



Studio Servizi Tecnici
Settore geologia e ambiente

DOTT. GEOL. THOMAS VERONESE

Via Roma, 10

44021 CODIGORO (Ferrara)

Tel e fax. 0533 / 713798 – cell. 335. 5240380

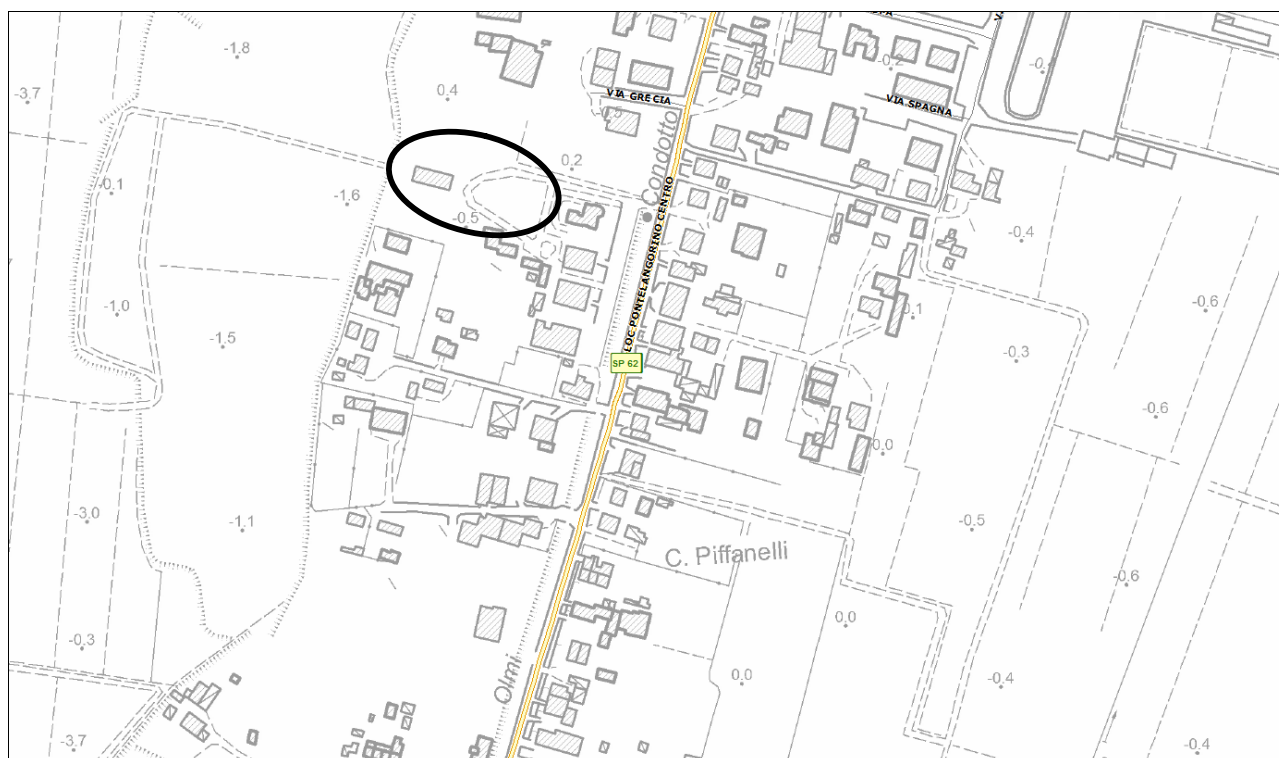
E-mail: thomas.veronese@tin.it

MODELLAZIONE GEOLOGICA e SISMICA

COMUNE DI CODIGORO

LOC. PONTELANGORINO

Variante specifica al POC del Comune di Codigoro, con valore di PUA per l'attuazione del comparto AUC3 sito in via Centro n. 31/B a Pontelangorino di Codigoro (Fe), riferimenti catastali foglio 56 mappali n. 587-588-596-635-598 e parte dei n. 351-352 del Comune di Codigoro (Fe)



Committente: Folli Marcello – Musacchi Serena
Succi Cimentini Remigio, Berta, Fiorella e Ebe

22 Gennaio 2016

S.S.T. SETTORE GEOLOGIA E AMBIENTE

Geotecnica; Studio terreni di fondazione; Stabilità dei versanti; Rilevamento geologico; Rilievi topografici; Geofisica - Contributi allo Studio di Impatto Ambientale; Assistenza alle pubbliche amministrazioni negli studi di fattibilità e di realizzazione dei P.R.G., cimiteri, discariche, piani attività estrattive, studi di acquiferi per la tutela e per l'utilizzo di risorse idriche sotterranee; subirrigazioni.



INDICE:

1. PREMESSA.....	2
NORMATIVA E RACCOMANDAZIONI DI RIFERIMENTO	3
2. MODELLAZIONE GEOLOGICA.....	3
2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA	3
2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI	5
2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	7
2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	8
3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI.....	8
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA.....	8
<i>Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015</i>	9
<i>Valore della Vs30 e Categoria di suolo di fondazione</i>	10
<i>Amplificazione sismica secondo Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015</i>	14
<i>Azioni sismiche "D.M. 14 gennaio 2008"</i>	15
<i>Magnitudo di progetto</i>	18
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE	19
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI.....	22
4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	23
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	24



FASE DI ESECUZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA

1. PREMESSA

Su incarico dei sig.ri Folli Marcello, Musacchi Serena, Succi Cimentini Remigio, Berta Fiorella e Ebe, si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica e sismica per il progetto di “*Variante specifica al POC del Comune di Codigoro, con valore di PUA per l’attuazione del comparto AUC3*” per l’area sita in via Centro n. 31/B a Pontelangorino di Codigoro (Fe), riferimenti catastali foglio 56 mappali n 587-588-596-635-598 e parte dei n 351-352 del Comune di Codigoro (Fe). L’ubicazione dell’area di intervento è riportata in FIGURA 1.1.



FIGURA 1.1 – Ubicazione dell’area di intervento a Pontelangorino (Fe)

Normativa e Raccomandazioni di riferimento

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, suppl. ord. n. 30, che entrano in vigore il 6 marzo 2008.
- Circolare Applicativa n° 617 del 02/02/2009 alle NTC/2008.
- Delibera Assemblea Legislativa n°112/2007 della Regione Emilia Romagna “Atto di Indirizzo e coordinamento tecnico” per gli studi di microzonizzazione sismica.
- Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015 “Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia - Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”, di cui all'am deliberazione dell'assemblea legislativa 2 Maggio 2007, N. 112.
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)
“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)
“Raccomandazioni sui pali di fondazione (dicembre 1984)”.
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana)
“Aspetti geotecnici nella progettazione in zona sismica (Edizione Provvisoria, marzo 2005)”.
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.
- Eurocode EC-7: Geotechnics, design – dicembre 1987.
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione.
- Eurocode EC-8: Design provisions for earthquake resistance of structures – ottobre 1994.

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1. GEOLOGIA STRUTTURALE DELL'AREA

Nella FIGURA 2.1 si riporta la sezione geologica passante per Cotignola, Bagnacavallo, Ravenna, Comacchio, Codigoro, Mesola, Chioggia in cui si possono apprezzare gli spessori dei sedimenti del Quaternario sopra i pliocenici, che coincide con il passaggio dai sedimenti sciolti a quelli litificati o pseudolitificati.

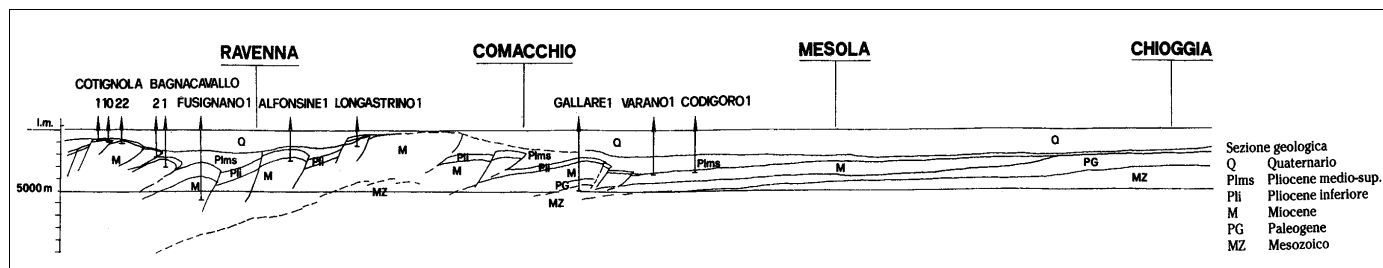


FIGURA 2.1 - Sezione geologica della bassa pianura padana.

Nella FIGURA 2.2 si riporta uno stralcio della Carta Strutturale della Pianura Padana, con le Pieghe Ferraresi dell'Appennino sepolto (Pieri & Groppi, 1981, CNR, 1992) con visibili le varie strutture sepolte e le faglie e sistemi trascorrenti attivi e non attivi, che sono all'origine della nuova attribuzione alla Zona sismica 3, in cui Codigoro è stato inserito nella OPCM 3274/2003.

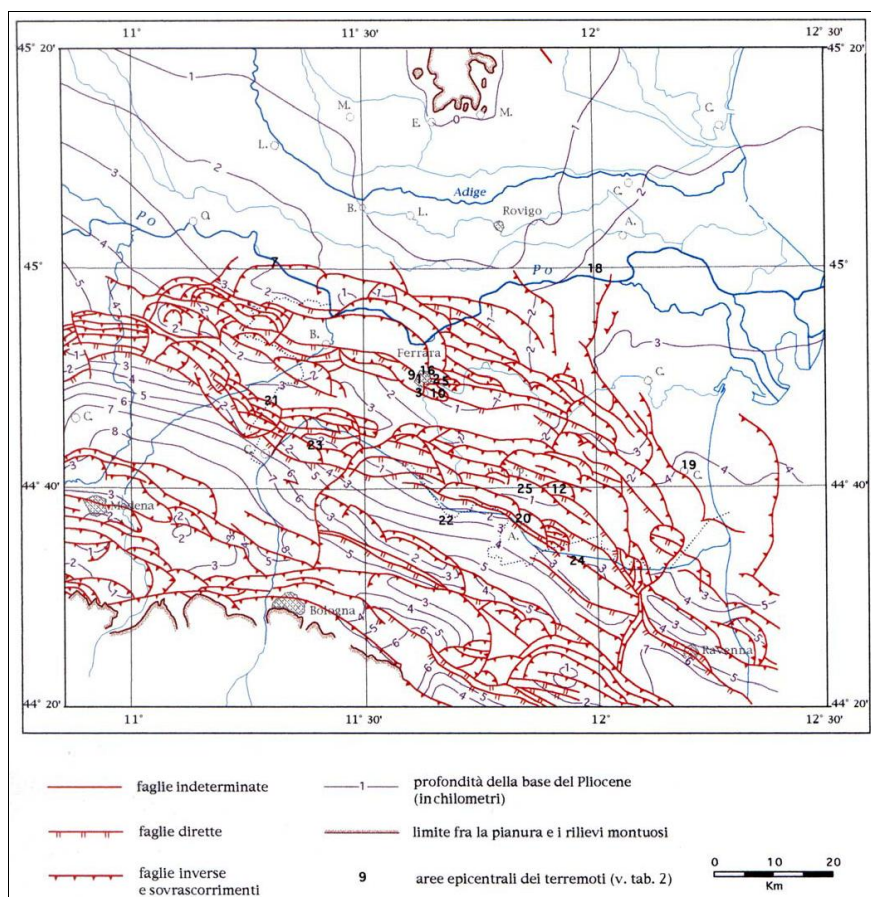


FIGURA 2.2 – Carta strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi, 1992)

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Codigoro ricade all'esterno della zona sismogenetica 912 (FIGURA 2.3), infatti si può affermare che l'area in esame è fuori dalla Dorsale Ferrarese, e dunque non è sede epicentrale di eventi sismici.

Di conseguenza in questa zona è previsto che si verifichino sismi con energie piuttosto limitate, di Magnitudo non superiori a 5,0.

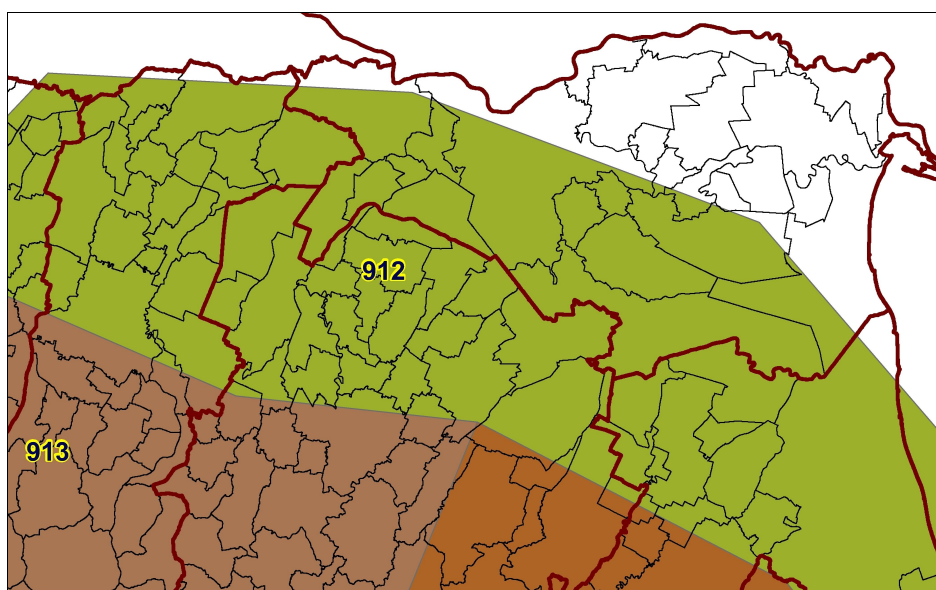


FIGURA 2.3 - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI

Il paese di Pontelangorino ricade su un dosso sabbioso costituito da cordoni di dune subparalleli, caratterizzati da sedimenti sabbiosi prevalenti, localmente alternati a limi sabbiosi organizzati in decimetrici corpi nastriformi.

Per la validazione del modello geologico è stata eseguita una campagna di indagine, per la ricostruzione di un modello tridimensionale del terreno che permetta di definire al meglio la stratigrafia del sottosuolo dell'area in esame, consistente in una prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con rif. U02-16.

In FIGURA 2.4 si riporta uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova svolta in sito.

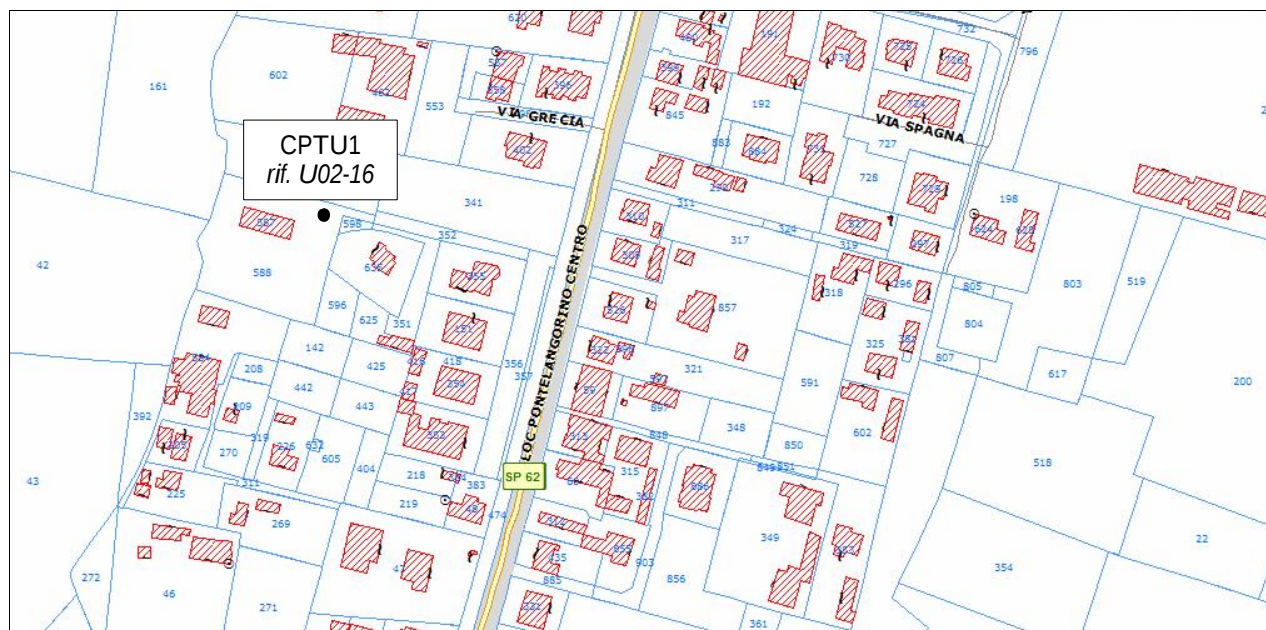


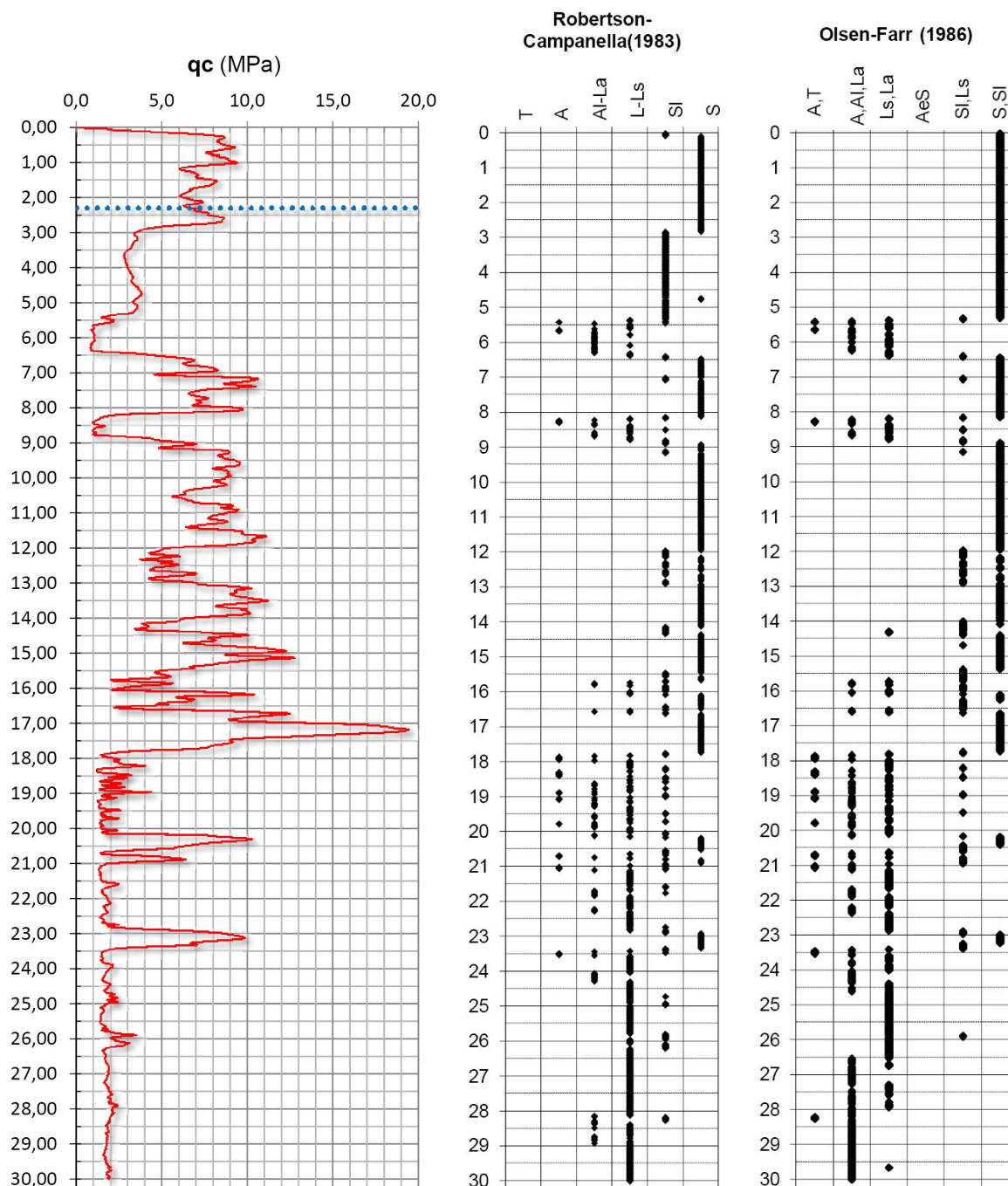
FIGURA 2.4 – Ubicazione prova CPTU1

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU1 con rif. U02-16 rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	3,0	7,06	S	moderatamente addensata
3,0	5,6	3,11	S	poco addensata
5,6	6,4	0,99	Al-La	moderatamente consistente
6,4	8,3	6,91	S	moderatamente addensata
8,3	8,8	1,21	Al-La	consistente
8,8	16,6	7,35	S	moderatamente addensata
16,6	17,9	10,86	S	moderatamente addensata
17,9	20,1	1,94	Al-La	consistente
20,1	21,0	5,36	SI	moderatamente addensata
21,0	22,8	1,65	Al-La	consistente
22,8	23,5	6,16	S	moderatamente addensata
23,5	30,0	1,83	A	consistente

Legenda Litologia

RIP	Riporto
T	Torba
A	Argilla
Al-La	Argilla Limosa - Limo Argilloso
L-Ls	Limo - Limo Sabbioso
SI	Sabbia Limosa
S	Sabbia



DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIE

L'area allo studio ricade in una zona di transizione tra un ambiente di fondovalle costituito da materiale fine di bassa energia idrodinamica, spostandoci verso Codigoro, e un importante dosso sabbioso costituito da cordoni di dune subparalleli, caratterizzati da sedimenti granulari prevalenti situato più ad Est spostandoci dunque verso il mare.

2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il sito di intervento ricade sul margine di un dosso sabbioso costituito da cordoni di dune subparalleli. L'allineamento è quello di Pontemaodino-Italba-Massenzatica. Da questa fascia verso est si susseguono una serie di importanti allineamenti di paleodune affioranti riconducibili dall'età del Ferro (il più occidentale), al periodo Romano, e all'alto medioevo (cordone su cui sorge l'Abbazia di Pomposa); a occidente di Pontemaodino si estende il lembo più orientale della grande Bonificazione Ferrarese (1872).

Sul dosso morfologico di Pontelangorino scorrono una serie di canali promiscui che d'inverno sono di scolo e d'estate vengono riempiti per l'irrigazione e per sostenere la falda freatica e consentire le pratiche agricole. Da sempre, nel Basso Ferrarese, sui cordoni di paleodune ci sono state le condizioni per favorire l'insediamento di centri abitati, poiché qui ci sono condizioni di alto topografico (necessario per una terra che è stata abituata alle alluvioni del Po), con terreni generalmente sabbiosi, ben drenanti, con buone capacità portanti. In FIGURA 2.5 è riportato uno stralcio della Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara che mostra l'ubicazione dell'area d'intervento.

La stessa variabilità di strutture geomorfologiche in affioramento caratterizza anche il sottosuolo, offrendo la medesima eterogeneità.

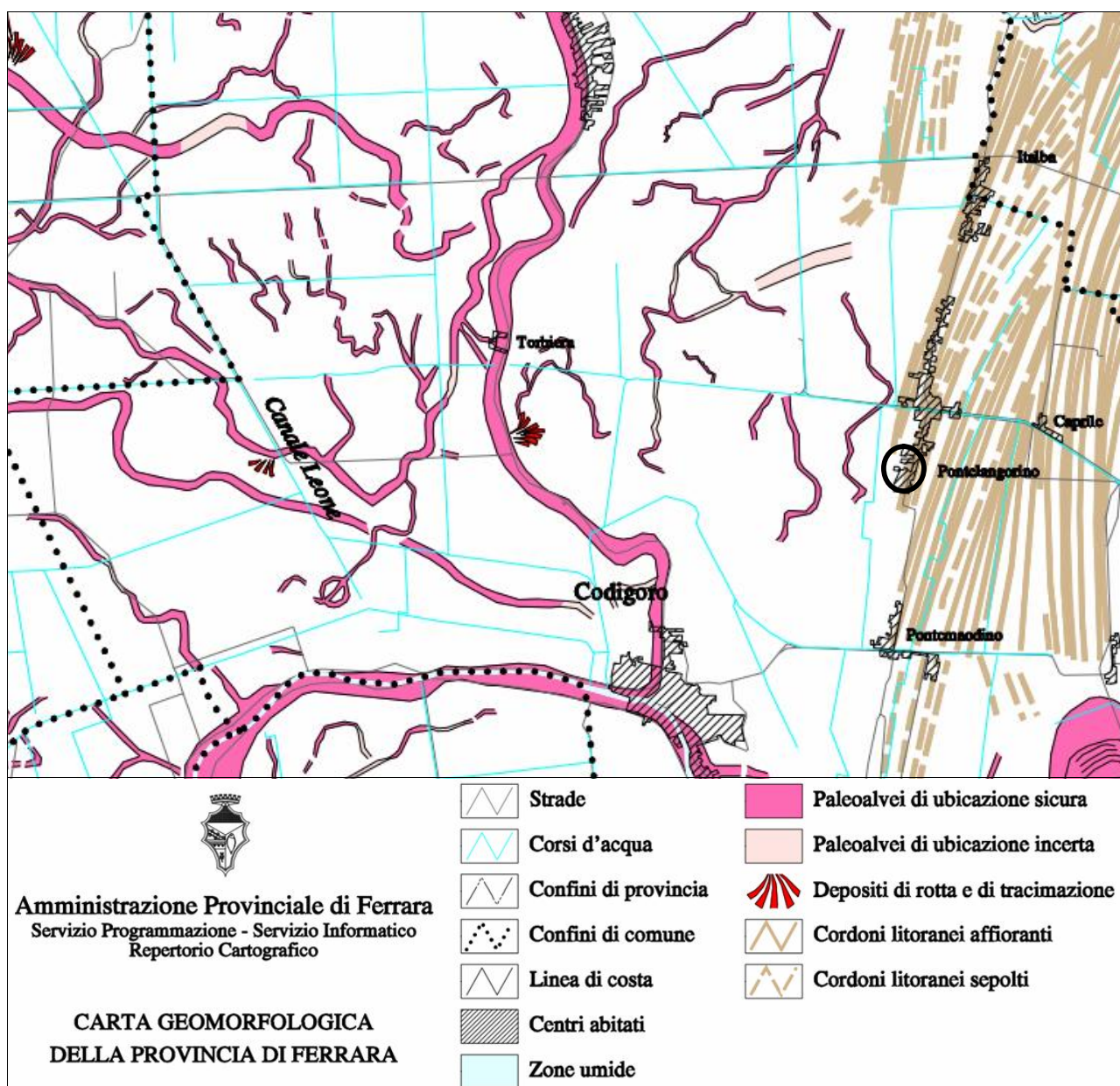


FIGURA 2.5 – Particolare della carta Geomorfologica della provincia di Ferrara

2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif. U02-16. Tale quota è stata rilevata in data 15/01/2016 alla profondità di 2,30 m dal p.c..

Il livello freatico potrebbe oscillare rispetto ai valori riscontrati in tal giorno, solo un monitoraggio di un anno idrogeologico permetterebbe di valutare le oscillazioni stagionali di queste quote.

Le acque meteoriche che precipitano all'interno dell'area che delimita il sito in esame vengono recapitate in parte verso il Fosso Boschetta posto ad ovest rispetto al sito in esame ed in parte nelle opere di urbanizzazione cittadina.

In FIGURA 2.6 si riporta uno Stralcio della Corografia del Comprensorio (Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara) dove si possono apprezzare i tracciati dei canali.

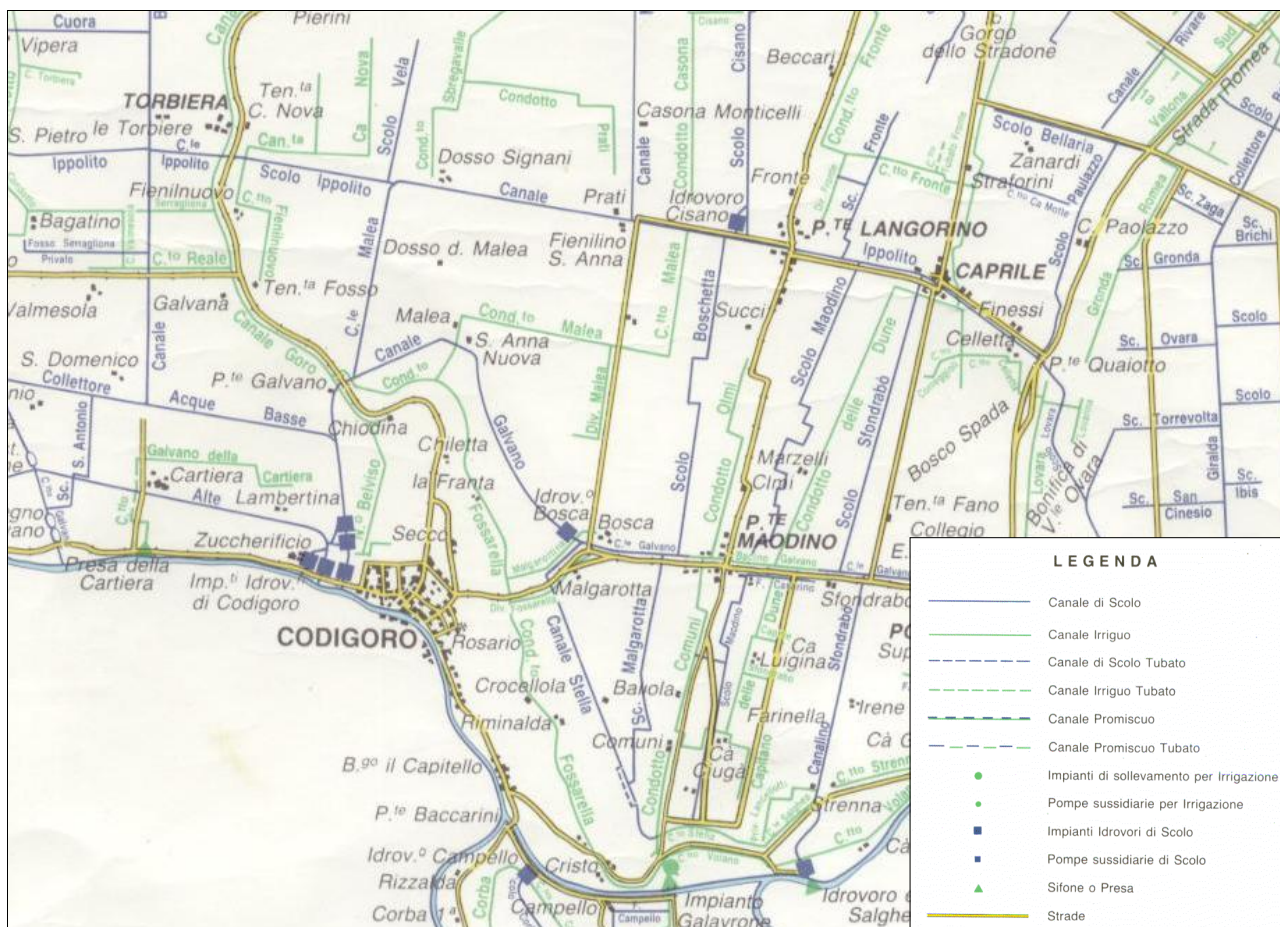


FIGURA 2.6 – Stralcio della Corografia del Comprensorio (Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara)

3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

“La Regione Emilia Romagna non è esente da attività sismo-tettonica. La sua sismicità può però essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX-X grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud-orientale, in particolare nell'Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5) sono il margine appenninico-padano tra la Val d'Arda e Bologna, l'arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico” (Note illustrative, Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, 2004).

Gli eventi del maggio 2012 hanno avuto magnitudo massima 5,9.

Decreto della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015

La Giunta Regionale ha approvato l'aggiornamento degli indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica, atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007).

In FIGURA 3.1 viene mostrata la griglia delle accelerazioni al badrock, i colori indicano i settori in cui è stato suddiviso il territorio.

Il sito allo studio è collocato in PIANURA 3 e per V_{s30} inferiori a 200 m/s la classificazione del DGR 2193/2015 prevede un fattore di amplificazione F.A. pari a 1,3.



FIGURA 3.1 - Griglia delle accelerazioni al badrock (DGR 2193/2015)

Valore della Vs30 e Categoria di suolo di fondazione

La categoria di suolo dipende dal valore di Vs₃₀. Il parametro Vs₃₀ rappresenta la media ponderata dei valori delle velocità dell'onda di taglio "S" nei primi 30 m di sottosuolo indagato, matematicamente espressa da (eq. 1):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

dove,

Vs₃₀ : velocità media ponderata delle onde di taglio "S",

h_i : spessore dello strato i-esimo,

V_i : velocità delle onde di taglio "S" nello strato i-esimo.

Il valore di Vs₃₀ è stato rilevato in sito attraverso misure dirette, mediante la realizzazione di una prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con *rif. U02-16* spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c., con unica lettura dei tempi di arrivo.

Si ricorda che la Vs₃₀ va calcolata dal piano di posa della fondazione.

In FIGURA 3.2 è riportato uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con *rif. U02-16*.

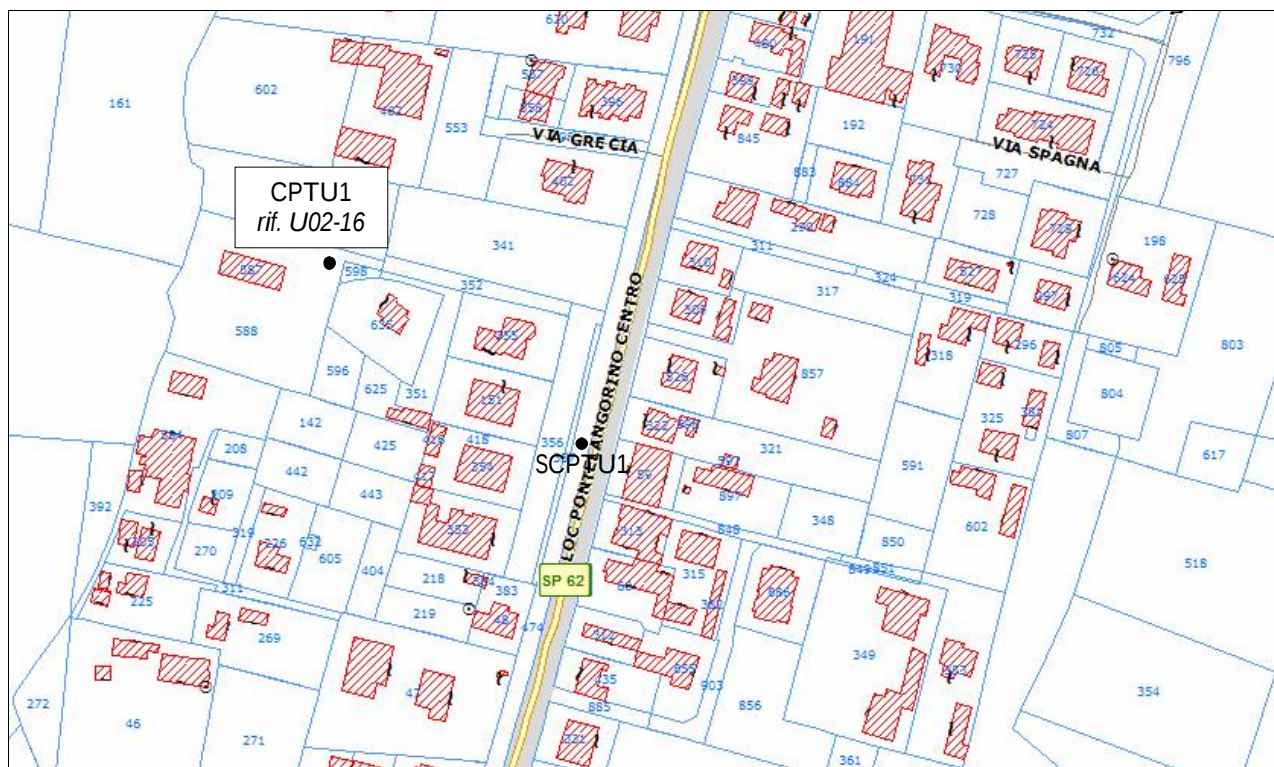


FIGURA 3.2 – Stralcio catastale della provincia di Ferrara con ubicazione prova penetrometrica

La prova consiste nell'inserire sulla punta elettrica della prova penetrometrica statica con punta elettrica dei ricevitori (geofoni) che con opportuna strumentazione e una sorgente di onde in superficie possono essere

misurati, a profondità diverse, in questo caso con unica lettura alla profondità di -30,0 m da p.c. (SCPTU1), i tempi di arrivo delle onde sismiche fra la superficie (sorgente) ed i ricevitori (in profondità), analogamente a quanto avviene con il metodo geofisico cosiddetto “downhole”.

La punta utilizzata prende il nome di Piezocono G1-CPL2IN (FIGURA 3.3).

In base ai tempi di arrivo conoscendo la distanza tra la sorgente ed il ricevitore si può calcolare la velocità delle onde sismiche ed in particolare delle onde di taglio (Vs).

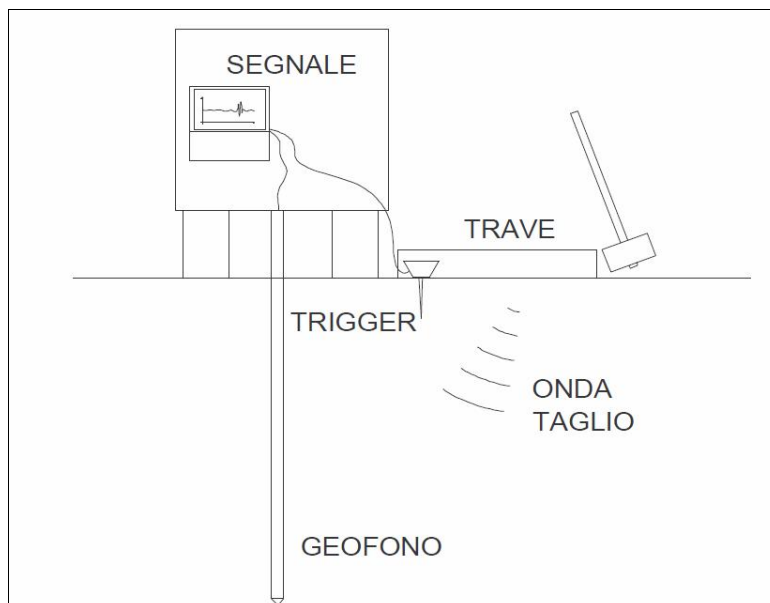
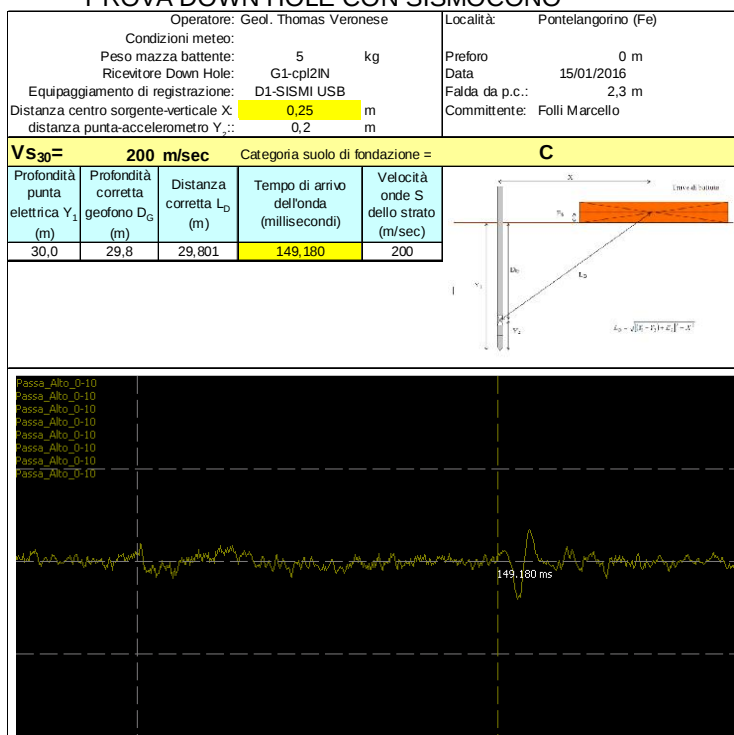


FIGURA 3.3 – Rappresentazione grafica della prova penetrometrica con piezocono sismico

Durante la realizzazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1 con rif. U02-16 è stata realizzata la lettura diretta dei tempi di arrivo delle onde di taglio S alla profondità di -30,00 m da p.c..

Di seguito viene riportata l'elaborazione della prova SCPTU1 svolta in sito con unica lettura alla profondità di -30,00 m dal p.c. inoltre viene riportata la categoria di suolo di fondazione.

PROVA DOWN HOLE CON SISMOCONO



Il valore di V_{S30} risultante dalla lettura dei tempi di arrivo delle onde S alla profondità di 30,00 m da p.c. è di 200 m/s e quindi la Categoria di suolo di fondazione è C.

$$V_{S30} = 200 \text{ m/s} \quad \text{Categoria di suolo C}$$

Successivamente viene riportato il profilo sismico delle onde di taglio Vs ricavato mediante correlazioni empiriche con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e sismocono SCPTU1.

In letteratura esistono numerose correlazioni empiriche tra le misure di q_c e di V_{S30} anche se il livello deformativo indotto nel terreno dalla penetrazione della punta penetrometrica provoca la rottura del materiale mentre le onde di taglio si propagano senza intaccare la struttura del terreno in condizioni di deformazioni praticamente elastiche.

La correlazione utilizzata è stata proposta da *Andrus et al. (2001)* ed utilizza valori di q_c e di V_{S30} normalizzati rispetto allo stato tensionale, in questa formula non viene tenuto conto dell'attrito laterale f_s e viene introdotto un coefficiente correttivo per l'età del deposito che viene indicato con ASF. Questo coefficiente viene utilizzato per tenere conto delle diverse caratteristiche di deformabilità e tessitura dei terreni risalenti al periodo Pleistocenico rispetto ai più recenti depositi Olocenici.

La correlazione è la seguente:

$$V_{S1} = ASF \cdot A \cdot (q_{c1N})^\alpha$$

dove:

$$q_{c1N} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \left(\frac{p_a}{\sigma_v} \right)^{0.5} \quad \text{resistenza alla punta normalizzata alla tensione verticale;}$$

$$V_{S1} = V_s \left(\frac{p_a}{\sigma_v} \right)^{0.25} \quad \text{velocità corretta per tenere in conto lo stato tensionale verticale;}$$

ASF per depositi Olocenici = 1 (quali sono i depositi presenti nella pianura ferrarese alle profondità indagate) come suggerito da ANDRUS et al.;

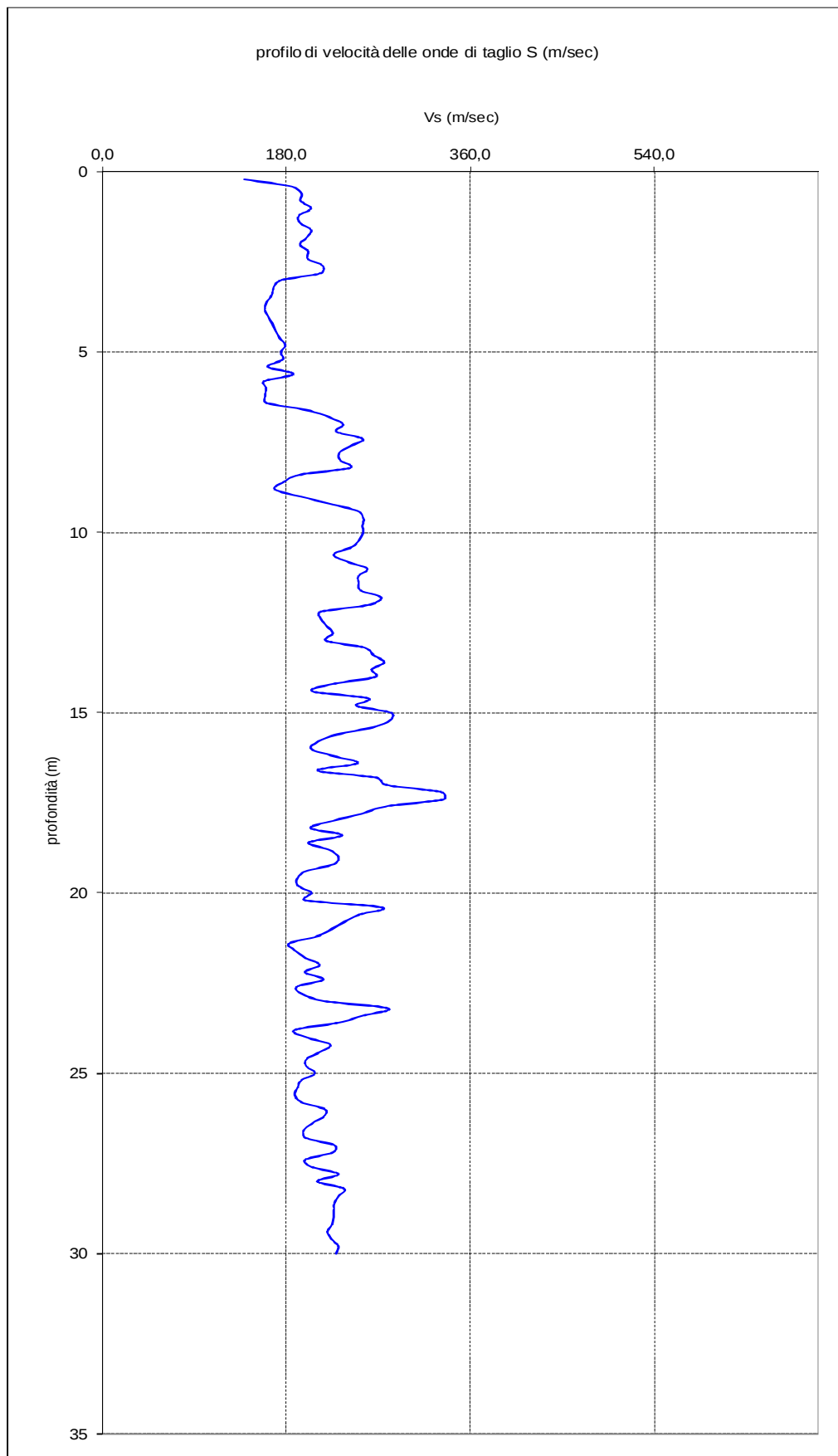
A e α (sono coefficienti empirici da calibrare sulla base delle misure di q_c e di Vs disponibili;

p_a = pressione atmosferica.

Nella Tabella 3.1 sono riportati i coefficienti A e α .

	Argilla	Limo	Sabbia
A	80.64	77.83	53.64
α	0.28	0.24	0.33

Tabella 3.1 – Coefficienti A (m/s) e α



Con queste correlazioni il valore di V_{s30} verrebbe di 212 m/sec confermando il suolo di categoria C.

Amplificazione sismica secondo Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2193/2015

PIANURA 3: settore di pianura caratterizzato da elevati spessori di sedimenti prevalentemente fini e poco consolidati, alternanze di limi, argille e sabbie di ambiente alluvionale e transizionale, con substrato rigido a profondità non inferiori a 300 m da p.c.;

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.3	1.3	1.3			
F.A. SI1	1.5	1.5	1.5			
F.A. SI2	2.3	2.3	2.2			
F.A. SI3	2.6	2.6	2.4			

Pianura 3. Tabella dei Fattori di Amplificazione **PGA, SI1, SI2 e SI3**.

$$\text{SI1} : 0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$$

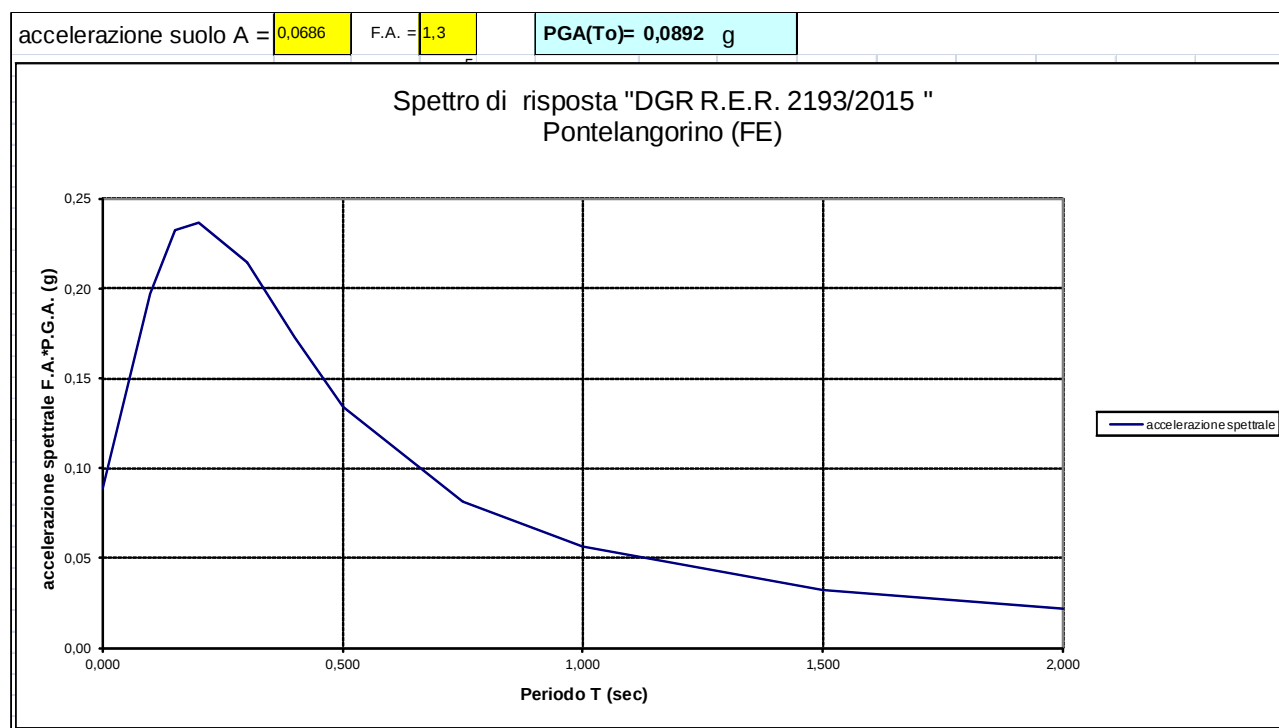
$$\text{SI2} : 0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$$

$$\text{SI3} : 0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$$

Il fattore di amplificazione derivato dal rapporto tra la PGA in superficie e quella al bedrock è pari a F.A.=1,3.

Il fattore di amplificazione derivato dal rapporto tra l'intensità spettrale in superficie e al bedrock sismico SI/SI0 è di 1,5s nell'intervallo di periodo tra 0,1sec e 0,5sec, è di 2,3 nell'intervallo 0,5sec e 1,0sec, ed è di 2,6 nell'intervallo 0,5sec 1,5sec.

Lo spettro che si può ricavare da quello normalizzato fornito dal DGR è il seguente:



Azioni sismiche "D.M. 14 gennaio 2008"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 14/01/2008, prevede per il comune di Codigoro una accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè per $T=0$ e su suolo rigido ($V_{s30} > 800 \text{ m/sec}$), appartenente all'intervallo $0,075g - 0,100g$, con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale.

In FIGURA 3.4, si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

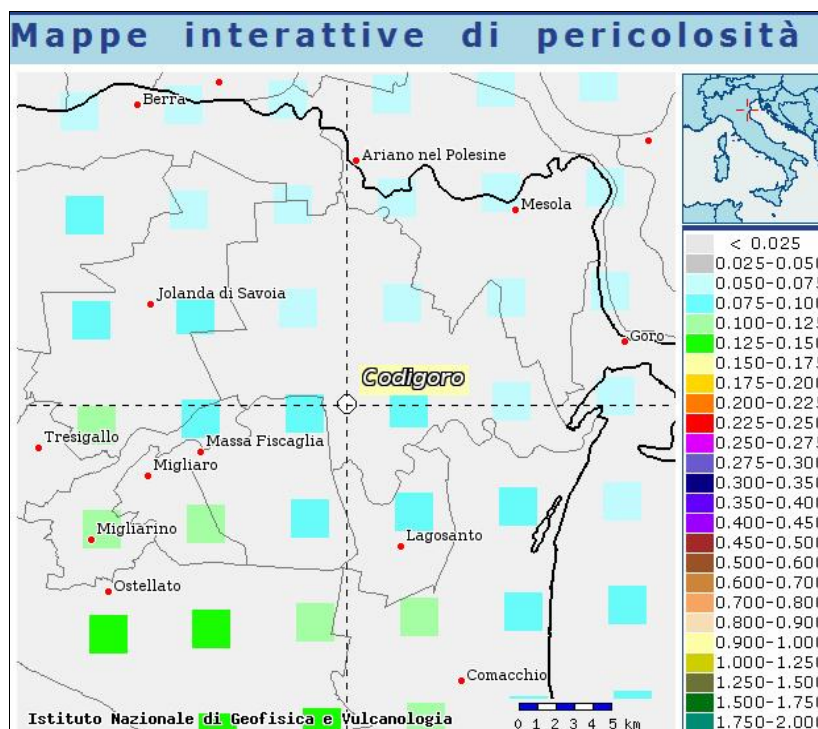


FIGURA 3.4 – Carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1. fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it>

Per la scelta della strategia di progettazione, il progettista procede in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e definisce lo spettro di risposta. Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma per tutti i siti italiani, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T^*_C necessari per la determinazione delle azioni sismiche. Nella Tabella 3.2 tratta dalla normativa si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati limiti a cui si può spingere la progettazione.

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 3.2 - D.M. 14-01-2008 Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio “sito dipendente”. Come indicato nell'Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T^*c) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (FIGURA 3.5).

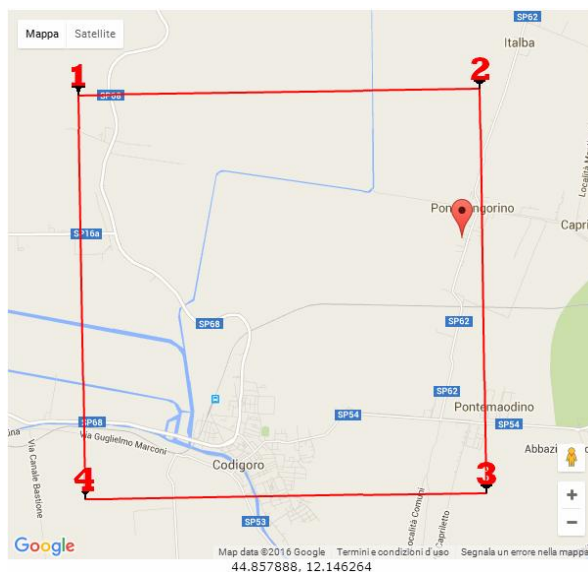


FIGURA 3.5 – Vertici della griglia di riferimento (Fonte: www.geostru.com)

Si valutano i parametri spettrali a_g , F_0 e T^*c per il sito di progetto (approccio “sito-dipendente”) a titolo esemplificativo considerando l'amplificazione stratigrafica e topografica (T1) (Cap. 3.2 del D.M.2008) la categoria del sottosuolo (C) e la classe d'uso della costruzione (II) (Cap. 2.4 del D.M. 2008).

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,858811
longitudine: 12,147246
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15187	Lat: 44,8766	Lon: 12,0799	Distanza: 5660,614
Sito 2	ID: 15188	Lat: 44,8774	Lon: 12,1504	Distanza: 2078,300
Sito 3	ID: 15410	Lat: 44,8274	Lon: 12,1515	Distanza: 3510,949
Sito 4	ID: 15409	Lat: 44,8266	Lon: 12,0811	Distanza: 6326,519

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,030	g
Fo:	2,516	
Tc*:	0,222	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,036	g
Fo:	2,555	
Tc*:	0,269	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,074	g
Fo:	2,663	
Tc*:	0,340	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,095	g
Fo:	2,630	
Tc*:	0,345	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,730
St:	1,000
Kh:	0,009
Kv:	0,004
Amax:	0,440
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,620
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,005
Amax:	0,526
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,500
St:	1,000

Kh: 0,022
Kv: 0,011
Amax: 1,092 (Amax/g=0,111)
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,490
St: 1,000
Kh: 0,029
Kv: 0,014
Amax: 1,404
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

Magnitudo di progetto

Nei tempi storici erano stati stimati eventi con magnitudo di 4,8. Durante gli eventi del maggio 2012 si sono liberate energie sismiche sulla dorsale ferrarese con magnitudo di 5,9 (che è stato stimato da Picotti, 2013, come evento con T_R di 1000 anni). La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di $M = 6,14$, i terremoti storici in questa area allo studio, esterna all'area sismogenetica, sono decisamente più bassi, per cui lo scrivente propone l'assunzione di questo valore:

Magnitudo di progetto
 $M \leq 5,50$ Mw

Nella FIGURA 3.6 sono riportati i sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti.

Comune	Lat.	Lon.	Imax	Mw
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
BONDENO	44.88857	11.41666	8	5,6
CENTO	44.72685	11.28937	7	5,2
CODIGORO	44.83096	12.10568	<= 6	4,8
COMACCHIO	44.69444	12.18290	7	5,2
COPPARO	44.89391	11.82986	8	5,6
FERRARA	44.83559	11.61842	8	5,6
FORMIGNANA	44.84187	11.85894	8	5,6
JOLANDA DI SAVOIA	44.88518	11.97726	7	5,2
LAGOSANTO	44.76249	12.13965	7	5,2
MASI TORELLO	44.79369	11.79704	8	5,6
MASSA FISCAGLIA	44.80818	12.01334	7	5,2
MESOLA	44.92060	12.23033	<= 6	4,8
MIGLIARINO	44.77058	11.93149	8	5,6
MIRABELLO	44.82534	11.46031	8	5,6
OSTELLATO	44.74516	11.94085	8	5,6
POGGIO RENATICO	44.76571	11.48392	8	5,6
PORTOMAGGIOR	44.69759	11.80509	8	5,6
RO	44.94634	11.76146	8	5,6
SANT'AGOSTINO	44.79258	11.38519	8	5,6
VIGARANO MAINARDA	44.84191	11.49759	8	5,6
VOGHIERA	44.75737	11.75011	8	5,6
TRESIGALLO	44.81771	11.89393	8	5,6
GORO	44.85334	12.30076	<= 6	4,8
MIGLIARO	44.79835	11.97311	7	5,2
Mw=0,430Imax+2.182				

FIGURA 3.6: Sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti

3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

L'obiettivo della riduzione del rischio sismico passa anche per l'analisi delle componenti territoriali che possono innescare fenomeni negativamente impattanti con le strutture antropiche e la loro sicurezza. Vale comunque la pena evidenziare che laddove sono presenti i caratteri predisponenti, non è detto che si possano realizzare le condizioni di cause scatenanti; ovvero un terreno sabbioso può avere tutti i requisiti granulometrici e di addensamento per liquefarsi, ma nell'area non si verificherà un sisma con energia sufficiente ad indurre liquefazione.

In particolare vengono ritenuti motivi di esclusione dalla verifica a liquefazione, la verifica di almeno una di queste circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo di momento M_w inferiore a 6 e durata inferiore a 15 sec. ("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" – Crespellani, Nardi, Simoncini – Zanichelli 1988).
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,1g;
3. Accelerazioni massime al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine, FC, superiore al 20% (FC = frazione passante al setaccio ASTM 200, 0,074mm), con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

Dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella FIGURA 3.7 da distinguere i materiali in funzione del coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15m dal piano campagna.
6. Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3m, oppure con spessore maggiore di 5m per magnitudo maggiori di $M > 7$.
7. Un ulteriore motivo di esclusione dalla verifica di liquefazione è dato dal valore della densità relativa D_r del deposito. Gibbs ha eseguito diversi studi su risultati di vari autori stabilendo che una densità relativa pari a 70% è valore limite tra terreni liquefacibili e non liquefacibili (*Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile* di Nunziante Marino, Maggioli Editore, 2006), di conseguenza tutti i terreni con $D_r > 70\%$ vengono automaticamente esclusi dalla verifica alla liquefazione.

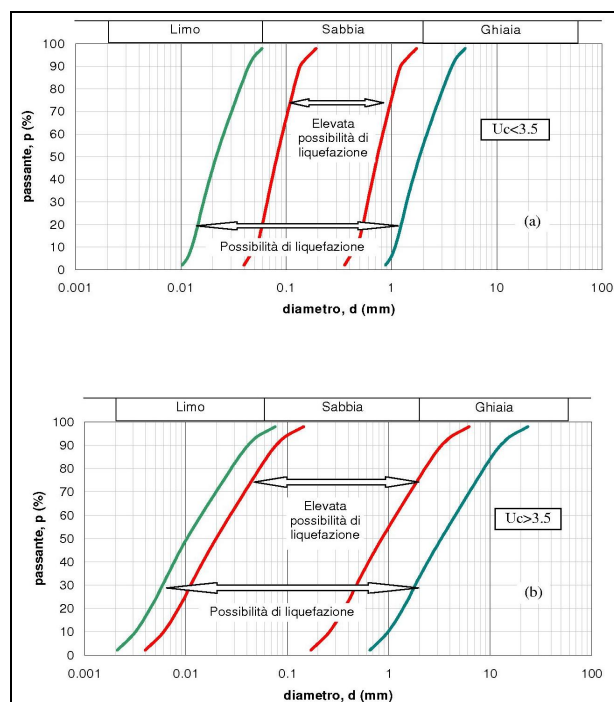


FIGURA 3.7 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

Il D.M. 14/01/2008 ha riassunto in questi 5 punti i casi in cui non è prevista liquefazione:

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Per la verifica della liquefazione delle sabbie è stato utilizzato un software di calcolo che analizzando ogni strato da 2 cm individuato dalla prova CPTU1, ne verifica la potenzialità di liquefazione.

Ai fini del calcolo è stata considerata la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif. U02-16 spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c..

Il calcolo è stato effettuato secondo:

1. DGR 2193/2015 con $M = 6,14$ e un'accelerazione $ag = 0,10g$
2. NTC 2008 con $M = 5,50$ e un'accelerazione $PGA = 0,11g$

Utilizzando i dati di input visualizzati in FIGURA 3.8, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione non è un effetto di sito atteso.

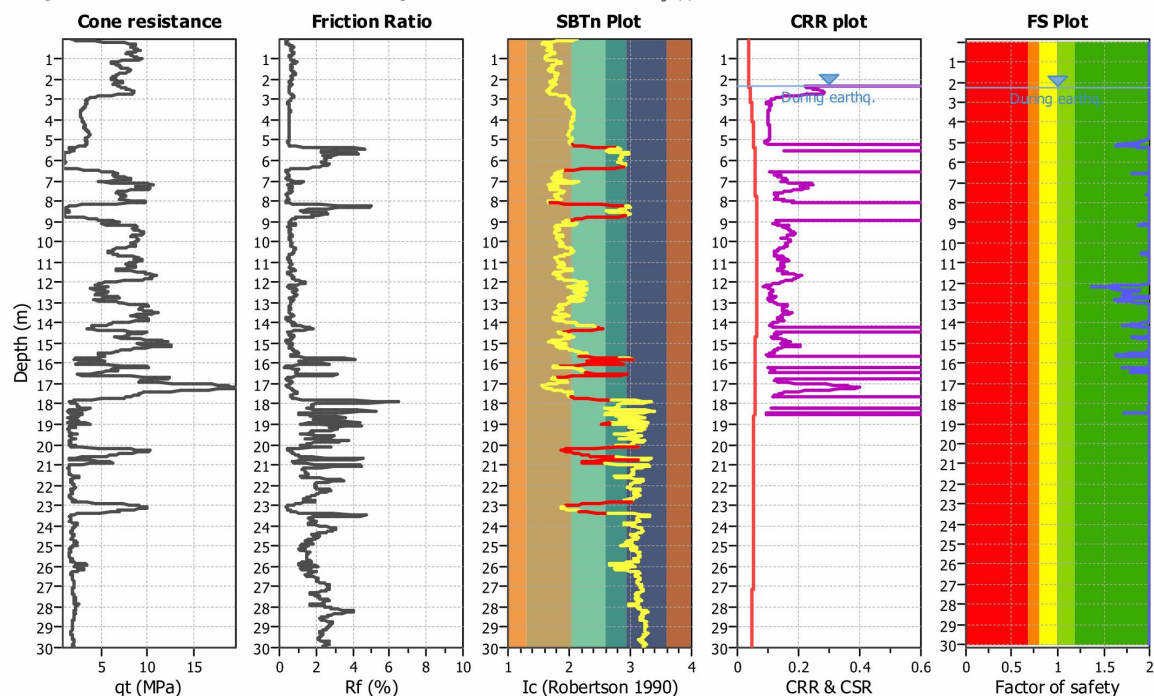
Project title : Folli Marcello

Location : Pontelangorino Fe

CPT file : rif. U02-16 CPTU1 Pontelangorin

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.30 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.30 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.10	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based



Project title : Folli Marcello

Location : Pontelangorino Fe

CPT file : rif. U02-16 CPTU1 Pontelangorin

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	2.30 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	2.30 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	5.50	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based

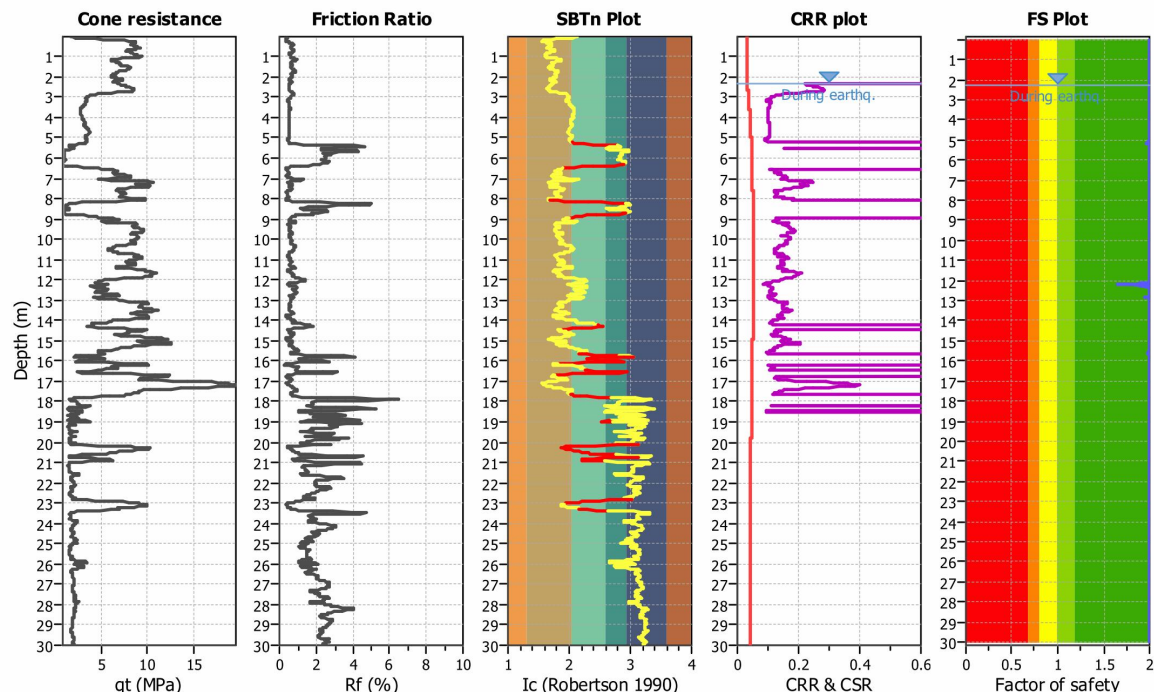


FIGURA 3.8: Dati input e metodi di calcolo adottati secondo DGR 2193/2015 e secondo D.M. 14 gennaio 2008

Dei calcoli effettuati si riporta solo la sintesi dei risultati finali.

Inoltre è stato verificato l'indice del potenziale di liquefazione, I_L , definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz,$$

in cui z è la profondità dal piano di campagna in metri e $w(z)=10-0.5z$

Ad una quota z il fattore $F(z)=F$ vale:

$$F = 1 - F_L \text{ se } F_L \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } F_L > 1.0$$

dove F_L è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

Con il software si calcola nei primi 20,00 m, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti, in questo caso il valore è pari a 0,00.

I terreni in esame risultano avere un indice del potenziale di liquefazione nullo ($I_{PL} = 0,00$) in entrambi i casi (Tabella 3.3 e 3.4).

Potenziale Liquefazione I_{PL}	Classificazione
$I_{PL} = 0$	<i>Non liquefacibile</i>
$0 < I_{PL} \leq 2$	<i>Basso</i>
$2 < I_{PL} \leq 5$	<i>Moderato</i>
$5 < I_{PL} \leq 15$	<i>Alto</i>
$I_{PL} \geq 15$	<i>Molto Alto</i>

Tabella 3.3 – Classificazione indice potenziale liquefazione

Prova CPTU1	Potenziale Liquefazione (I_{PL})
CPTU1 – DGR 2193/2015	0,00
CPTU1 – NTC 2008	0,00

Tabella 3.4 – Indice potenziale di liquefazione

3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI NEI TERRENI GRANULARI

Dell'elaborazione completa dei cedimenti post sismici si riporta solo il risultato finale. Sono stati stimati i cedimenti postsismici nei banchi sabbiosi rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif. U02-16 spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c..

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che in entrambi i casi, nessuno dei livelli ha il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00 (EC-8), determinando cedimenti post sismici nei terreni granulari nulli (Tabella 3.5).

CPTU	Cedimenti postsismici (cm)
CPTU1 – DGR 2193/2015	0,00
CPTU1 – NTC 2008	0,00

Tabella 3.5 – Cedimenti post-sismici

4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Uno dei motivi di pericolosità geologica del territorio, deriva in questi luoghi, dall'interazione tra opere di fondazione e terreni compressibili, su cui le costruzioni in elevazione possono creare condizioni di instabilità del complesso opera-terreno.

Si rende quindi necessario fare alcune valutazioni per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione, utilizzando in via indicativa, i dati derivabili dalle indagini specifiche eseguite per la modellazione geologica.

È dunque stata considerata la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con rif. U02-16.

In FIGURA 4.1 è riportato uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione della prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1 e una planimetria di progetto.

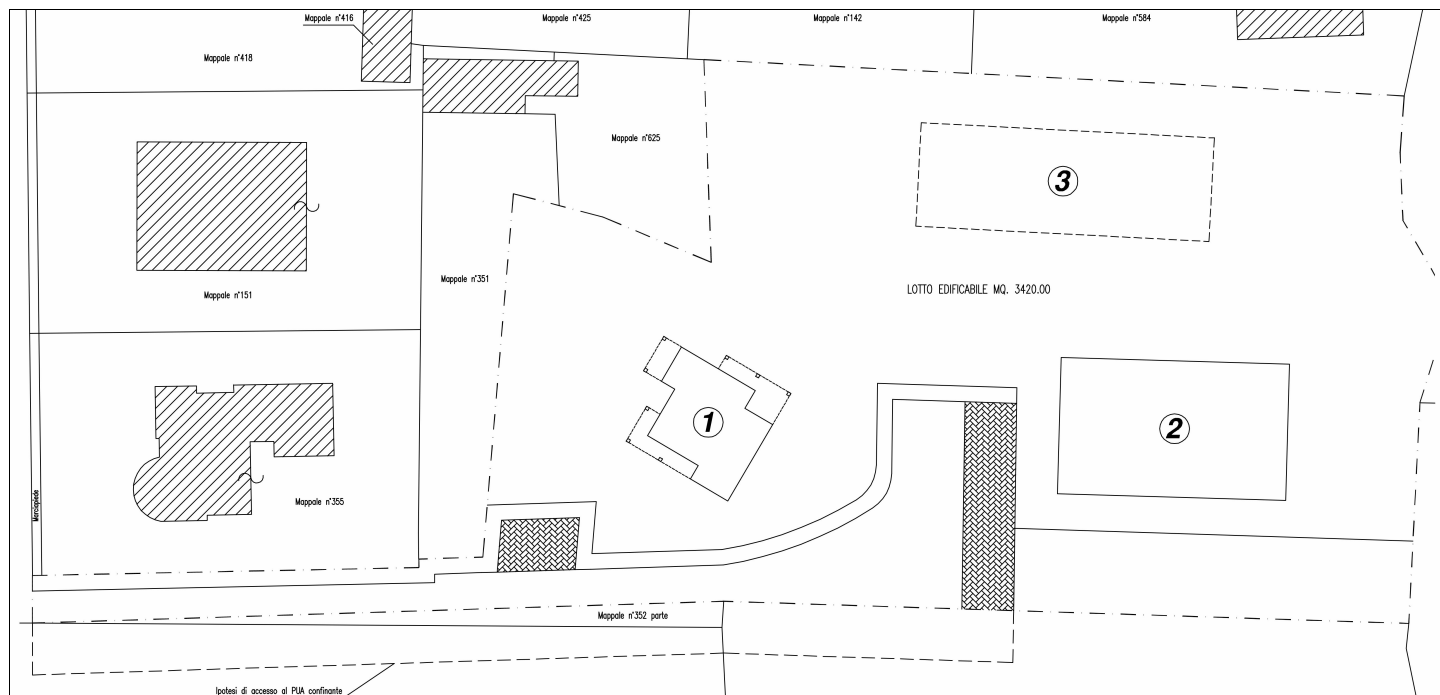
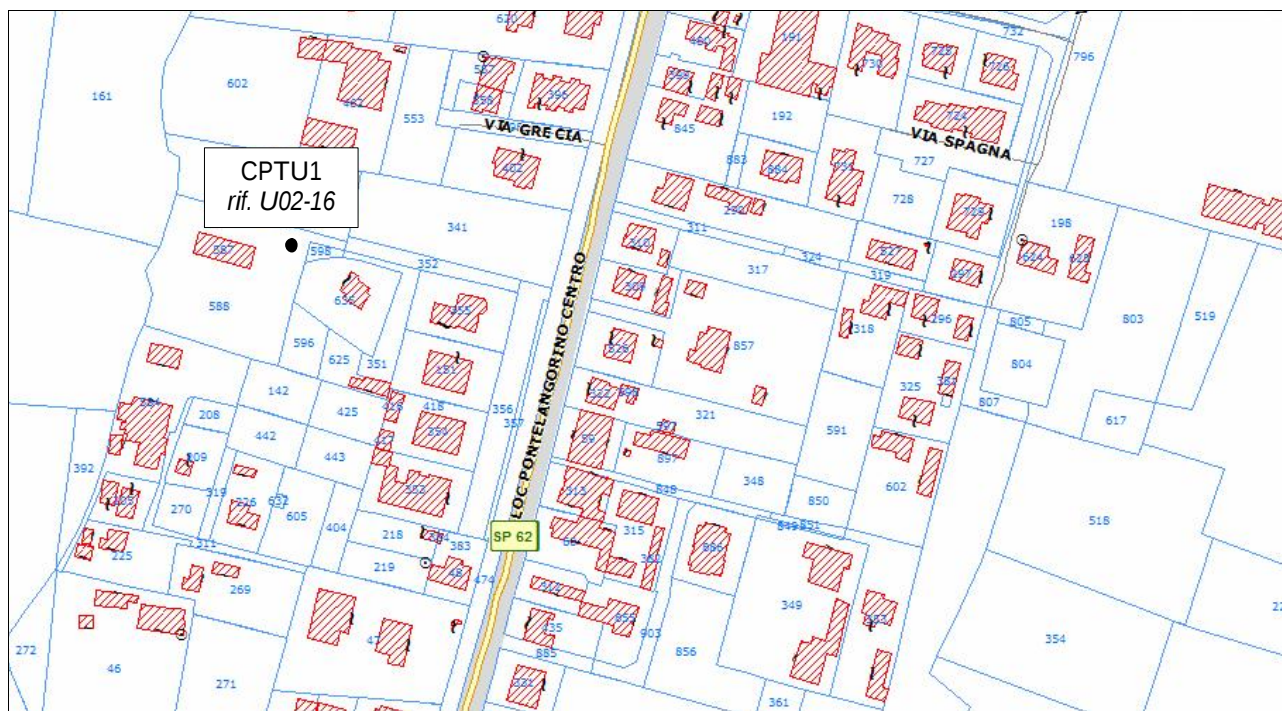


FIGURA 4.1 – Stralcio catastale con ubicazione della prova penetrometrica CPTU1 – Planimetria di progetto

Gli spessori di terreno sotto le fondazioni da prendere in particolare considerazione sono ricavati dalla formula di Meyerhof (1953):

$$H = 0,5 B \operatorname{tg} (45^\circ + \varphi/2)$$

dove H è la profondità a cui si spinge il cuneo di terreno solidale con la fondazione. Inoltre vanno valutate le resistenze alla punta presenti negli spessori di terreno in cui l'incremento di carico Δq è superiore al 20% del carico litostatico esistente (EC-7), per la stima del cosiddetto "volume significativo".

4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

L'esecuzione della prova penetrometrica è avvenuta con un Penetrometro Statico con punta elettrica con piezocono.

Si allegano i diagrammi delle resistenze dal cui confronto si possono evincere le differenze di comportamento dei terreni nei vari strati incontrati; le interpretazioni litologiche, in base alle valutazioni stratigrafiche fornite da Douglas-Olsen (1981), Robertson-Campanella (1983) e Olsen-Farr (1986).

Le caratteristiche geotecniche dei terreni ricavate dai risultati della penetrometria statica sono riportate in tabella parametri geotecnici.

Nelle tabelle viene fatta distinzione fra i terreni di natura coesiva e quelli di natura granulare.

Per i terreni di natura coesiva vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro q_c (MPa), la resistenza laterale F_s (MPa), il peso di volume γ' (kN/m³), la coesione non drenata C_u (kPa), il grado di sovraconsolidazione OCR, dei moduli di deformazione non drenati E_{u50} (MPa) corrispondenti rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50 e 25 %, del modulo di deformazione edometrico M_o (MPa).

Per i terreni di natura granulare vengono riportati, i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro q_c (MPa), la resistenza laterale F_s (MPa), la densità relativa D_r (%), dell'angolo di attrito interno efficace ϕ' (°), i moduli di deformazione drenati E'_{25} (MPa) e del modulo di deformazione edometrico M_o (MPa).

Nella Tabella 4.1 si riportano i parametri geotecnici medi per strati pseudomogenei rilevati con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif U02-16:

Identificativo	U02-15
Emissione	gen-16
Pagina	1 di 2

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Folli Marcello	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	via Centro, Pontelangorino (Fe)	-Data prova	15/01/2016
-Quota p.c.	-0,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	2,30 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	FI _{DM}	FI _{Bottom}	FI _{Schm.}				E'25	M ₀
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa
0,0	3,0	7,06	0,05	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	88	38	34	40	42	43	45	17,77	28,43
3,0	5,6	3,11	0,02	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	31	33	30	32	35	38	40	7,92	12,68
5,6	6,4	0,99	0,03	0,28	AI-La	18,00	51	4	4	3,90	19,32	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,4	8,3	6,91	0,04	0,04	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	35	31	36	38	40	42	18,15	28,98
8,3	8,8	1,21	0,03	0,16	AI-La	18,00	58	4	7	4,27	24,92	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,8	16,6	7,35	0,05	-0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	46	33	30	34	37	39	42	18,58	29,55
16,6	17,9	10,86	0,08	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	56	34	30	36	38	40	42	28,61	40,70
17,9	20,1	1,94	0,05	0,26	AI-La	18,00	83	2	5	5,47	41,95	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,1	21,0	5,36	0,05	0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	32	29	26	31	34	37	40	15,15	24,21
21,0	22,8	1,65	0,04	0,46	AI-La	18,00	77	2	4	5,21	41,89	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,8	23,5	6,16	0,05	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	34	29	27	32	35	37	40	16,72	26,75
23,5	30,0	1,83	0,04	0,45	A	17,50	85	2	4	5,54	47,87	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 4.1 – Stratigrafia geotecnica semplificata

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione della prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con rif. U02-16. Tale quota è stata rilevata in data 115/021/2016 alla profondità di 2,30 m dal p.c..

Il livello freatico potrebbe oscillare rispetto ai valori riscontrati in tal giorno, solo un monitoraggio di un anno idrogeologico permetterebbe di valutare le oscillazioni stagionali di queste quote.

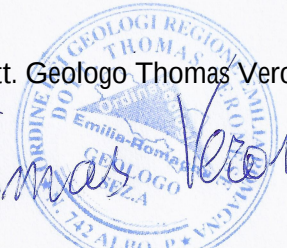
L'area allo studio ricade in una zona di transizione tra un ambiente di fondovalle costituito da materiale fine di bassa energia idrodinamica, spostandoci verso Codigoro, e un importante dosso sabbioso costituito da cordoni di dune subparalleli, caratterizzati da sedimenti granulari prevalenti situato più ad Est spostandoci dunque verso il mare.

Il sito sembra ricadere prevalentemente sul dosso morfologico sabbioso, legato alla formazione dell'antica linea di costa dell'allineamento Pontemaodino, Pontelangorino, Italba e Massenzatica.

Codigoro, lì 22/01/2016

Dott. Geologo Thomas Veronese

Thomas Veronese



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U02-16		CPTU1		
COMMITTENTE: Folli Marcello										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00									
CANTIERE: via Centro, Pontelangorino (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 2,30									
DATA: 15/01/2016										PREFORO (m da p.c.): 0,00									
Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °	Prof. (m)	qc MPa	fs kPa	U kPa	Inc. °
0,02	1,73	6,46	146,68	0,02	1,82	6,53	40,34	75,05	0,02	3,62	2,79	15,44	3,41	0,42	5,42	1,47	77,37	42,49	0,77
0,04	1,83	6,68	125,85	0,02	1,84	6,48	40,34	68,53	0,05	3,64	2,76	15,11	4,23	0,42	5,44	1,73	76,60	70,98	0,78
0,06	2,12	9,13	110,05	0,02	1,86	6,38	41,56	62,84	0,06	3,66	2,76	15,11	4,23	0,42	5,46	1,88	70,26	97,03	0,78
0,08	2,82	11,58	122,26	0,06	1,88	6,28	42,45	59,58	0,03	3,68	2,78	15,11	5,05	0,42	5,48	2,11	64,04	68,53	0,77
0,10	3,62	14,03	134,47	0,10	1,90	6,19	42,56	57,95	0,06	3,70	2,80	15,44	4,23	0,41	5,50	2,17	61,81	61,21	0,77
0,12	4,35	16,58	135,29	0,16	1,92	6,12	41,89	56,33	0,06	3,72	2,80	15,33	5,05	0,43	5,52	2,11	59,70	72,61	0,77
0,14	5,09	18,92	138,54	0,16	1,94	6,05	41,56	55,51	0,06	3,74	2,83	15,33	5,86	0,42	5,54	2,09	49,81	86,45	0,77
0,16	5,97	21,81	142,61	0,13	1,96	6,05	41,44	54,70	0,06	3,76	2,85	15,33	5,86	0,42	5,56	1,86	40,03	94,59	0,78
0,18	6,79	24,36	141,79	0,17	1,98	6,16	41,33	58,77	0,06	3,78	2,85	15,55	6,67	0,43	5,58	1,59	37,70	102,73	0,78
0,20	7,45	26,58	140,17	0,14	2,00	6,30	41,21	62,03	0,07	3,80	2,83	15,33	24,58	0,43	5,60	1,33	35,47	107,61	0,80
0,22	7,94	29,47	136,10	0,11	2,02	6,52	40,88	66,09	0,06	3,82	2,85	14,66	22,14	0,43	5,62	1,10	44,03	119,01	0,78
0,24	8,33	33,92	134,47	0,14	2,04	6,64	40,55	66,91	0,07	3,84	2,87	14,66	22,14	0,46	5,64	0,98	48,03	193,08	0,81
0,26	8,57	38,48	129,59	0,15	2,06	6,76	40,10	66,91	0,08	3,86	2,88	14,77	21,33	0,45	5,66	0,97	44,69	252,50	0,81
0,28	8,65	43,59	122,26	0,14	2,08	6,98	39,55	70,17	0,07	3,88	2,90	15,00	20,51	0,46	5,68	0,98	43,58	279,36	0,82
0,30	8,63	49,04	114,93	0,14	2,10	7,31	38,88	73,42	0,08	3,90	2,93	15,44	21,33	0,46	5,70	1,02	41,24	301,34	0,81
0,32	8,49	54,27	108,42	0,13	2,12	7,39	38,98	70,17	0,06	3,92	2,95	15,44	22,14	0,47	5,72	1,00	36,69	314,37	0,80
0,34	8,34	57,71	102,73	0,12	2,14	7,28	39,43	64,47	0,08	3,94	2,95	15,66	21,33	0,47	5,74	0,98	30,35	308,67	0,82
0,36	8,24	60,61	101,09	0,12	2,16	7,10	40,31	58,77	0,08	3,96	2,97	15,89	22,14	0,47	5,76	0,96	25,69	294,83	0,80
0,38	8,21	62,50	102,73	0,13	2,18	6,81	41,20	53,89	0,10	3,98	2,94	15,66	21,33	0,47	5,78	0,85	18,46	253,31	0,82
0,40	8,26	63,06	107,61	0,14	2,20	6,42	42,42	49,00	0,08	4,00	2,96	15,88	21,33	0,47	5,80	0,96	27,71	319,25	0,82
0,42	8,33	63,06	110,05	0,15	2,22	6,23	43,42	48,19	0,08	4,02	3,00	16,22	23,77	0,50	5,82	0,94	29,37	337,15	0,82
0,44	8,35	62,40	110,05	0,11	2,24	6,27	43,97	50,63	0,10	4,04	3,02	16,11	23,77	0,50	5,84	0,96	29,93	355,88	0,82
0,46	8,41	61,84	111,68	0,14	2,26	6,34	43,19	54,70	0,08	4,06	3,05	16,11	24,58	0,50	5,86	0,98	30,37	377,04	0,82
0,48	8,52	60,95	114,93	0,13	2,28	6,50	41,75	58,77	0,10	4,08	3,08	16,11	25,39	0,50	5,88	1,01	29,93	386,81	0,84
0,50	8,68	59,51	119,01	0,13	2,30	6,78	39,74	66,09	0,07	4,10	3,12	15,88	26,21	0,50	5,90	1,05	29,93	388,44	0,84
0,52	8,83	58,51	119,82	0,14	2,32	6,96	37,85	66,91	0,10	4,12	3,14	15,66	27,02	0,50	5,92	1,05	29,15	378,67	0,84
0,54	9,06	57,29	123,89	0,15	2,34	6,88	37,07	62,84	0,10	4,14	3,17	15,66	28,65	0,50	5,94	1,04	28,15	350,18	0,82
0,56	9,23	56,74	123,07	0,14	2,36	6,87	38,07	62,03	0,10	4,16	3,18	15,54	28,65	0,50	5,96	1,03	28,48	337,97	0,85
0,58	9,22	56,29	114,93	0,14	2,38	7,04	39,29	66,09	0,10	4,18	3,20	15,87	29,47	0,51	5,98	1,01	29,15	347,74	0,84
0,60	8,95	57,40	102,73	0,15	2,40	7,28	39,96	70,17	0,10	4,20	3,23	15,87	31,09	0,50	6,00	0,99	29,48	362,39	0,85
0,62	8,59	59,29	93,77	0,13	2,42	7,57	40,29	72,61	0,11	4,22	3,26	16,21	31,09	0,51	6,02	1,01	28,82	383,55	0,85
0,64	8,33	61,29	89,70	0,14	2,44	7,74	40,18	70,98	0,11	4,24	3,28	16,10	32,72	0,50	6,04	1,05	28,71	404,72	0,84
0,66	8,07	62,62	88,07	0,14	2,46	7,69	40,18	66,91	0,11	4,26	3,29	16,21	33,53	0,52	6,06	1,08	28,48	423,44	0,85
0,68	7,82	63,73	84,81	0,14	2,48	7,64	40,84	65,28	0,14	4,28	3,29	16,54	34,35	0,52	6,08	1,06	27,26	372,16	0,85
0,70	7,61	64,40	83,19	0,13	2,50	7,80	42,06	69,35	0,14	4,30	3,26	16,87	35,16	0,55	6,10	1,01	25,93	324,13	0,85
0,72	7,58	63,40	88,89	0,13	2,52	8,09	42,61	75,05	0,14	4,32	3,24	16,87	34,35	0,54	6,12	0,96	25,71	266,34	0,85
0,74	7,74	60,62	99,47	0,13	2,54	8,33	42,72	75,86	0,14	4,34	3,23	17,09	34,35	0,54	6,14	0,91	27,15	267,97	0,85
0,76	8,01	57,95	107,61	0,14	2,56	8,54	42,94	77,49	0,14	4,36	3,22	17,31	35,97	0,56	6,16	0,87	27,59	300,53	0,86
0,78	8,33	55,84	111,68	0,13	2,58	8,62	43,06	75,05	0,14	4,38	3,22	17,42	36,79	0,55	6,18	0,87	26,26	319,25	0,86
0,80	7,90	48,43	101,91	0,16	2,60	8,59	43,61	71,79	0,14	4,40	3,22	17,53	37,61	0,56	6,20	0,87	25,04	325,76	0,84
0,82	8,29	44,54	88,89	0,16	2,62	8,56	44,94	71,79	0,15	4,42	3,23	17,42	39,23	0,55	6,22	0,86	24,82	330,65	0,86
0,84	8,36	45,09	85,63	0,16	2,64	8,52	46,71	70,17	0,16	4,44	3,28	17,53	40,05	0,58	6,24	0,85	23,93	331,46	0,86
0,86	8,57	46,32	89,70	0,16	2,66	8,51	47,49	70,98	0,17	4,46	3,31	17,86	41,67	0,54	6,26	0,82	22,15	326,57	0,87
0,88	8,81	48,21	92,14	0,18	2,68	8,45	48,26	70,17	0,17	4,48	3,36	17,75	43,30	0,58	6,28	0,81	19,59	329,01	0,86
0,90	8,84	50,32	90,51	0,15	2,70	8,31	48,48	67,72	0,16	4,50	3,41	17,86	44,11	0,58	6,30	0,81	19,04	329,01	0,86
0,92	8,83	52,87	88,07	0,15	2,72	8,04	48,26	61,21	0,17	4,52	3,48	18,08	45,75	0,58	6,32	0,82	18,48	325,76	0,86
0,94	8,88	53,76	89,70	0,15	2,74	7,61	47,93	54,70	0,17	4,54	3,54	18,08	47,37	0,58	6,34	0,82	18,26	333,90	0,86
0,96	9,07	54,32	94,59	0,15	2,76	6,89	47,48	44,93	0,19	4,56	3,58	18,30	47,37	0,58	6,36	0,96	17,04	342,04	0,87
0,98	9,31	54,53	98,65	0,15	2,78	6,12	47,03	37,61	0,19	4,58,									

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U02-16		CPTU1		
COMMITTENTE: Folli Marcello										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00									
CANTIERE: via Centro, Pontelangorino (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 2,30									
DATA: 15/01/2016										PREFORO (m da p.c.): 0,00									
Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
9,02	6,99	43,70	22,14	1,22	10,82	8,71	39,31	49,81	1,54	12,62	4,27	40,10	17,25	1,76	14,42	7,99	50,49	54,70	1,90
9,04	6,90	36,47	17,25	1,22	10,84	8,43	38,65	50,63	1,55	12,64	4,68	43,10	9,93	1,80	14,44	8,93	42,94	75,86	1,88
9,06	6,46	30,70	12,37	1,22	10,86	8,68	42,98	62,03	1,53	12,66	5,57	51,77	6,67	1,78	14,46	9,83	42,83	93,77	1,88
9,08	5,92	31,36	12,37	1,24	10,88	9,11	43,76	79,12	1,58	12,68	6,27	56,99	3,41	1,78	14,48	10,04	46,71	85,63	1,88
9,10	5,37	34,59	11,55	1,24	10,90	9,48	46,64	90,51	1,59	12,70	6,65	55,88	1,79	1,79	14,50	9,60	50,39	57,95	1,88
9,12	4,86	38,81	13,19	1,26	10,92	9,42	55,20	68,53	1,59	12,72	7,00	52,99	0,16	1,80	14,52	8,70	51,61	35,97	1,88
9,14	4,78	43,47	25,39	1,26	10,94	9,38	60,09	59,58	1,61	12,74	7,01	45,99	-1,47	1,80	14,54	7,94	52,60	26,21	1,90
9,16	5,34	50,36	46,56	1,26	10,96	9,26	52,75	52,25	1,60	12,76	6,68	36,21	-0,65	1,76	14,56	7,67	40,60	39,23	1,89
9,18	6,87	52,36	75,86	1,29	10,98	8,94	45,98	48,19	1,61	12,78	6,05	29,57	88,07	1,78	14,58	7,81	39,94	57,95	1,91
9,20	8,31	50,13	79,93	1,29	11,00	8,68	47,20	53,07	1,60	12,80	5,40	28,46	71,79	1,78	14,60	7,99	45,39	44,11	1,92
9,22	8,86	46,80	55,51	1,26	11,02	8,66	48,31	53,07	1,57	12,82	4,74	28,79	63,65	1,78	14,62	8,13	54,05	40,05	1,92
9,24	8,90	43,58	57,95	1,26	11,04	8,36	48,42	44,93	1,58	12,84	4,34	32,35	62,03	1,76	14,64	8,05	63,17	33,53	1,93
9,26	8,96	39,58	67,72	1,27	11,06	8,01	47,08	42,49	1,58	12,86	4,20	34,91	64,47	1,74	14,66	7,49	61,83	20,51	1,92
9,28	8,89	40,80	75,05	1,27	11,08	7,89	50,31	51,44	1,59	12,88	4,23	35,80	70,98	1,76	14,68	6,64	56,50	10,74	1,94
9,30	8,77	42,79	79,93	1,29	11,10	7,83	54,42	58,77	1,59	12,90	4,63	35,46	86,45	1,74	14,70	6,23	40,28	19,69	1,96
9,32	8,54	44,79	79,12	1,27	11,12	7,74	52,75	62,84	1,58	12,92	5,34	34,91	98,65	1,74	14,72	6,40	34,16	35,97	1,99
9,34	8,33	48,57	81,56	1,27	11,14	7,66	49,19	67,72	1,58	12,94	6,23	36,91	107,61	1,75	14,74	7,17	39,83	50,63	1,99
9,36	8,26	52,46	86,45	1,29	11,16	7,73	50,19	75,05	1,57	12,96	6,74	42,01	101,09	1,75	14,76	7,68	47,98	108,42	2,00
9,38	8,40	53,68	92,95	1,30	11,18	8,13	52,30	82,37	1,59	12,98	6,91	42,90	94,59	1,76	14,78	8,50	54,76	42,49	2,00
9,40	8,57	52,45	99,47	1,29	11,20	8,53	54,52	84,81	1,59	13,00	7,01	42,34	98,65	1,76	14,80	9,16	62,99	43,30	2,00
9,42	8,57	50,56	105,17	1,30	11,22	8,75	50,17	84,00	1,59	13,02	7,03	44,01	104,35	1,74	14,82	9,80	63,43	54,70	2,01
9,44	8,69	49,12	114,93	1,29	11,24	8,83	44,95	84,81	1,58	13,04	7,19	46,91	110,05	1,74	14,84	10,48	55,88	71,79	2,00
9,46	8,95	47,45	129,59	1,29	11,26	8,71	42,95	82,37	1,58	13,06	7,84	50,13	127,15	1,74	14,86	11,06	47,65	85,63	2,02
9,48	9,20	46,78	140,98	1,30	11,28	8,42	44,06	71,79	1,59	13,08	8,85	53,35	139,35	1,74	14,88	11,41	43,76	93,77	1,99
9,50	9,31	46,67	140,17	1,30	11,30	8,06	44,39	62,84	1,60	13,10	9,48	56,35	75,05	1,74	14,90	11,77	39,09	106,79	2,00
9,52	9,36	47,33	145,05	1,30	11,32	7,67	46,83	58,77	1,59	13,12	9,83	58,23	44,11	1,74	14,92	12,15	39,54	127,96	2,00
9,54	9,49	48,55	151,57	1,30	11,34	7,32	49,28	55,51	1,59	13,14	10,25	58,45	35,97	1,73	14,94	12,25	40,42	143,43	2,02
9,56	9,56	50,21	152,38	1,30	11,36	6,93	52,05	53,07	1,59	13,16	9,98	54,45	29,47	1,73	14,96	11,79	43,65	119,82	2,01
9,58	9,54	51,66	146,68	1,30	11,38	6,58	55,05	53,07	1,59	13,18	9,40	50,56	31,09	1,74	14,98	10,82	47,98	83,19	2,02
9,60	9,50	53,54	145,05	1,31	11,40	6,43	56,83	59,58	1,56	13,20	9,26	50,89	45,75	1,73	15,00	9,80	52,31	68,53	2,02
9,62	9,53	54,87	147,49	1,30	11,42	6,73	55,94	76,67	1,58	13,22	9,25	50,89	57,95	1,74	15,02	9,00	57,64	67,72	2,02
9,64	9,47	55,31	145,87	1,33	11,44	7,40	54,05	93,77	1,59	13,24	9,36	52,33	66,09	1,74	15,04	8,65	63,42	81,56	2,02
9,66	9,20	55,98	132,84	1,30	11,46	8,29	54,05	98,65	1,57	13,26	9,35	56,00	60,39	1,75	15,06	9,09	68,31	113,31	2,02
9,68	8,66	57,31	114,12	1,31	11,48	8,82	57,16	99,47	1,59	13,28	9,16	57,55	52,25	1,74	15,08	10,24	71,86	159,71	2,02
9,70	8,17	58,42	104,35	1,31	11,50	9,39	54,71	108,42	1,59	13,30	8,96	56,00	55,51	1,74	15,10	11,95	73,53	254,94	2,02
9,72	7,97	58,41	110,87	1,31	11,52	9,70	50,83	114,12	1,59	13,32	9,02	53,88	63,65	1,74	15,12	12,69	81,85	100,28	2,02
9,74	8,15	57,19	131,21	1,30	11,54	9,72	38,49	119,01	1,60	13,34	9,16	51,66	72,61	1,74	15,14	12,72	84,07	88,89	2,02
9,76	8,56	55,19	155,63	1,31	11,56	9,63	38,49	114,93	1,60	13,36	9,25	49,77	80,75	1,75	15,16	12,19	74,85	69,35	2,02
9,78	8,76	46,65	112,49	1,35	11,58	9,63	43,49	120,63	1,59	13,38	9,47	49,10	87,26	1,76	15,18	11,05	57,73	52,25	2,02
9,80	8,83	42,88	105,98	1,34	11,60	9,81	50,49	138,54	1,61	13,40	9,77	49,66	97,03	1,75	15,20	10,20	49,51	55,51	2,02
9,82	8,83	42,32	104,35	1,34	11,62	10,17	58,71	171,10	1,61	13,42	10,12	50,77	108,42	1,74	15,22	9,77	48,95	68,53	2,02
9,84	8,89	43,43	109,23	1,34	11,64	10,66	66,04	210,99	1,61	13,44	10,33	51,76	118,19	1,76	15,24	9,36	51,73	73,42	2,04
9,86	8,86	45,99	111,68	1,34	11,66	11,10	70,93	234,59	1,62	13,46	10,58	53,65	136,10	1,75	15,26	8,83	57,17	72,61	2,05
9,88	8,80	48,65	110,87	1,34	11,68	11,02	74,04	206,10	1,64	13,48	10,96	54,75	158,89	1,76	15,28	8,40	62,39	78,31	2,02
9,90	8,83	51,65	116,56	1,35	11,70	10,62	75,04	160,52	1,61	13,50	11,21	57,75	169,47	1,76	15,30	8,14	62,61	85,63	2,02
9,92	8,96	53,87	126,33	1,36	11,72	10,39	76,70	150,75	1,62	13,52	10,85	60,97	149,12	1,76	15,32	7,98	58,39	92,95	2,04
9,94	9,01	54,87	129,59	1,38	11,74	10,29	78,15	154,01	1,66	13,54	1								

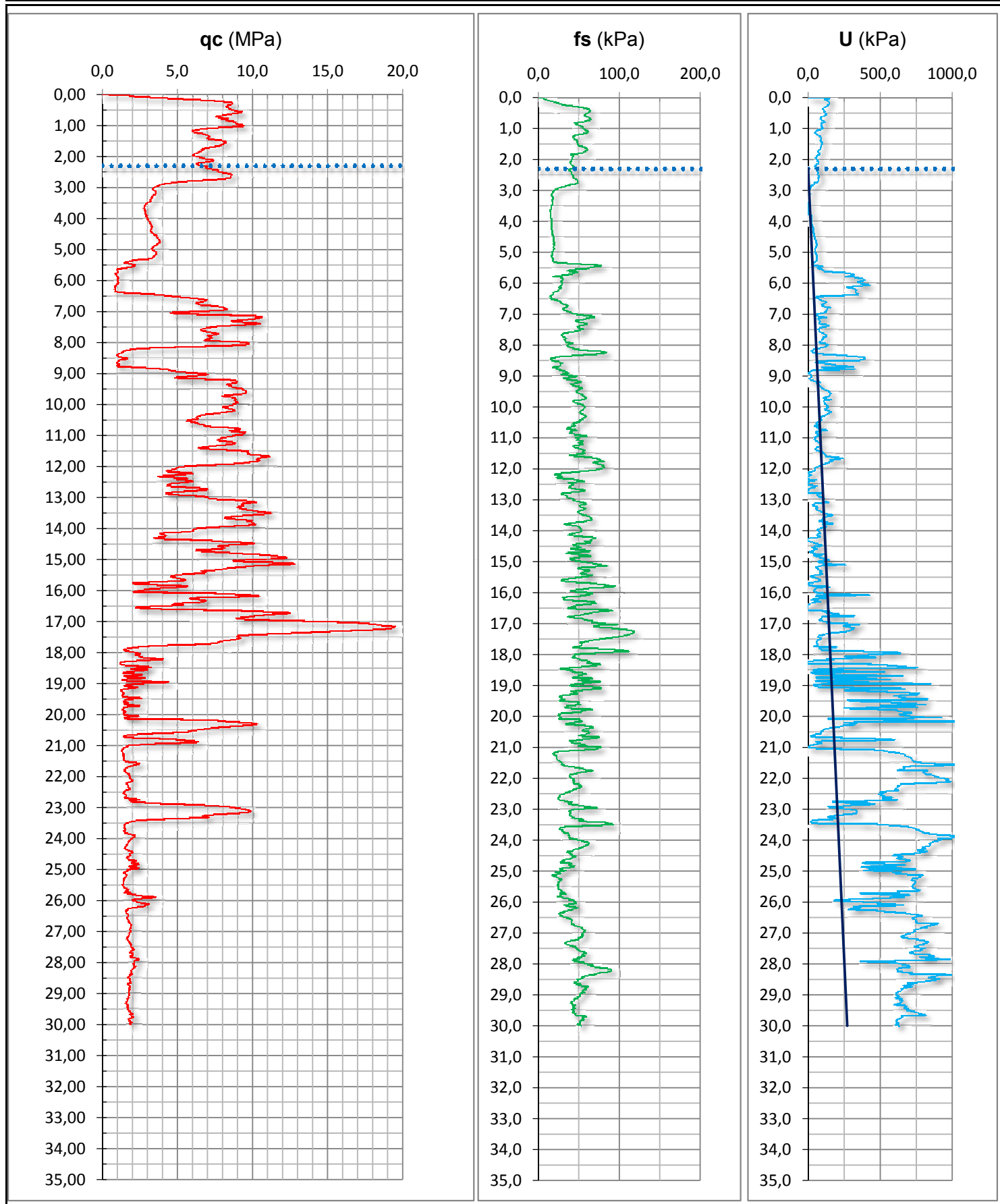
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																				RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA																				U02-16		CPTU1		
COMMITTENTE: Folli Marcello										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00														
CANTIERE: via Centro, Pontelangorino (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 2,30														
DATA: 15/01/2016										PREFORO (m da p.c.): 0,00														
Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.	Prof.	qc	fs	U	Inc.
(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°	(m)	MPa	kPa	kPa	°
18,02	2,40	42,92	391,69	2,54	19,82	1,44	53,64	607,41	2,61	21,62	2,27	36,36	699,39	2,42	23,42	2,35	75,62	16,44	2,61	25,22	1,59	23,51	760,43	2,78
18,04	2,52	43,92	333,90	2,55	19,84	1,37	52,08	627,75	2,59	21,64	2,08	42,92	658,69	2,42	23,44	2,05	85,17	24,58	2,62	25,24	1,55	24,18	723,81	2,79
18,06	2,35	45,37	255,75	2,57	19,86	1,39	53,08	653,80	2,61	21,66	1,93	47,47	672,53	2,41	23,46	1,90	86,62	66,09	2,62	25,26	1,51	26,85	716,48	2,80
18,08	2,18	42,93	257,39	2,55	19,88	1,51	46,64	704,27	2,61	21,68	1,77	52,69	667,64	2,41	23,48	1,80	89,73	452,75	2,62	25,28	1,47	28,18	714,04	2,81
18,10	2,39	41,82	462,51	2,54	19,90	1,53	32,53	711,59	2,61	21,70	1,67	55,14	656,25	2,41	23,50	1,65	91,95	526,82	2,61	25,30	1,43	27,07	713,23	2,78
18,12	2,48	47,60	369,71	2,54	19,92	1,55	25,19	657,06	2,59	21,72	1,61	56,47	633,45	2,41	23,52	1,53	77,27	556,93	2,61	25,32	1,43	27,18	731,13	2,81
18,14	2,51	49,60	128,77	2,54	19,94	1,41	27,53	626,13	2,61	21,74	1,53	57,36	621,24	2,41	23,54	1,50	60,16	623,69	2,62	25,34	1,42	25,96	741,71	2,79
18,16	2,70	50,93	177,61	2,55	19,96	1,40	25,75	655,43	2,59	21,76	1,51	65,94	825,55	2,42	23,56	1,45	39,49	675,78	2,64	25,36	1,43	24,85	743,34	2,80
18,18	3,35	51,93	151,57	2,54	19,98	1,40	24,08	679,03	2,59	21,78	1,50	60,71	810,09	2,43	23,58	1,47	29,05	699,39	2,62	25,38	1,43	24,18	740,90	2,80
18,20	3,99	59,49	51,44	2,54	20,00	1,43	25,63	706,71	2,61	21,80	1,50	54,72	797,88	2,42	23,60	1,48	27,16	718,92	2,63	25,40	1,42	24,40	736,83	2,80
18,22	4,00	61,27	13,19	2,55	20,02	1,49	26,30	740,09	2,59	21,82	1,50	49,72	794,63	2,42	23,62	1,48	26,60	731,13	2,66	25,42	1,41	24,63	726,25	2,80
18,24	3,37	63,27	-1,47	2,53	20,04	2,06	27,97	920,79	2,61	21,84	1,51	47,38	801,13	2,42	23,64	1,44	26,27	743,34	2,67	25,44	1,41	24,07	726,25	2,80
18,26	2,62	59,94	-12,05	2,52	20,06	2,37	26,41	588,68	2,58	21,86	1,54	44,49	810,91	2,41	23,66	1,44	27,82	744,97	2,66	25,46	1,41	23,85	721,37	2,82
18,28	2,00	59,72	-17,75	2,53	20,08	2,00	25,08	134,47	2,57	21,88	1,58	41,38	828,00	2,41	23,68	1,50	30,04	759,62	2,66	25,48	1,40	24,18	723,81	2,81
18,30	1,48	68,50	14,00	2,52	20,10	1,51	50,97	499,95	2,62	21,90	1,65	39,16	857,30	2,41	23,70	1,51	29,93	766,13	2,66	25,50	1,37	24,18	718,92	2,80
18,32	1,21	76,07	441,35	2,54	20,12	1,49	49,08	588,68	2,62	21,92	1,71	38,05	865,44	2,42	23,72	1,53	31,26	778,35	2,64	25,52	1,37	24,74	720,55	2,82
18,34	1,19	74,29	517,87	2,54	20,14	1,64	49,31	682,29	2,59	21,94	1,74	38,83	878,47	2,41	23,74	1,41	30,26	792,18	2,70	25,54	1,40	24,51	726,25	2,81
18,36	1,20	66,74	582,99	2,53	20,16	4,41	52,98	1231,74	2,61	21,96	1,76	38,83	892,31	2,41	23,76	1,41	31,82	790,55	2,72	25,56	1,42	23,96	733,57	2,81
18,38	1,20	62,63	614,73	2,54	20,18	7,39	49,97	457,63	2,62	21,98	1,80	39,60	905,33	2,40	23,78	1,47	35,82	824,74	2,72	25,58	1,46	25,29	742,53	2,81
18,40	1,24	55,96	648,11	2,54	20,20	7,84	40,86	249,25	2,58	22,00	1,82	41,27	931,37	2,39	23,80	1,51	36,82	838,58	2,72	25,60	1,52	25,63	749,04	2,82
18,42	1,62	44,96	755,55	2,54	20,22	7,98	37,08	285,87	2,54	22,02	1,85	42,83	959,87	2,41	23,82	1,52	37,26	871,14	2,73	25,62	1,60	27,63	771,02	2,81
18,44	2,37	34,30	737,65	2,54	20,24	8,59	33,31	335,53	2,52	22,04	1,82	44,05	966,38	2,41	23,84	1,62	37,37	926,49	2,71	25,64	1,67	27,85	761,25	2,82
18,46	3,01	26,52	204,47	2,54	20,26	9,35	33,97	302,15	2,50	22,06	1,82	43,72	968,01	2,40	23,86	1,80	37,93	1012,77	2,71	25,66	1,72	28,85	618,80	2,83
18,48	3,21	32,41	77,49	2,54	20,28	9,95	45,53	313,55	2,50	22,08	1,87	43,05	952,54	2,41	23,88	2,03	38,71	1078,71	2,72	25,68	1,63	30,74	614,73	2,83
18,50	2,79	38,74	47,37	2,54	20,30	10,24	55,30	243,55	2,50	22,10	1,93	44,27	984,29	2,40	23,90	2,12	38,82	1083,59	2,72	25,70	1,51	26,07	627,75	2,82
18,52	2,09	42,42	35,16	2,54	20,32	10,22	62,75	239,47	2,48	22,12	1,98	44,16	981,85	2,40	23,92	2,11	37,59	1024,99	2,73	25,72	1,82	33,32	357,51	2,80
18,54	1,89	39,42	233,78	2,54	20,34	9,82	67,41	208,55	2,48	22,14	1,98	42,94	922,42	2,40	23,94	2,09	38,71	972,07	2,73	25,74	1,54	30,09	425,07	2,82
18,56	2,94	45,42	526,01	2,55	20,36	9,30	66,41	178,43	2,46	22,16	1,88	42,27	797,88	2,39	23,96	2,06	40,82	894,75	2,73	25,76	1,47	26,99	548,79	2,80
18,58	2,75	43,97	19,69	2,54	20,38	8,75	63,41	153,19	2,46	22,18	1,81	43,49	695,31	2,41	23,98	2,00	45,26	920,79	2,73	25,78	1,68	27,21	696,95	2,79
18,60	2,25	54,09	59,58	2,55	20,40	8,27	59,74	136,10	2,44	22,20	1,68	48,94	642,41	2,39	24,00	1,96	48,93	914,28	2,73	25,80	1,99	27,21	667,64	2,79
18,62	1,79	57,31	29,47	2,54	20,42	7,71	56,18	115,75	2,43	22,22	1,59	51,38	637,52	2,39	24,02	1,91	52,37	902,07	2,73	25,82	2,12	23,54	587,05	2,78
18,64	1,45	58,76	68,53	2,54	20,44	7,27	54,74	105,98	2,43	22,24	1,59	49,38	635,89	2,39	24,04	1,88	55,15	870,33	2,73	25,84	2,30	30,21	664,39	2,79
18,66	1,36	53,20	180,87	2,55	20,46	6,92	54,51	103,54	2,41	22,26	1,63	50,16	618,80	2,39	24,06	1,81	59,37	858,11	2,74	25,86	2,75	29,54	564,26	2,79
18,68	1,49	48,65	385,99	2,55	20,48	6,62	56,95	105,17	2,44	22,28	1,64	52,27	620,43	2,40	24,08	1,79	61,37	854,05	2,74	25,88	3,37	34,99	496,70	2,78
18,70	2,38	49,65	650,55	2,54	20,50	6,29	61,62	89,70	2,44	22,30	1,69	51,05	617,17	2,38	24,10	1,75	62,26	843,47	2,75	25,90	3,47	38,65	419,37	2,78
18,72	2,62	47,77	231,33	2,55	20,52	6,04	62,62	86,45	2,45	22,32	1,71	50,16	607,41	2,40	24,12	1,71	61,48	837,77	2,73	25,92	3,19	36,88	280,99	2,80
18,74	2,19	41,88	54,70	2,57	20,54	5,83	61,40	87,26	2,46	22,34	1,75	47,82	613,10	2,38	24,14	1,70	60,82	844,28	2,76	25,94	2,58	40,88	192,27	2,80
18,76	1,48	66,74	582,99	2,54	20,56	5,67	59,06	83,19	2,45	22,36	1,76	44,16	603,33	2,39	24,16	1,68	59,37	843,47						

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U02-16	CPTU1

COMMITTENTE: Folli Marcello
 CANTIERE: via Centro, Pontelagorino (Fe)
 DATA: 15/01/2016

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 30,00
 PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 2,30
 PREFORO (m da p.c.): 0,00



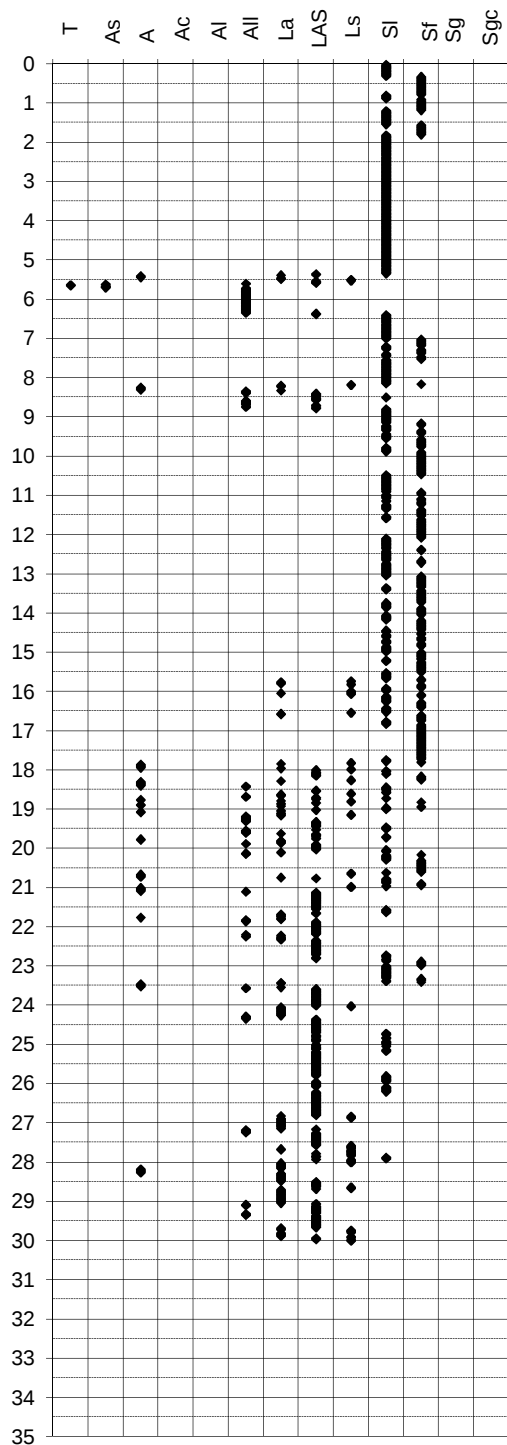
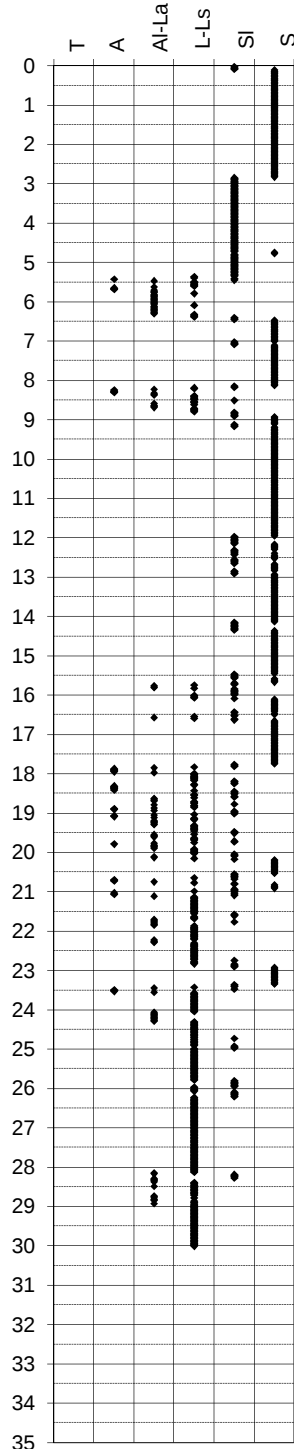
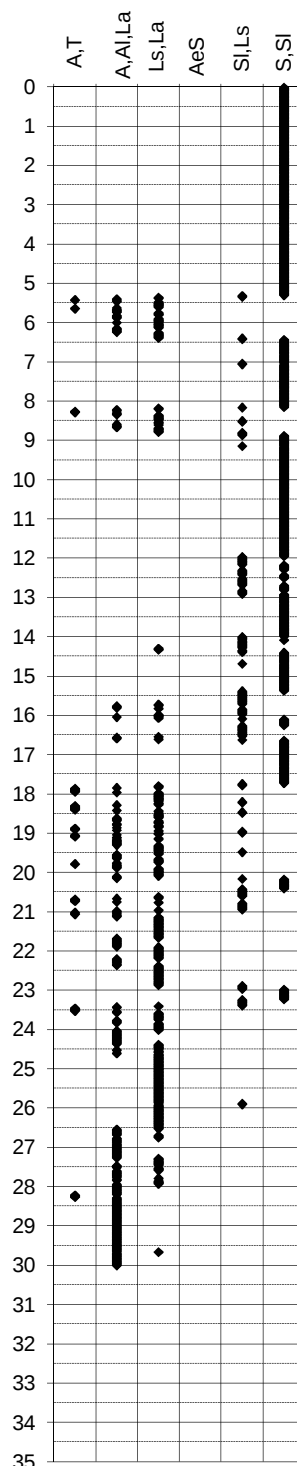
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U02-15
Emissione	gen-16
Pagina	1 di 2

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Folli Marcello**
 -Cantiere **via Centro, Pontelagorino (Fe)**
 -Quota p.c. -0,50 m s.l.m.
 -Livello di falda 2,30 m da p.c.
 -Attrezzatura Punta elettrica con piezocono

-Prova n° **CPTU1**
 -Data prova **15/01/2016**
 -Prof. preforo m
 -Prof. finale **30,00** m

Douglas-Olsen (1981)**Robertson-Campanella(1983)****Olsen-Farr (1986)**

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U02-15
Emissione	gen-16
Pagina	1 di 2

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Folli Marcello	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	via Centro, Pontelagorino (Fe)	-Data prova	15/01/2016
-Quota p.c.	-0,50 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	2,30 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI									
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	FI' _{DM}	FI' _{Bottom}	FI'Schm.				E'25	M ₀	
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa	
0,0	3,0	7,06	0,05	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	88	38	34	40	42	43	45	17,77	28,43	
3,0	5,6	3,11	0,02	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	31	33	30	32	35	38	40	7,92	12,68	
5,6	6,4	0,99	0,03	0,28	Al-La	18,00	51	4	4	3,90	19,32	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6,4	8,3	6,91	0,04	0,04	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	35	31	36	38	40	42	18,15	28,98	
8,3	8,8	1,21	0,03	0,16	Al-La	18,00	58	4	7	4,27	24,92	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8,8	16,6	7,35	0,05	-0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	46	33	30	34	37	39	42	18,58	29,55	
16,6	17,9	10,86	0,08	0,01	S	20,00	-	-	-	-	-	-	56	34	30	36	38	40	42	28,61	40,70	
17,9	20,1	1,94	0,05	0,26	Al-La	18,00	83	2	5	5,47	41,95	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20,1	21,0	5,36	0,05	0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	32	29	26	31	34	37	40	15,15	24,21	
21,0	22,8	1,65	0,04	0,46	Al-La	18,00	77	2	4	5,21	41,89	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22,8	23,5	6,16	0,05	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	34	29	27	32	35	37	40	16,72	26,75	
23,5	30,0	1,83	0,04	0,45	A	17,50	85	2	4	5,54	47,87	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	