4	176
7.9	13.3	0.31	4.8	3.05	argilla-argilla limosa	1.30			Molle-plastica (Soffice)			0.54	6.85	45.0	114
2.0	3.3	0.18	14.6	3.74	terreni organici-torbe	1.40			Fluida			0.15	1.43	15.3	48
4.3	7.3	0.29	8.3	3.36	argilla-argilla limosa	1.90			Fluidico-plastica (Molto Soffice)			0.32	2.72	32.7	76
28.5	47.5	0.25	1.2	2.17	sabbia limosa-limo sabbioso	2.10			Mediamente Addensata	42.4	39.4			95.2	152
14.9	25.3	0.28	2.1	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	2.30			Sciolti	21.6	35.3			63.4	159
4.4	7.5	0.17	4.3	3.19	argilla-argilla limosa	2.40			Fluidico-plastica (Molto Soffice)			0.33	2.11	28.2	80
8.4	14.4	0.52	6.6	3.08	argilla-argilla limosa	3.00			Molle-plastica (Soffice)			0.57	3.91	47.0	118
10.0	17.0	0.70	7.5	3.07	argilla-argilla limosa	3.20			Molle-plastica (Soffice)			0.65	4.31	54.6	132
8.3	13.9	0.47	6.1	3.07	argilla-argilla limosa	4.30			Molle-plastica (Soffice)			0.56	3.13	46.6	117
12.1	18.5	0.74	6.7	3.01	argilla-argilla limosa	4.80			Plastica			0.75	4.12	67.2	148
7.5	11.2	0.40	6.1	3.15	argilla-argilla limosa	5.60			Molle-plastica (Soffice)			0.52	2.20	42.0	110
6.0	8.2	0.21	4.4	3.16	argilla-argilla limosa	6.90			Molle-plastica (Soffice)			0.43	1.44	38.2	96
6.7	8.5	0.26	4.8	3.17	argilla-argilla limosa	7.40			Molle-plastica (Soffice)			0.47	1.46	43.6	102
10.7	13.0	0.32	3.4	2.93	limo argilloso-argilla limosa	7.70			Plastica			0.69		62.6	139
8.1	9.3	0.29	4.5	3.12	argilla-argilla limosa	9.10			Molle-plastica (Soffice)			0.55	1.57	46.5	115
13.6	14.7	0.24	2.0	2.76	limo argilloso-argilla limosa	9.20			Plastica			0.82		56.9	161
23.6	25.1	0.27	1.2	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	9.40			Sciolti	21.4	32.5			80.2	207
16.4	17.4	0.32	2.2	2.73	limo argilloso-argilla limosa	9.50			Plastica			0.94		73.4	181
7.7	8.1	0.21	3.7	3.12	argilla-argilla limosa	10.00			Molle-plastica (Soffice)			0.53	1.28	45.0	112

CPTU
7

Data 29/06/2011
 Cantiere / Via Bastia 16/a
 Località Lavezzola
 Comune Conselice
 Profondità falda idrica m. 2.00 foro chiuvo a 3.00m

Vs29
141

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	ftc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
8.8	8.9	0.31	4.4	3.14	argilla-argilla limosa	10.40			Molle-plastica (Soffice)			0.59	1.43	50.6	122
8.2	8.0	0.34	5.5	3.23	argilla-argilla limosa	11.30			Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.23	46.6	117
9.2	8.7	0.32	4.5	3.15	argilla-argilla limosa	11.70			Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.34	53.1	126
11.3	10.4	0.40	4.3	3.07	argilla-argilla limosa	11.90			Plastica			0.71	1.67	64.9	143
9.2	8.4	0.27	3.8	3.12	argilla-argilla limosa	12.30			Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.26	53.2	126
32.8	30.1	0.41	1.7	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	12.80			Sciolta	27.3	33.0			125.8	235
11.8	10.3	0.36	3.9	3.05	argilla-argilla limosa	13.00			Plastica			0.74	1.61	68.5	146
8.4	7.2	0.23	3.9	3.17	argilla-argilla limosa	13.30			Molle-plastica (Soffice)			0.57	1.01	48.6	118
38.8	33.8	0.37	1.1	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	14.60			Sciolta	31.2	33.5			128.1	239
12.2	9.8	0.31	3.6	3.06	argilla-argilla limosa	14.70			Plastica			0.76	1.46	70.9	151
18.2	15.0	0.31	4.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	14.80			Plastica			1.01		105.1	194
49.2	41.3	0.45	1.0	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso	15.80			Mediamente Addensata	37.8	34.5			159.3	245
28.1	22.2	0.64	2.6	2.68	limo argilloso-argilla limosa	16.10			Solido-plastica (Duro)			1.31		144.6	254
11.7	8.7	0.44	5.4	3.19	argilla-argilla limosa	16.20			Plastica			0.74	1.23	66.4	147
60.9	50.3	0.42	0.8	2.09	sabbia limosa-limo sabbioso	16.60			Mediamente Addensata	44.3	35.5			191.5	231
24.0	18.2	0.54	2.6	2.75	limo argilloso-argilla limosa	16.70			Solido-plastica (Duro)			1.20		120.9	231
30.3	23.4	0.48	2.2	2.61	limo argilloso-argilla limosa	16.90			Semi solida (Molto duro)			1.37		134.1	260
13.7	9.7	0.36	3.6	3.05	argilla-argilla limosa	17.90			Plastica			0.83	1.38	79.7	161
9.5	6.3	0.21	3.4	3.19	argilla-argilla limosa	18.90			Molle-plastica (Soffice)			0.63	0.77	55.3	129
10.8	6.8	0.21	2.9	3.13	argilla-argilla limosa				Plastica			0.69	0.84	61.4	139

CPTU

7

Data 29/06/2011
Cantiere / Via Bastia 16/a
Località Lavezzola
Comune Conselice
Profondità falda idrica m. 2.00 foro chiuvo a 3.00m

Vs29
141

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	lc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoaka 1995	Angolo Attrito ϕ' Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
						21.00									
11.5	6.7	0.23	3.0	3.14	argilla-argilla limosa				Plastica			0.73	0.81	67.2	145
						23.00									
12.3	6.7	0.23	2.9	3.13	argilla-argilla limosa				Plastica			0.77	0.79	69.2	152
						25.00									
13.6	7.2	0.28	3.0	3.12	argilla-argilla limosa				Plastica			0.82	0.85	79.7	161
						25.40									
16.1	8.4	0.54	4.7	3.16	argilla-argilla limosa				Plastica			0.93	1.04	92.3	179
						26.70									
21.2	11.3	0.42	2.8	2.95	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.11		115.2	211
						27.30									
47.3	28.1	0.61	1.5	2.46	sabbia limosa-limo sabbioso	27.50			Sciolti	25.1	30.9			171.1	317
76.7	49.7	0.58	0.8	2.10	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	43.9	34.0			242.3	263
						28.10									
119.1	84.9	0.75	0.7	1.86	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	61.6	36.5			369.1	260
						29.10									
153.6	115.3	1.23	0.8	1.81	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	71.7	37.9			486.6	270

Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 29/06/2011

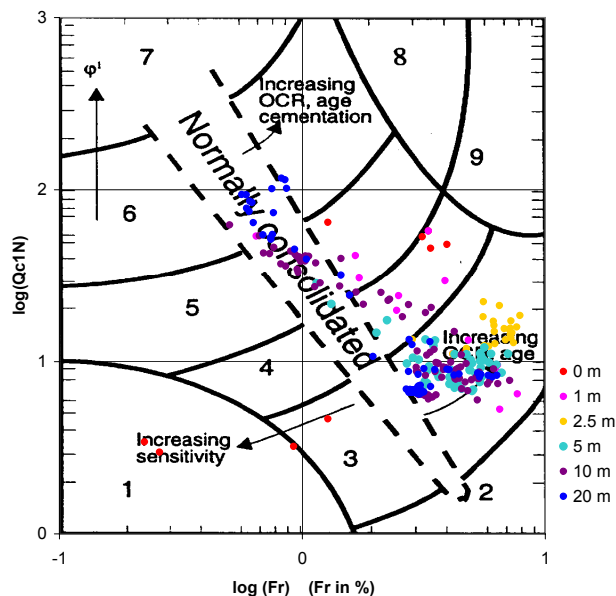
Numero prova 7
Quota falda 2.00



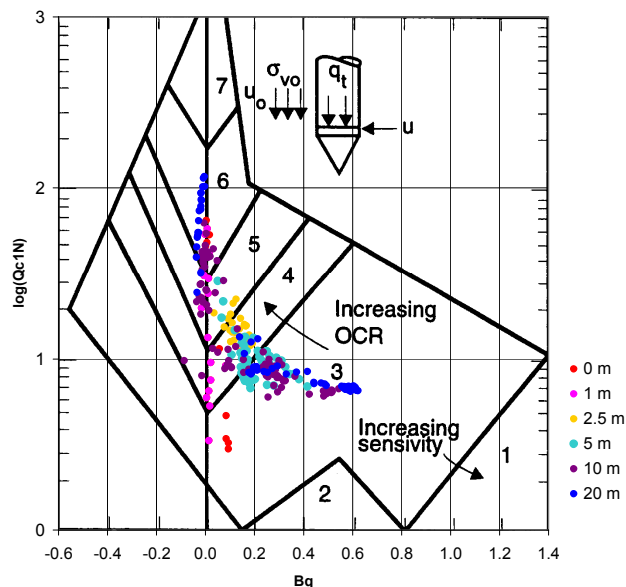
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

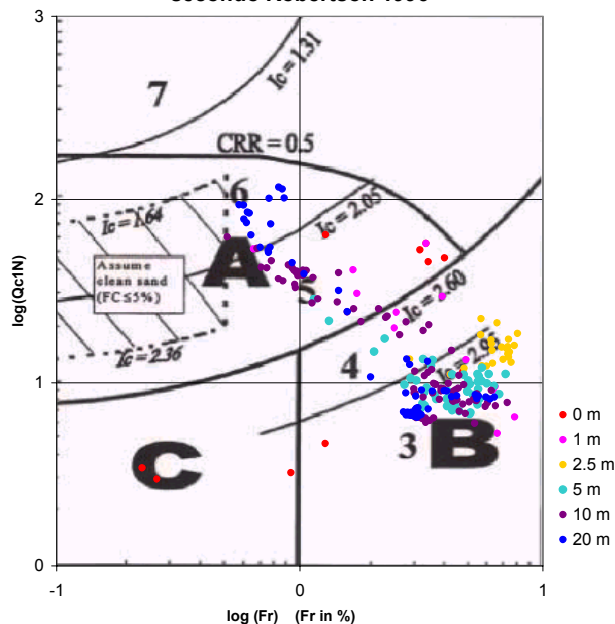
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



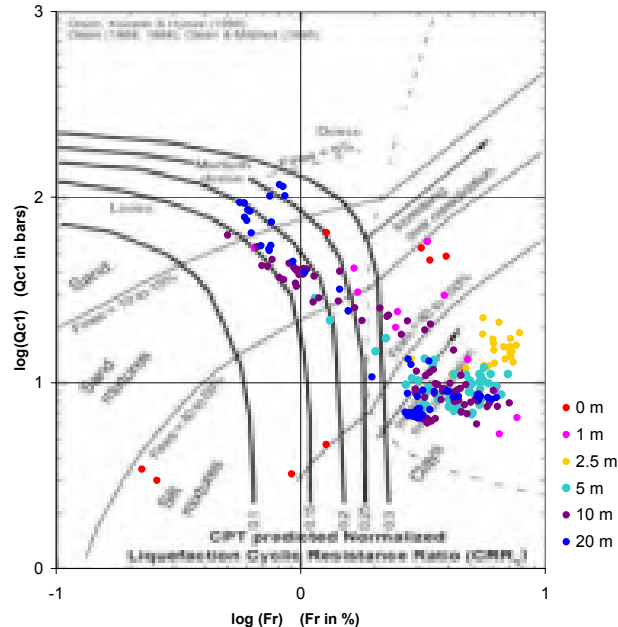
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Bastia 16/a
Lavezzola
Surgital
13-lug-11

Falda

2.20 m

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

Tecnopenta 010104
Inizio prova
30-giu-2011
31-mar-2011



Società di
Geologia
Territoriale

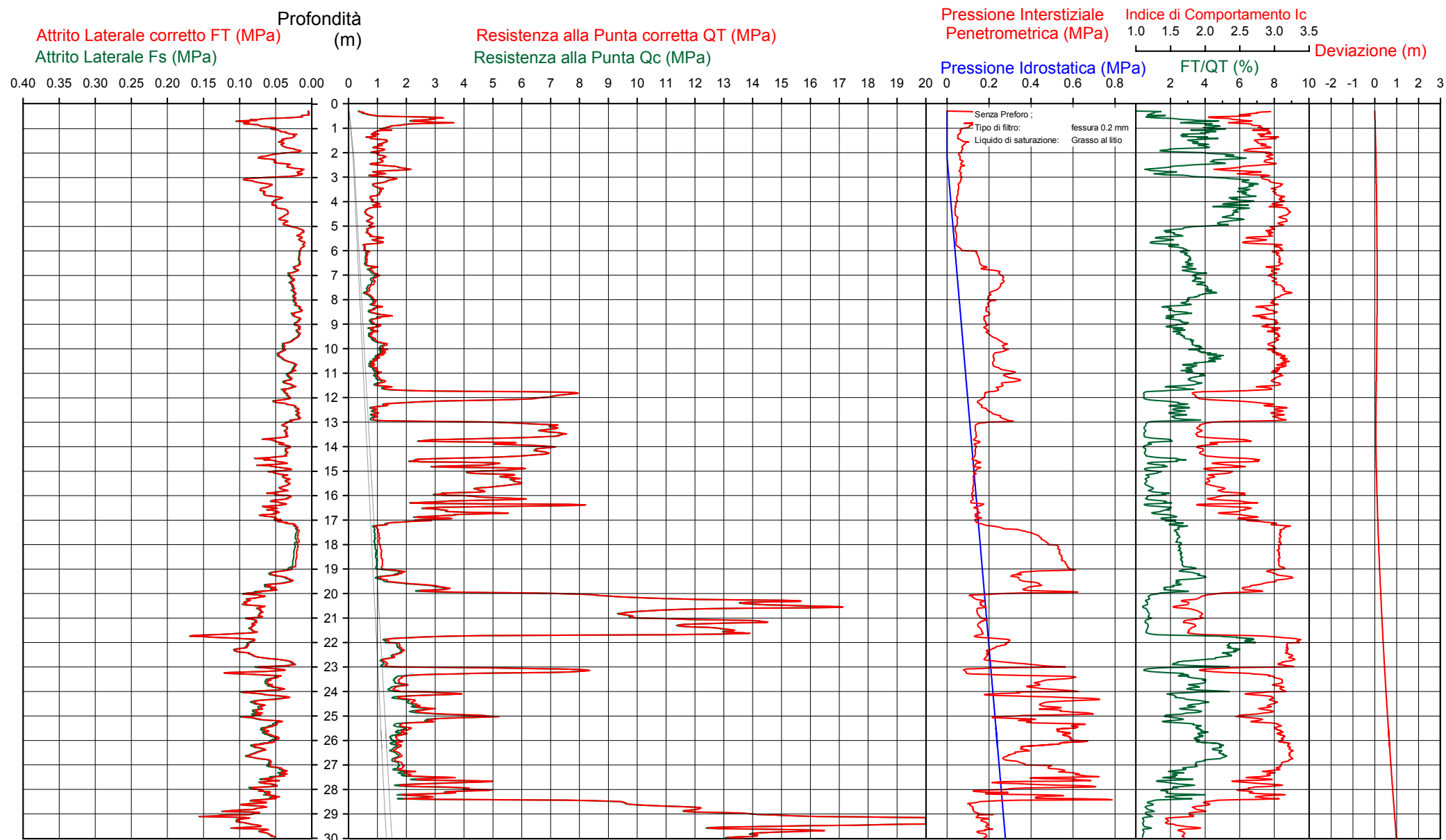
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

8



CPTU

8

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.20

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1N	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito ϕ Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m				%	°				
6.6	11.2	0.06	0.8	2.69	limo argilloso-argilla limosa	0.50	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.46		20.9	98
27.6	46.9	0.67	2.5	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	0.80	|||||		Mediamente Addensata	42.0	44.8			134.5	179
14.9	25.4	0.63	4.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa	1.10	|||||		Plastica			0.88		86.1	168
8.8	15.0	0.30	3.5	2.89	limo argilloso-argilla limosa	1.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.59		51.3	123
11.2	19.0	0.43	4.0	2.84	limo argilloso-argilla limosa	2.40	|||||		Plastica			0.71		64.8	142
8.8	15.0	0.37	4.4	2.95	argilla-argilla limosa	2.50	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.59	4.10	50.8	123
17.8	30.0	0.25	1.6	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	2.70	|||||		Sciolta	27.2	35.6			65.8	166
11.4	19.4	0.16	1.5	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	2.90	|||||		Sciolta	12.8	32.5			41.7	144
9.7	16.4	0.32	3.4	2.86	limo argilloso-argilla limosa	3.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.63		56.3	130
14.6	24.3	0.84	6.0	2.89	limo argilloso-argilla limosa	3.20	|||||		Plastica			0.87		82.2	168
9.3	15.9	0.61	7.0	3.07	argilla-argilla limosa	3.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.62	3.69	51.6	127
11.1	18.2	0.67	6.5	3.00	argilla-argilla limosa	3.70	|||||		Plastica			0.71	4.24	61.8	142
9.0	14.5	0.52	6.3	3.07	argilla-argilla limosa	4.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.60	3.17	50.4	124
7.2	11.1	0.36	5.7	3.12	argilla-argilla limosa	5.10	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.50	2.22	40.9	108
8.1	11.6	0.15	2.2	2.87	limo argilloso-argilla limosa	5.60	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.55		35.6	115
11.4	15.6	0.11	1.0	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	5.70	|||||		Sciolta	5.6	29.8			37.2	144
6.2	8.5	0.15	3.0	3.06	argilla-argilla limosa	6.60	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.44	1.49	36.5	99
8.3	10.6	0.22	3.1	2.99	argilla-argilla limosa	6.90	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.94	48.7	118
9.9	12.3	0.30	3.4	2.96	argilla-argilla limosa	7.10	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.65	2.30	57.8	132
7.8	9.4	0.25	4.0	3.09	argilla-argilla limosa	7.80	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.53	1.64	45.0	113
8.6	10.0	0.23	3.2	3.01	argilla-argilla limosa	8.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.58	1.74	50.5	121
10.0	11.3	0.17	2.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	8.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.65		42.5	132
8.6	9.7	0.19	2.6	2.98	argilla-argilla limosa	8.60	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.58	1.64	44.4	121
11.6	12.7	0.20	2.0	2.82	limo argilloso-argilla limosa	8.80	|||||		Plastica			0.73		48.6	144
8.3	9.1	0.20	2.9	3.02	argilla-argilla limosa	9.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.51	46.7	119
10.6	11.4	0.19	2.1	2.87	limo argilloso-argilla limosa	9.10	|||||		Plastica			0.68		46.1	138
8.6	9.1	0.19	2.8	3.02	argilla-argilla limosa	9.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.58	1.48	46.9	121
11.8	11.9	0.40	4.0	3.01	argilla-argilla limosa		|||||		Plastica			0.74	2.03	68.2	147

CPTU

8

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.20

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
							10.40									
8.9	8.7	0.27	3.8	3.11		argilla-argilla limosa	10.90			Molle-plastica (Soffice)			0.60	1.36	51.7	124
10.7	10.1	0.31	3.5	3.03		argilla-argilla limosa	11.50			Plastica			0.69	1.63	62.5	139
13.9	12.9	0.30	2.6	2.86		limo argilloso-argilla limosa	11.70			Plastica			0.84		69.5	164
58.3	55.0	0.37	0.9	2.07		sabbia limosa-limo sabbioso	12.20			Mediamente Addensata	47.3	36.8			186.0	209
12.4	11.1	0.28	2.8	2.95		argilla-argilla limosa	12.40			Plastica			0.77	1.76	68.5	151
9.1	7.9	0.18	2.7	3.05		argilla-argilla limosa	12.90			Molle-plastica (Soffice)			0.61	1.16	48.0	126
63.3	57.3	0.35	0.7	2.02		sabbia-sabbia limosa	13.60			Mediamente Addensata	48.6	36.7			198.2	208
44.3	38.7	0.49	1.4	2.31		sabbia limosa-limo sabbioso	13.90			Mediamente Addensata	35.6	34.3			154.3	242
61.8	54.1	0.39	0.8	2.03		sabbia-sabbia limosa	14.50			Mediamente Addensata	46.7	36.2			193.6	214
23.1	18.8	0.55	2.7	2.75		limo argilloso-argilla limosa	14.60			Solido-plastica (Duro)			1.17		121.1	225
48.7	40.9	0.44	1.0	2.22		sabbia limosa-limo sabbioso	15.30			Mediamente Addensata	37.5	34.5			159.0	242
58.2	48.7	0.33	0.6	2.04		sabbia-sabbia limosa	15.50			Mediamente Addensata	43.3	35.4			179.2	205
46.9	38.1	0.40	1.0	2.23		sabbia limosa-limo sabbioso	16.20			Mediamente Addensata	35.1	33.9			151.6	242
28.9	22.3	0.49	1.9	2.61		limo argilloso-argilla limosa	16.30			Solido-plastica (Duro)			1.34		117.5	259
63.7	52.6	0.39	0.8	2.08		sabbia limosa-limo sabbioso	16.40			Mediamente Addensata	45.8	35.7			200.0	222
38.4	30.0	0.54	1.6	2.46		sabbia limosa-limo sabbioso	16.70			Sciolti	27.3	32.3			143.9	276
44.0	34.5	0.58	1.5	2.38		sabbia limosa-limo sabbioso	16.80			Sciolti	31.9	33.2			159.1	283
26.6	19.9	0.49	2.2	2.68		limo argilloso-argilla limosa	17.10			Solido-plastica (Duro)			1.28		116.6	243
11.1	7.4	0.21	2.7	3.08		argilla-argilla limosa	19.00			Plastica			0.71	0.97	57.4	141
16.7	11.0	0.47	3.6	3.00		argilla-argilla limosa	19.30			Plastica			0.95	1.57	97.2	183
12.0	7.6	0.31	3.7	3.14		argilla-argilla limosa	19.50			Plastica			0.75	1.00	69.8	149
23.2	15.6	0.48	2.5	2.80		limo argilloso-argilla limosa	19.70			Solido-plastica (Duro)			1.18		112.9	220
37.5	26.4	0.63	2.0	2.56		sabbia limosa-limo sabbioso	20.00			Sciolti	23.0	31.2			155.5	285
92.5	72.4	0.75	0.9	1.98		sabbia-sabbia limosa	20.20			Mediamente Addensata	56.4	36.8			293.9	232
146.6	123.9	0.84	0.6	1.70		sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	74.1	39.4			451.6	247



Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTU

8

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.20

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						20.60									
113.7	90.5	0.76	0.7	1.85	sabbia-sabbia limosa	21.40			Mediamente Addensata	63.7	37.8			354.1	241
127.2	102.4	0.95	0.8	1.83	sabbia-sabbia limosa	21.70			Mediamente Addensata	67.8	38.3			401.7	246
31.7	20.4	1.49	5.7	2.94	limo argilloso-argilla limosa	21.80			Semi solida (Molto duro)			1.40		179.1	274
16.9	9.9	0.91	7.1	3.23	argilla-argilla limosa	22.50			Plastica			0.96	1.33	93.2	184
13.8	7.8	0.47	4.7	3.19	argilla-argilla limosa	23.00			Plastica			0.83	0.98	79.1	162
63.4	43.6	0.72	1.5	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso	23.30			Mediamente Addensata	39.6	33.7			227.0	283
18.0	10.1	0.55	4.0	3.06	argilla-argilla limosa	24.00			Plastica			1.00	1.34	104.5	192
30.1	17.8	0.68	2.7	2.77	limo argilloso-argilla limosa	24.20			Semi solida (Molto duro)			1.37		155.9	263
20.9	11.7	0.60	3.6	2.98	argilla-argilla limosa	24.50			Solido-plastica (Duro)			1.10	1.56	121.7	210
25.6	14.5	0.71	3.4	2.90	limo argilloso-argilla limosa	24.90			Solido-plastica (Duro)			1.25		148.9	239
42.0	25.5	0.80	2.2	2.59	sabbia limosa-limo sabbioso	25.10			Sciolta	21.9	30.5			186.2	325
26.8	15.1	0.53	2.4	2.80	limo argilloso-argilla limosa	25.30			Solido-plastica (Duro)			1.28		128.2	246
19.5	10.4	0.58	3.9	3.05	argilla-argilla limosa	25.60			Plastica			1.05	1.36	113.1	202
17.6	9.0	0.63	4.9	3.16	argilla-argilla limosa	27.20			Plastica			0.98	1.13	100.5	189
23.9	12.4	0.45	2.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa	27.60			Solido-plastica (Duro)			1.20		113.9	227
42.7	24.3	0.56	1.6	2.52	sabbia limosa-limo sabbioso	27.70			Sciolta	20.3	29.9			157.1	316
26.0	13.6	0.57	2.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa	27.90			Solido-plastica (Duro)			1.26		145.3	240
41.5	23.2	0.73	2.0	2.60	limo argilloso-argilla limosa	28.10			Semi solida (Molto duro)			1.61		174.5	322
26.8	13.9	0.56	2.7	2.86	limo argilloso-argilla limosa	28.40			Solido-plastica (Duro)			1.28		142.4	246
109.1	75.3	0.82	0.8	1.96	sabbia-sabbia limosa	29.00			Mediamente Addensata	57.6	35.9			344.6	266
169.9	134.4	0.82	0.5	1.64	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	76.8	38.3			519.2	276

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16/a
Lavezzola
Surgital
13-lug-11

Numero prova
Quota falda

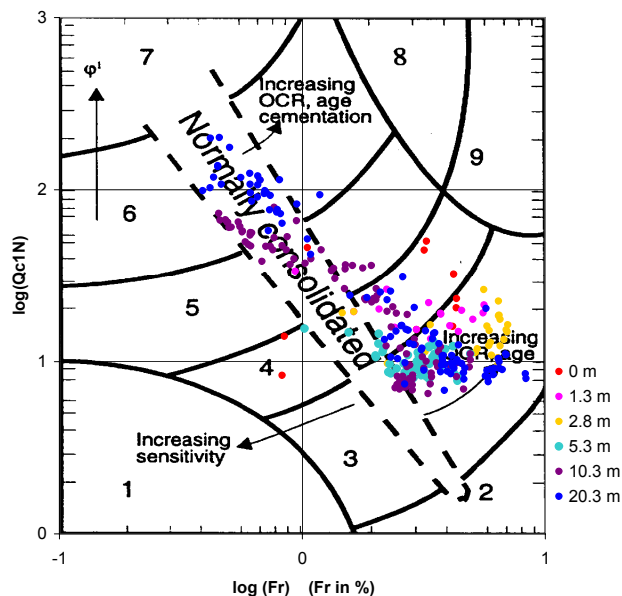
8
2.20



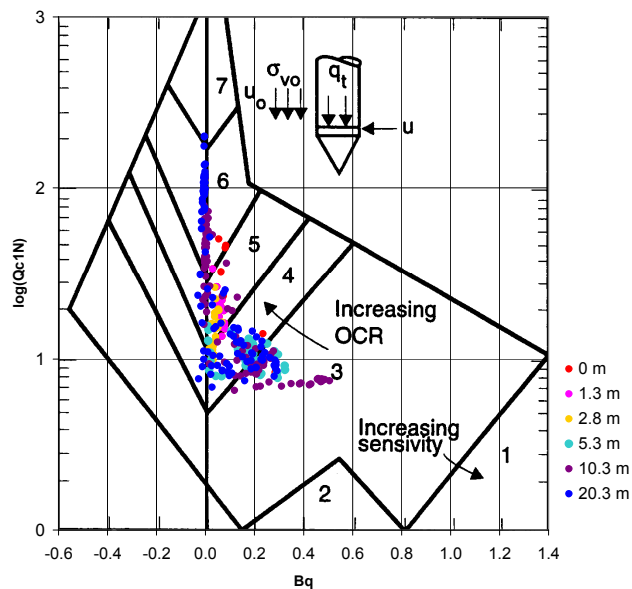
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

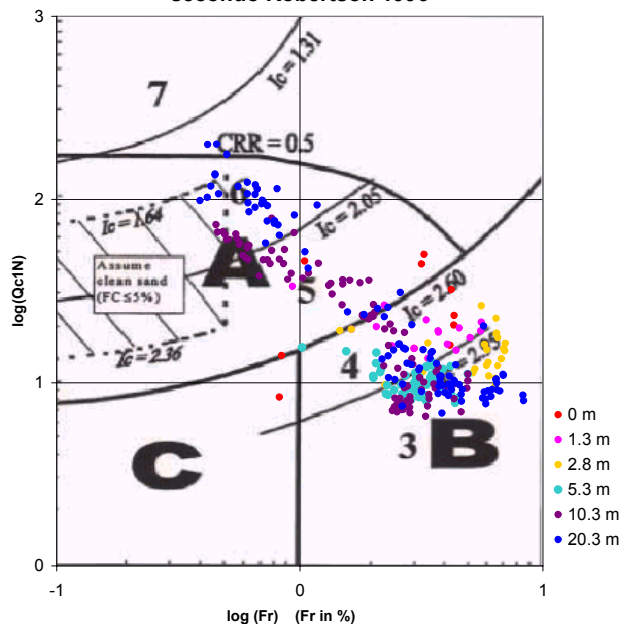
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



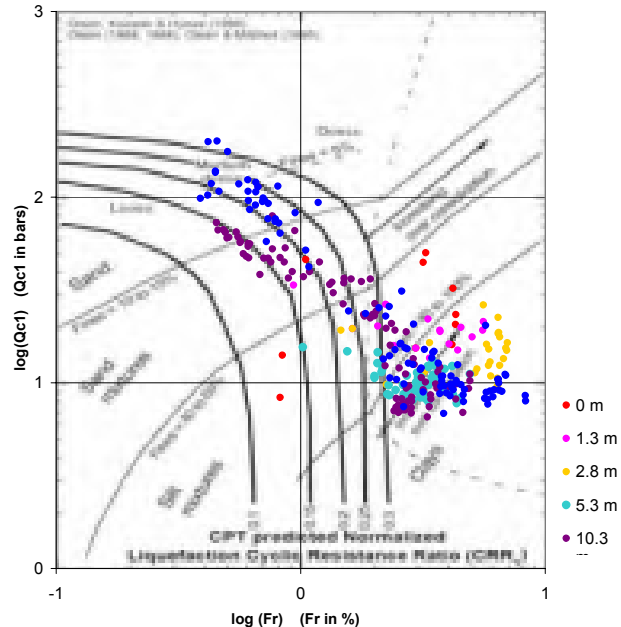
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 liquefacibilit 

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

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16/a
Lavezzola
Surgital
13-lug-11

Falda

2.00 m

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

Tecnopenta 010104
Inizio prova
30-giu-2011
31-mar-2011



Società di
Geologia
Territoriale

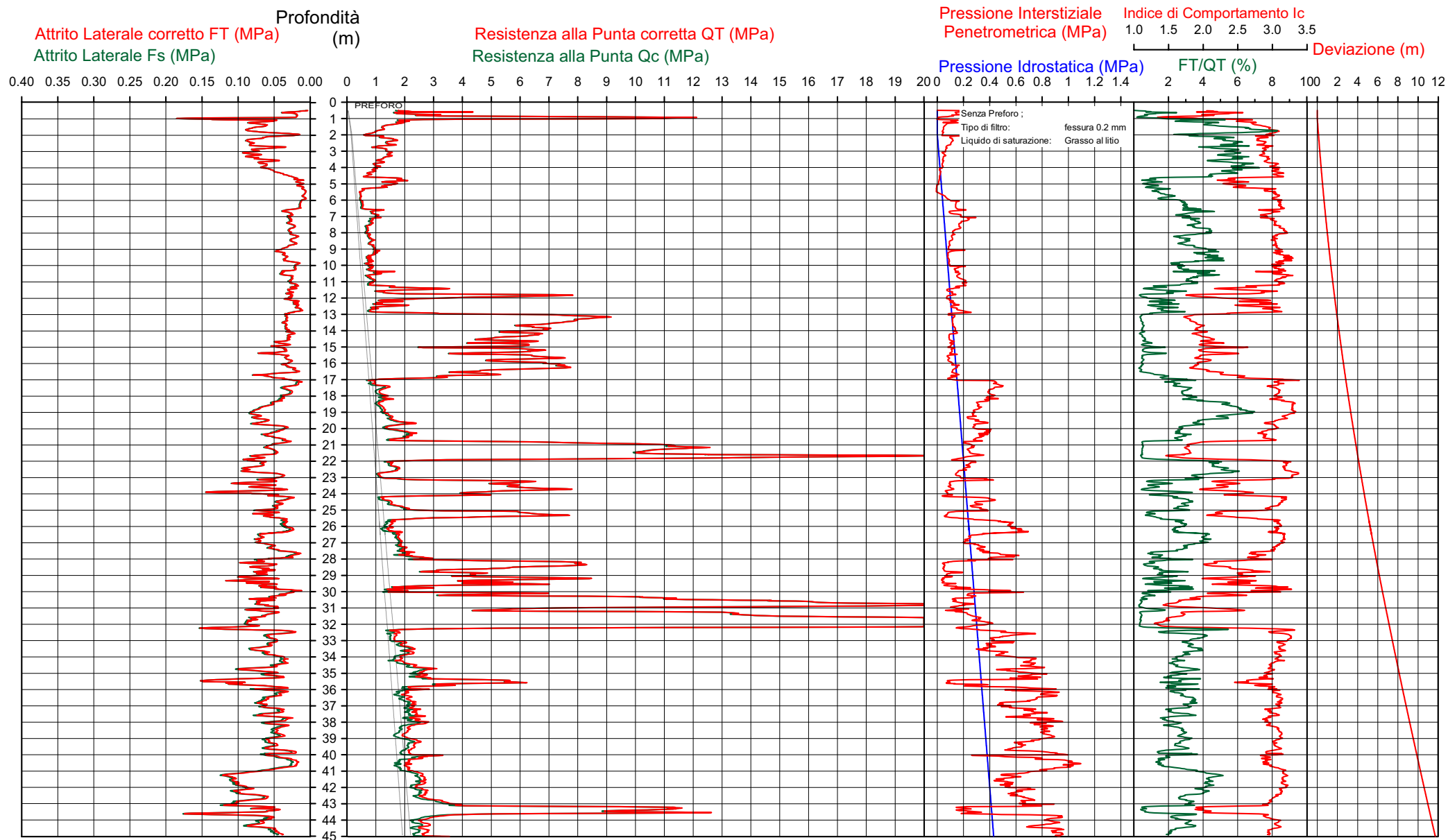
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

9



CPTU

9

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1c	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1994 %	Angolo Attrito ϕ Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & E	daN/cm ²	%	Robertson		m									
23.0	39.1	0.21	1.0	2.22	sabbia limosa-limo sabbioso	0.80		H2O	Mediamente Addensata	36.0	43.9			74.5	146
84.1	127.1	0.66	0.7	1.71	sabbia-sabbia limosa	1.00			Addensata	74.9	48.2			262.3	119
29.3	48.8	0.88	3.2	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso	1.20			Mediamente Addensata	43.3	42.5			171.4	226
15.7	26.7	0.70	4.5	2.78	limo argilloso-argilla limosa	1.50			Plastica			0.91		90.2	175
11.8	20.1	0.83	7.2	3.00	argilla-argilla limosa	1.80			Plastica			0.74	7.76	65.0	147
8.0	13.6	0.37	4.6	2.99	argilla-argilla limosa	2.00			Molle-plastica (Soffice)			0.55	4.49	46.0	114
14.0	23.7	0.72	5.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa	2.70			Plastica			0.84		79.5	162
9.9	16.8	0.41	4.3	2.91	limo argilloso-argilla limosa	2.80			Molle-plastica (Soffice)			0.65		57.0	132
13.9	23.5	0.78	5.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa	3.50			Plastica			0.84		78.7	164
10.8	17.9	0.61	6.1	2.99	argilla-argilla limosa	4.00			Plastica			0.69	4.13	60.8	139
8.3	13.4	0.43	5.7	3.07	argilla-argilla limosa	4.60			Molle-plastica (Soffice)			0.56	2.83	47.0	117
16.0	23.0	0.15	1.1	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	5.20			Sciolti	18.5	32.9			52.5	165
7.3	10.7	0.10	1.7	2.84	limo argilloso-argilla limosa	5.40			Molle-plastica (Soffice)			0.50		27.6	106
4.8	7.0	0.08	2.1	3.04	argilla-argilla limosa	6.00			Fluidoplastica (Molto Soffice)			0.35	1.18	20.3	84
6.8	9.1	0.20	3.4	3.07	argilla-argilla limosa	6.80			Molle-plastica (Soffice)			0.48	1.63	41.3	101
10.5	13.2	0.27	3.0	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.10			Plastica			0.68		60.0	137
8.7	10.8	0.27	3.7	3.02	argilla-argilla limosa	7.50			Molle-plastica (Soffice)			0.58	1.94	50.5	122
7.2	8.7	0.25	4.4	3.14	argilla-argilla limosa	8.00			Molle-plastica (Soffice)			0.50	1.46	41.4	108
8.5	9.6	0.25	3.6	3.06	argilla-argilla limosa	9.00			Molle-plastica (Soffice)			0.57	1.63	49.2	119
10.2	11.1	0.43	5.1	3.10	argilla-argilla limosa	9.20			Plastica			0.66	1.91	58.1	135
8.2	8.6	0.27	4.2	3.13	argilla-argilla limosa	10.30			Molle-plastica (Soffice)			0.56	1.36	47.2	117
11.4	11.4	0.37	4.1	3.03	argilla-argilla limosa	10.50			Plastica			0.72	1.91	65.7	144

CPTU

9

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	ftc	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoaka 1954 %	Angolo Attrito ϕ Robertson $^{\circ}$	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	Idriss & Esrig daN/cm ²	daN/cm ²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
8.7	8.4	0.27	4.0	3.13	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.58	1.31	50.1	121
						11.20									
22.1	21.1	0.22	1.3	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	15.6	30.9			76.0	197
						11.50									
13.1	12.3	0.28	2.6	2.88	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.80		65.8	158
						11.70									
40.1	38.1	0.29	1.2	2.29	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	35.1	34.6			134.4	242
71.5	68.3	0.26	0.4	1.82	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	54.4	38.1			216.5	197
32.5	30.4	0.30	1.2	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	27.7	33.2			108.9	216
						12.10									
13.0	11.8	0.20	2.0	2.84	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.80		54.4	156
						12.40									
19.1	17.2	0.17	1.0	2.55	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	8.9	29.4			62.1	196
10.2	9.0	0.19	2.5	2.98	argilla-argilla limosa				Plastica			0.66	1.38	49.5	135
9.0	7.9	0.13	1.9	2.98	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.60	1.15	36.3	124
13.0	11.4	0.22	2.5	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.79		62.5	156
68.0	61.4	0.31	0.5	1.92	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	50.9	37.1			207.8	205
						14.40									
52.4	44.9	0.37	0.8	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	40.6	35.1			165.4	226
						15.10									
64.9	55.5	0.35	0.6	1.98	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	47.6	36.2			199.1	207
48.2	40.1	0.52	1.2	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	36.8	34.3			164.0	260
						15.50									
66.4	55.7	0.30	0.5	1.94	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	47.7	36.1			202.4	210
						16.40									
41.0	32.2	0.43	1.2	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	29.6	32.8			138.5	251
						16.90									
14.9	10.8	0.34	3.2	2.99	argilla-argilla limosa				Plastica			0.88	1.57	87.2	171
9.4	6.5	0.17	2.7	3.12	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.62	0.83	49.6	128
						17.30									
12.9	8.9	0.31	3.2	3.06	argilla-argilla limosa				Plastica			0.79	1.23	75.1	155
						18.20									
12.0	8.0	0.52	6.0	3.25	argilla-argilla limosa				Plastica			0.75	1.07	67.4	149
						18.70									
14.7	9.7	0.72	6.6	3.21	argilla-argilla limosa				Plastica			0.87	1.34	81.9	168
						19.60									
23.1	15.5	0.74	3.8	2.90	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.17		134.0	225
15.8	10.2	0.43	3.4	3.03	argilla-argilla limosa				Plastica			0.92	1.41	92.3	176
						20.10									
21.4	13.9	0.52	2.9	2.87	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.12		120.7	214



9

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N	FT	FT/Qnet	Ic	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia)	Densità Relativa	Angolo Attrito	Coesione	OCR	Modulo Edometrico	Velocità Vs
daN/cmq	Idriss & Esch	daN/cmq	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m			Consistenza (Argilla)	Tatsuoka 1990	Robertson	Benassi daN/cmq	0.20 Robertson	Benassi daN/cmq	Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille)
						20.60									
15.6	9.8	0.36	3.0	3.01	argilla-argilla limosa	20.70			Plastica			0.91	1.33	91.6	176
97.6	76.4	0.48	0.6	1.89	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	58.1	36.9			301.0	242
						21.60									
170.0	146.1	0.72	0.4	1.57	sabbia-sabbia limosa	21.80			Mediamente Addensata	79.5	39.9			516.8	255
53.7	38.7	0.81	2.7	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	22.00			Mediamente Addensata	35.6	33.0			283.9	247
16.2	9.5	0.77	6.3	3.21	argilla-argilla limosa				Plastica			0.93	1.26	90.8	180
						22.70									
12.7	7.1	0.44	5.3	3.27	argilla-argilla limosa	23.10			Plastica			0.78	0.86	72.0	152
						23.80			Mediamente Addensata	35.9	33.1			201.3	285
57.9	38.9	0.64	1.3	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso										
45.2	28.7	0.90	2.2	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	24.10			Sciolta	25.8	31.3			201.5	323
15.6	8.5	0.39	3.5	3.10	argilla-argilla limosa	24.80			Plastica			0.91	1.07	91.0	174
						25.00			Solido-plastica (Duro)			1.12		128.1	214
21.3	11.8	0.52	3.1	2.94	limo argilloso-argilla limosa				Mediamente Addensata	33.0	32.4			189.5	295
55.6	35.7	0.57	1.2	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso	25.50									
15.9	8.3	0.32	2.9	3.06	argilla-argilla limosa	26.20			Plastica			0.92	1.02	89.2	177
						27.50									
18.4	9.4	0.57	4.2	3.10	argilla-argilla limosa	28.10			Plastica			1.01	1.18	106.0	194
						28.30			Mediamente Addensata	43.0	33.7			249.5	297
76.0	48.3	0.75	1.1	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	28.40			Mediamente Addensata	45.5	34.1			251.9	248
81.2	52.1	0.50	0.7	2.04	sabbia-sabbia limosa	28.60			Mediamente Addensata	32.9	32.1			205.4	325
59.5	35.5	0.70	1.3	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso	28.80			Semi solida (Molto duro)			1.42		151.7	275
32.1	17.0	0.62	2.4	2.75	limo argilloso-argilla limosa	28.90			Sciolta	20.7	30.0			169.2	326
44.3	24.6	0.67	1.7	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	29.00			Semi solida (Molto duro)			1.65		210.7	337
44.1	24.4	0.93	2.4	2.63	limo argilloso-argilla limosa	29.10			Sciolta	31.3	31.7			213.6	324
57.8	33.9	0.74	1.6	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	29.60									
						29.80			Solido-plastica (Duro)			1.20	1.49	140.3	231
24.1	11.8	0.59	3.3	2.97	argilla-argilla limosa	30.00			Plastica			0.96	0.91	85.9	184
16.9	7.8	0.28	2.6	3.03	argilla-argilla limosa										
52.5	30.1	0.36	0.9	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	30.30			Sciolta	27.4	30.9			169.1	311
124.0	86.6	0.62	0.5	1.81	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	62.3	36.3			379.9	266

CPTU

9

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N daN/cm²	FT daN/cm²	FT/Qc1N %	ftc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						30.60									
164.3	127.2	0.61	0.4	1.62	sabbia-sabbia limosa	31.00			Mediamente Addensata	74.9	37.9			498.4	276
55.4	30.6	0.69	1.5	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	31.20			Sciolta	28.0	31.0			198.2	338
133.8	94.0	0.54	0.4	1.72	sabbia-sabbia limosa	31.50			Mediamente Addensata	64.9	36.6			406.4	271
216.3	183.1	0.84	0.4	1.47	sabbia-sabbia limosa	32.20			Addensata	87.0	39.3			656.8	290
44.0	23.1	1.39	4.5	2.84	limo argilloso-argilla limosa	32.30			Semi solida (Molto duro)			1.65		252.9	337
17.5	7.4	0.49	4.2	3.18	argilla-argilla limosa	33.30			Plastica			0.98	0.83	101.2	189
21.8	9.4	0.65	4.1	3.10	argilla-argilla limosa	33.90			Solido-plastica (Duro)			1.13	1.11	126.0	217
18.7	7.7	0.37	2.9	3.08	argilla-argilla limosa	34.30			Plastica			1.03	0.87	106.3	197
25.4	10.9	0.55	2.8	2.95	argilla-argilla limosa	35.30			Solido-plastica (Duro)			1.24	1.30	139.7	238
46.0	22.2	1.26	3.3	2.76	limo argilloso-argilla limosa	35.50			Semi solida (Molto duro)			1.68		268.5	339
58.0	29.3	1.15	2.2	2.54	sabbia limosa-limo sabbioso	35.60			Sciolta	26.4	30.4			260.5	385
34.2	15.2	0.84	3.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa	35.80			Semi solida (Molto duro)			1.46		205.1	287
22.6	9.0	0.52	3.2	3.05	argilla-argilla limosa	37.70			Solido-plastica (Duro)			1.16	1.04	132.1	222
25.0	9.9	0.41	2.2	2.93	limo argilloso-argilla limosa	38.20			Solido-plastica (Duro)			1.23		110.5	236
21.1	8.0	0.44	3.1	3.08	argilla-argilla limosa	38.70			Solido-plastica (Duro)			1.11	0.88	126.6	213
19.5	7.2	0.38	3.0	3.12	argilla-argilla limosa	38.90			Plastica			1.05	0.77	115.7	202
23.6	8.9	0.46	2.8	3.02	argilla-argilla limosa	40.30			Solido-plastica (Duro)			1.19	1.00	129.2	227
21.3	7.6	0.31	2.2	3.00	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.11	0.82	94.3	213

CPTU

9

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

13 luglio 2011
Bastia 16/a
Lavezzola
Conselice
2.00

Vs 0 - 30
166

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1N	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1994	Angolo Attrito ϕ' Robertson	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	daN/cm ²		m				%	°				
						41.00									
26.2	9.6	0.93	5.0	3.14	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.26	1.07	149.8	243
						42.70									
32.1	12.0	0.89	3.6	2.98	argilla-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.41	1.37	186.5	276
37.2	14.4	1.07	3.6	2.92	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.53		216.3	303
						43.10									
99.0	52.6	0.75	0.9	2.09	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	45.8	32.8			317.7	317
						43.60									
34.6	13.0	0.83	2.9	2.90	limo argilloso-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.47		197.2	286
						43.90									
26.6	9.3	0.68	3.6	3.07	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.28	1.02	154.9	246
						44.50									
27.9	9.7	0.46	2.3	2.94	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.31		128.6	253
						44.80									
26.4	9.0	0.39	2.1	2.95	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.27	0.98	114.8	244

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16/a
Lavezzola
Surgital
13-lug-11

Numero prova
Quota falda

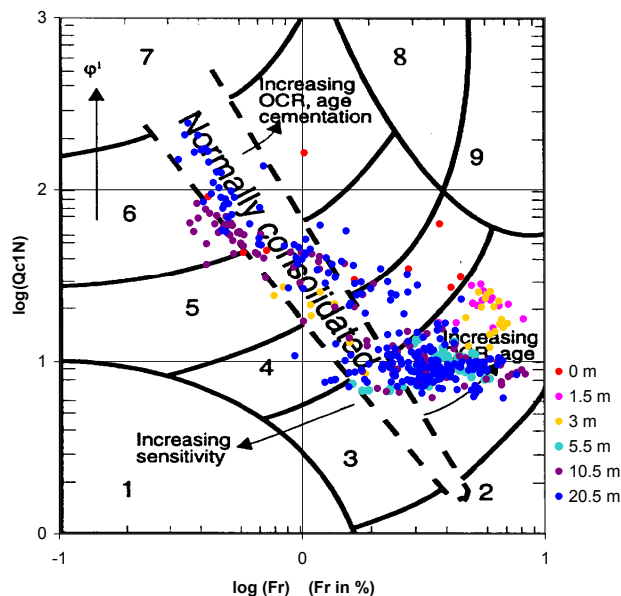
9
2.00



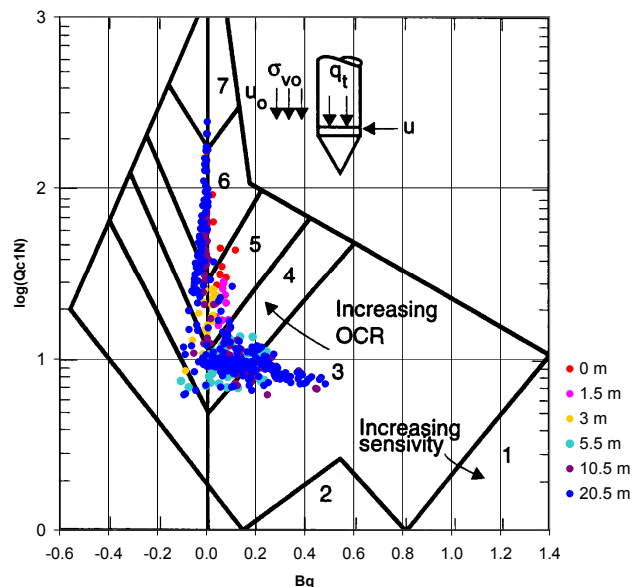
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

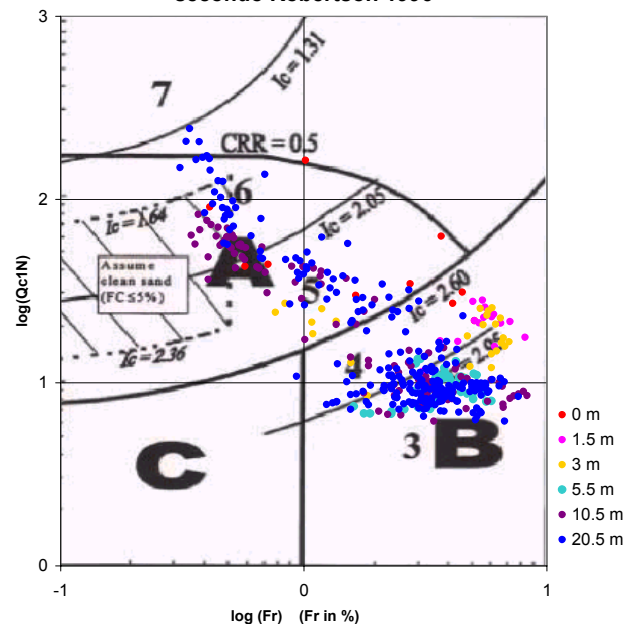
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



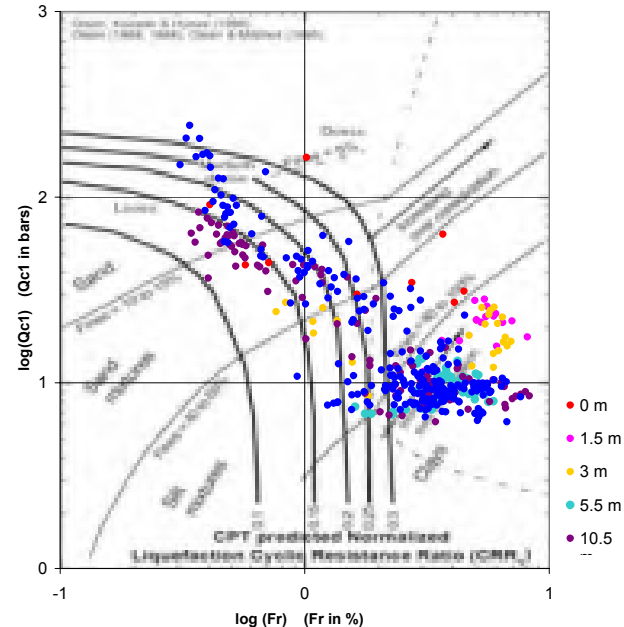
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Lavezzola
Bastia 16 a

Surgital
19-Jul-11

Falda 2.00 m

0 Sigla della Punta Pagani
Azzeramento Inizio prova
Ultimo taratura guadagno NA
Ultimo taratura per deriva termica NA

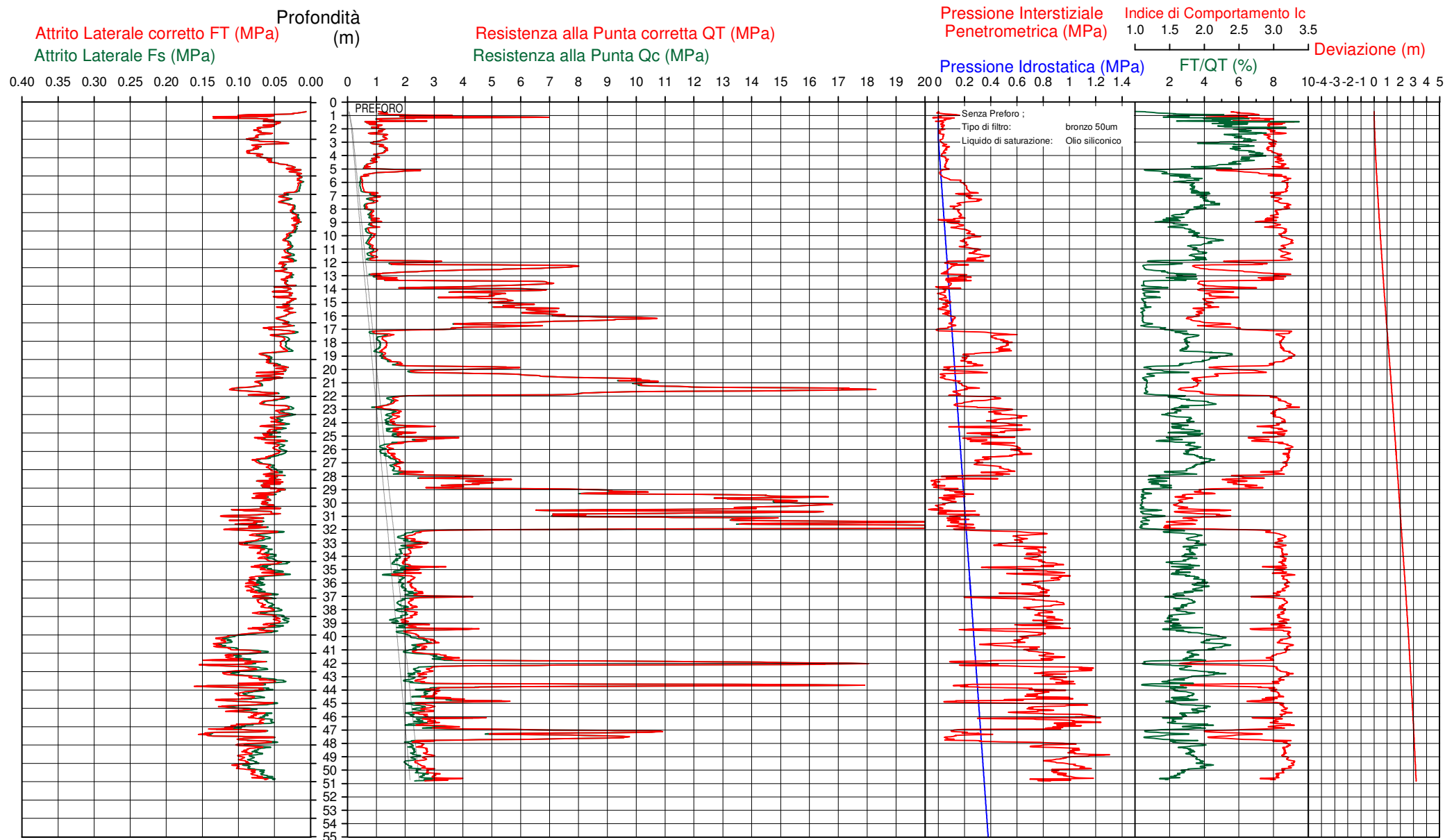


Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTU

10



CPTU

10

Data 19 July 2011
Cantiere / Via Bastia 16/1
Località 0.00
Comune Lavezzola
Profondità falda idrica m. 2.00

Vs 0 - 50
190

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1N	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm²	daN/cm²	daN/cm²	%	daN/cm²		m									
12.0	20.4	0.18	1.6	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	0.90			Sciolti	14.6	39.5			44.1	151
28.8	48.7	0.89	3.9	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso	1.30			Mediamente Addensata	43.3	42.5			167.2	240
11.5	19.4	0.69	6.3	2.98	argilla-argilla limosa	4.10			Plastica			0.73	5.51	64.6	144
8.3	13.2	0.47	6.1	3.09	argilla-argilla limosa	4.90			Molle-plastica (Soffice)			0.56	2.75	46.8	117
15.6	21.9	0.24	2.3	2.63	limo argilloso-argilla limosa	5.30			Plastica			0.91		71.8	174
8.0	9.1	0.27	4.2	3.11	argilla-argilla limosa	11.70			Molle-plastica (Soffice)			0.54	1.52	46.0	113
13.0	12.1	0.27	3.7	3.00	argilla-argilla limosa	11.90			Plastica			0.79	1.98	75.3	157
24.0	22.3	0.37	2.0	2.60	sabbia limosa-limo sabbioso	12.10			Sciolti	17.5	31.2			99.2	230
62.1	58.4	0.38	0.9	2.05	sabbia limosa-limo sabbioso	12.50			Mediamente Addensata	49.3	37.1			197.9	216
33.9	30.9	0.40	1.4	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	12.70			Sciolti	28.3	33.2			119.8	250
12.8	11.1	0.32	3.2	2.98	argilla-argilla limosa	13.30			Plastica			0.79	1.75	74.6	154
60.8	52.4	0.34	0.7	2.04	sabbia-sabbia limosa	16.50			Mediamente Addensata	45.7	36.0			188.8	216
48.4	38.6	0.38	0.9	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso	16.90			Mediamente Addensata	35.6	33.9			155.0	249
29.7	22.6	0.51	2.0	2.62	limo argilloso-argilla limosa	17.10			Solido-plastica (Duro)			1.36		124.0	263
9.4	6.5	0.25	4.0	3.22	argilla-argilla limosa	17.30			Molle-plastica (Soffice)			0.62	0.83	54.6	128
13.7	9.2	0.48	4.7	3.14	argilla-argilla limosa	19.70			Plastica			0.83	1.27	78.6	161
41.1	29.4	0.39	1.3	2.40	sabbia limosa-limo sabbioso	20.10			Sciolti	26.5	31.8			140.3	279
27.4	18.4	0.55	2.5	2.73	limo argilloso-argilla limosa	20.30			Solido-plastica (Duro)			1.30		132.8	250
61.0	44.8	0.56	1.0	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	20.50			Mediamente Addensata	40.5	34.2			196.9	265
98.2	76.7	0.65	0.7	1.91	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	58.2	37.0			305.2	235

CPTU

10

Data 19 July 2011
Cantiere / Via Bastia 16/1
Località 0.00
Comune Lavezzola
Profondità falda idrica m. 2.00

Vs 0 - 50
190

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1N	Litologia Robertson 1990	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coessione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm²	Idriss & Esrig	daN/cm²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
						21.30									
148.3	124.4	0.97	0.7	1.74	sabbia-sabbia limosa	21.70			Mediamente Addensata	74.2	39.2			461.0	250
81.2	60.0	0.59	0.8	2.02	sabbia-sabbia limosa	21.90			Mediamente Addensata	50.1	35.6			255.1	232
24.4	15.3	0.55	2.9	2.87	limo argilloso-argilla limosa	22.10			Solido-plastica (Duro)			1.21		136.9	233
16.7	9.4	0.49	4.0	3.09	argilla-argilla limosa				Plastica			0.95	1.23	96.7	182
						24.90									
24.5	13.8	0.58	3.1	2.89	limo argilloso-argilla limosa	25.50			Solido-plastica (Duro)			1.22		143.4	230
16.2	8.3	0.57	4.9	3.19	argilla-argilla limosa				Plastica			0.93	1.02	92.9	180
						27.50									
21.1	10.8	0.54	3.5	3.01	argilla-argilla limosa	27.90			Solido-plastica (Duro)			1.11	1.37	123.0	213
43.4	24.5	0.55	1.5	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolti	20.6	30.0			156.7	314
						28.70									
35.4	19.0	0.59	2.0	2.67	limo argilloso-argilla limosa	28.90			Semi solida (Molto duro)			1.49		146.4	294
113.2	79.2	0.58	0.6	1.86	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	59.3	36.0			347.9	260
						29.70									
154.2	115.6	0.61	0.4	1.64	sabbia-sabbia limosa	30.30			Mediamente Addensata	71.8	37.7			467.9	273
						31.30									
114.5	78.4	0.78	0.8	1.93	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	59.0	35.8			362.3	276
						31.90									
185.4	147.1	0.79	0.5	1.57	sabbia-sabbia limosa	31.90			Mediamente Addensata	79.7	38.4			564.7	284
						32.10									
70.3	44.1	1.00	2.3	2.49	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	40.0	32.4			319.3	411
23.3	9.4	0.75	4.5	3.12	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.18	1.08	134.3	225

CPTU

10

Data 19 July 2011
Cantiere / Via Bastia 16/1
Località 0.00
Comune Lavezzola
Profondità falda idrica m. 2.00

Vs 0 - 50
190

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	Qc1N	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 o.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm²	daN/cm²	daN/cm²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m									
						41.30									
34.3	13.4	1.11	4.1	2.98	argilla-argilla limosa	41.70			Semi solida (Molto duro)			1.46	1.55	198.2	288
71.5	36.7	1.06	2.6	2.50	sabbia limosa-limo sabbioso	41.90			Mediamente Addensata	33.9	30.9			362.3	423
162.4	108.1	0.94	0.6	1.75	sabbia-sabbia limosa	42.10			Mediamente Addensata	69.6	36.1			500.9	300
51.4	23.5	1.19	3.3	2.78	limo argilloso-argilla limosa	42.30			Solida (Durissimo)			1.77		299.8	371
26.6	9.5	0.86	4.5	3.11	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.28	1.06	152.9	245
						43.50									
128.0	78.7	0.93	1.0	2.01	sabbia-sabbia limosa	43.70			Mediamente Addensata	59.1	34.4			419.0	294
46.0	19.2	1.07	3.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	43.90			Semi solida (Molto duro)			1.68		267.4	347
33.6	12.4	0.93	3.8	2.98	argilla-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.45	1.39	195.2	281
						44.90									
28.3	9.7	0.85	4.3	3.10	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.32	1.06	163.4	255
						46.70									
34.5	9.6	1.13	4.4	3.03	argilla-argilla limosa	46.90			Semi solida (Molto duro)			1.47	1.34	198.8	289
81.0	9.8	1.07	1.7	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	-9.5	30.9			308.2	403
						47.70									
26.9	9.7	0.88	4.9	3.18	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.28	0.89	154.0	247
						50.30									
30.1	9.6	0.74	3.5	3.05	argilla-argilla limosa				Semi solida (Molto duro)			1.37	1.01	175.2	266

Comune Lavezzola
Via Bastia 16/1
Localita' 0.00
Committente Surgital
Data 19-Jul-11

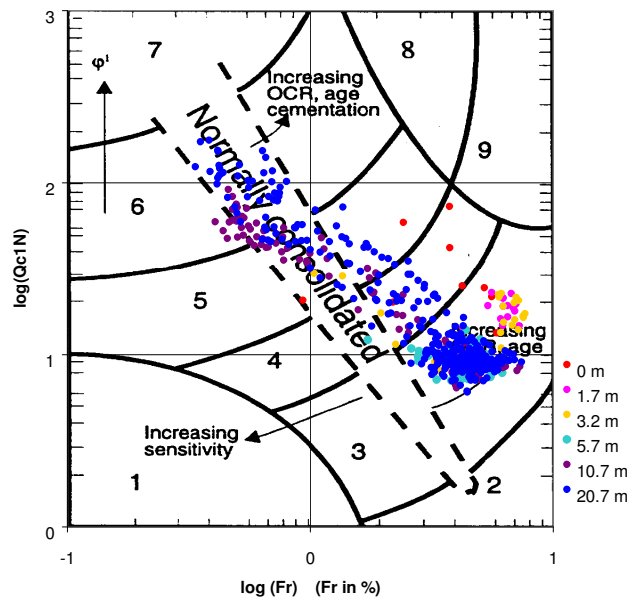
Numero prova 10
Quota falda 2.00



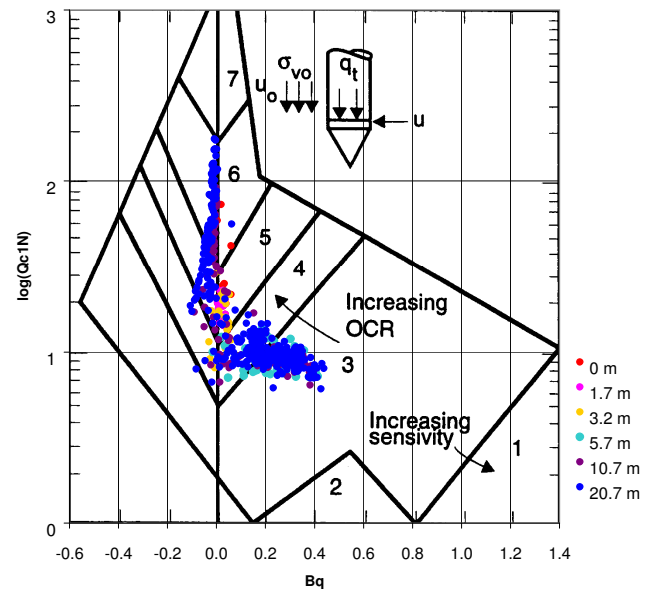
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

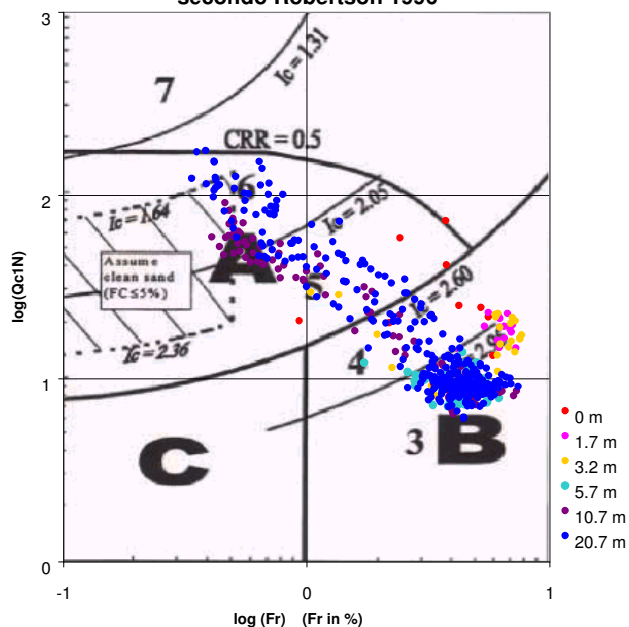
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



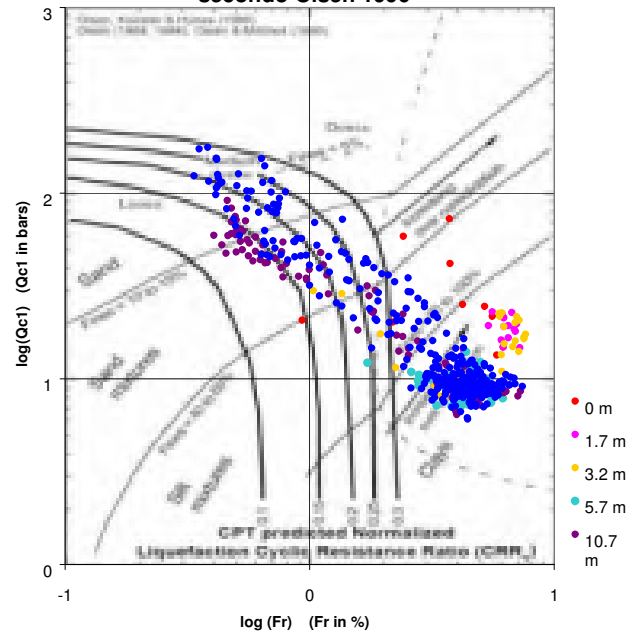
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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**



Ilintino 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

Lavezzola
Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital
19-Jul-11

Falda

2.00 m

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

Pagani
Inizio prova
NA
NA



**Società di
Geologia
Territoriale**

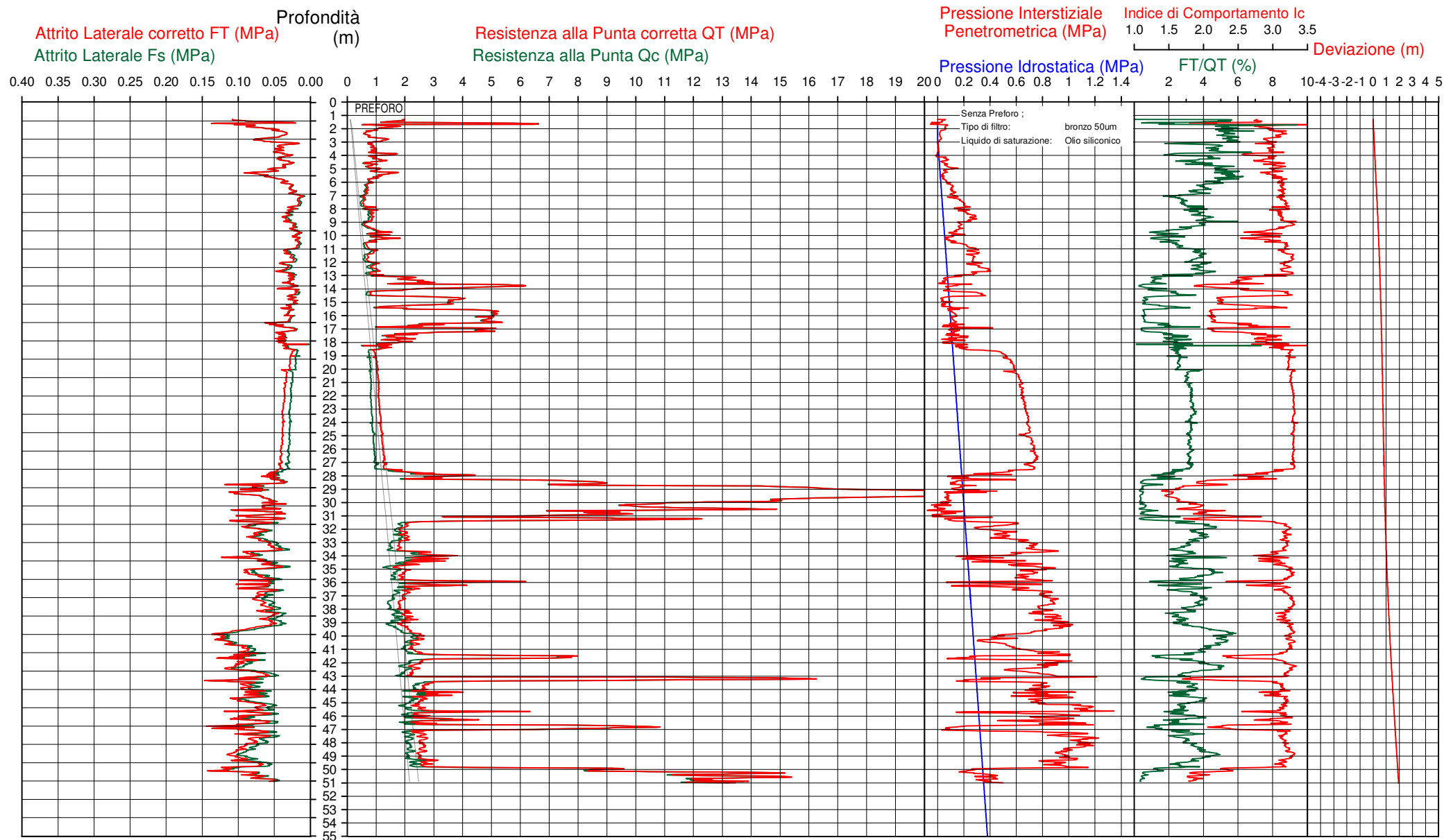
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

11





11

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 51
175

QT	Qc1N	FT	FT/Qnet	tc	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 ²	Idriss & Es	daN/cm ²	%	Robertson	basato su Fr vs Qc1N	m				Tatsuoka 1990 %	Robertson °	Benassi daN/cm ²	0.20 Robertson	Benassi daN/cm ²	Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
24.2	39.6	0.84	5.4	2.69	limo argilloso-argilla limosa	1.90			Solido-plastica (Duro)			1.21		137.7	198
9.1	15.5	0.46	5.3	3.00	argilla-argilla limosa	3.70		H2O	Molle-plastica (Soffice)			0.61	4.12	52.0	123
11.0	17.6	0.38	4.0	2.87	limo argilloso-argilla limosa	4.50			Plastica			0.70		63.9	141
7.6	11.8	0.33	5.0	3.07	argilla-argilla limosa	4.90			Molle-plastica (Soffice)			0.52	2.39	43.3	112
11.5	16.5	0.61	5.8	3.00	argilla-argilla limosa	5.70			Plastica			0.73	3.48	65.2	145
7.2	8.8	0.27	4.5	3.15	argilla-argilla limosa	9.50			Molle-plastica (Soffice)			0.50	1.49	41.4	107
11.4	11.7	0.19	2.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa	10.30			Plastica			0.72		50.1	143
8.4	7.8	0.28	4.5	3.19	argilla-argilla limosa	12.90			Molle-plastica (Soffice)			0.57	1.16	48.1	118
13.4	11.6	0.27	2.7	2.91	limo argilloso-argilla limosa	13.10			Plastica			0.81		70.3	159
20.7	18.1	0.26	1.4	2.60	limo argilloso-argilla limosa	13.30			Solido-plastica (Duro)			1.10		73.4	210
28.9	25.4	0.29	1.3	2.47	sabbia limosa-limo sabbioso	13.70			Sciolti	21.7	31.8			99.5	239
53.9	47.8	0.23	0.5	2.00	sabbia-sabbia limosa	13.90			Mediamente Addensata	42.7	35.6			164.2	197
24.9	21.1	0.30	1.3	2.53	sabbia limosa-limo sabbioso	14.10			Sciolti	15.7	30.5			85.9	229
9.0	7.2	0.22	3.6	3.16	argilla-argilla limosa	14.50			Molle-plastica (Soffice)			0.60	1.00	52.3	124
32.4	26.9	0.25	1.0	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	15.30			Sciolti	23.7	32.0			105.0	234
14.9	11.7	0.33	3.0	2.95	argilla-argilla limosa	15.50			Plastica			0.88	1.77	87.7	171
49.3	40.4	0.30	0.7	2.13	sabbia limosa-limo sabbioso	16.50			Mediamente Addensata	37.1	34.3			152.6	225
35.4	27.6	0.38	1.5	2.45	sabbia limosa-limo sabbioso	17.30			Sciolti	24.5	31.8			129.2	237
17.9	12.8	0.41	2.9	2.90	limo argilloso-argilla limosa	17.90			Plastica			1.00		100.1	191
14.3	9.9	0.36	3.4	3.04	argilla-argilla limosa	18.50			Plastica			0.85	1.39	83.5	165
9.7	6.3	0.26	4.1	3.24	argilla-argilla limosa	19.30			Molle-plastica (Soffice)			0.64	0.77	56.1	131
11.7	6.4	0.37	5.0	3.28	argilla-argilla limosa				Plastica			0.73	0.75	66.6	146

CPTU

11

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 51
175

QT	Qc1N	FT	FT/Qc1N	OCR	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	Robertson		m									
						27.70									
33.0	18.2	0.54	2.2	2.71	limo argilloso-argilla limosa	28.30			Semi solida (Molto duro)			1.43		144.8	279
81.5	52.8	0.57	0.8	2.05	sabbia-sabbia limosa	28.70			Mediamente Addensata	45.9	34.2			256.3	263
178.7	143.9	0.76	0.4	1.58	sabbia-sabbia limosa	29.90			Mediamente Addensata	79.0	38.7			543.4	276
98.0	64.5	0.61	0.8	1.99	sabbia-sabbia limosa	31.30			Mediamente Addensata	52.5	34.9			308.5	271
41.2	22.2	0.92	3.1	2.77	limo argilloso-argilla limosa	31.50			Semi solida (Molto duro)			1.60		240.8	323
19.4	8.5	0.69	5.1	3.19	argilla-argilla limosa	33.50			Plastica			1.05	0.99	110.5	201
25.8	11.4	0.74	3.9	3.02	argilla-argilla limosa	34.70			Solido-plastica (Duro)			1.25	1.38	149.5	239
18.9	7.7	0.71	5.6	3.24	argilla-argilla limosa	35.70			Plastica			1.03	0.86	107.2	198
31.3	14.0	0.67	3.3	2.91	limo argilloso-argilla limosa	36.30			Semi solida (Molto duro)			1.40		182.8	271
21.3	8.1	0.81	5.5	3.23	argilla-argilla limosa	41.30			Solido-plastica (Duro)			1.11	0.89	120.6	212

CPTU

11

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 51
175

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qc1N %	Qc1N daN/cm ²	FT/Qc1N %	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson °	Coessione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
45.2	20.0	0.93	3.2	2.79	3.2	limo argilloso-argilla limosa	41.50	██████████		Semi solida (Molto duro)			1.67		264.0	343
70.7	34.2	1.12	1.8	2.44	1.8	sabbia limosa-limo sabbioso	41.70	██████████		Mediamente Addensata	31.6	30.9			279.9	400
24.0	8.6	0.92	5.6	3.21	5.6	argilla-argilla limosa		██████████		Solido-plastica (Duro)			1.20	0.94	135.6	230
							42.90	██████████								
78.4	43.9	0.90	2.5	2.52	2.5	sabbia limosa-limo sabbioso	43.50	██████████		Mediamente Addensata	39.9	31.3			380.9	326
27.8	9.8	0.83	4.4	3.10	4.4	argilla-argilla limosa		██████████		Solido-plastica (Duro)			1.31	1.07	160.2	250
							46.50	██████████								
41.5	16.5	0.88	3.5	2.90	3.5	limo argilloso-argilla limosa	46.70	██████████		Semi solida (Molto duro)			1.61		241.6	325
99.7	50.1	1.11	1.2	2.20	1.2	sabbia limosa-limo sabbioso	46.90	██████████		Mediamente Addensata	44.2	32.4			338.7	362
55.5	49.5	0.95	2.5	2.68	2.5	limo argilloso-argilla limosa	47.10	██████████		Solida (Durissimo)			1.82		273.8	390
26.1	30.9	0.88	5.1	3.19	5.1	argilla-argilla limosa		██████████		Solido-plastica (Duro)			1.26	0.88	148.8	242
							49.70	██████████								
42.6	10.4	1.00	3.6	2.92	3.6	limo argilloso-argilla limosa	49.90	██████████		Semi solida (Molto duro)			1.63		247.6	330
87.9	9.0	1.21	1.5	2.34	1.5	sabbia limosa-limo sabbioso	50.10	██████████		Mediamente Addensata	-12.6	31.2			320.9	410
130.4	7.8	0.74	0.6	1.91	0.6	sabbia-sabbia limosa		██████████		Mediamente Addensata	-17.2	33.7			403.1	305

Comune Lavezzola
Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 19-Jul-11

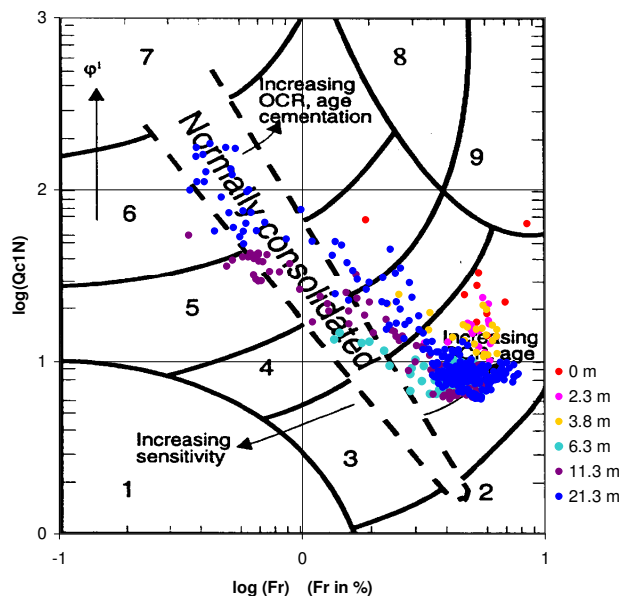
Numero prova 11
Quota falda 2.00



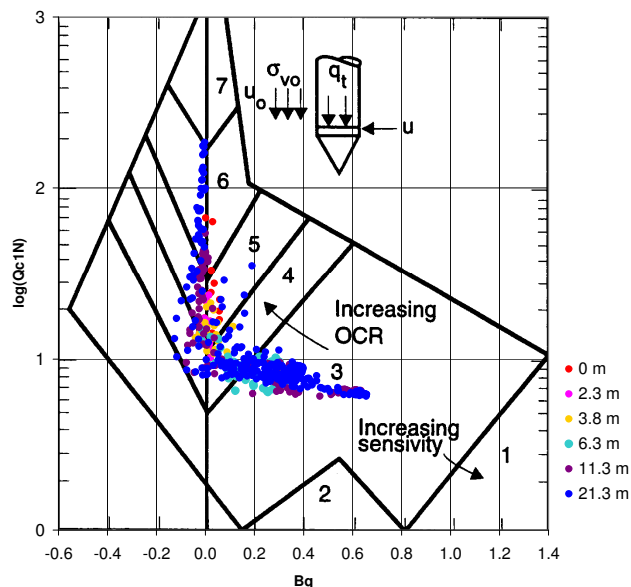
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

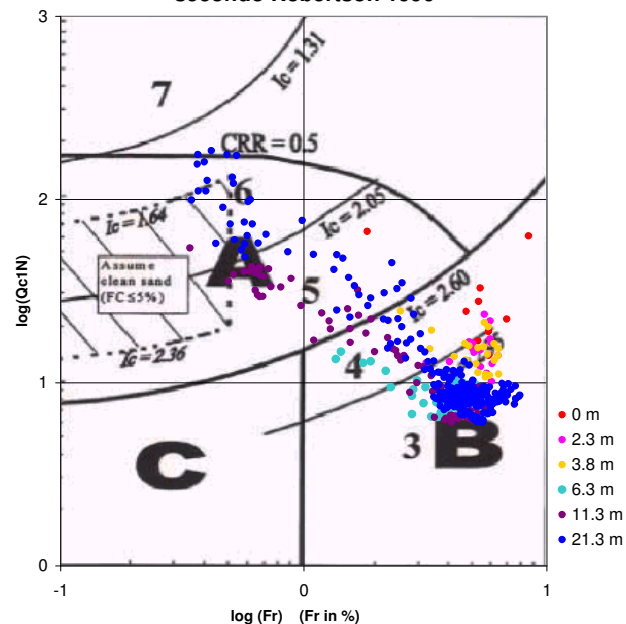
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



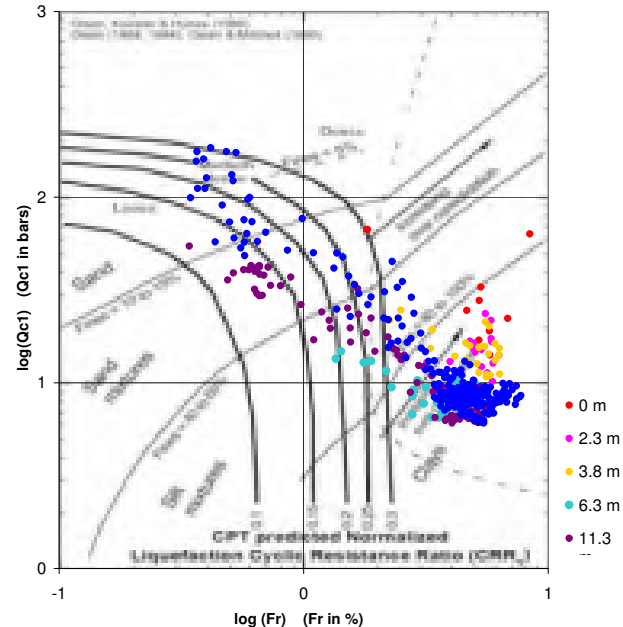
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Lavezzola
Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital
19-Jul-11

Falda

2.00 m

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

Pagani
Inizio prova
NA
NA



**Società di
Geologia
Territoriale**

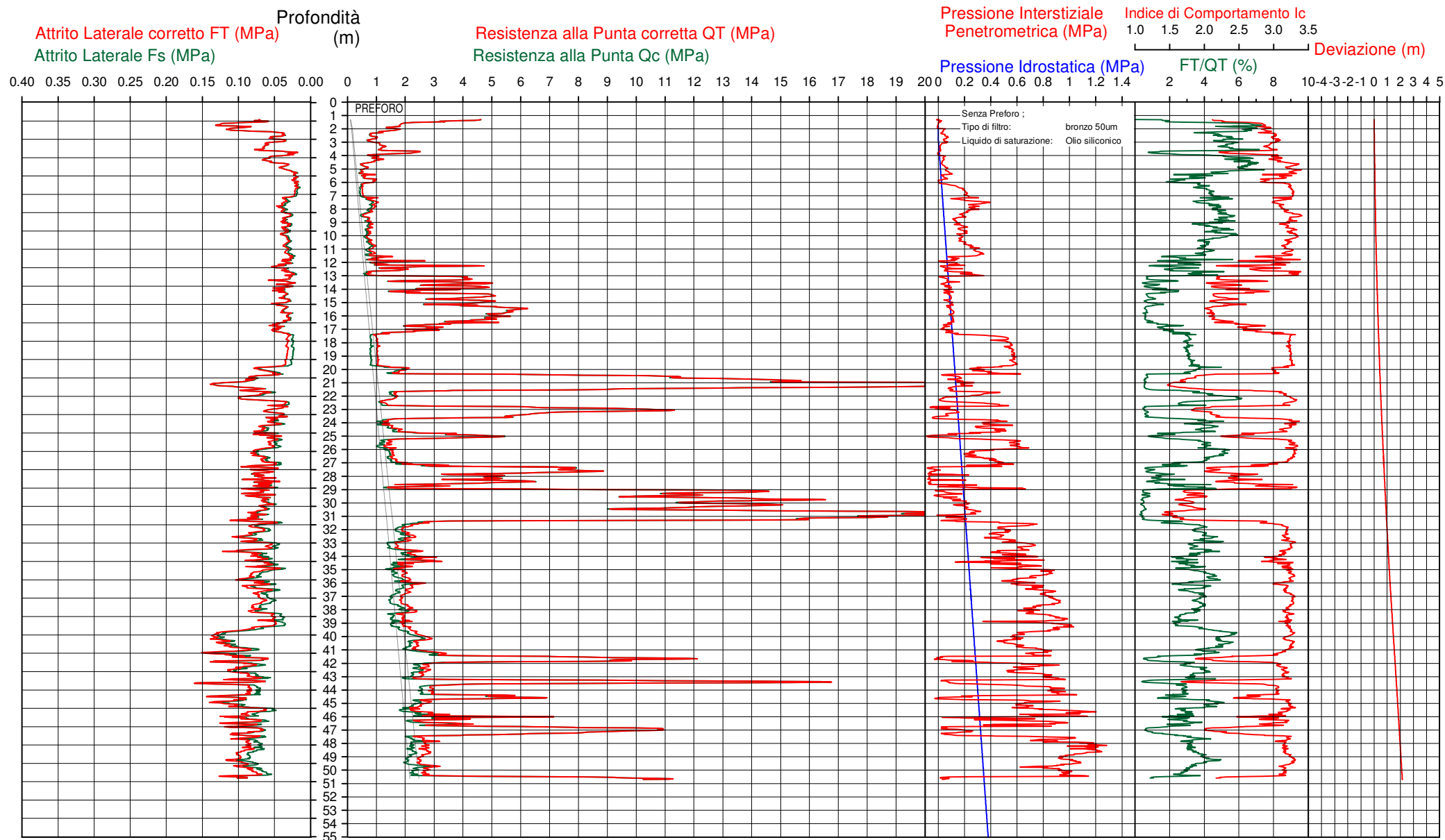
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com

CPTU

12





12

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 50
186

QT	Qc1N Idriss & E	FT	FT/Qnet	Ic Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ° Robertson	Coesione Benassi daN/cmq	OCR o.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cmq	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
daN/cm²			%												
36.9	62.7	0.68	1.9	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	1.50			Mediamente Addensata	51.6	42.5			149.0	254
16.3	27.8	0.99	6.2	2.86	limo argilloso-argilla limosa			<u>H2O</u>	Plastica			0.94		91.7	179
						2.30									
8.9	15.1	0.46	5.5	3.02	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.59	4.06	50.3	123
						3.10									
13.4	22.1	0.62	5.3	2.87	limo argilloso-argilla limosa				Plastica			0.81		76.3	158
						3.70									
19.7	30.2	0.25	1.4	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	3.90			Sciolta	27.5	35.2			70.2	180
7.5	9.2	0.33	5.6	3.19	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.52	1.54	42.3	108
						11.50									
12.4	11.5	0.31	3.5	2.99	argilla-argilla limosa				Plastica			0.77	1.86	71.9	152
						12.10									
21.8	19.9	0.43	2.8	2.75	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.13		119.1	212
						12.50									
10.7	9.5	0.30	4.4	3.13	argilla-argilla limosa				Plastica			0.69	1.45	61.8	132
						12.90									
24.4	21.8	0.30	2.7	2.68	limo argilloso-argilla limosa	13.10			Solido-plastica (Duro)			1.21		129.0	233
42.5	35.8	0.37	1.1	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	33.1	33.7			139.9	234
						16.70									
26.8	20.3	0.48	2.1	2.66	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.28		114.6	247
						17.10									
18.6	13.5	0.44	3.0	2.90	limo argilloso-argilla limosa	17.30			Plastica			1.02		109.2	196
11.8	7.8	0.38	4.6	3.20	argilla-argilla limosa				Plastica			0.74	1.03	68.1	144
						20.30									
94.1	74.8	0.69	0.9	2.00	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	57.4	36.9			301.3	253
						20.70									
177.3	156.6	1.03	0.6	1.64	sabbia-sabbia limosa				Addensata	81.8	40.3			546.4	254

CPTU

12

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 50
186

QT	Qc1N daN/cm²	FT daN/cm²	FT/Qt %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						21.50									
39.2	27.0	0.81	3.2	2.71	limo argilloso-argilla limosa	21.70			Semi solida (Molto duro)			1.57		229.3	314
15.0	8.8	0.66	5.9	3.21	argilla-argilla limosa				Plastica			0.88	1.14	84.5	170
						22.70									
75.0	53.7	0.48	0.8	2.07	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	46.5	34.8			234.8	254
						23.50									
41.4	26.6	0.49	1.7	2.51	sabbia limosa-limo sabbioso	23.70			Sciolta	23.3	30.8			159.4	307
15.5	8.5	0.61	5.5	3.21	argilla-argilla limosa				Plastica			0.90	1.07	87.9	174
						24.70									
32.4	19.2	0.64	2.4	2.71	limo argilloso-argilla limosa	24.90			Semi solida (Molto duro)			1.42		151.6	278
49.5	31.0	0.51	1.2	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	25.10			Sciolta	28.4	31.6			165.7	301
23.0	12.9	0.50	3.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	25.30			Solido-plastica (Duro)			1.17		134.1	224
15.7	8.0	0.64	6.0	3.25	argilla-argilla limosa				Plastica			0.91	0.98	88.3	176
						27.10									
35.9	20.3	0.74	2.5	2.71	limo argilloso-argilla limosa	27.30			Semi solida (Molto duro)			1.50		175.8	297
78.3	50.8	0.62	0.8	2.10	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	44.6	34.1			248.4	266
						27.70									
50.7	29.7	0.68	1.6	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	26.9	31.1			187.0	327
						28.50									
25.3	13.0	0.65	3.9	2.98	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.24	1.65	146.6	234
						28.90									
97.5	67.4	0.75	1.4	2.10	sabbia limosa-limo sabbioso	29.10			Mediamente Addensata	54.0	35.2			345.3	284
125.6	88.8	0.66	0.6	1.81	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	63.1	36.5			385.7	266
						30.50									
178.2	140.3	0.79	0.5	1.60	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	78.2	38.3			543.2	281
						31.30									
36.7	18.9	0.69	2.4	2.75	limo argilloso-argilla limosa	31.50			Semi solida (Molto duro)			1.51		174.0	300
21.0	9.3	0.80	5.3	3.16	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.11	1.11	119.8	212
						32.90									
21.5	8.5	0.80	5.4	3.20	argilla-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.12	0.95	121.9	213
						41.10									
31.9	12.4	1.40	5.7	3.09	argilla-argilla limosa	41.30			Semi solida (Molto duro)			1.41	1.43	180.4	275

CPTU

12

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16/1
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 50
186

QT	Qc1N daN/cm²	FT daN/cm²	FT/Qc1N %	Qc1N daN/cm²	Litologia Robertson basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ° Robertson	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
43.3	18.5	1.06	3.5	2.83	limo argilloso-argilla limosa	41.50	---		Semi solida (Molto duro)			1.64		251.9	333
93.8	50.0	0.89	1.2	2.17	sabbia limosa-limo sabbioso	41.90	---		Mediamente Addensata	44.1	32.7			314.7	326
27.1	9.9	0.93	4.8	3.12	argilla-argilla limosa		---		Solida-plastica (Duro)			1.29	1.10	155.2	248
						43.10	---								
53.7	24.9	0.97	3.4	2.75	limo argilloso-argilla limosa	43.30	---		Solida (Durissimo)			1.80		312.9	382
140.3	86.6	1.05	0.9	1.90	sabbia-sabbia limosa	43.50	---		Mediamente Addensata	62.3	35.0			447.5	297
40.0	15.8	1.06	3.4	2.89	limo argilloso-argilla limosa	43.70	---		Semi solida (Molto duro)			1.58		232.8	317
29.2	10.4	0.85	4.0	3.05	argilla-argilla limosa		---		Solida-plastica (Duro)			1.34	1.16	168.9	260
						44.30	---								
51.3	21.3	1.09	2.7	2.71	limo argilloso-argilla limosa	44.70	---		Solida (Durissimo)			1.76		268.3	370
25.4	8.6	0.96	5.5	3.21	argilla-argilla limosa		---		Solida-plastica (Duro)			1.24	0.92	144.0	238
						45.70	---								
34.2	12.4	0.93	3.9	3.00	argilla-argilla limosa		---		Semi solida (Molto duro)			1.46	1.36	198.3	284
						46.50	---								
36.1	13.0	0.92	3.4	2.94	limo argilloso-argilla limosa	46.70	---		Semi solida (Molto duro)			1.50		210.6	298
93.2	40.5	0.81	1.1	2.19	sabbia limosa-limo sabbioso	47.10	---		Mediamente Addensata	37.1	31.9			307.6	334
						47.30	---								
77.0	45.4	0.91	1.4	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	47.30	---		Mediamente Addensata	40.9	30.6			270.4	396
36.8	48.3	0.91	3.6	2.97	argilla-argilla limosa	47.50	---		Semi solida (Molto duro)			1.52	1.44	213.7	301
26.8	49.5	0.92	5.1	3.19	argilla-argilla limosa		---		Solida-plastica (Duro)			1.28	0.89	153.1	247
						50.30	---								
38.4	37.6	0.98	3.8	2.98	argilla-argilla limosa	50.50	---		Semi solida (Molto duro)			1.55	1.41	222.8	309
100.9	35.4	0.93	1.1	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso		---		Mediamente Addensata	32.8	32.0			335.0	387

Comune Lavezzola
Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 19-Jul-11

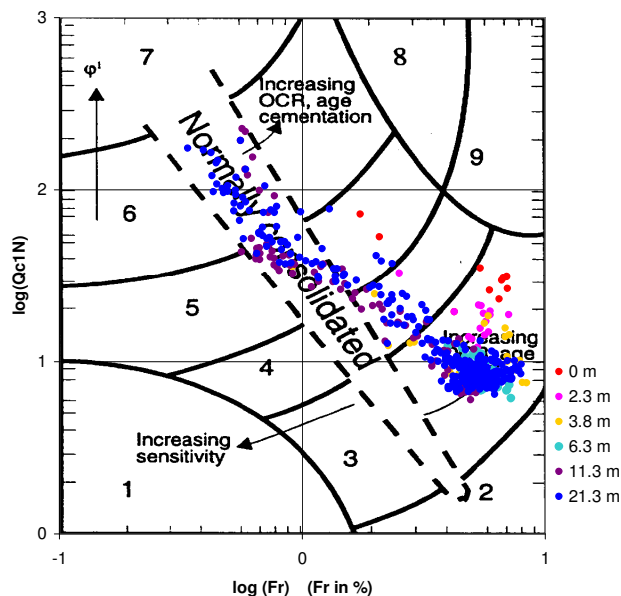
Numero prova 12
Quota falda 2.00



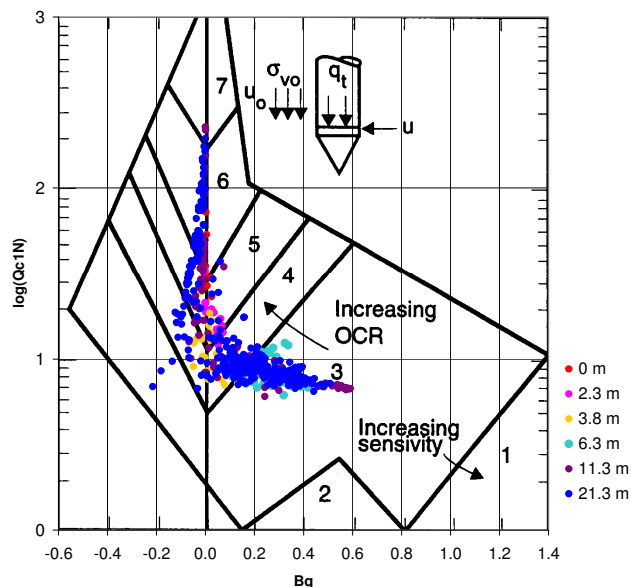
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

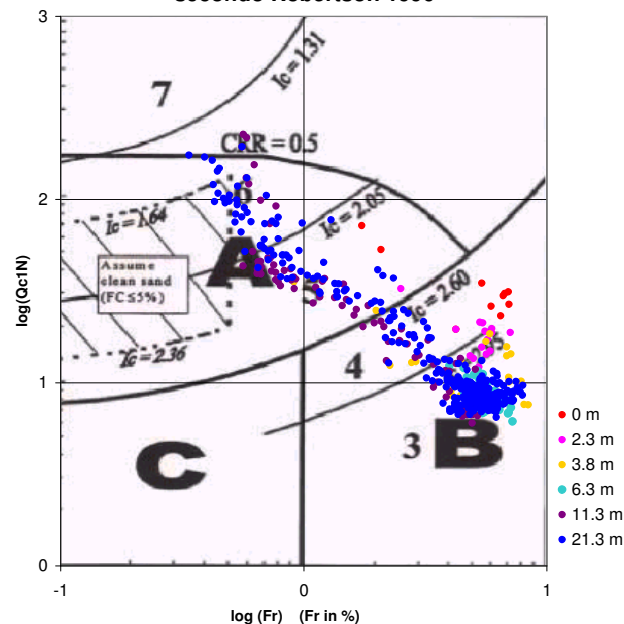
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



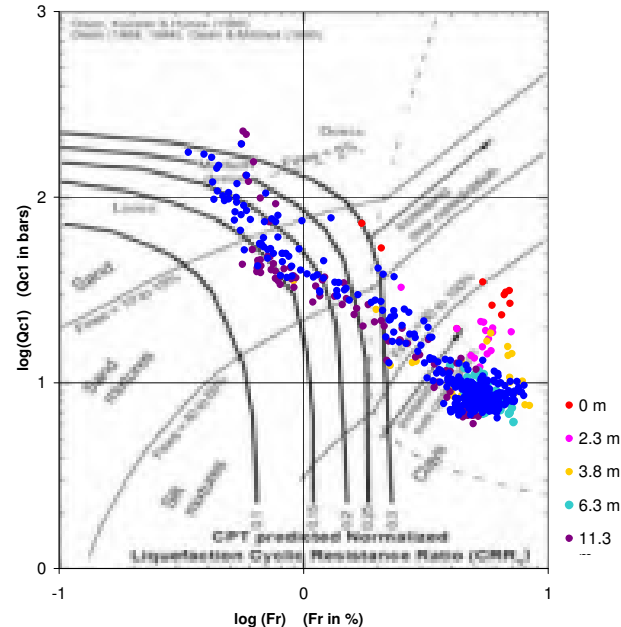
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Lavezzola
Bastia 16 a
Lavezzola
Surgital
19-Jul-11

Falda

2.00 m

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

Pagani
Inizio prova
NA
NA

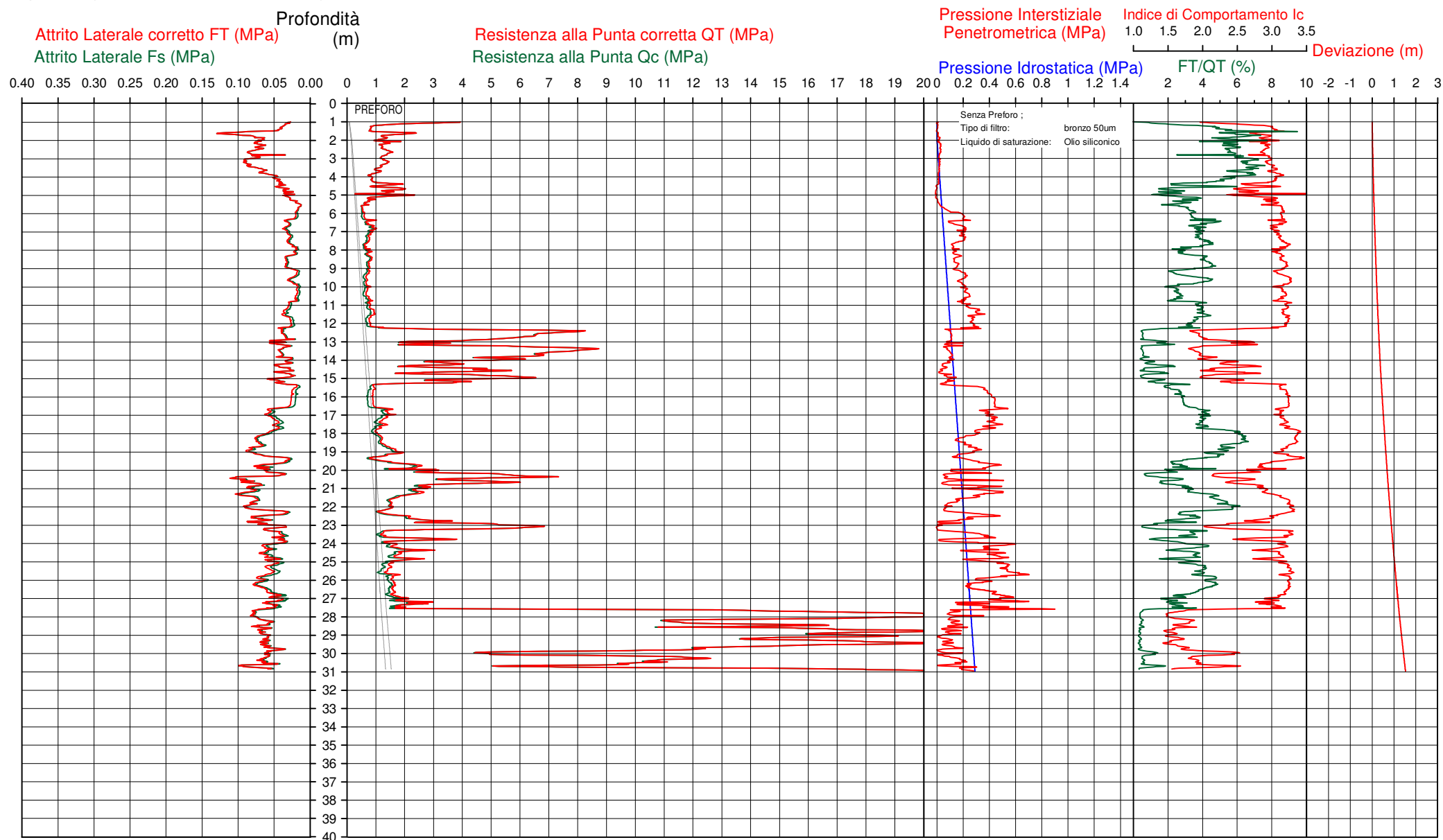


**Società di
Geologia
Territoriale**

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

CPTU

13



CPTU

13

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16 a
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 31
159

QT	Qc1N Idriss & E	FT daN/cm²	FT/Qt %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito ϕ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
31.0	52.7	0.30	1.0	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso	1.10	|||||		Mediamente Addensata	45.9	43.0			101.1	215
14.1	24.0	0.35	2.7	2.66	limo argilloso-argilla limosa	1.20	|||||		Plastica			0.84		73.1	165
8.3	14.1	0.42	5.2	3.02	argilla-argilla limosa	1.50	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.56	6.60	47.2	118
13.8	23.4	0.79	6.0	2.90	limo argilloso-argilla limosa	2.90	|||||		Plastica			0.83		77.4	161
12.3	20.9	0.82	7.0	2.98	argilla-argilla limosa	3.10	|||||		Plastica			0.76	5.41	67.9	151
14.0	23.8	0.90	6.7	2.93	limo argilloso-argilla limosa	3.30	|||||		Plastica			0.84		78.0	165
11.1	18.7	0.73	7.0	3.02	argilla-argilla limosa	3.80	|||||		Plastica			0.71	4.41	61.5	142
8.6	14.1	0.48	6.2	3.07	argilla-argilla limosa	4.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.58	3.07	48.3	121
14.8	21.7	0.36	3.5	2.73	limo argilloso-argilla limosa	5.10	|||||		Plastica			0.87		86.1	167
7.5	8.6	0.26	4.4	3.15	argilla-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)			0.52	1.39	43.3	110

CPTU

13

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16 a
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 31
159

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qt %	lc Robertson	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
						12.20									
17.8	16.2	0.41	3.1	2.84	limo argilloso-argilla limosa	12.30			Plastica			0.99		103.8	191
66.2	61.8	0.37	0.6	1.96	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	51.1	37.4			203.9	198
						12.80									
50.0	45.6	0.31	0.6	2.08	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90			Mediamente Addensata	41.1	35.5			154.6	202
28.2	25.1	0.44	1.9	2.56	sabbia limosa-limo sabbioso				Scioltà	21.4	31.8			112.3	248
						13.20									
67.0	60.6	0.37	0.6	1.96	sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	50.4	37.0			206.2	205
						14.00									
35.5	30.2	0.35	1.3	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso				Scioltà	27.5	32.7			121.4	236
						14.80									
57.5	49.3	0.33	0.6	2.04	sabbia-sabbia limosa	15.00			Mediamente Addensata	43.7	35.6			177.2	202
36.2	29.9	0.48	1.5	2.43	sabbia limosa-limo sabbioso	15.20			Scioltà	27.2	32.6			130.0	263
25.6	20.7	0.43	2.3	2.68	limo argilloso-argilla limosa	15.30			Solido-plastica (Duro)			1.25		115.2	240
9.1	6.7	0.25	4.0	3.21	argilla-argilla limosa				Molle-plastica (Soffice)			0.61	0.88	52.7	125
						16.50									
12.9	8.8	0.59	6.2	3.23	argilla-argilla limosa				Plastica			0.79	1.22	72.2	153
						19.60									
24.5	16.6	0.64	3.2	2.83	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.22		143.3	233
						20.10									
40.4	28.6	0.43	1.4	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	20.20			Scioltà	25.7	31.7			141.0	282
61.6	45.6	0.63	1.1	2.19	sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	41.1	34.4			202.4	269
						20.40									
38.4	26.7	1.01	3.0	2.66	limo argilloso-argilla limosa	20.50			Semi solida (Molto duro)			1.55		221.3	309
41.6	29.1	0.90	2.5	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso	20.60			Scioltà	26.2	31.7			200.3	319
55.7	40.2	0.89	1.7	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	20.70			Mediamente Addensata	36.9	33.6			213.3	318
35.4	24.2	0.70	2.3	2.62	limo argilloso-argilla limosa	20.80			Semi solida (Molto duro)			1.49		162.1	294
25.4	16.5	0.84	3.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.24		147.2	238

CPTU

13

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19 July 2011
Bastia 16 a
Lavezzola
Lavezzola
2.00

Vs 1 - 31
159

QT	Qc1N daN/cm ²	FT daN/cm ²	FT/Qt %	Qc1N daN/cm ²	FT/Qt %	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Robertson °	Coesione Benassi daN/cm ²	OCR 0.20 Robertson	Modulo Edometrico Benassi daN/cm ²	Velocità Vs Baldi (sabbie), Mayne & Rix (argille) m/sec
							21.30									
20.8	13.0	0.97	5.7	3.08		argilla-argilla limosa	21.40			Solido-plastica (Duro)			1.10	1.84	117.3	210
15.1	9.0	0.69	6.2	3.22		argilla-argilla limosa				Plastica			0.89	1.18	84.5	170
							22.50									
27.0	16.7	0.74	3.5	2.85		limo argilloso-argilla limosa				Solido-plastica (Duro)			1.29		157.0	245
							22.90									
58.7	40.2	0.49	0.9	2.20		sabbia limosa-limo sabbioso				Mediamente Addensata	36.9	33.3			188.9	267
							23.20									
23.0	13.8	0.62	3.8	2.95		limo argilloso-argilla limosa	23.30			Solido-plastica (Duro)			1.17		133.6	224
17.0	9.2	0.56	4.8	3.14		argilla-argilla limosa				Plastica			0.96	1.17	97.7	182
							27.10									
24.1	12.8	0.56	3.0	2.91		limo argilloso-argilla limosa	27.30			Solido-plastica (Duro)			1.20		140.5	231
18.5	9.4	0.49	3.6	3.07		argilla-argilla limosa	27.50			Plastica			1.02	1.18	107.7	196
49.2	31.1	0.65	2.7	2.63		limo argilloso-argilla limosa	27.60			Semi solida (Molto duro)			1.73		258.7	361
181.1	148.3	0.78	0.4	1.57		sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	80.0	39.1			550.9	273
							28.10									
159.2	123.8	0.64	0.4	1.62		sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	74.0	38.1			483.7	271
							29.60									
124.0	87.1	0.50	0.4	1.74		sabbia-sabbia limosa	29.80			Mediamente Addensata	62.4	36.5			376.5	265
81.4	51.2	0.54	0.8	2.09		sabbia limosa-limo sabbioso	29.90			Mediamente Addensata	44.9	33.8			255.7	267
53.3	30.1	0.60	1.3	2.40		sabbia limosa-limo sabbioso	30.10			Sciolti	27.4	31.0			183.4	325
101.0	66.6	0.69	0.8	1.99		sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	53.6	35.1			319.0	272
							30.80									
176.4	125.1	0.56	0.4	1.57		sabbia-sabbia limosa				Mediamente Addensata	74.4	38.3			533.7	280

Comune Lavezzola
Via Bastia 16 a
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 19-Jul-11

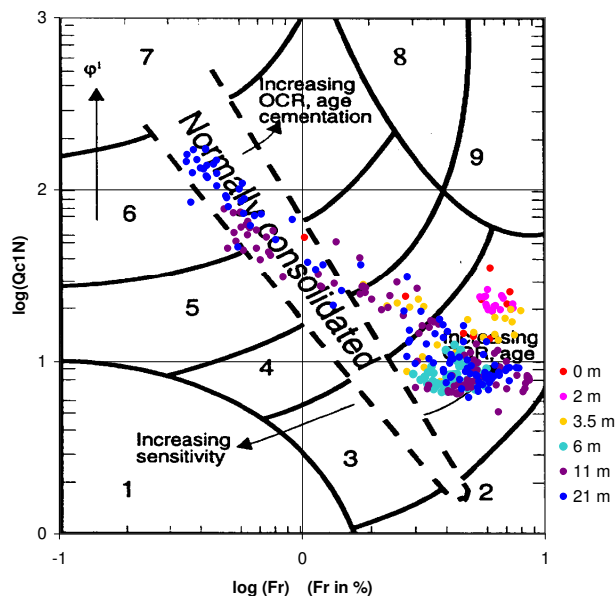
Numero prova 13
Quota falda 2.00



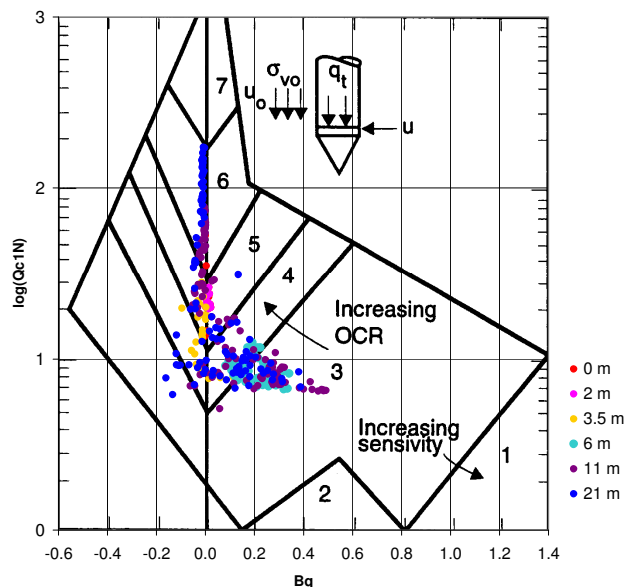
**Società di
Geologia
Territoriale**

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

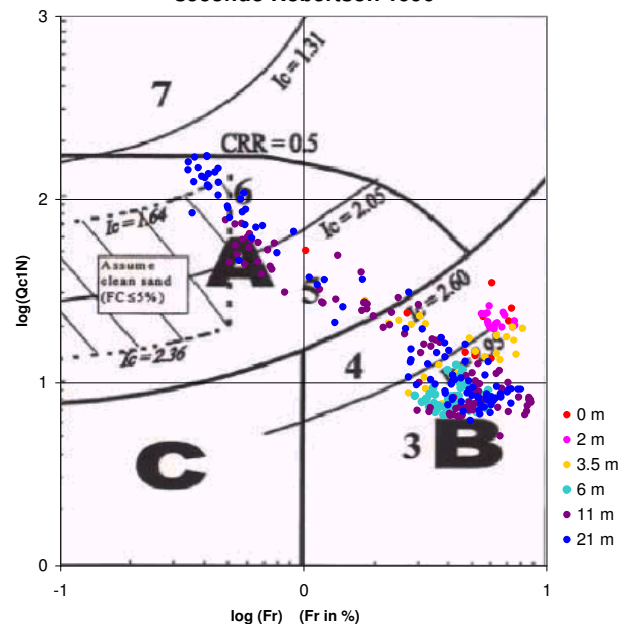
**Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)**



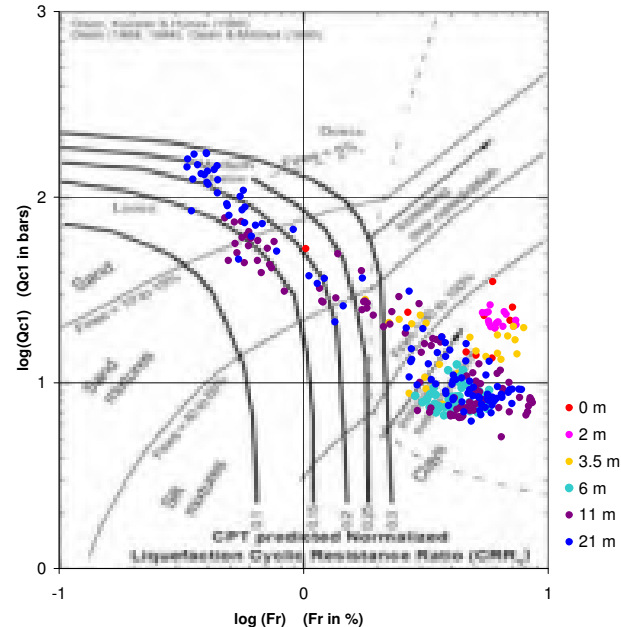
**Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)**



**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 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

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

Falda

foro chiuso a 2.00

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

Tecnopenta 100707
Inizio prova
20-giu-2018
20-giu-2018

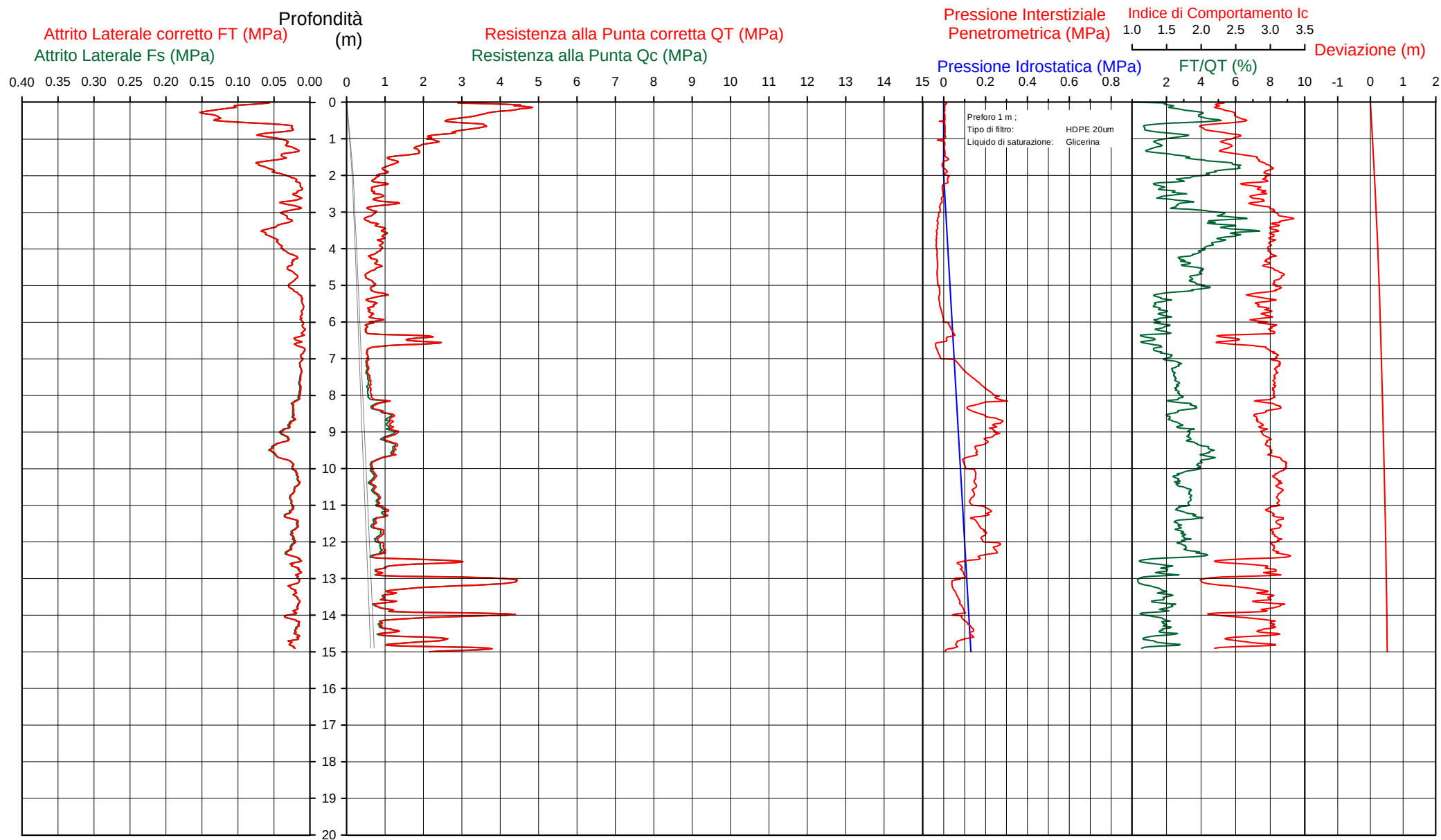


Società di
Geologia
Territoriale

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

CPTU

14



CPTU

14

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19/09/2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.00

foro chiuso a 2.00



**Società di
Geologia
Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs15

125

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²		daN/cm²	%	Robertson		m						daN/cm²		daN/cm²	
36.2	61.5	1.02	2.9	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	0.70	|||||		Mediamente Addensata	50.9	41.1	.	.	205.8	182
28.3	48.1	0.44	1.7	2.26	sabbia limosa-limo sabbioso	0.90	|||||		Mediamente Addensata	42.8	38.1	.	.	106.4	153
21.5	36.6	0.40	1.9	2.41	sabbia limosa-limo sabbioso	1.20	|||||		Scioltà	33.8	36.1	.	.	86.0	147
18.5	31.4	0.22	1.2	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	1.40	|||||		Scioltà	28.8	34.9	.	.	62.5	132
12.8	21.8	0.51	4.1	2.80	limo argilloso-argilla limosa	1.70	|||||		Plastica	.	.	0.79	11.33	74.3	144
9.8	16.6	0.52	5.5	2.98	argilla-argilla limosa	2.00	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	6.93	55.5	140
7.8	13.3	0.17	2.4	2.83	limo argilloso-argilla limosa	2.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.54	4.49	37.0	113
12.2	20.7	0.36	3.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa	2.80	|||||		Plastica	.	.	0.76	6.47	71.3	135
6.3	10.6	0.28	5.1	3.10	argilla-argilla limosa	3.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.44	3.25	41.4	117
8.8	14.8	0.45	5.5	3.02	argilla-argilla limosa	4.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	3.43	49.8	133
7.1	11.5	0.25	4.0	3.02	argilla-argilla limosa	4.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.49	2.55	41.1	117
6.3	9.9	0.23	4.3	3.09	argilla-argilla limosa	5.20	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.45	1.76	40.4	114
9.7	14.4	0.14	1.6	2.72	limo argilloso-argilla limosa	5.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	3.34	36.2	115
6.3	9.2	0.10	2.0	2.94	limo argilloso-argilla limosa	6.30	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.44	1.97	26.3	101
18.0	23.5	0.16	1.0	2.44	sabbia limosa-limo sabbioso	6.60	|||||		Scioltà	19.3	32.4	.	.	59.0	132
9.7	13.0	0.15	1.8	2.80	limo argilloso-argilla limosa	6.70	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	2.83	38.4	119
6.3	8.1	0.14	2.8	3.06	argilla-argilla limosa	8.40	|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.44	1.45	34.0	106
11.7	13.5	0.35	3.5	2.92	limo argilloso-argilla limosa	9.70	|||||		Plastica	.	.	0.74	2.29	68.3	140
7.6	8.1	0.22	3.8	3.13	argilla-argilla limosa		|||||		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.52	1.65	44.1	121

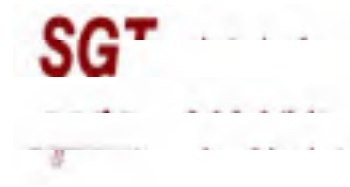
CPTU

14

Data
Cantiere / Via
Località
Comune
Profondità falda idrica m.

19/09/2018
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Conselice
2.00

foro chiuso a 2.00



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

www.geo55.com

Vs15
125

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Robertson 1990 basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
daN/cm²		daN/cm²	%	Robertson		m						daN/cm²		daN/cm²	
							=====								
10.4	10.5	0.29	3.4	3.01	argilla-argilla limosa	11.10	=====		Plastica	.	.	0.67	2.01	60.6	136
8.6	8.4	0.23	3.5	3.10	argilla-argilla limosa	11.30	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	1.49	50.2	126
						12.40	=====								
14.9	14.2	0.15	1.8	2.74	limo argilloso-argilla limosa	12.50	=====		Plastica		.	0.88	2.61	58.4	140
27.0	25.7	0.19	0.8	2.34	sabbia limosa-limo sabbioso	12.60	=====		Sciolti	22.2	33.2	.	.	85.3	152
12.1	11.4	0.23	2.3	2.89	limo argilloso-argilla limosa	12.70	=====		Plastica	.	.	0.76	2.09	55.6	136
8.5	7.9	0.15	2.4	3.03	argilla-argilla limosa	12.90	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.57	1.43	40.3	118
35.8	33.7	0.18	0.7	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso	13.20	=====		Sciolti	31.1	34.4	.	.	111.2	160
14.9	13.6	0.23	1.9	2.79	limo argilloso-argilla limosa	13.40	=====		Plastica	.	.	0.88	3.02	60.0	140
9.9	8.9	0.18	2.4	2.99	argilla-argilla limosa	13.90	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.65	1.66	47.0	126
29.4	26.6	0.27	1.2	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	14.10	=====		Sciolti	23.3	33.4	.	.	99.3	165
9.8	8.4	0.17	2.4	3.00	argilla-argilla limosa	14.40	=====		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.64	1.53	45.6	125
12.4	10.7	0.18	2.1	2.89	limo argilloso-argilla limosa	14.60	=====		Plastica	.	.	0.77	1.84	52.7	135
25.3	22.2	0.20	0.9	2.42	sabbia limosa-limo sabbioso	14.70	=====		Sciolti	17.3	32.6	.	.	80.9	153
15.4	13.2	0.27	2.3	2.83	limo argilloso-argilla limosa	14.80	=====		Plastica	.	.	0.90	2.32	70.1	149
23.8	20.7	0.23	1.6	2.57	sabbia limosa-limo sabbioso		=====		Sciolti	15.0	32.2	.	.	87.3	163

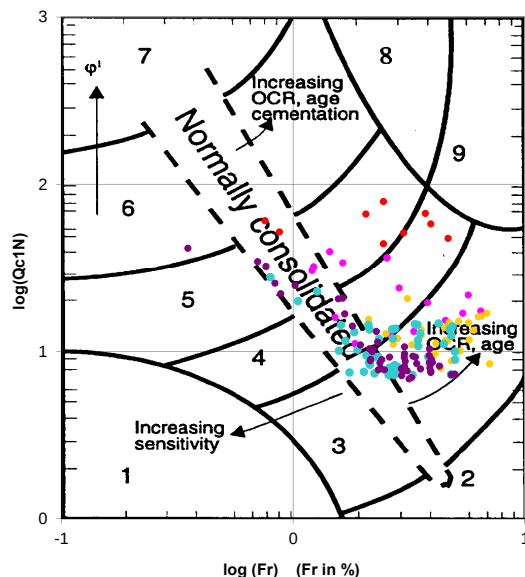
Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

Numero prova 14
Quota falda 2.00

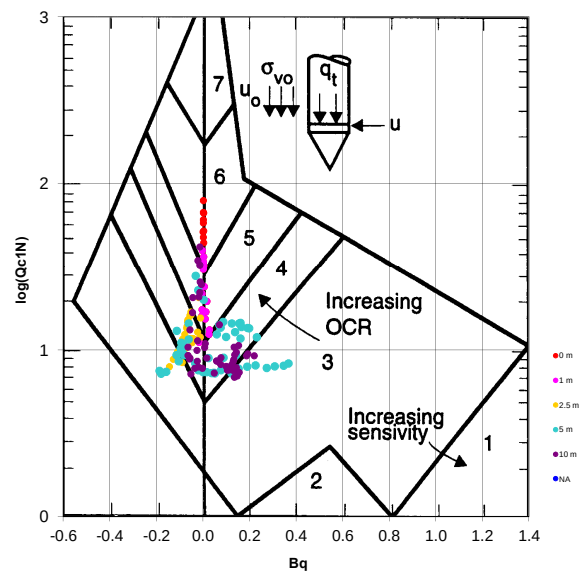
S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

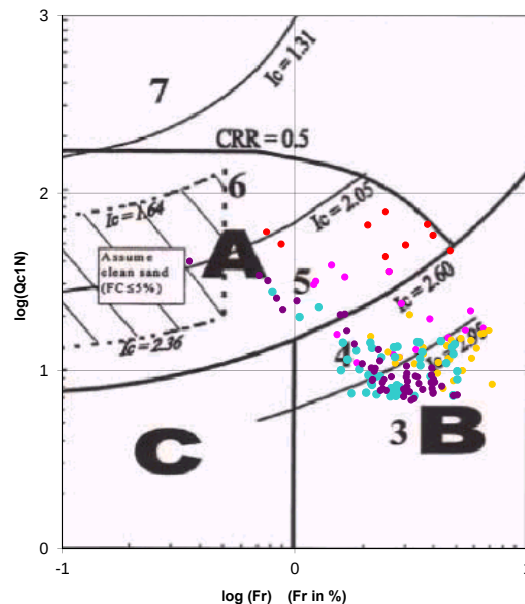
Cross-plot Qc1N verso Fr
(Robertson 1990)



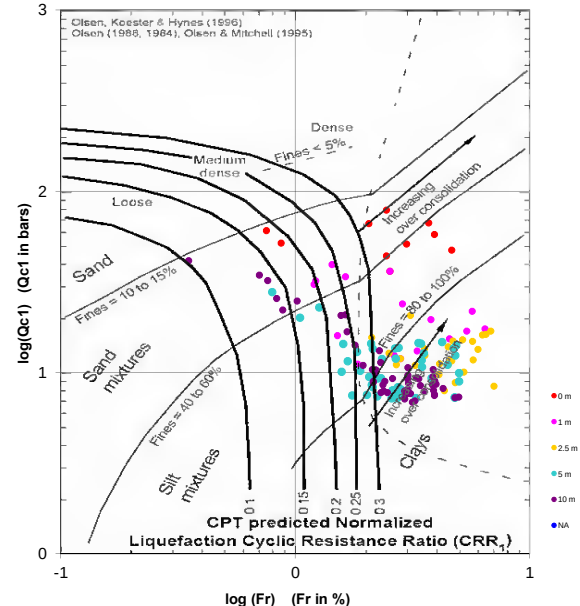
Cross-plot Qc1N verso Bq
(Robertson 1990)



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



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



Litotipo secondo Robertson 1990

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

Potenziale di liquefacibilit 

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

COMMITTENTE	SURGITAL
CONO SISMICO	CPTU 7
Località	Lavezzola (Via Bastia 16/a)
Data acquisizione	29/6/2011

Profondità	Vp	Vs	ν	γ	E _{din}	G _{din}	K _{din}
	m/sec.	m/sec.		T/m³	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²

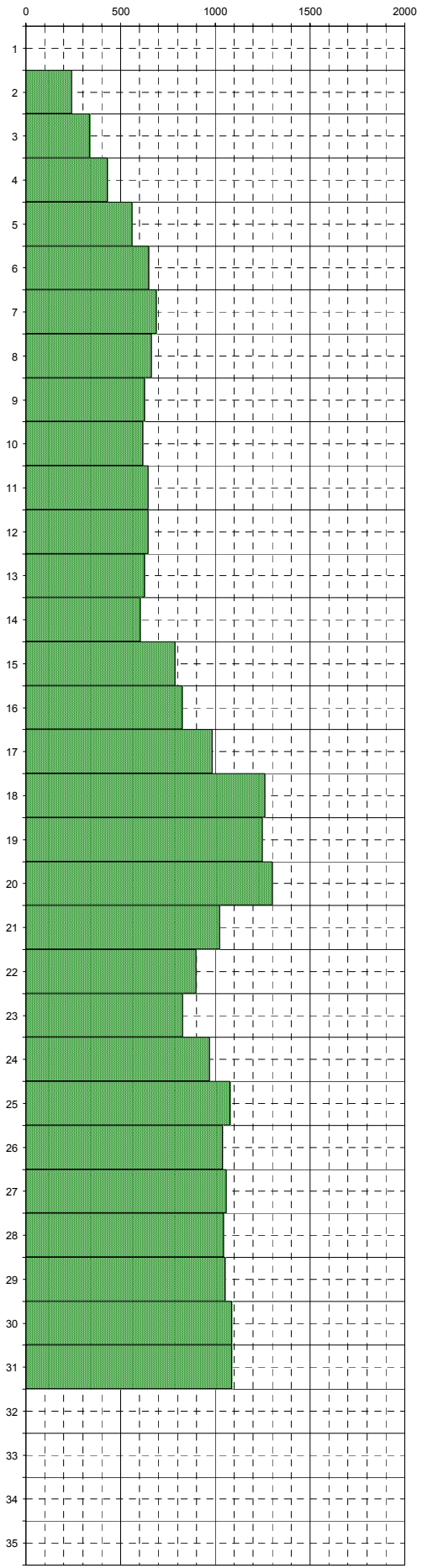
0							
1							
2	242	100	0.40	1.45	409	146	669
3	335	111	0.44	1.54	560	195	1501
4	428	128	0.45	1.61	782	270	2652
5	560	128	0.47	1.70	831	282	5049
6	648	126	0.48	1.74	831	281	7094
7	687	115	0.49	1.76	712	240	8169
8	662	97	0.49	1.75	496	167	7605
9	624	101	0.49	1.73	535	180	6636
10	616	136	0.47	1.73	958	325	6252
11	646	101	0.49	1.74	543	183	7175
12	646	113	0.48	1.74	678	228	7114
13	625	149	0.47	1.73	1147	390	6381
14	601	153	0.47	1.72	1205	411	5785
15	787	179	0.47	1.81	1741	591	10643
16	824	173	0.48	1.83	1655	560	11894
17	984	175	0.48	1.89	1754	591	17857
18	1261	146	0.49	1.98	1289	431	31522
19	1248	132	0.49	1.98	1045	350	30911
20	1302	133	0.49	1.99	1075	360	33947
21	1022	137	0.49	1.90	1093	367	19769
22	898	152	0.49	1.86	1302	438	14685
23	827	146	0.48	1.83	1182	398	12196
24	970	151	0.49	1.88	1295	435	17485
25	1077	152	0.49	1.92	1342	450	22142
26	1038	168	0.49	1.91	1638	551	20235
27	1056	216	0.48	1.91	2684	908	20553
28	1044	262	0.47	1.91	3921	1337	19443
29	1051	281	0.46	1.91	4489	1536	19491
30	1084	284	0.46	1.92	4641	1586	20932
31	1085	286	0.46	1.92	4709	1610	20947
32							
33							
34							
35							

Legenda parametri dinamici					
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	γ	Peso di volume	T/m³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	E _{din}	Modulo di Elasticità dinamico	Kg/cm²
Vp	Velocità onde di compressione	m/sec	G _{din}	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm²
Vs	Velocità onde di taglio	m/sec	K _{din}	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm²
ν	Coefficiente di Poisson	-			

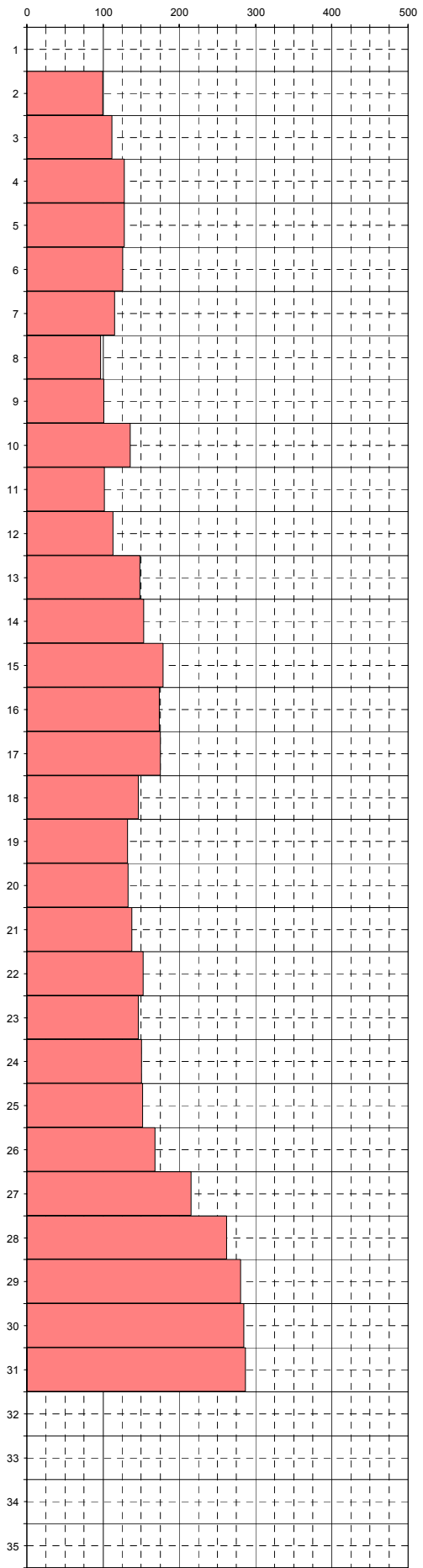
Codice lavoro	509-54
---------------	--------



VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE
m/sec



VELOCITA' ONDE DI TAGLIO
m/sec



CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI

(D.M. del 14/01/2008)

$$V_{s\ 30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

VS₃₀

=

144

m/sec

CATEGORIA SUOLO

=

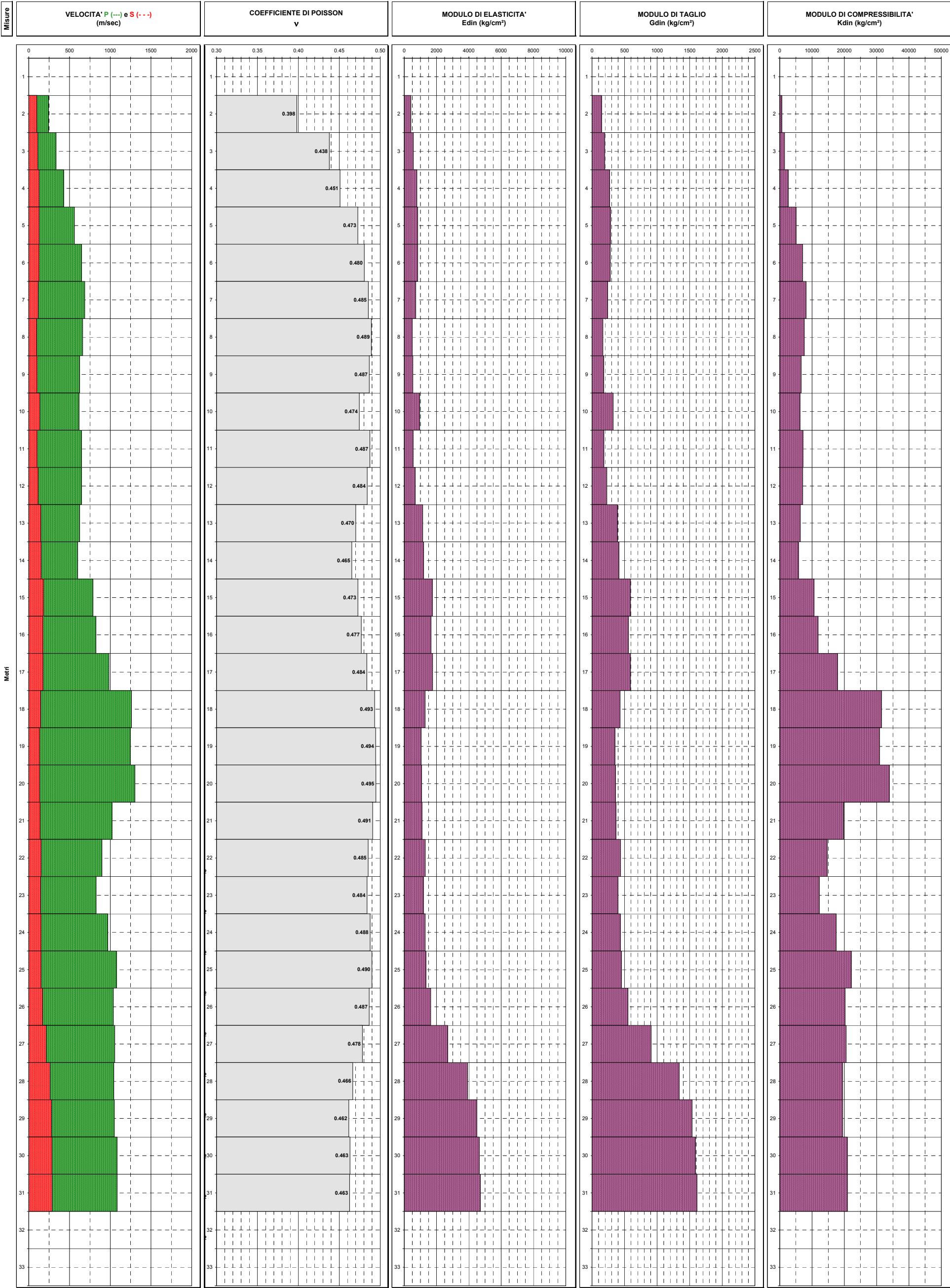
D

COMMITTENTE
CONO SISMICO
Località
Data acquisizione

SURGITAL
CPTU 7
Lavezzola (Via Bastia 16/a)
29/6/2011



GRAFICI DEI PARAMETRI ELASTICI DINAMICI



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 1

Falda 1.9 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

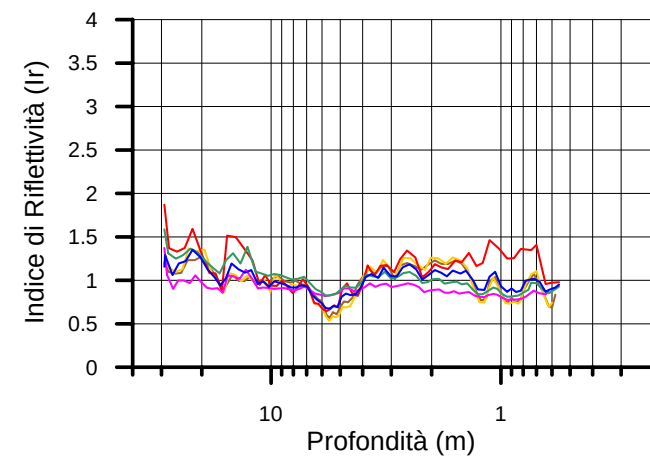
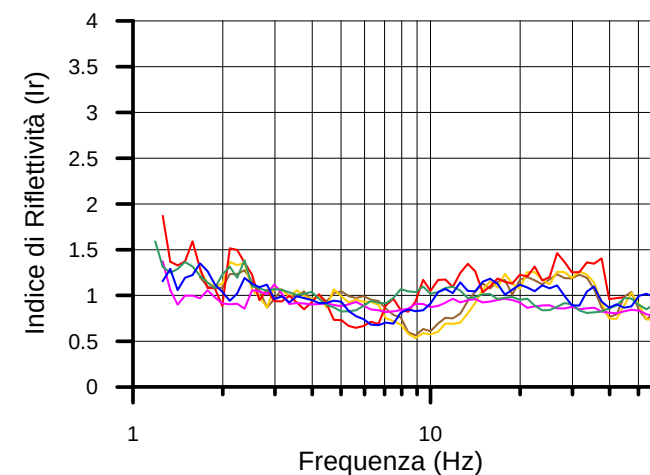
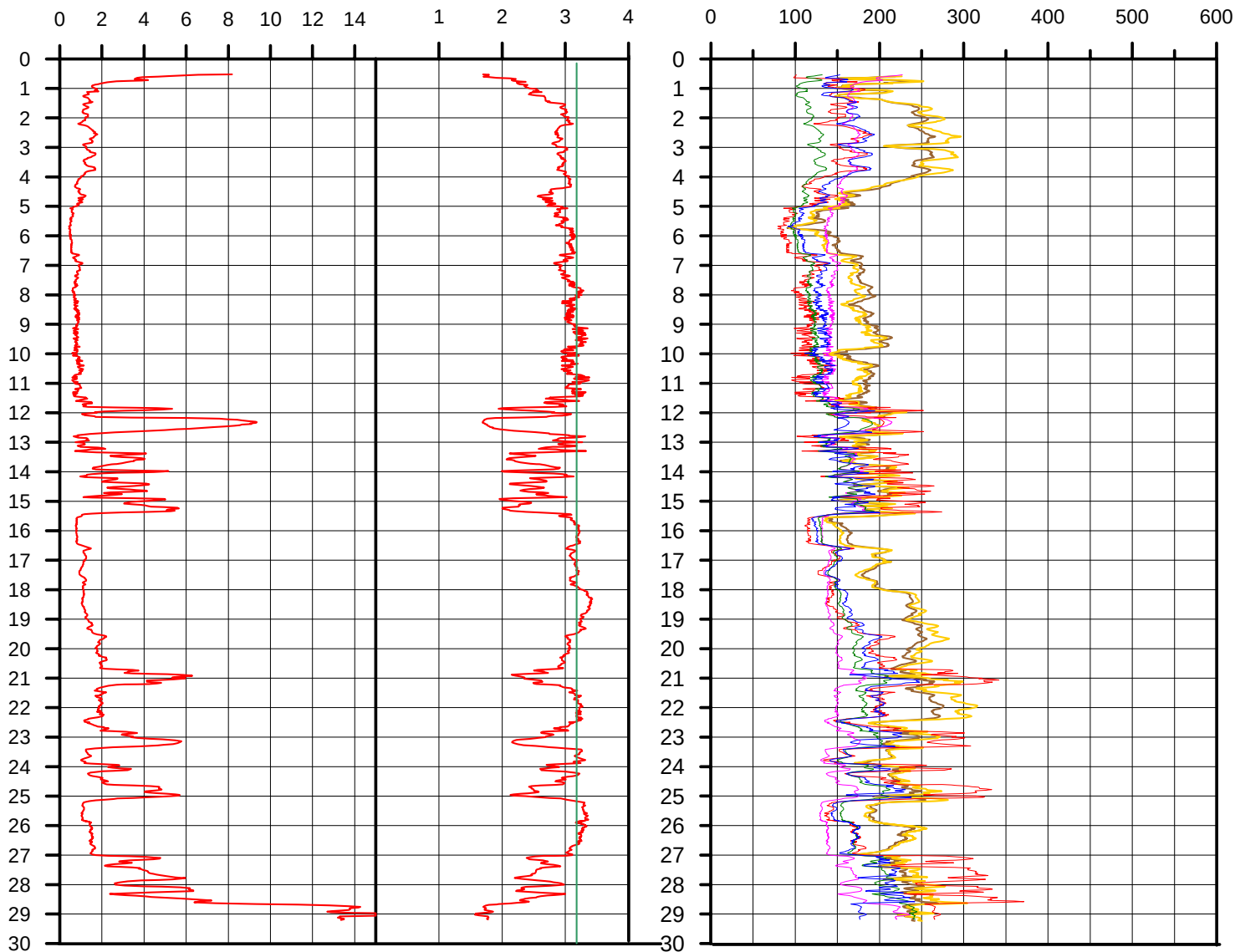
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiar 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 2

Falda 1.9 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

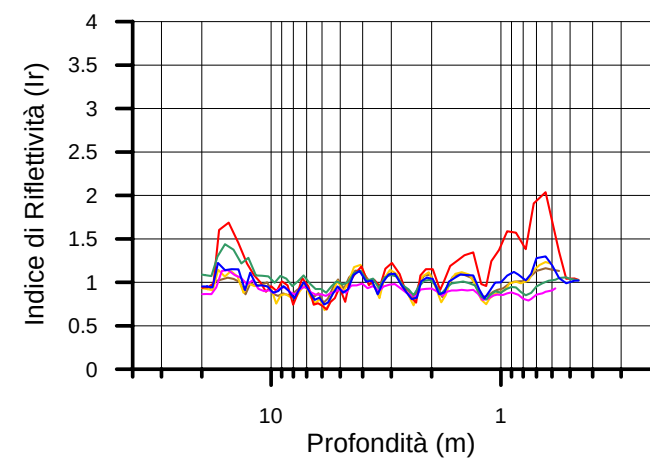
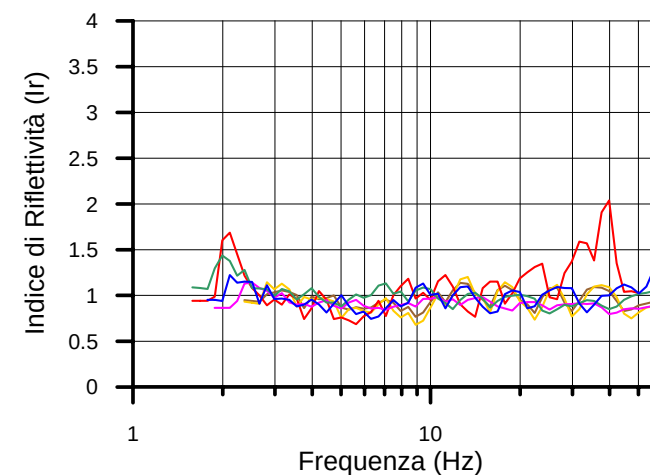
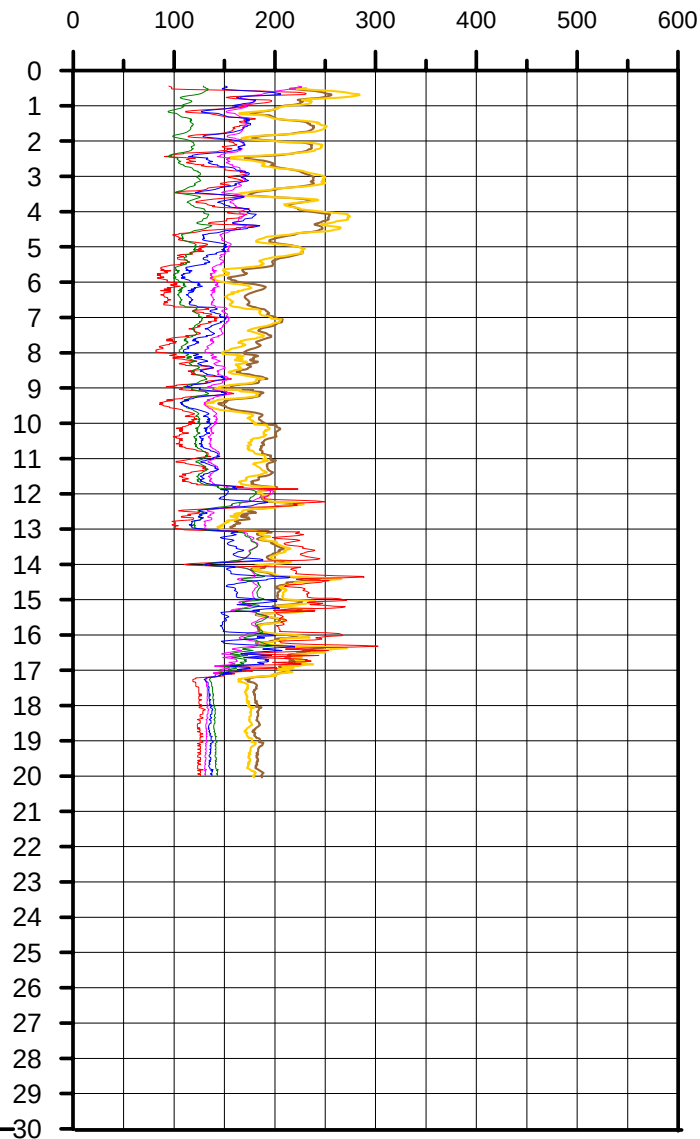
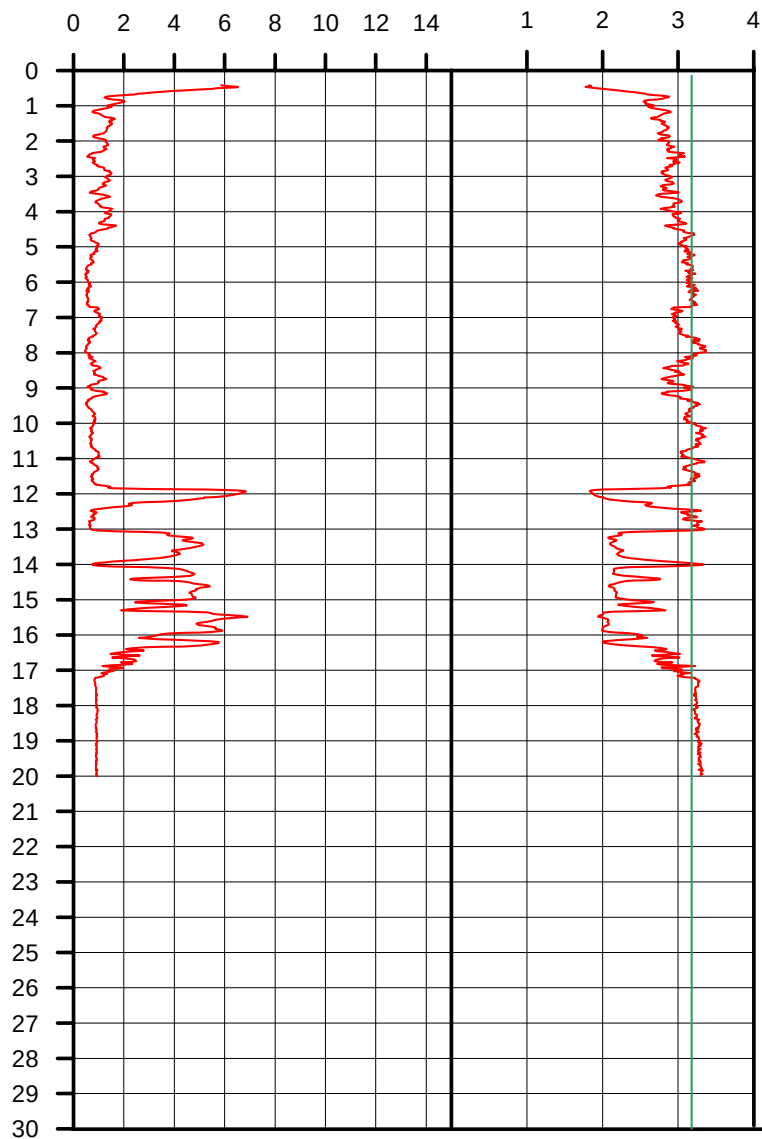
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiar 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 3

Falda 1.9 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

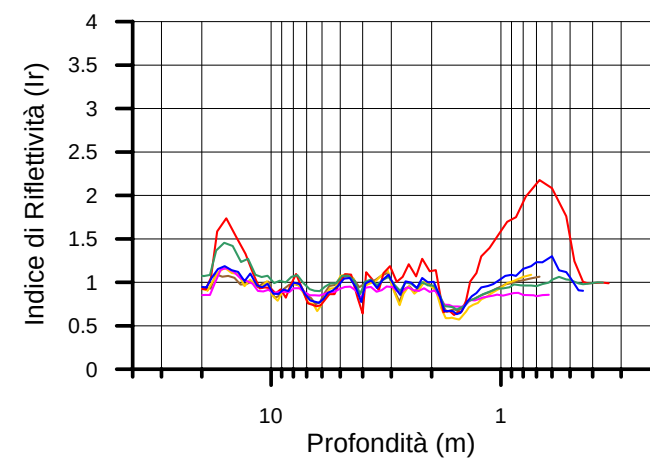
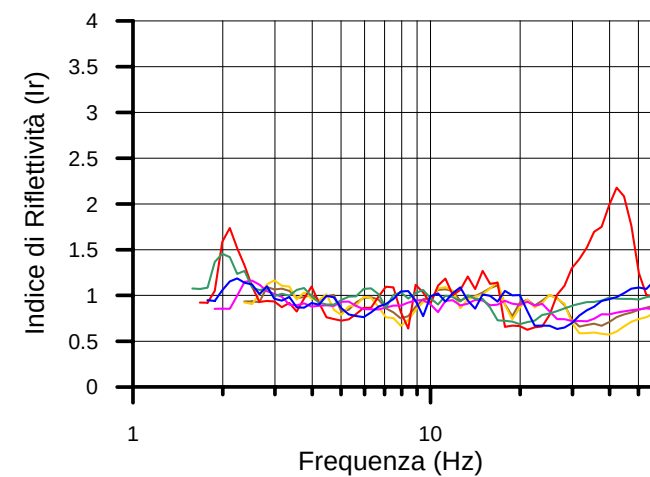
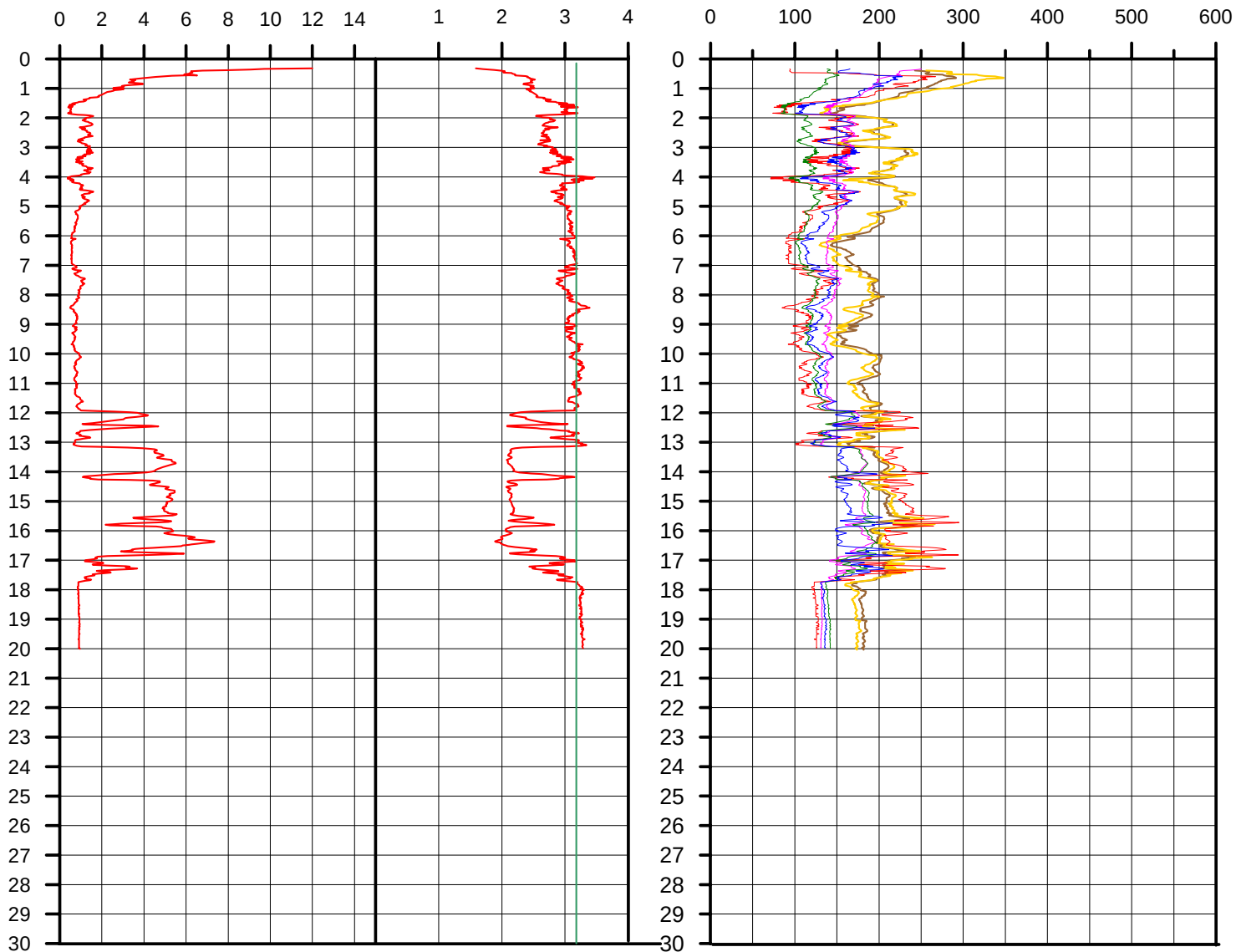
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiari 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 4

Falda 1.5 metri



Società di
Geologia
Territoriale

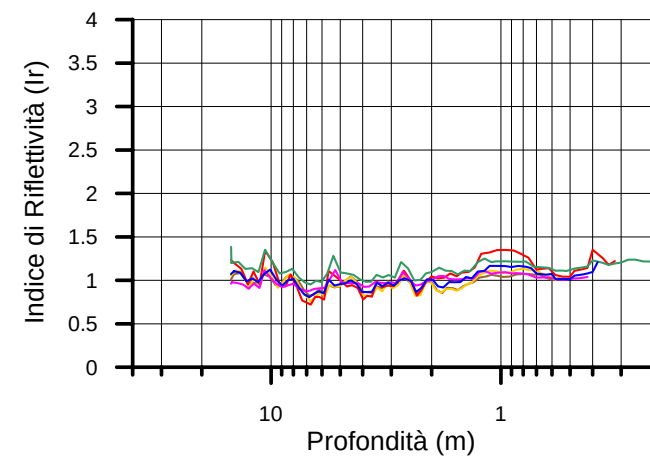
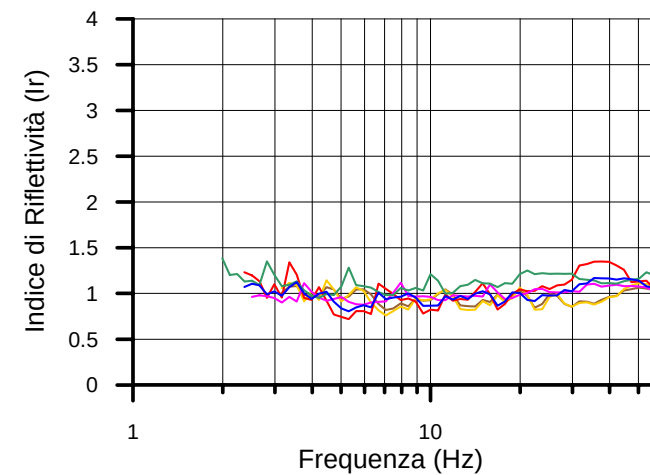
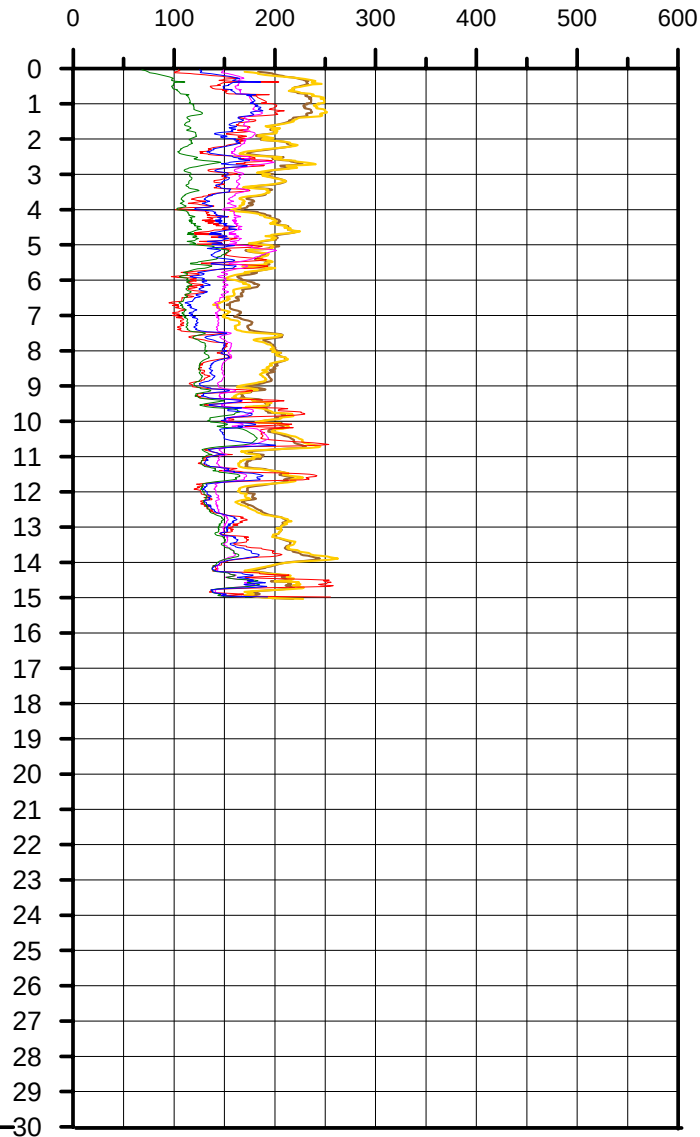
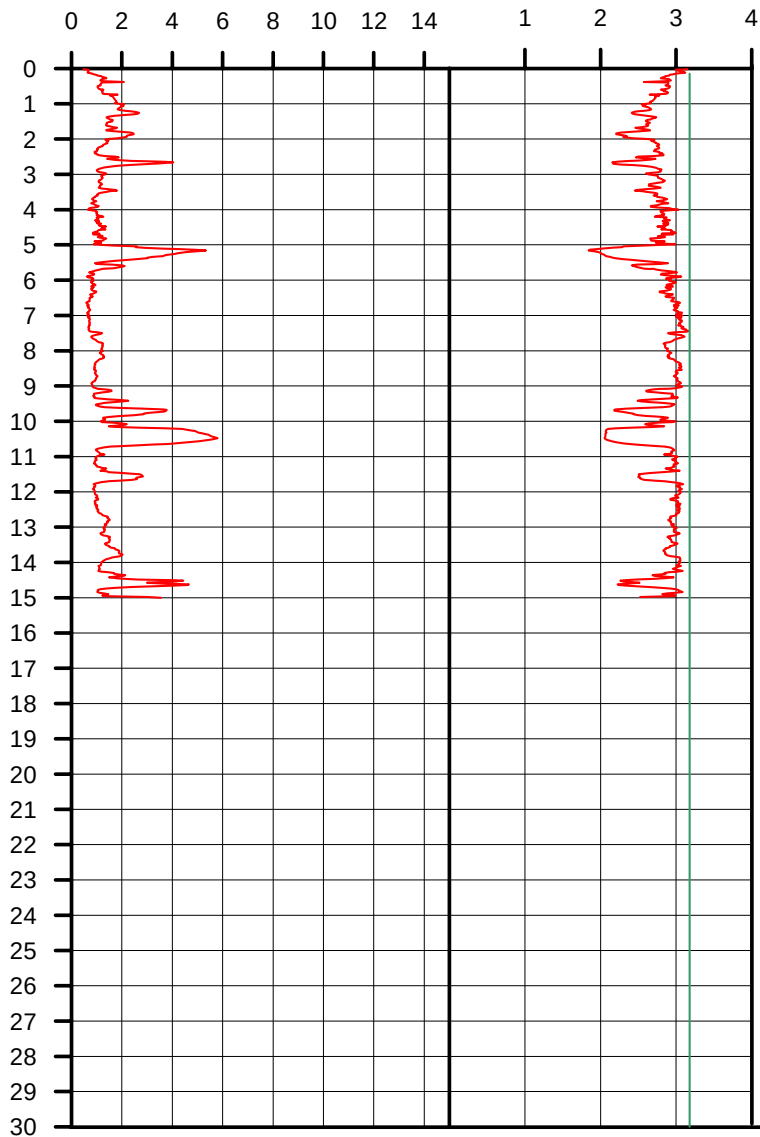
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiari 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 5

Falda 1.5 metri



Società di
Geologia
Territoriale

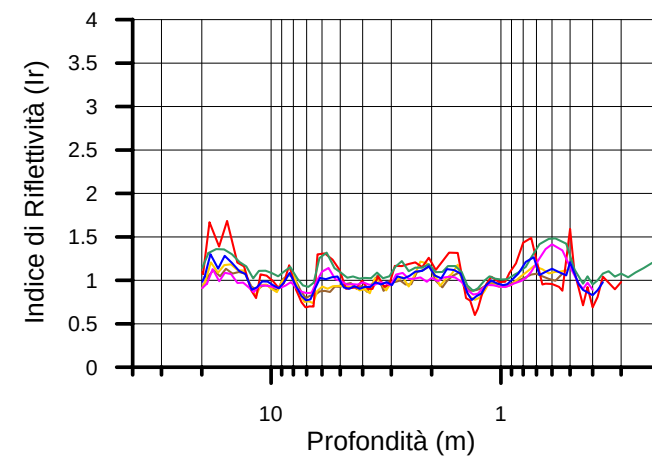
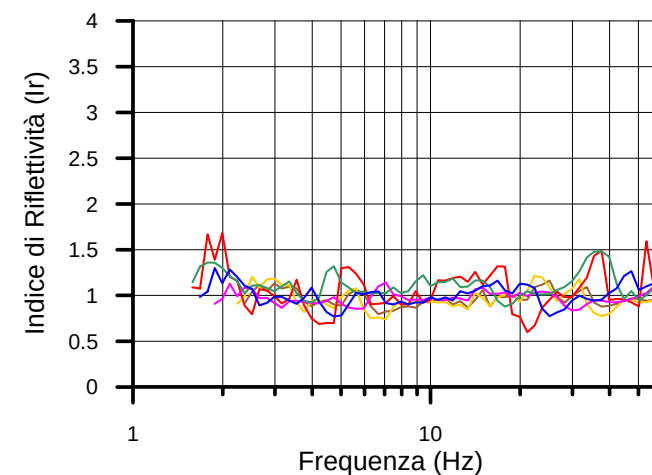
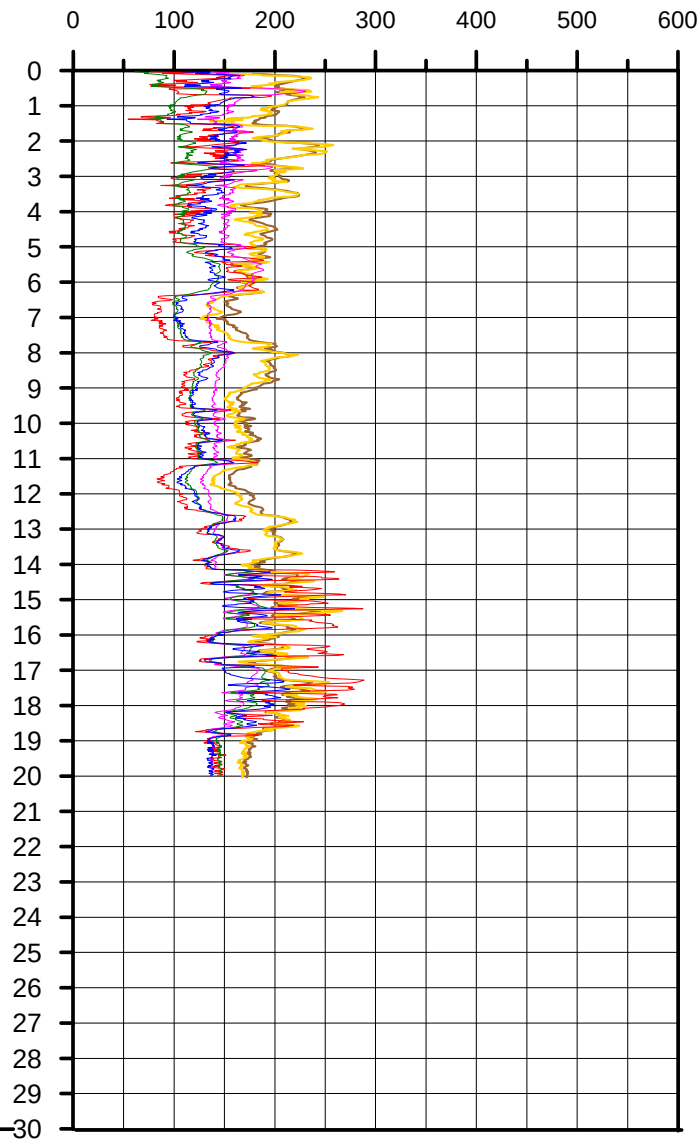
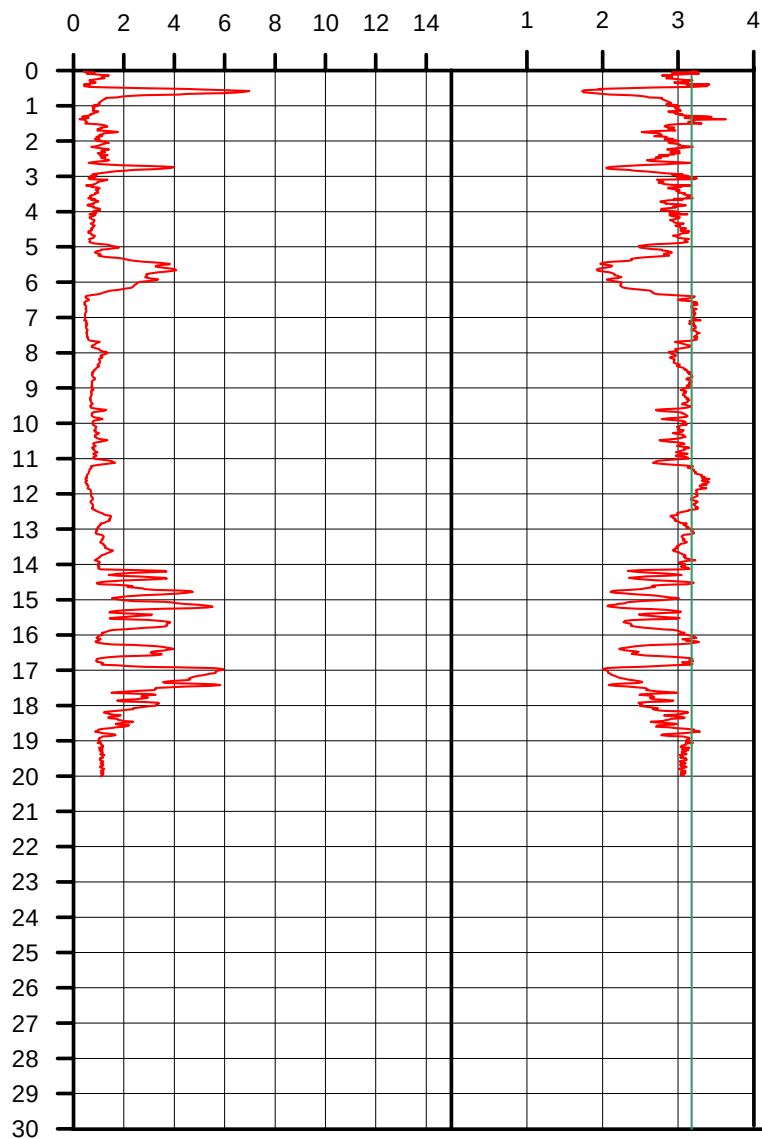
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiari 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola

CPT 6

Falda 0.9 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

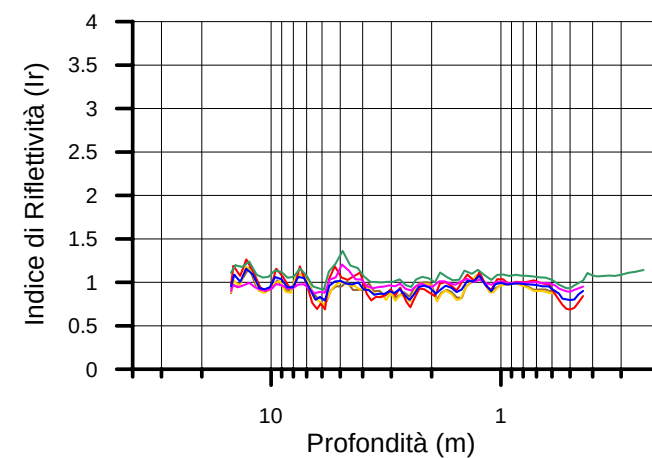
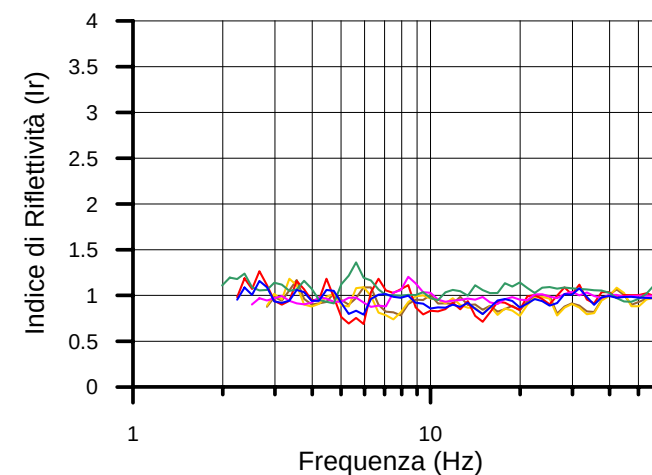
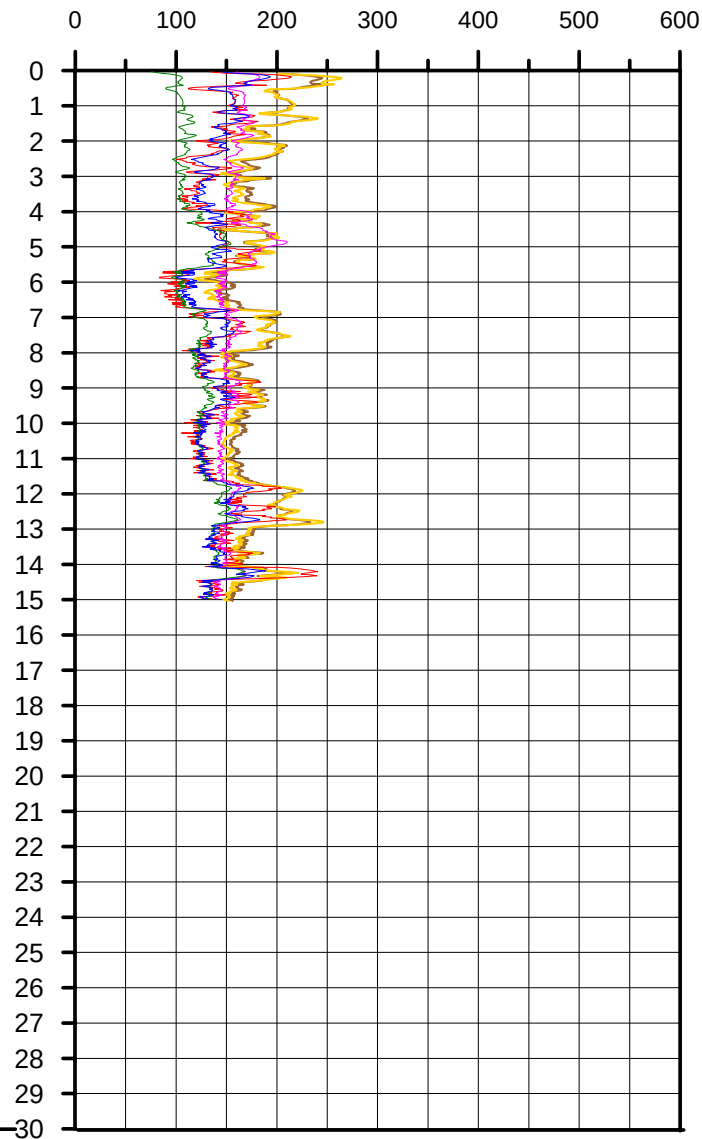
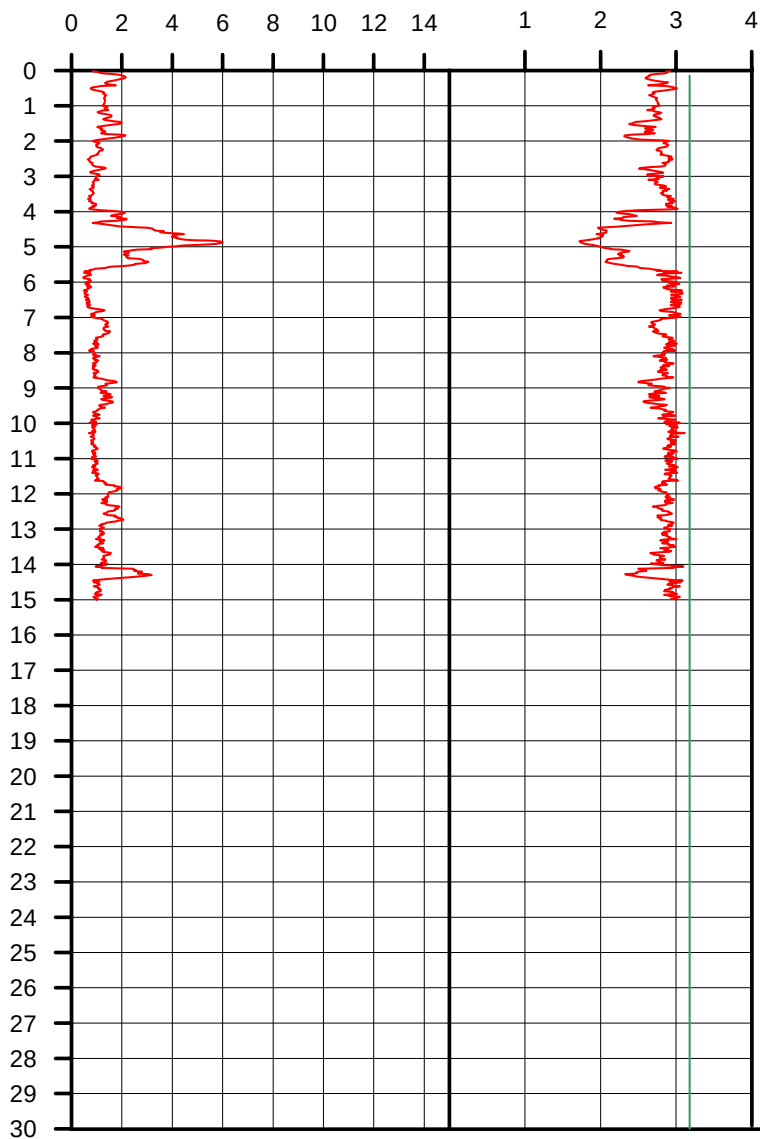
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madiari 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Data 29/06/2011

CPT 7

Falda 2 metri



Società di
Geologia
Territoriale

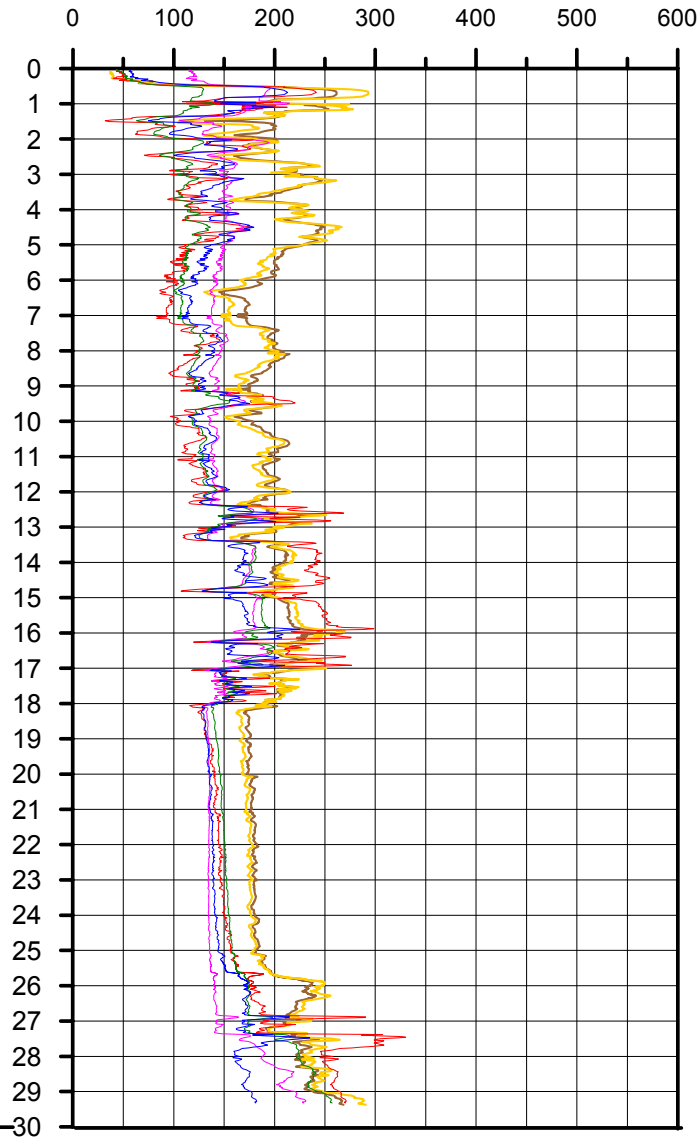
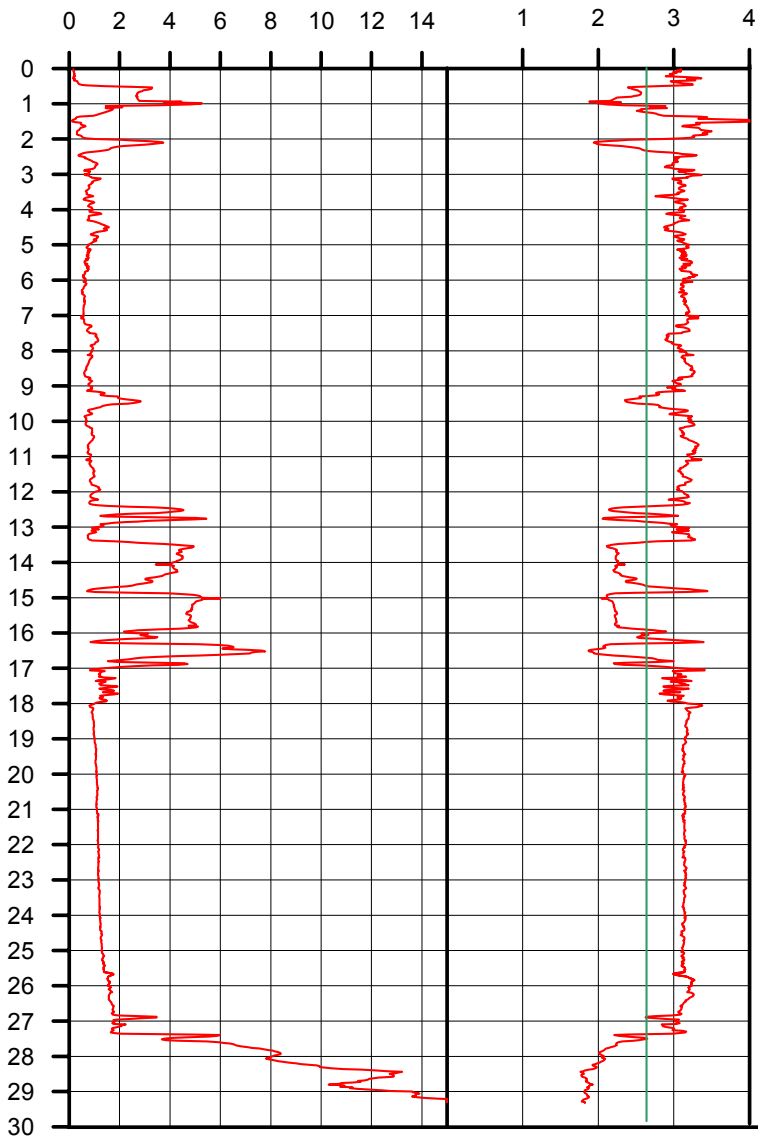
S.G.T. sas
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

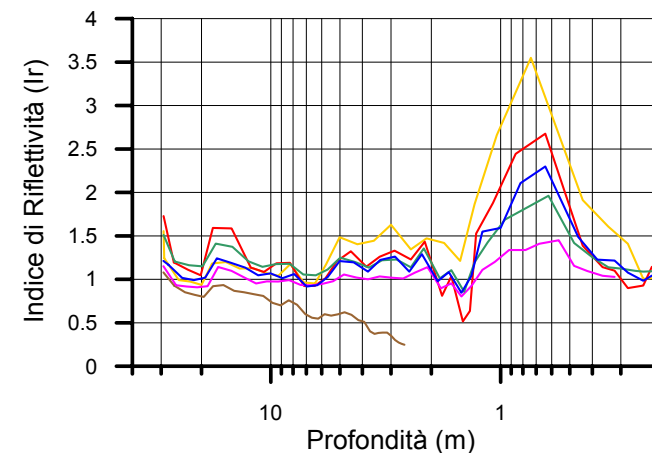
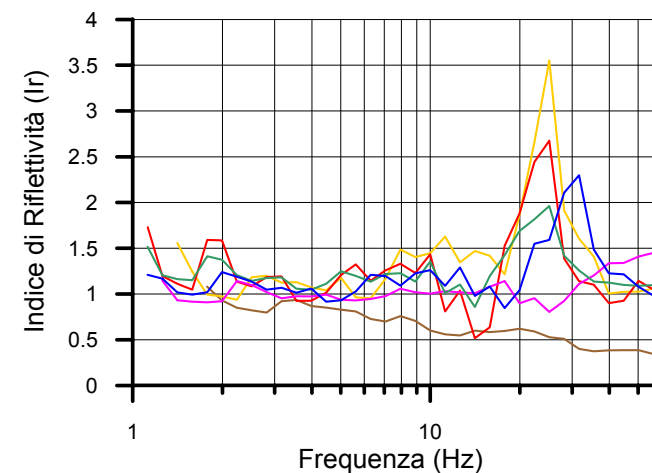
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madi ai 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs29
Andrus et.al. 2001	142
Piratheepan 2002	137
Madi ai 2002	148
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	139
Hegazy & Mayne 1995	212
Mayne 2006	185



Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Data

13-lug-11

CPT 8

Falda 2.2 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

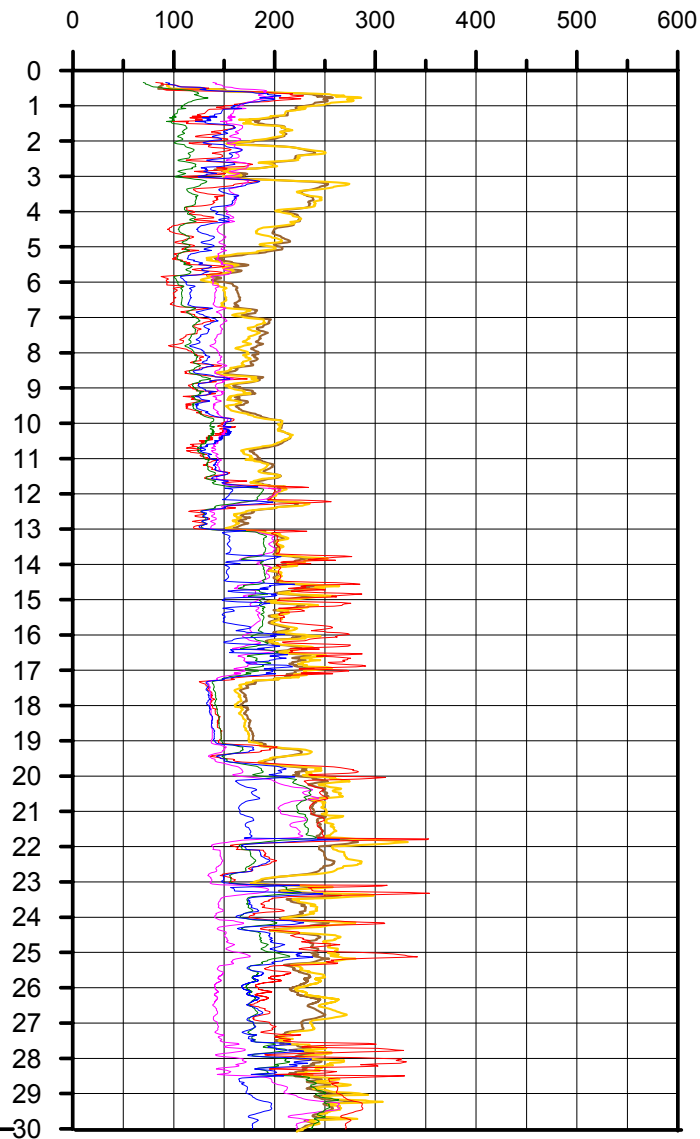
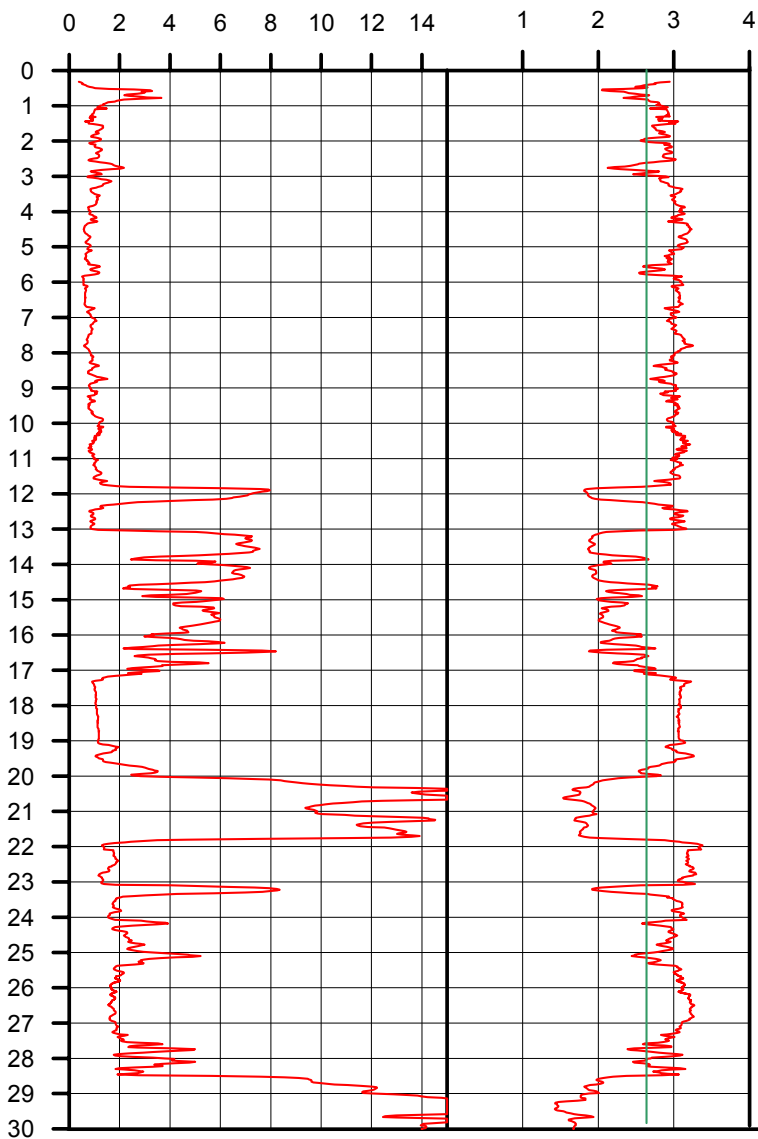
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

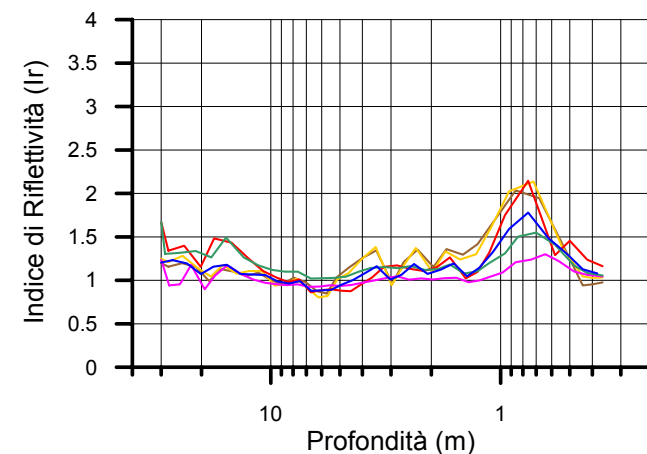
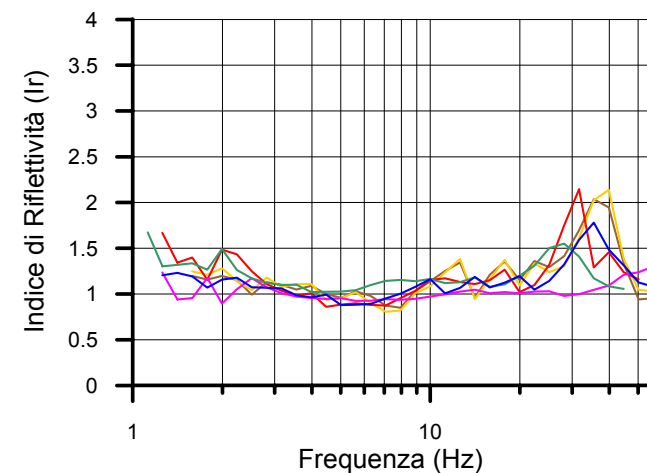
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madii 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs30
Andrus et.al. 2001	155
Piratheepan 2002	149
Madii 2002	159
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	164
Hegazy & Mayne 1995	203
Mayne 2006	204



Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Data

13-lug-11

CPT 9

Falda 2 metri



Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

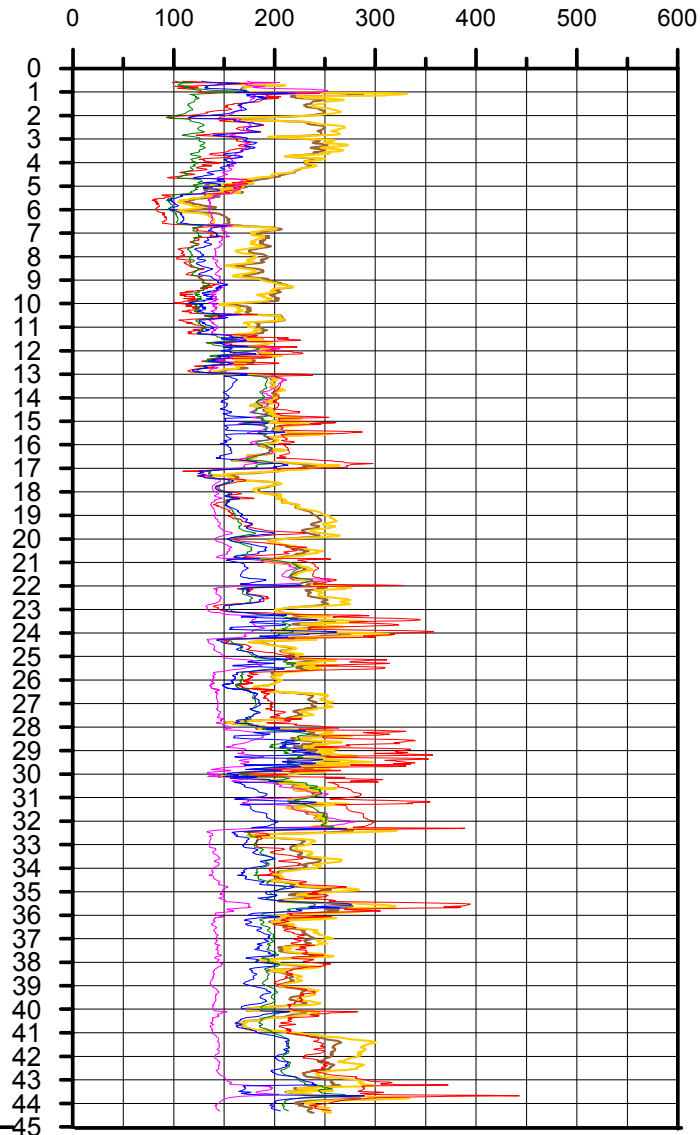
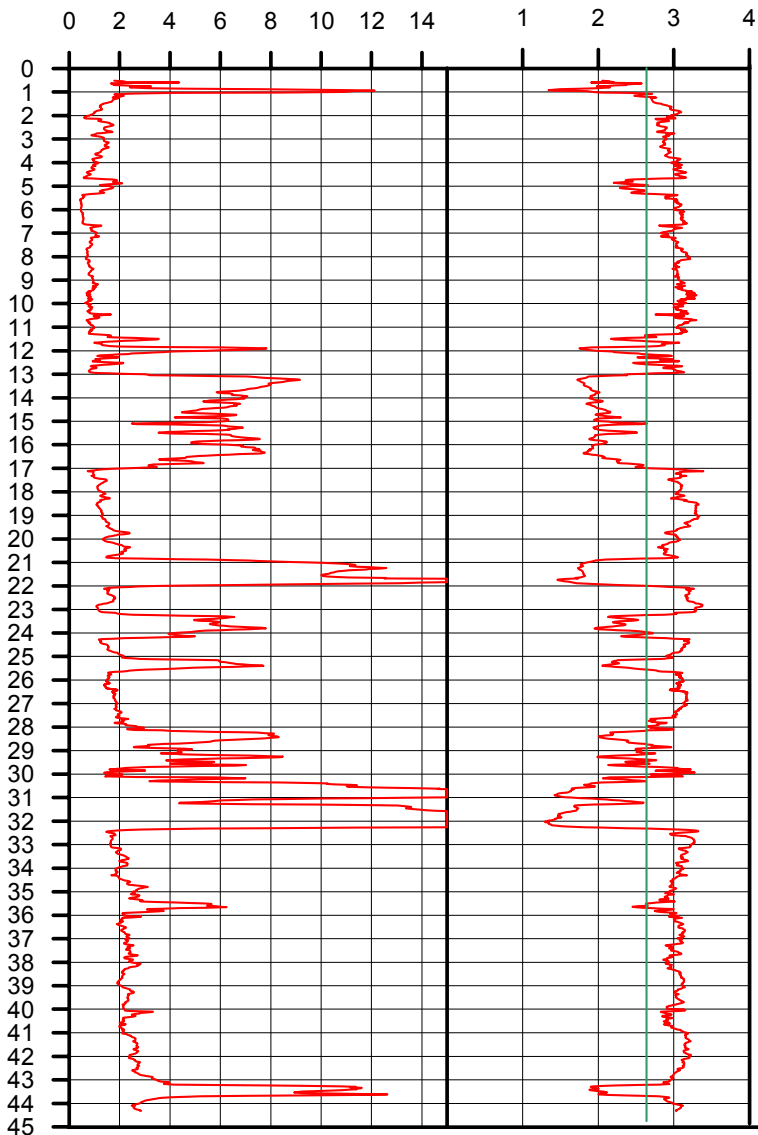
www.geo55.com

Velocità Onde di Taglio (m/sec)

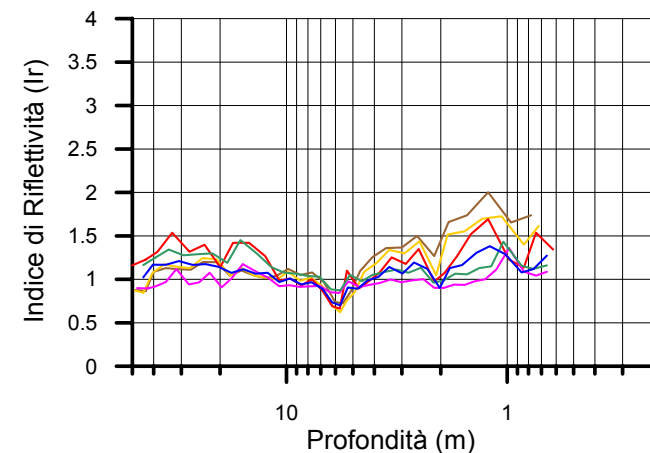
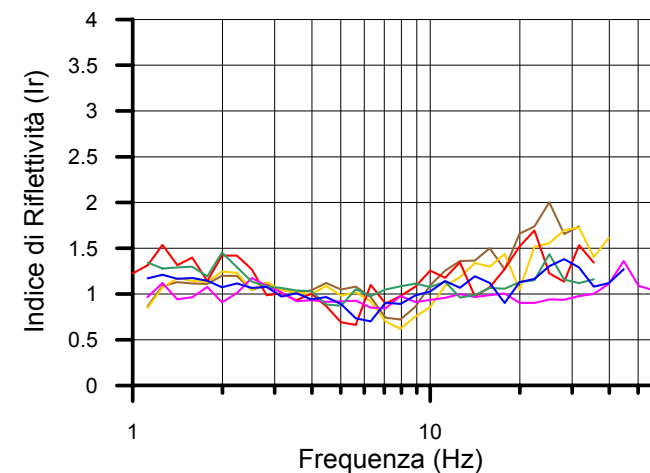
Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie); Madi ai 2002;
Piratheepan 2002; Andrus 2001; Hegazy & Mayne 1995; Mayne 2006

Qc (MPa)

Ic



Autore	Vs30
Andrus et.al. 2001	155
Piratheepan 2002	150
Madi ai 2002	157
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	163
Hegazy & Mayne 1995	200
Mayne 2006	201



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 31-mar-11

CPT 1

Falda 1.9 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo D	fattore amplificazione
	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitudine
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

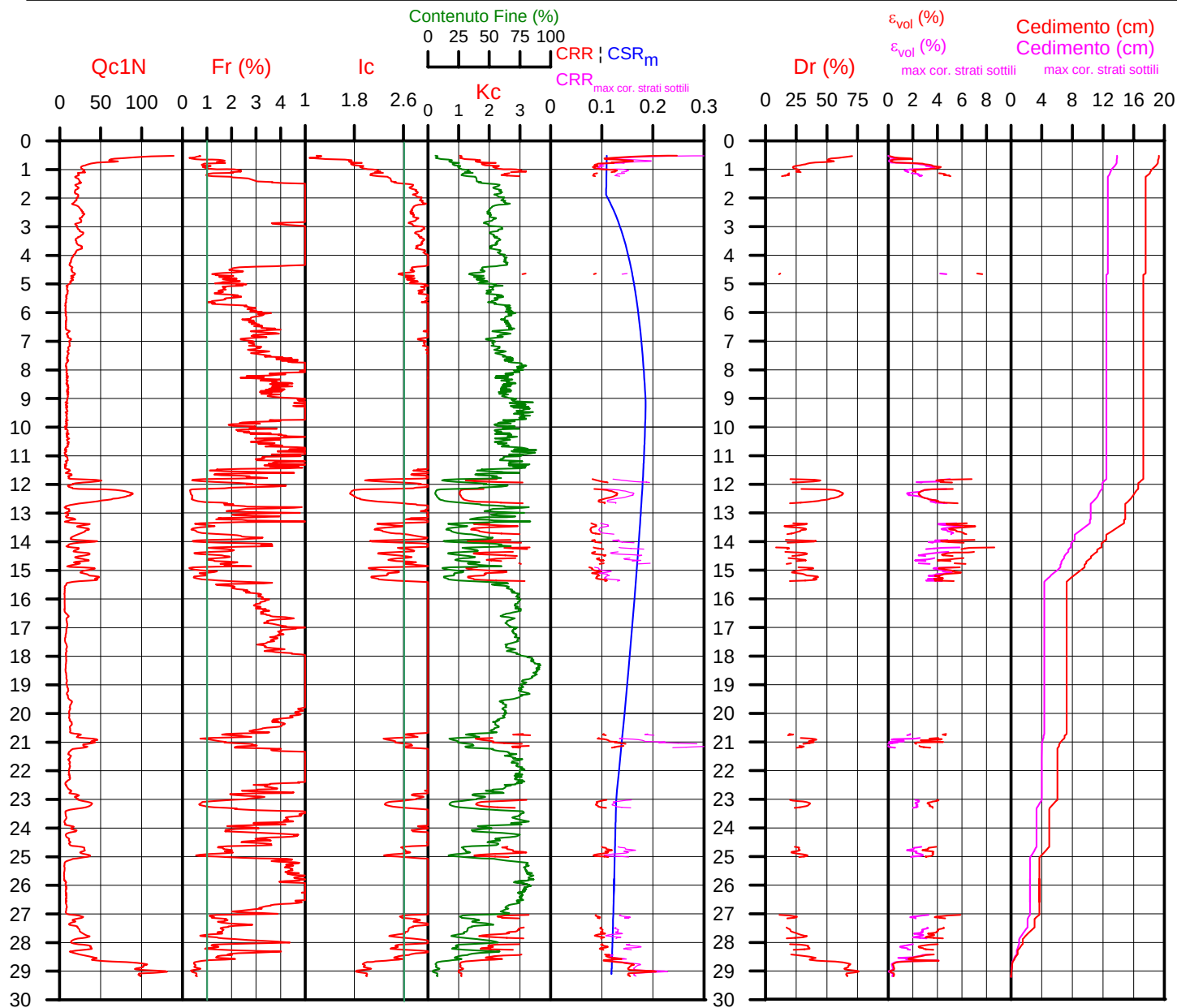
comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
	magnitudine
	5.500



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 Idriss & Boulanger 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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)
Cedimento totale	19	95
Cedimento totale considerando strati sottili	14	60

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	
3.8	2.0	IL <= 5 BASSO
		5 < IL <= 15 ELEVATO
		IL > 15 ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 31-mar-11

CPT 2

Falda 1.9 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitude
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
	magnitude
	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 Idriss & Boulanger 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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)
Cedimento totale	15	132
Cedimento totale considerando strati sottili	13	130

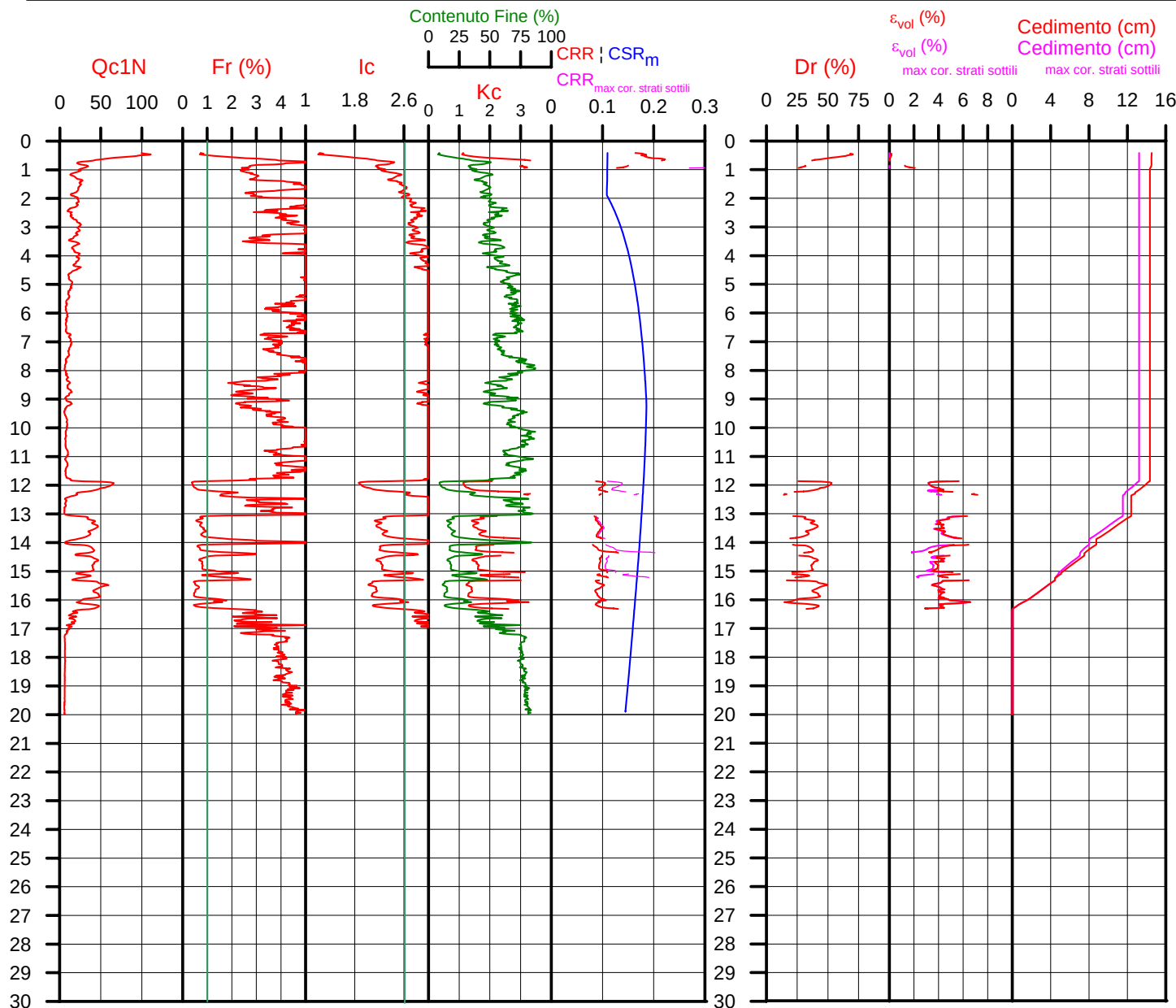
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} 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	IL	
4.2	3.4	IL ≤ 5	BASSO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Conselice
Via Bastia 16
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 31-mar-11

CPT 3

Falda 1.9 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo D	fattore amplificazione
	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitudine
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
	magnitudine
	5.500

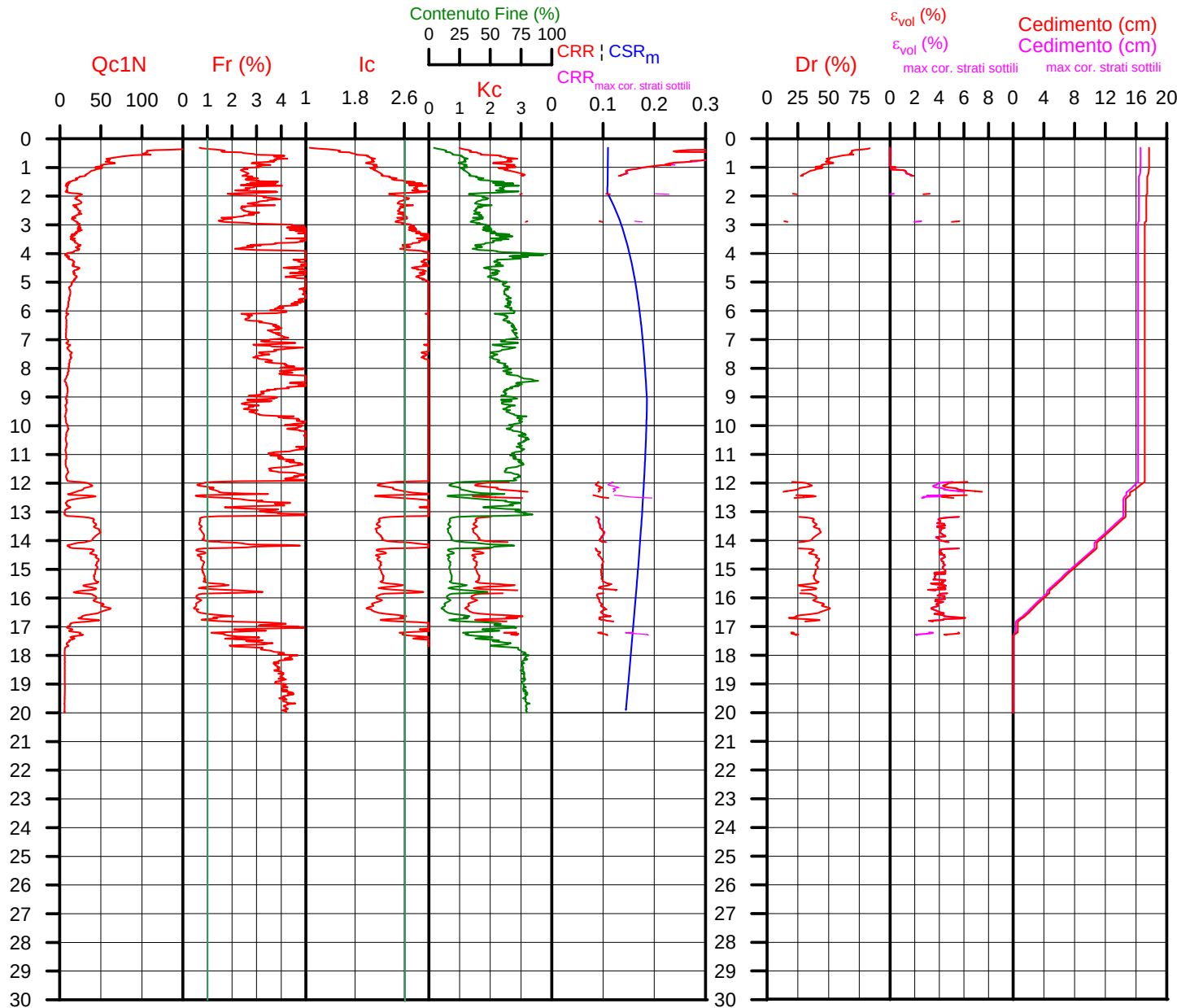


Società di
Geologia
Territoriale

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 Idriss & Boulanger 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)
Cedimento totale	18	197
Cedimento totale considerando strati sottili	17	195

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 F_{liq} 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	IL	
4.7	4.2	IL ≤ 5	BASSO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

CPT 4

Falda 1.5 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitude
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

comune	amax substrato (m/sec2)
Conselice	1.707
	fattore amplificazione
	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
	magnitude
	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 Idriss & Boulanger 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

CALCOLO DEL CEDIMENTO E DELL' INDICE DI SPOSTAMENTO LATERALE (SHIHARA & 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)
Cedimento totale	10	82
Cedimento totale considerando strati sottili	7	74

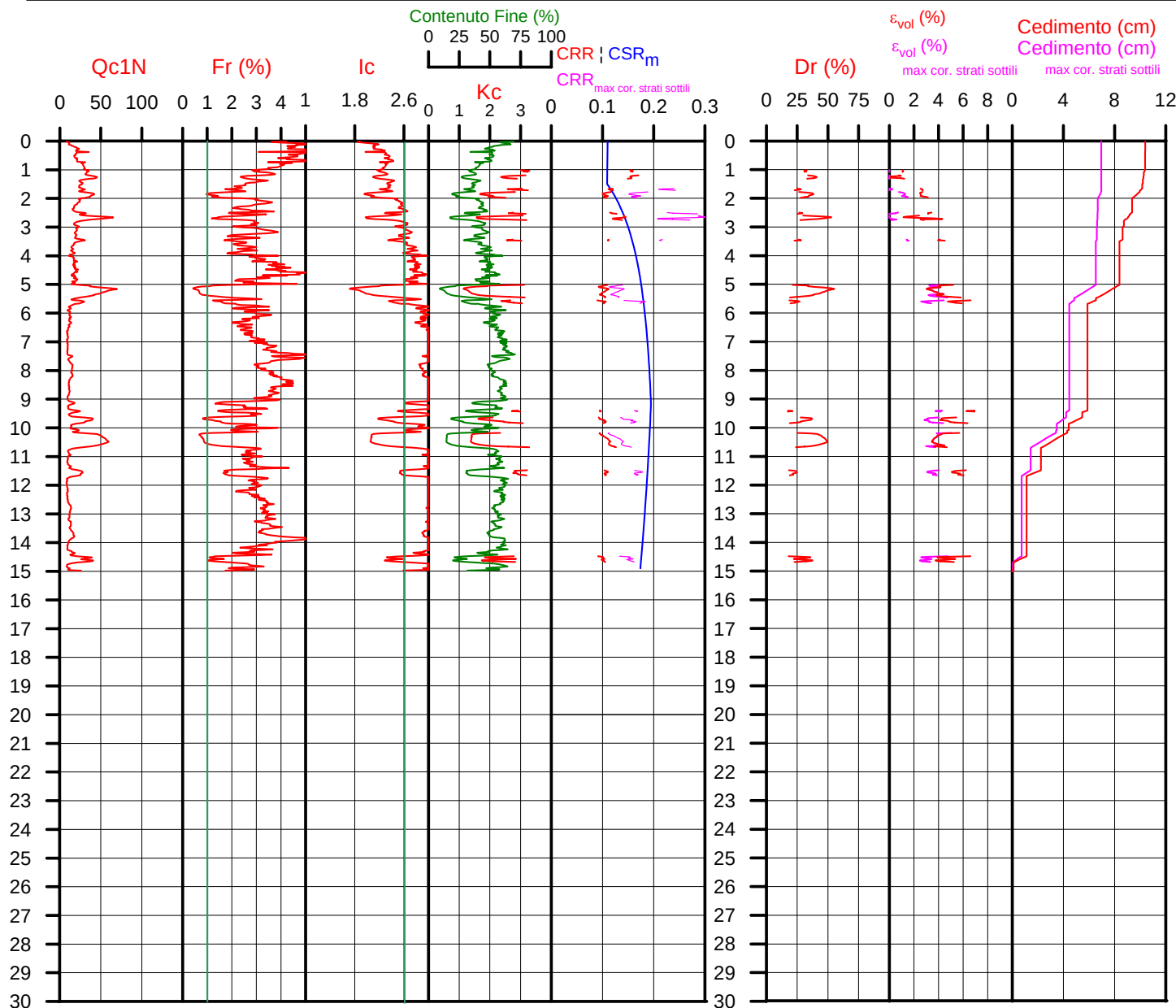
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} 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		
4.9	2.2	IL ≤ 5	BASSO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

CPT 5

Falda 1.5 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	D
fattore amplificazione	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
magnitudine	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

comune	amax substrato (m/sec2)
Conselice	1.707
fattore amplificazione	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
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 Idriss & Boulanger 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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)
Cedimento totale	16	91
Cedimento totale considerando strati sottili	12	79

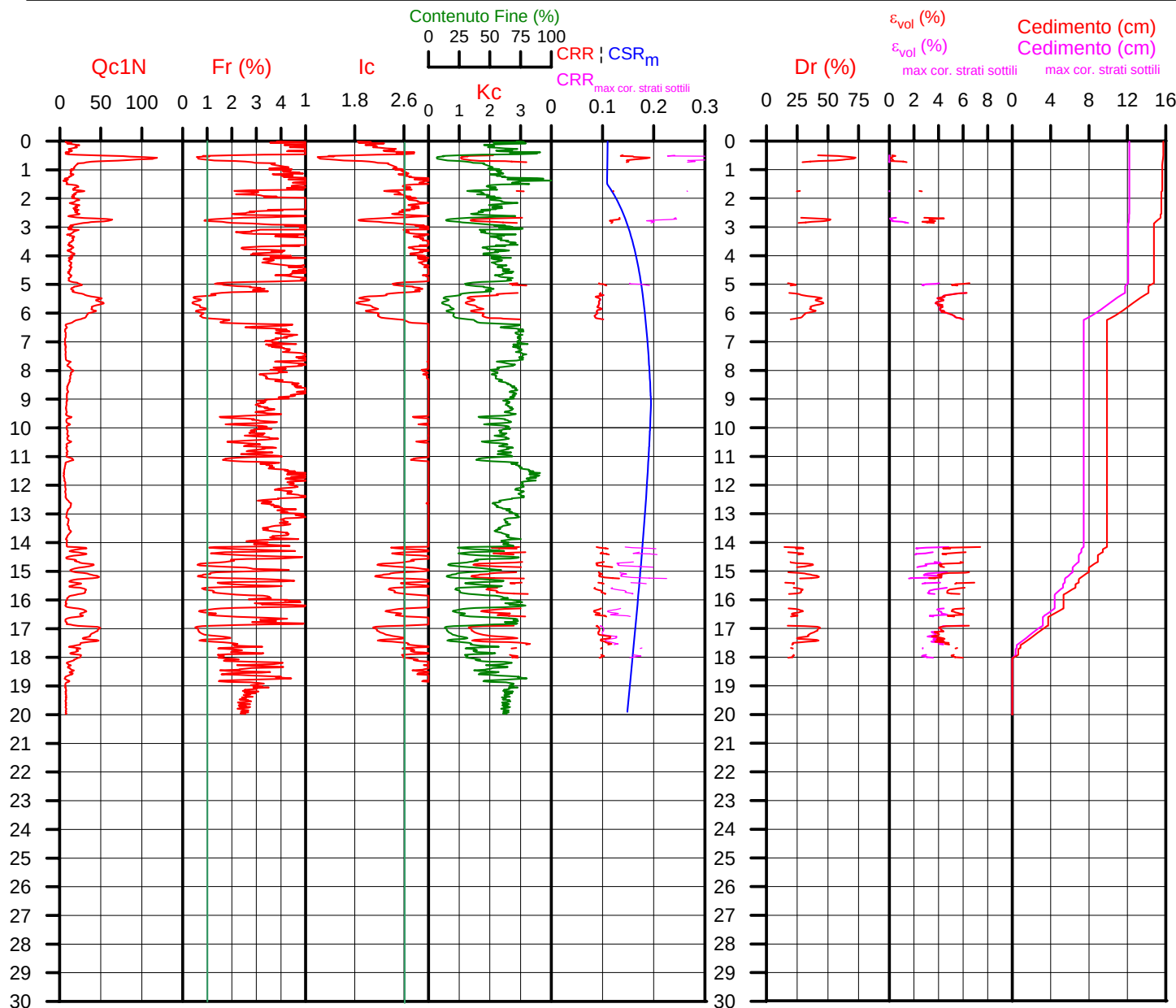
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

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	IL	
	4.1	IL ≤ 5	BASSO
5.6		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Bastia 16
Lavezzola
Surgital
31-mar-11

CPT 6

Falda 0.9 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitudine
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

comune	amax substrato (m/sec2)
Conselice	1.707
	fattore amplificazione
	1.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	1.707
	magnitudine
	5.500



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 Idriss & Boulanger 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 (SHIHARA & 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)
Cedimento totale	11	75
Cedimento totale considerando strati sottili	9	73

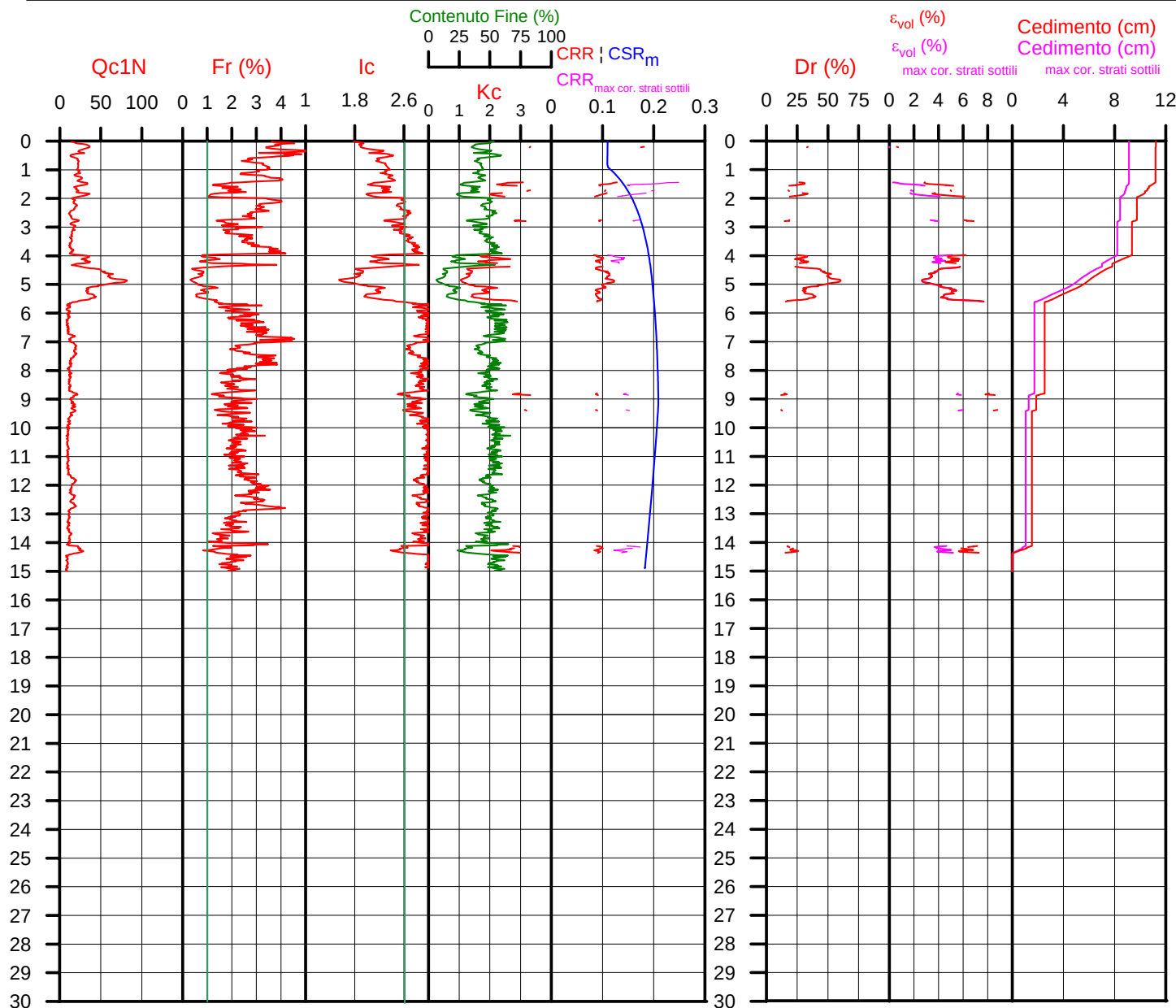
VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

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	IL <=5	BASSO
7.6	5.8	5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO



Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 29/06/2011

CPT 7

Falda 2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitude
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

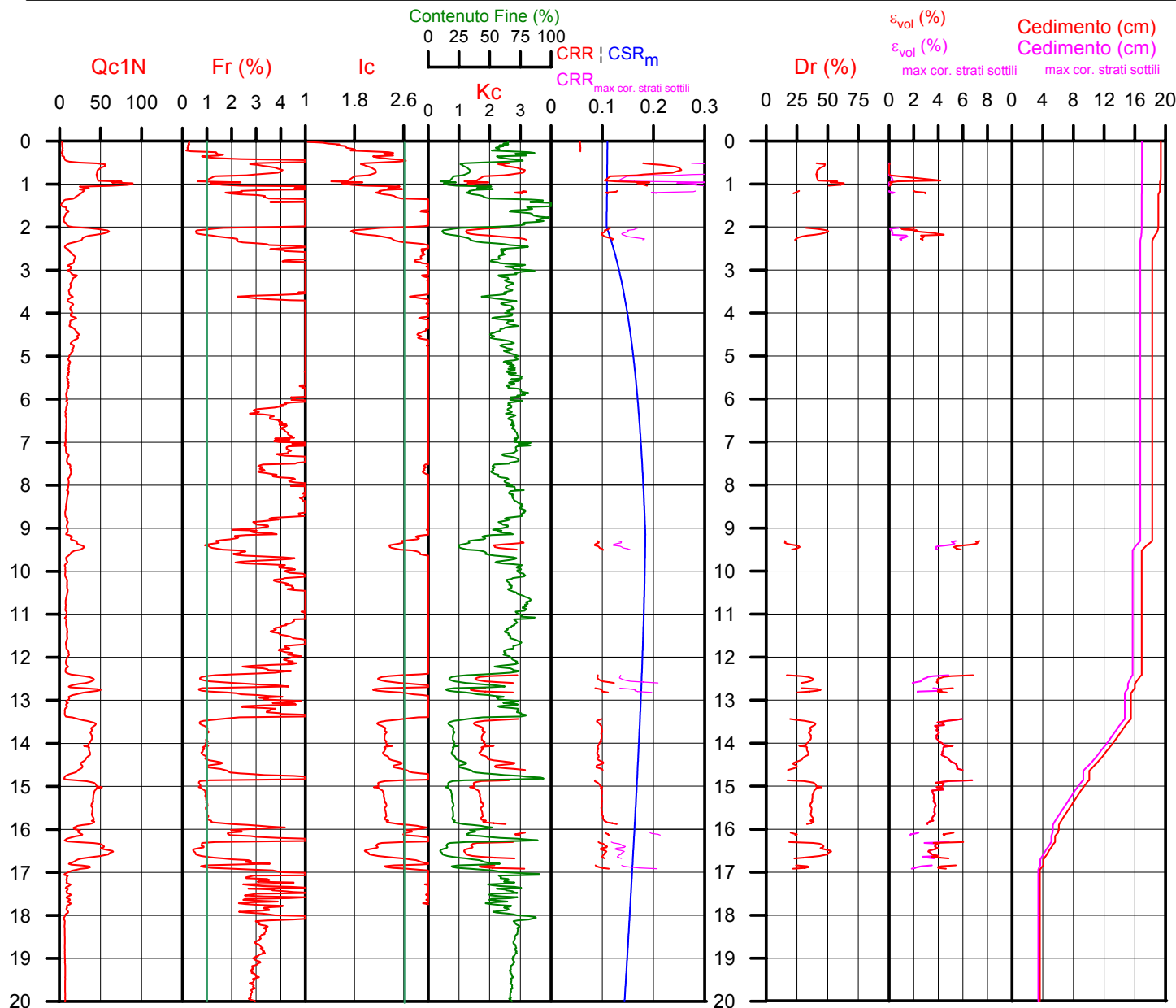
comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.560
	magnitude
	5.500



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 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: $F_{slq} = CRR 7.5 / CSR 5.5$

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)
Cedimento totale	19	137
Cedimento totale considerando strati sottili	17	125

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	IL	
	3.2	IL ≤ 5	BASSO
5.5		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 13-lug-11

CPT 8

Falda 2.2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo	fattore amplificazione
D	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitude
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

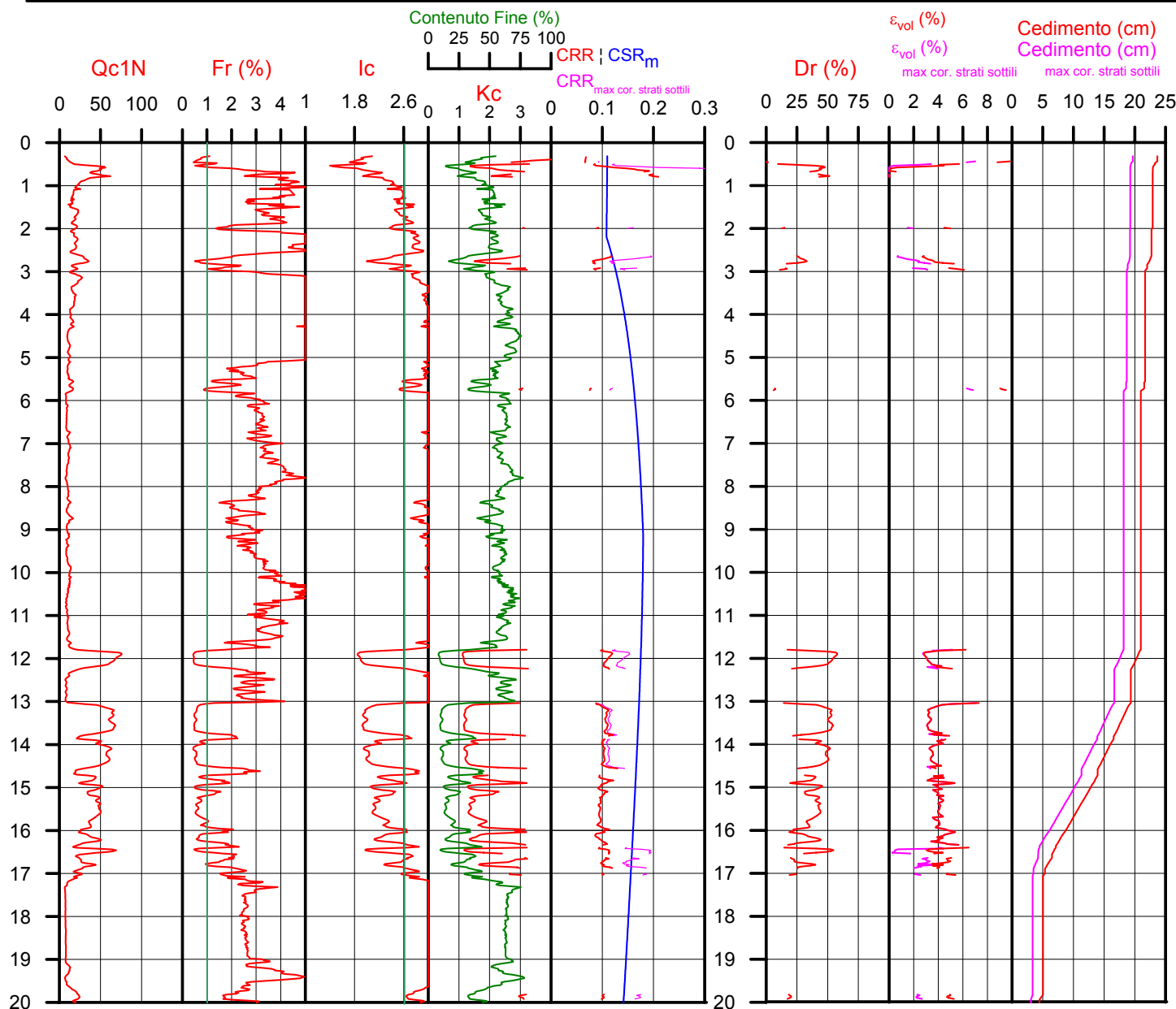
comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.560
	magnitude
	5.500



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 (SHIHARA & 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)
Cedimento totale	24	293
Cedimento totale considerando strati sottili	20	253

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 F_{liq} 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		
	3.7	IL <= 5	BASSO
5.7		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Conselice
Via Bastia 16/a
Localita' Lavezzola
Committente Surgital
Data 13-lug-11

CPT 9

Falda 2 metri

DECRETO MINISTERIALE 14-01-2008

latitudine 44.5705°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.8758°	1.620
tipo di suolo D	fattore amplificazione
	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.856
	magnitudine
	5.500

DELIBERA REGIONALE E.R. 2007

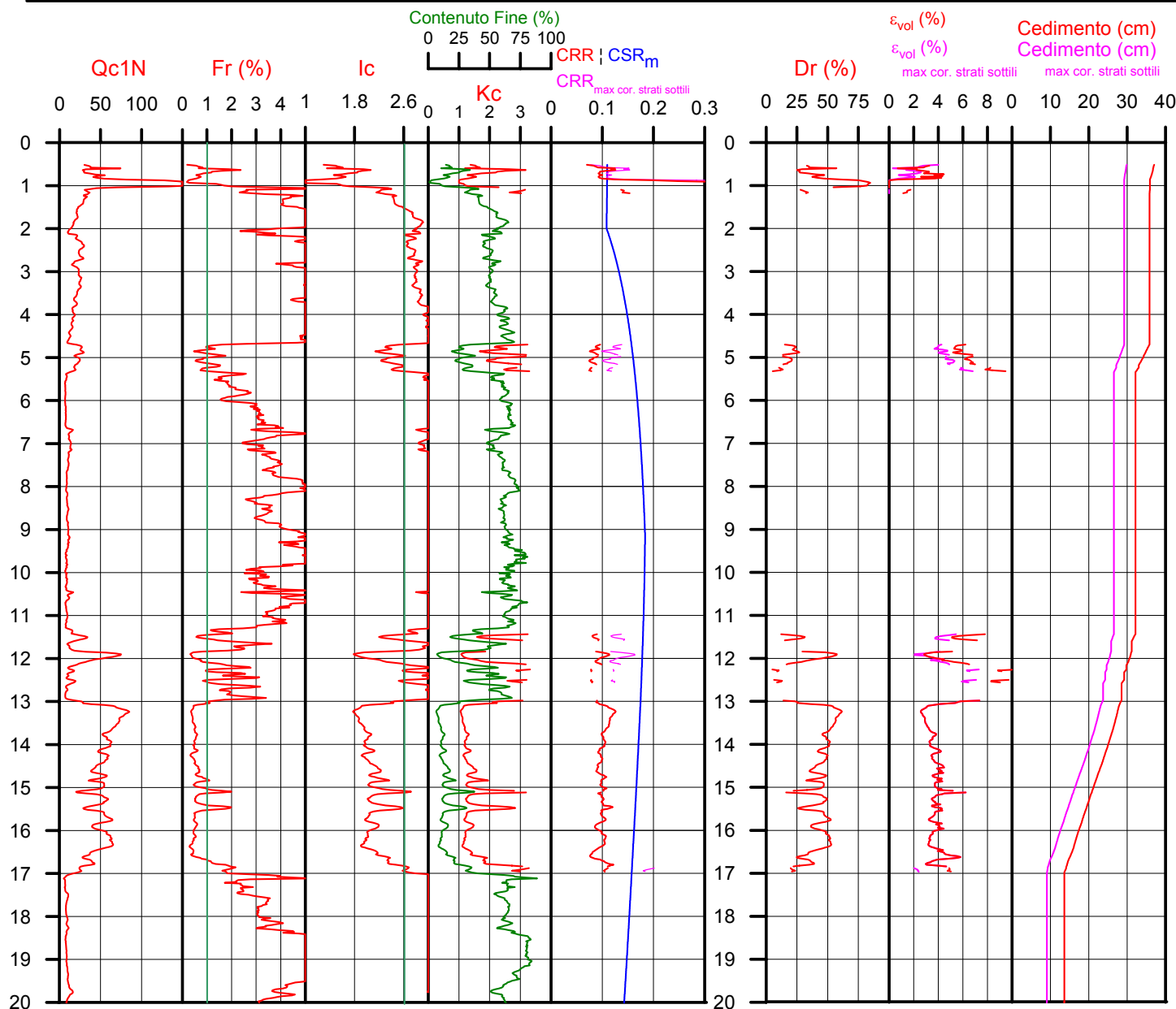
comune Conselice	amax substrato (m/sec2)
	1.707
	fattore amplificazione
	1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.560
	magnitudine
	5.500



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)
Cedimento totale	37	453
Cedimento totale considerando strati sottili	30	365

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 F_{liq} 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	IL	
		IL ≤ 5	BASSO
7.7	5.8	5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Conselice
Via Via Bastia 16/1
Localita' Lavezzola
Committente Surgital s.p.a.
Data 19/09/2018

CPT 14

Falda presunta 1 metri

NTC 2018

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
tipo di suolo D	fattore amplificazione	1.763
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.857
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine	6.140

LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015

latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	1.621
longitudine 11.875176°		
Suolo di Riferimento Pianura 2	fattore amplificazione	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.755
	magnitudine	6.140

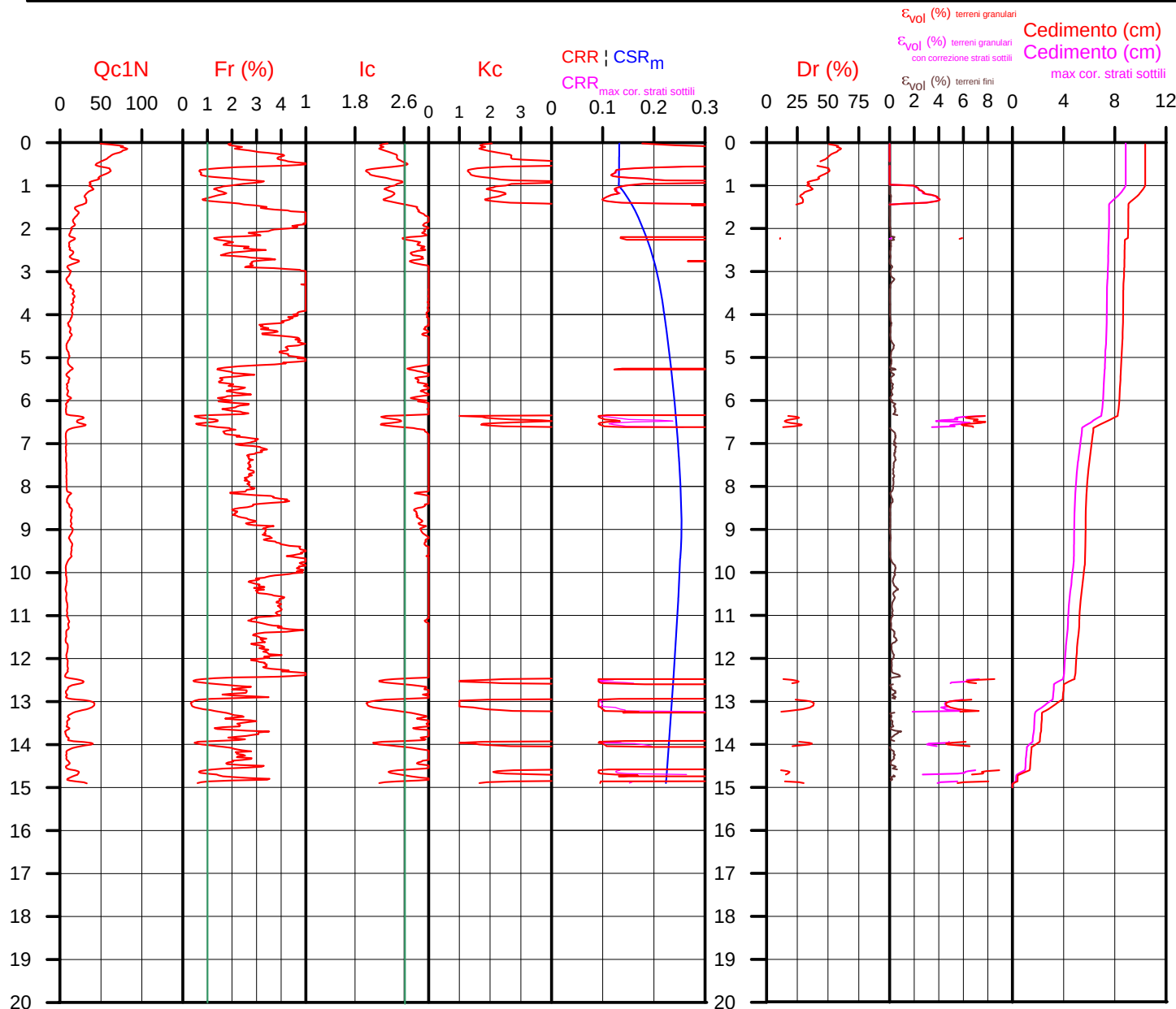


Società di
Geologia
Territoriale

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

Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICA DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & CABAL 2009

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

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova per terreni granulari	Cedimento terreni granulari (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento	8	10
Cedimento considerando strati sottili	6	8

CALCOLO DEL CEDIMENTO PER TERRENI FINI (ROBERTSON 2009)

Parametri utilizzati:

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

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

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

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F_{slq} e la profondità,

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

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE			POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
		IL ≤ 2	BASSO
3.6	2.3	2 < IL ≤ 5	MODERATO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune
Via
Localita'
Committente
Data

Conselice
Via Bastia 16/1
Lavezzola
Surgital s.p.a.
19/09/2018

CPT 14
Falda presunta 1 metri

NTC 2018		LEGGE REGIONALE E.R. 2193 / 2015	
latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.570487°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.875176°	1.621	longitudine 11.875176°	1.621
tipo di suolo	fattore amplificazione	tipo di riferimento	fattore amplificazione
D	1.763	Pianura 2	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.857	1.000	2.755
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine		magnitudine
	6.140		6.140



Società di

Geologia

Territoriale

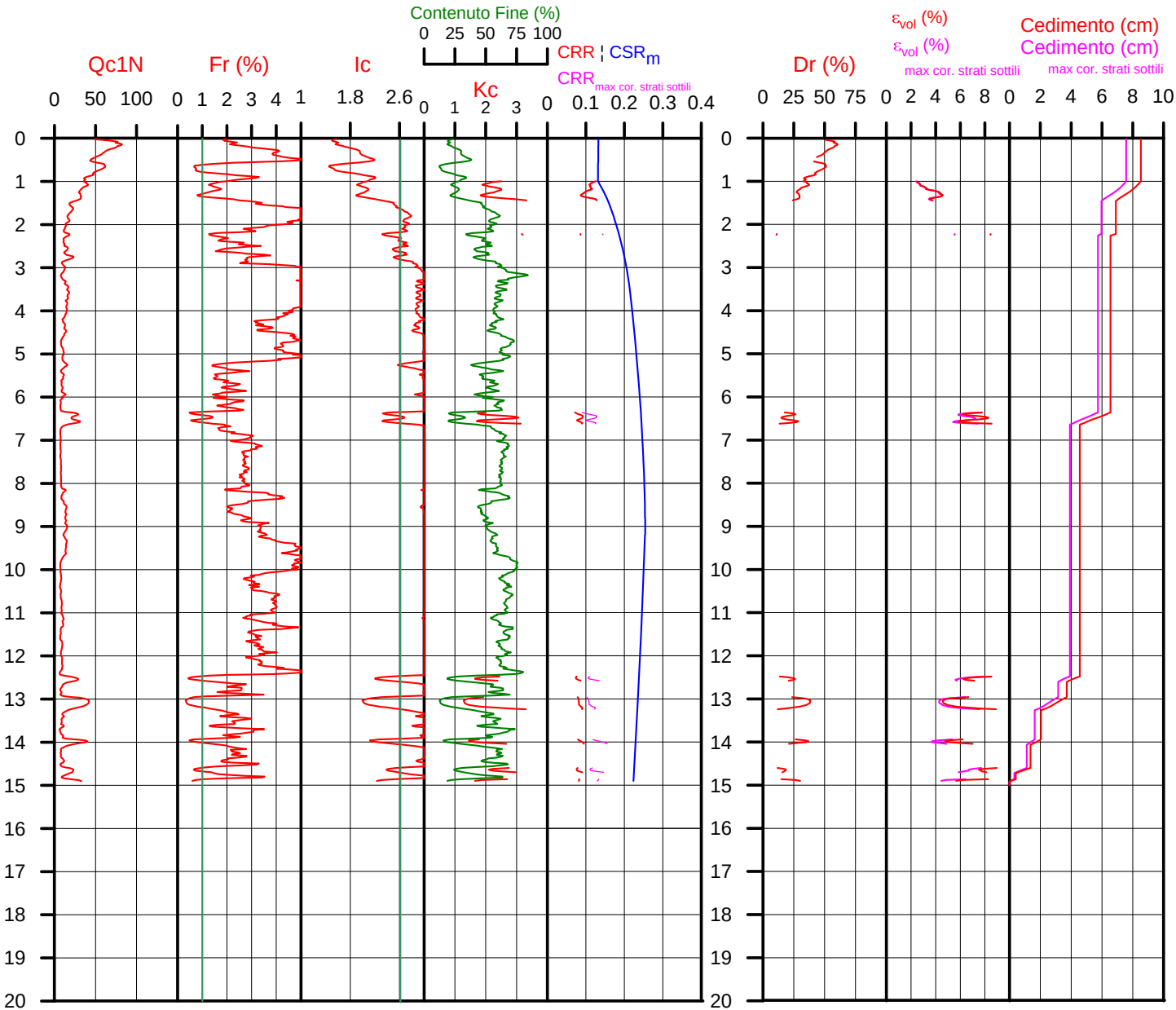
S.G.T. sas

di Van Zutphen Albert & C.

Via Matteotti 50

48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



PROCEDURA

VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

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

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

Parametri utilizzati:

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

Cedimento ed indice di spostamento laterale calcolato tra piano campagna e massima profondità della prova	Cedimento (cm)	Indice di spostamento laterale LDI (cm)
Cedimento totale	9	11
Cedimento totale considerando strati sottili	8	10

VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)
Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fslq e la profondità.

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005	POTENZIALE DI ROTTURA
senza correzione per strati sottili	
con correzione per strati sottili	
4.0	3.2
IL <= 5	BASSO
5 < IL <= 15	ELEVATO
IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

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

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

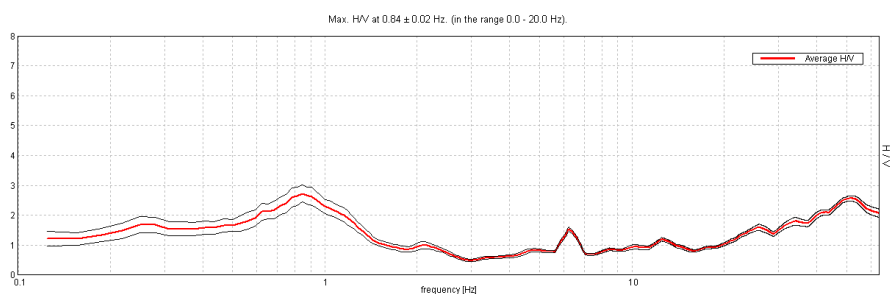
INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)	GUIDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	
con correzione per strati sottili	
%	
PPbi <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
15 < PPbi <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
35 < PPbi <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE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

CONSELICE- LAVEZZOLA VIA BASTIA, INDUSTRIA ALIMENTARE T1

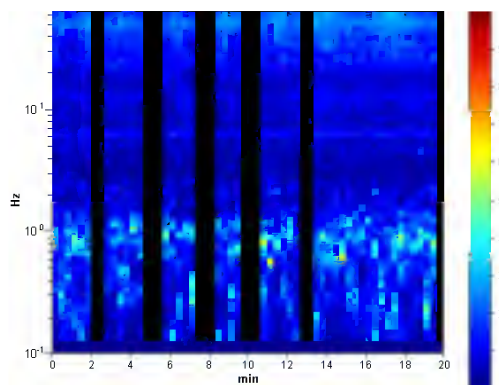
Start recording: 31/03/11 11:18:33 End recording: 31/03/11 11:38:34
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

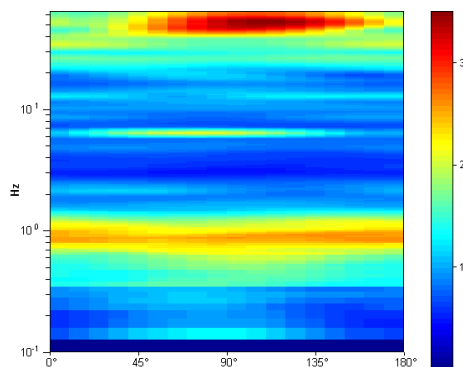
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



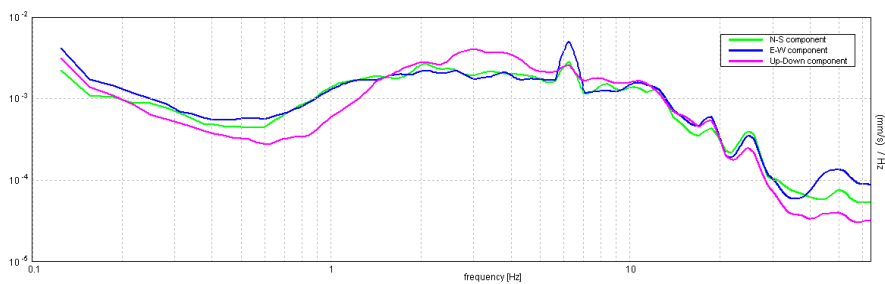
H/V TIME HISTORY



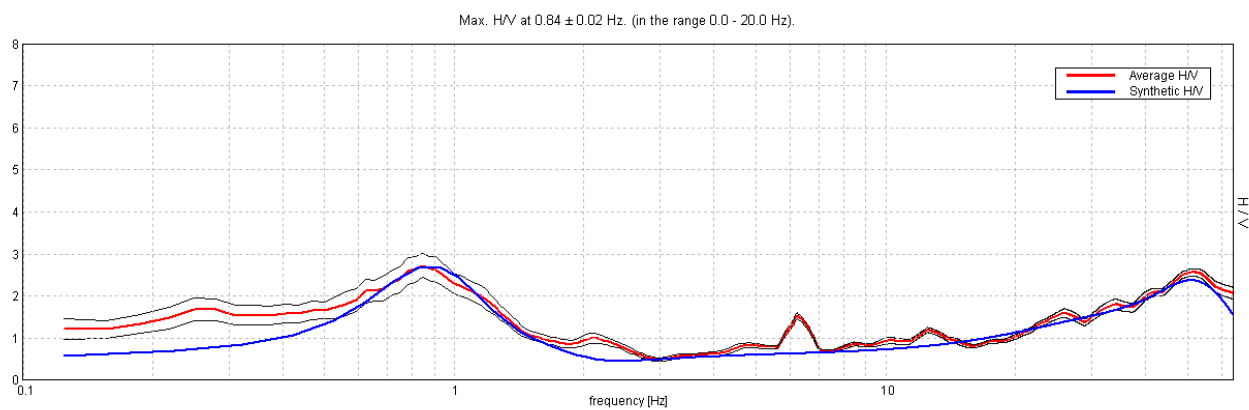
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

[m]

0.30
1.30
29.30
51.30
95.30
130.30
inf.

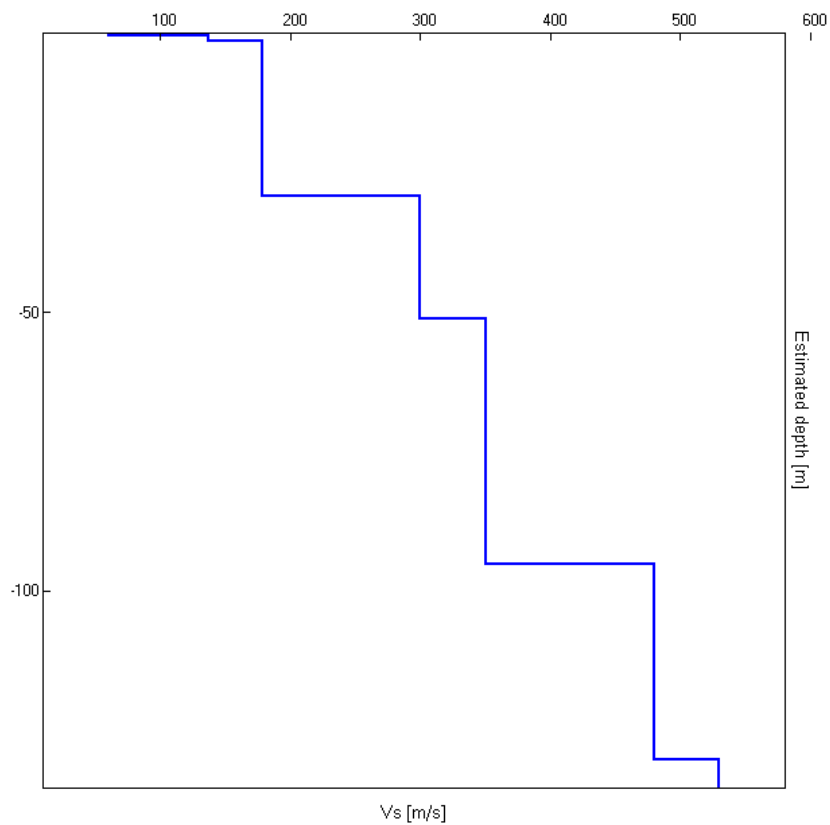
Thickness [m]

0.30
1.00
28.00
22.00
44.00
35.00
inf.

Vs [m/s]

60
137
178
300
350
480
530

$V_s(0.0-30.0)=174\text{m/s}$



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 0.84 ± 0.02 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.84 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$776.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 42 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.72 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$|0.01037| < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00875 < 0.12656$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1394 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

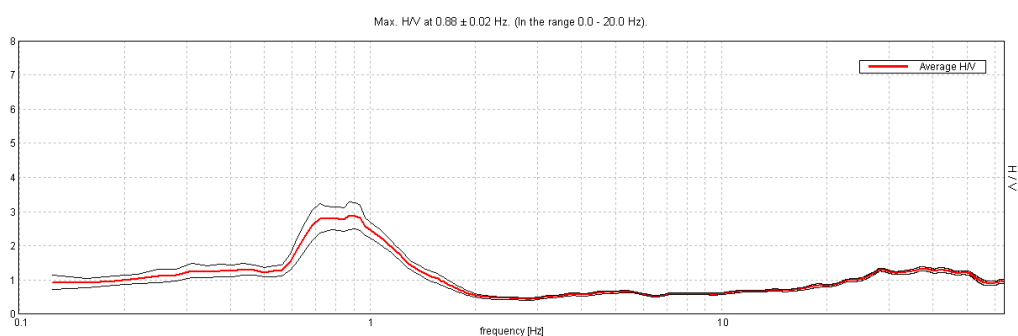
Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CONSELICE- LAVEZZOLA VIA BASTIA, SURGITAL T2

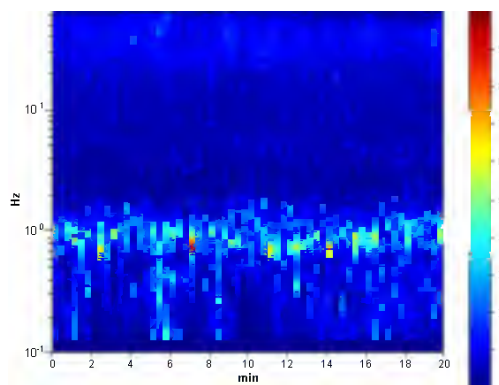
Start recording: 31/03/11 14:32:39 End recording: 31/03/11 14:52:40
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 10%

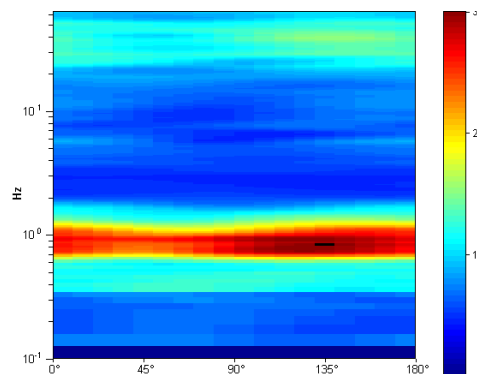
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



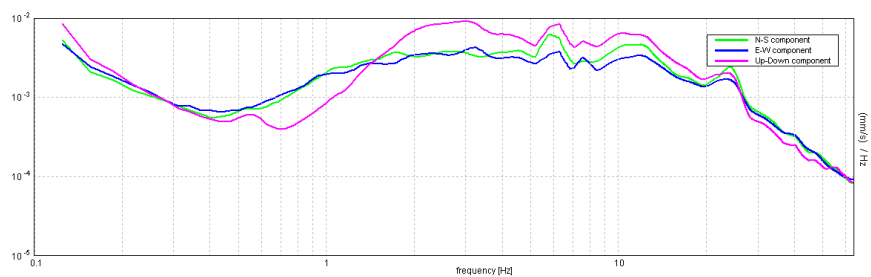
H/V TIME HISTORY



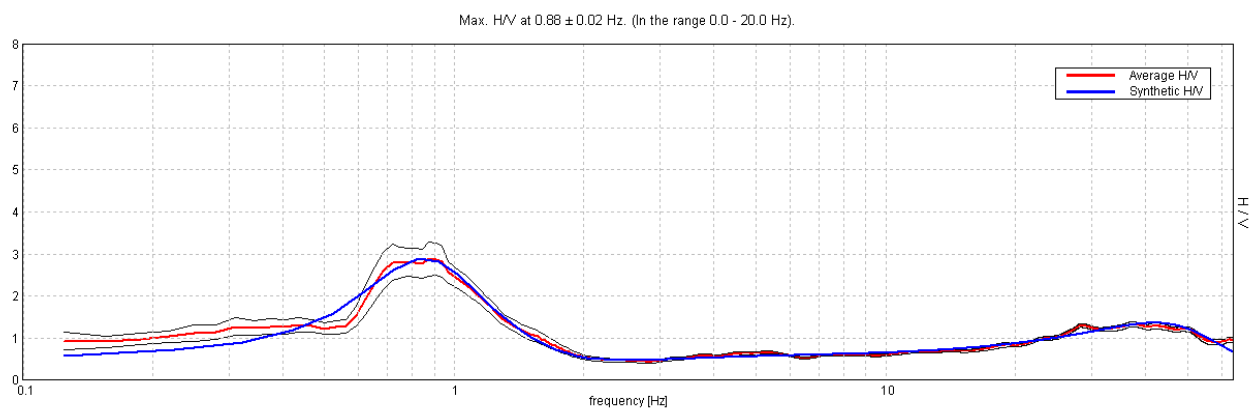
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer

Thickness [m]

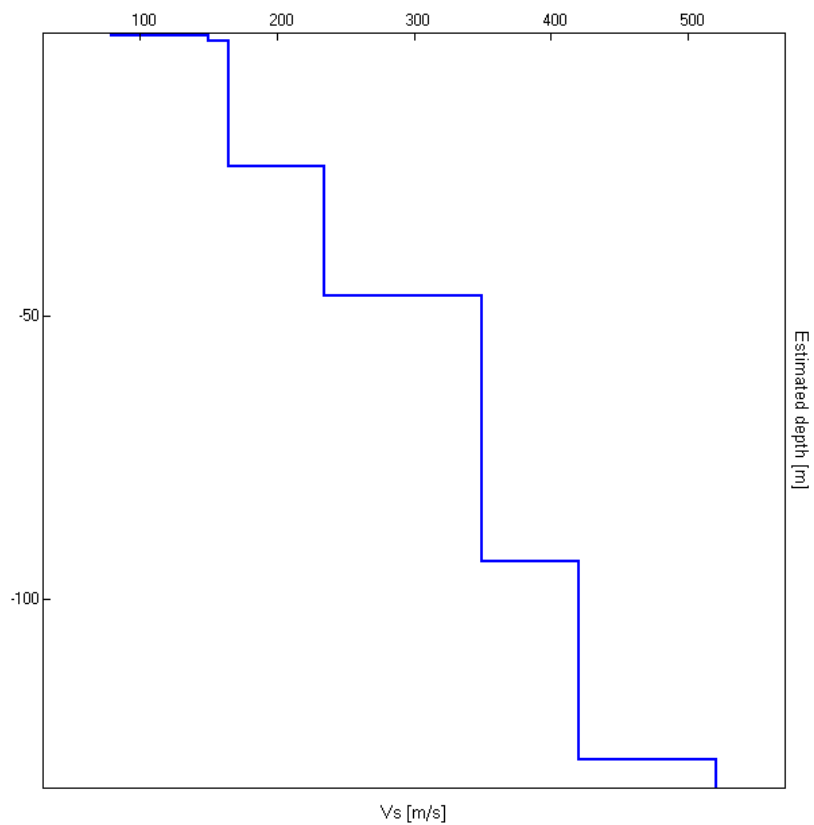
Vs [m/s]

[m]
0.42
1.42
23.42
46.42
93.42
128.42
inf.

0.42
1.00
22.00
23.00
47.00
35.00
inf.

80
150
165
235
350
420
520

Vs(0.0-30.0)=173m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 0.88 ± 0.02 Hz. (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1050.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 43 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.89 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$|0.00897| < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00785 < 0.13125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.202 < 2.0$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq.range [Hz]	< 0.2	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20