



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

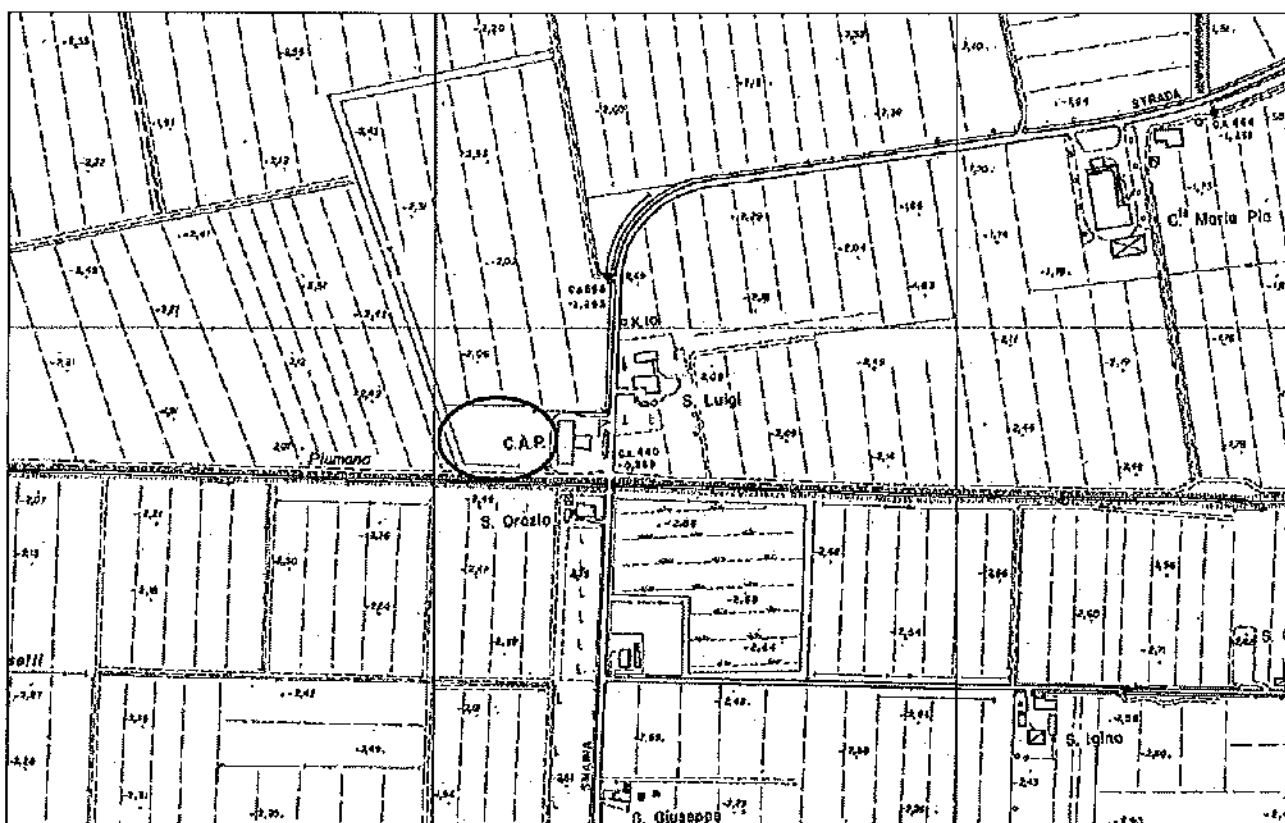
E-mail: thomas.veronese@tin.it

MODELLAZIONE GEOLOGICA, SISMICA e GEOTECNICA SULLE INDAGINI

COMUNE DI COPPARO

Loc. San'Apollinare

Progetto per la realizzazione di un nuovo magazzino agricolo in via Seminato a Sant'Apollinare (Fe); riferimenti catastali foglio 29 mappale 16 e 17 del comune di Copparo (Fe)



Committente: **Az. Agr. Bellettato Michele**

Sede in: via 2 Febbraio n.16/b
44033 Berra (Fe)

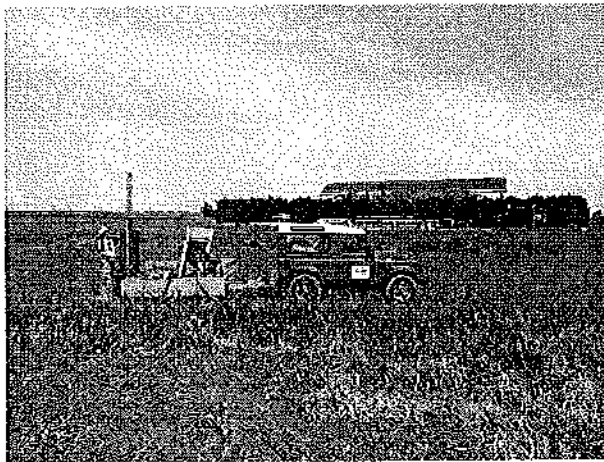
Studio S.S.T. – Settore Geologia e Ambiente

Geotecnica; Studio terreni di fondazione; Geomeccanica; Stabilità dei versanti; Idrogeologia; Rilevamento geologico; Rilievi topografici; 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.

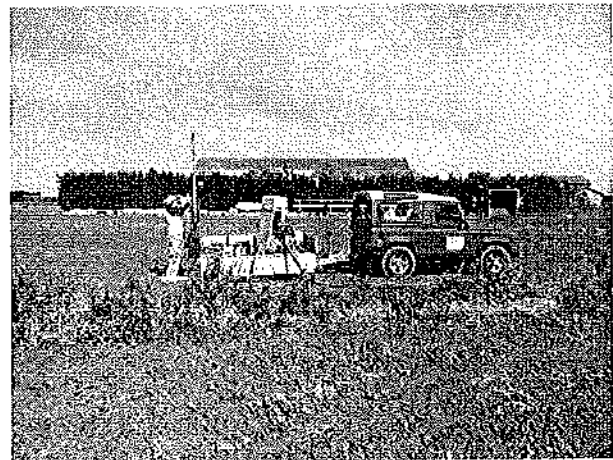


INDICE:

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.....	9
2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	10
3. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI	12
3.1. DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA.....	12
<i>Categoria di suolo di fondazione</i>	12
<i>Azioni Sismiche "D.M. 14 gennaio 2008"</i>	17
<i>Magnitudo di progetto</i>	20
3.2. VERIFICA DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE.....	21
3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI TERRENI GRANULARI.....	24
4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI	25
4.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.....	26
5. DIMENSIONAMENTO PACCHETTO STRADALE PER PIAZZALE	28



CPTU1



CPTU2

Fase di esecuzione delle indagini

1. PREMESSA

Su incarico della Az. Agr. Bellettato Michele, con sede in via 2 Febbraio n.16/b a Berra (Fe), si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica, sismica e geotecnica sulle indagini per il progetto di *"realizzazione di un nuovo magazzino agricolo"* sito in via Seminiato a Sant'Apollinare (Fe); riferimenti catastali foglio 29 mappale 16 e 17 del comune di Copparo (Fe).

In FIGURA 1.1 si riporta l'ubicazione dell'area di intervento.

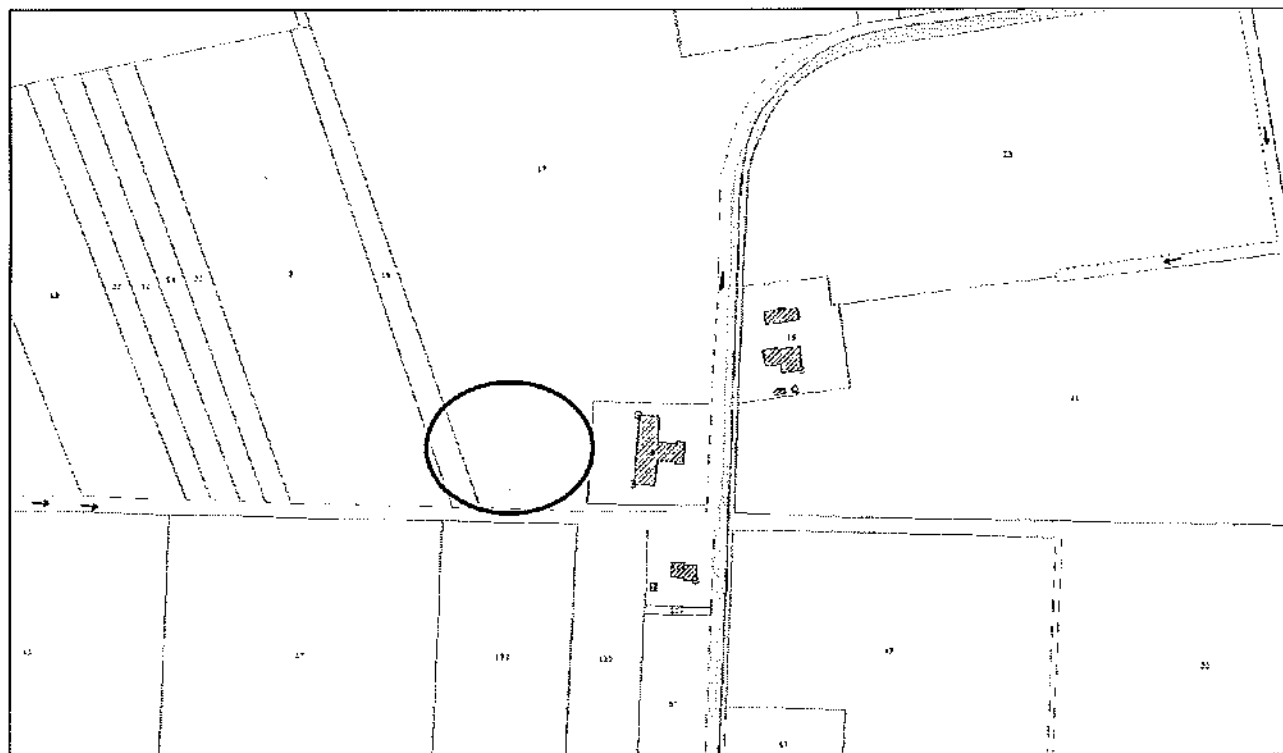
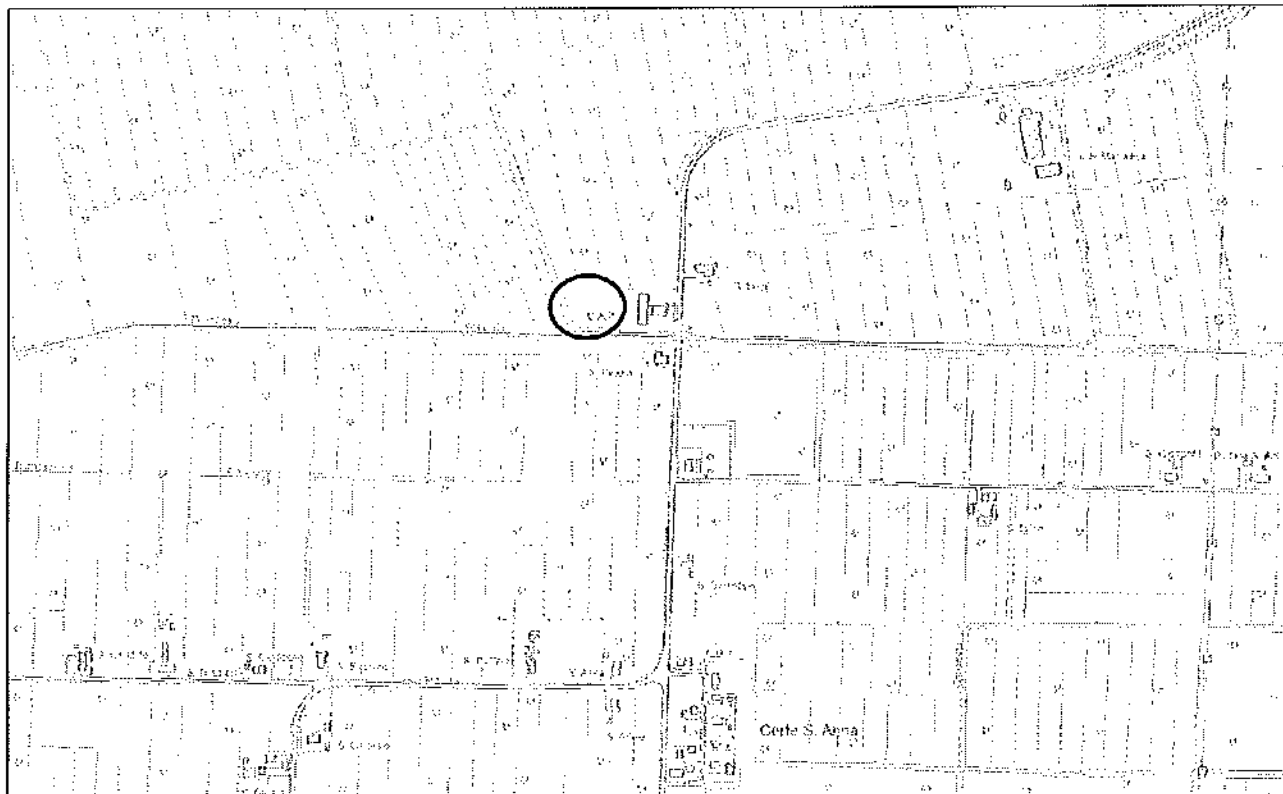


FIGURA 1.1 – Ubicazione area di intervento

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.

- 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.

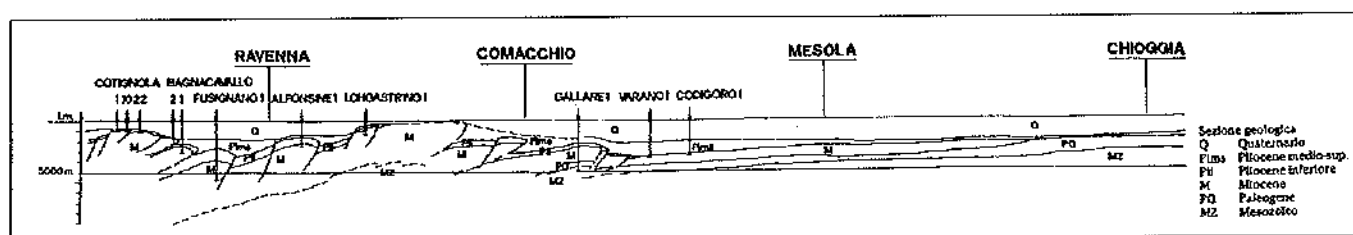


FIGURA 2.1 - Sezione geologica della bassa pianura padana.

Nella FIGURA 2.2 viene riportata la 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 il comune di Copparo è stato inserito nella OPCM 3274/2003.

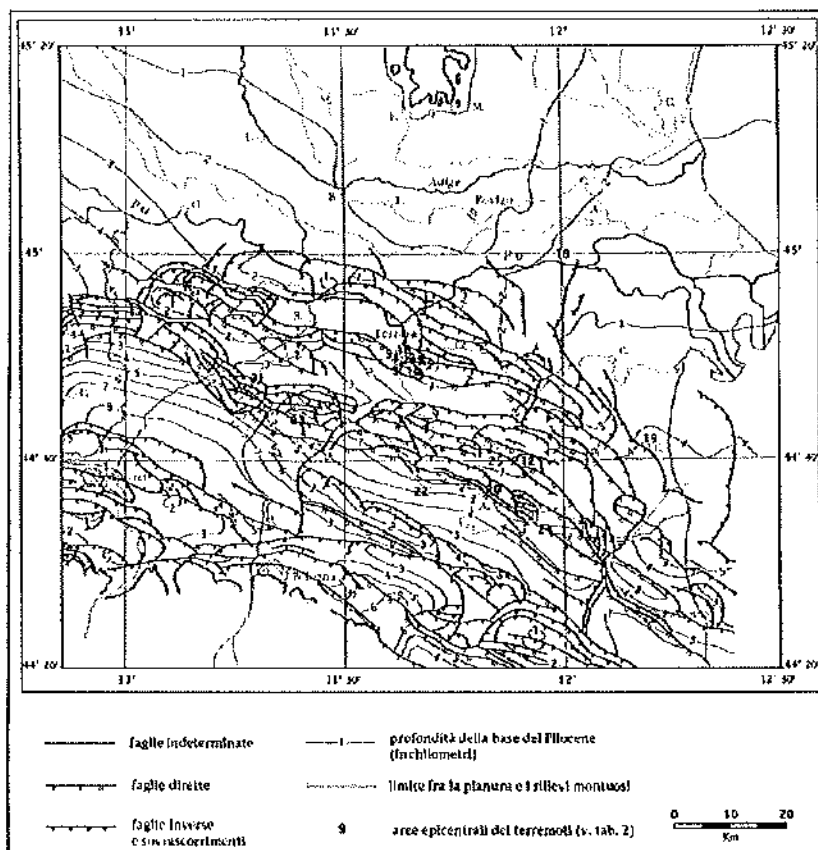


FIGURA 2.2 – Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

Si fa inoltre presente che il territorio comunale di Copparo ricade al di fuori della zona sismogenetica 912 (FIGURA 2.3), l'area in esame ricade dunque al di fuori della Dorsale Ferrarese, e dunque non è sede epicentrale di eventi sismici.

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di $M = 6,4$.

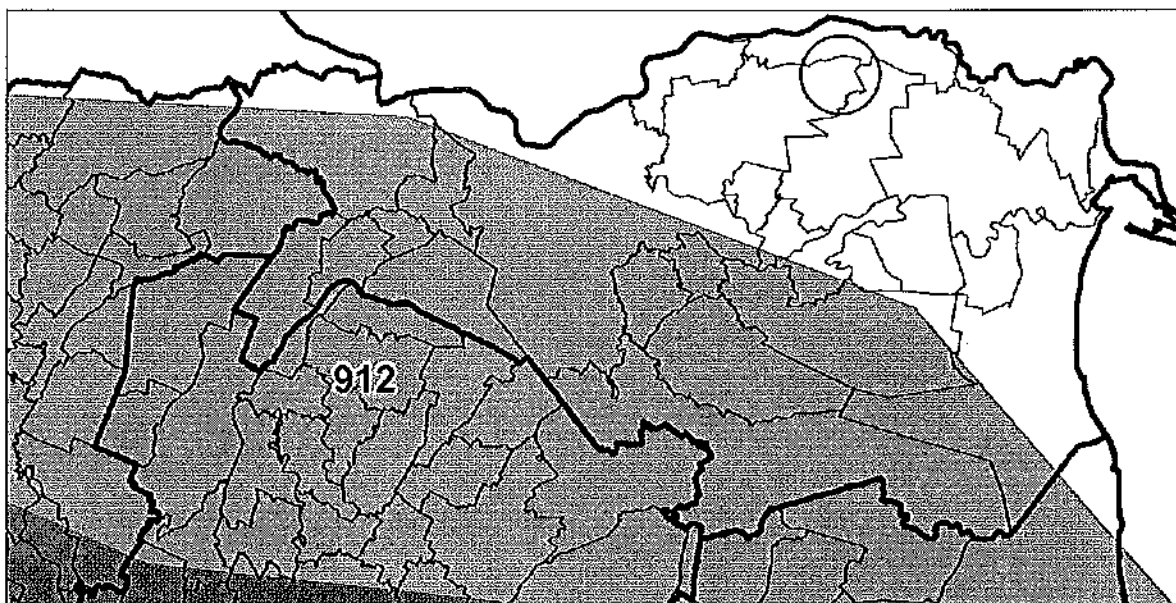


FIGURA 2.3 - Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

2.2. CARATTERI STRATIGRAFICI E LITOLOGICI

La formazione dell'ambiente, nella sua configurazione attuale, è relativamente recente e consegue a ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra livello del mare, apporti solidi dei corsi d'acqua, entità di subsidenza e, non ultimo, l'intervento umano.

Nell'attuale configurazione fisica del territorio sono riconoscibili le tracce sia della sua evoluzione naturale che quella operata dall'uomo.

Tra le più evidenti e più importanti nel disegnare l'assetto morfologico si possono elencare i paleoalvei, i con di esondazione, i cordoni dunari testimoni della veloce progradazione verso est della linea di costa, ed infine si individuano quelle aree particolarmente depresse che erano sede di bacini palustri.

Per ogni struttura geomorfologica corrisponde, in linea di massima, una caratteristica classe litologica; la granulometria e la storia tensionale, strettamente legata alla storia geologica, ne condizionano le caratteristiche meccaniche ed idrauliche.

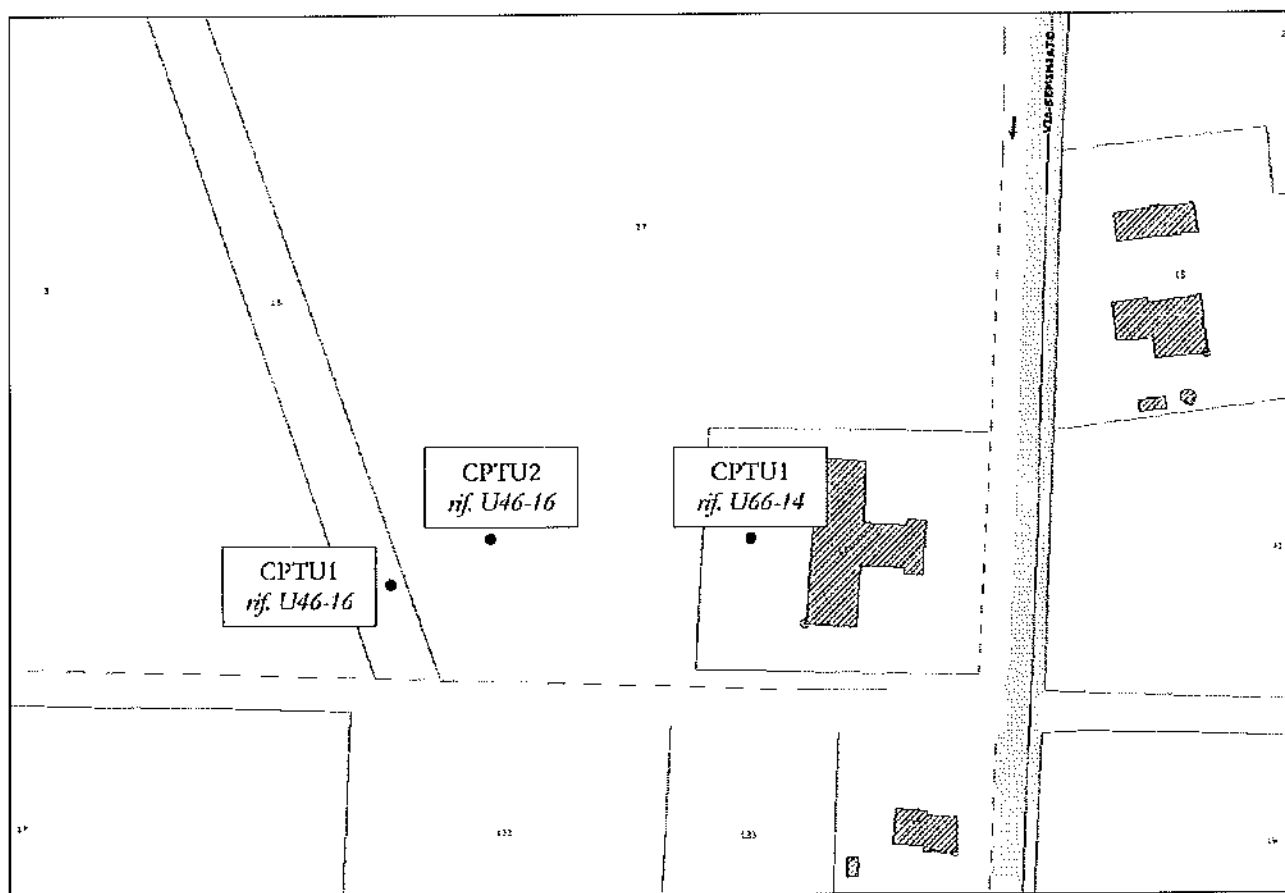
Generalmente i sedimenti che si rilevano nel comune di Copparo sono di tipo alluvionale.

I depositi possono essere di canale ed argine prossimale con sedimenti ad alta energia idrodinamica e di canale distale con sedimenti a bassa energia idrodinamica, spesso caratterizzati da terreni organici e torbe.

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 n.2 prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono CPTU1 e CPTU2, spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c., con *rif. U46-16*.

Inoltre è stata presa in considerazione una prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con *rif. U66-14*, eseguita nella corte del consorzio agrario in adiacenza al lotto su cui è in progetto il magazzino agricolo.

In **FIGURA 2.4** viene riportato uno stralcio catastale della provincia di Ferrara con l'ubicazione delle indagini realizzate in sito.



Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU1 con rif. U46-16 rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	1,0	0,53	A	moderatamente consistente
1,0	3,4	0,24	T	molle, torbe
3,4	6,3	2,85	S	poco addensata
6,3	12,0	0,46	A	poco consistente, di probabile natura organica
12,0	13,4	1,36	Sl	sciolta
13,4	14,5	0,77	Al-La	moderatamente consistente
14,5	22,0	9,93	S	moderatamente addensata

Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU2 con rif. U46-16 rileva:

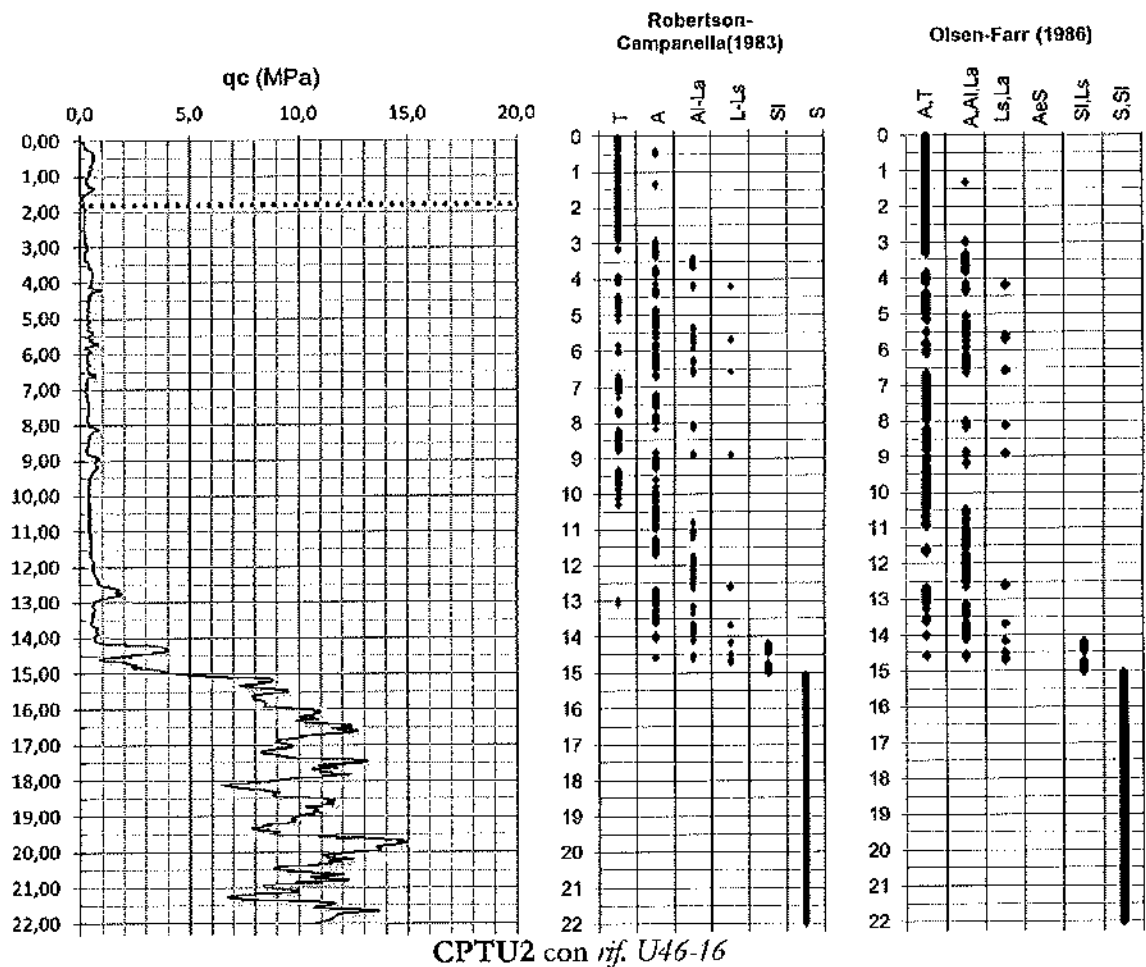
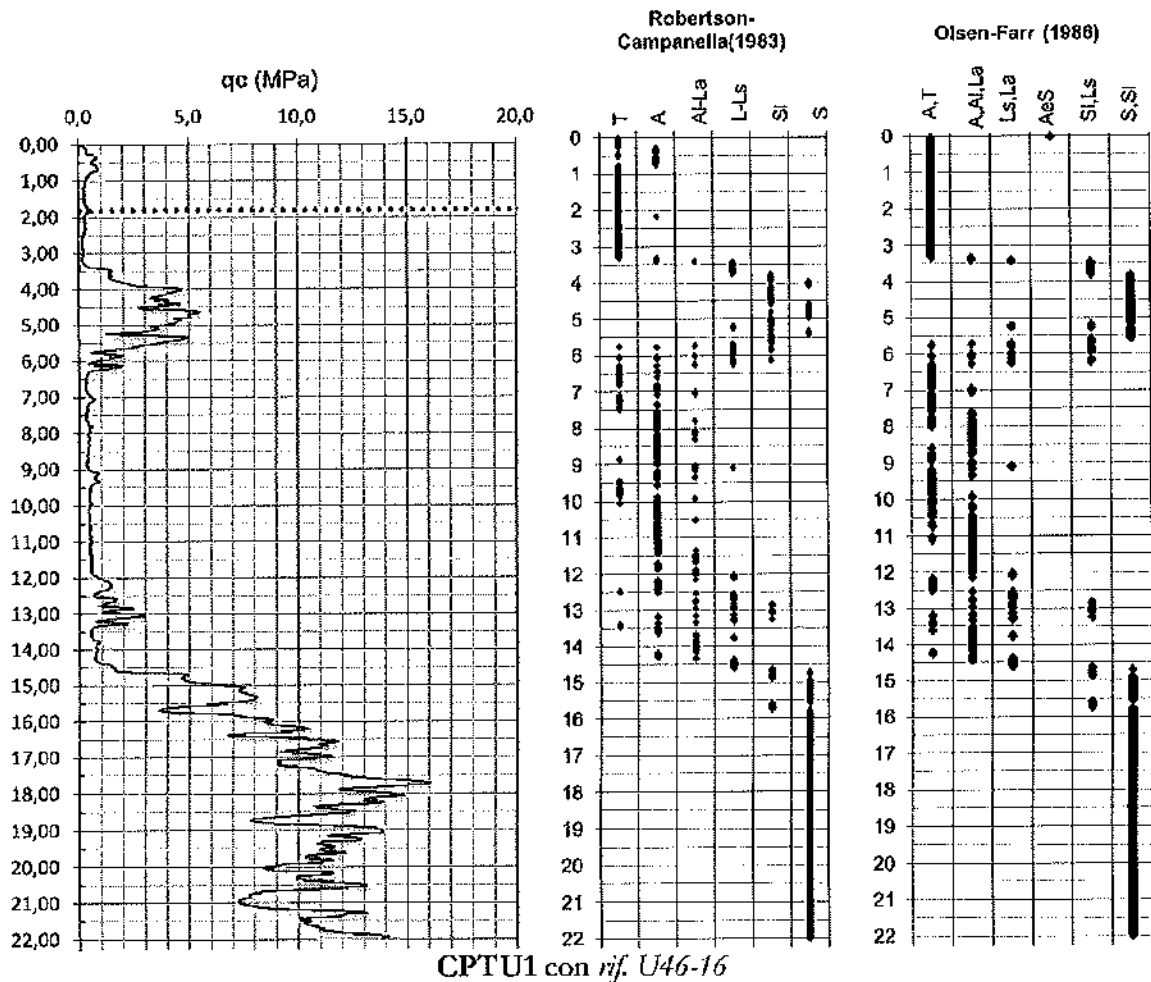
DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	1,5	0,41	A	poco consistente, organica
1,5	3,5	0,19	T	molle, torbe
3,5	8,0	0,39	A	poco consistente, di probabile natura organica
8,0	12,0	0,47	A	poco consistente, di probabile natura organica
12,0	14,1	0,81	Al-La	moderatamente consistente
14,1	22,0	9,28	S	moderatamente addensata

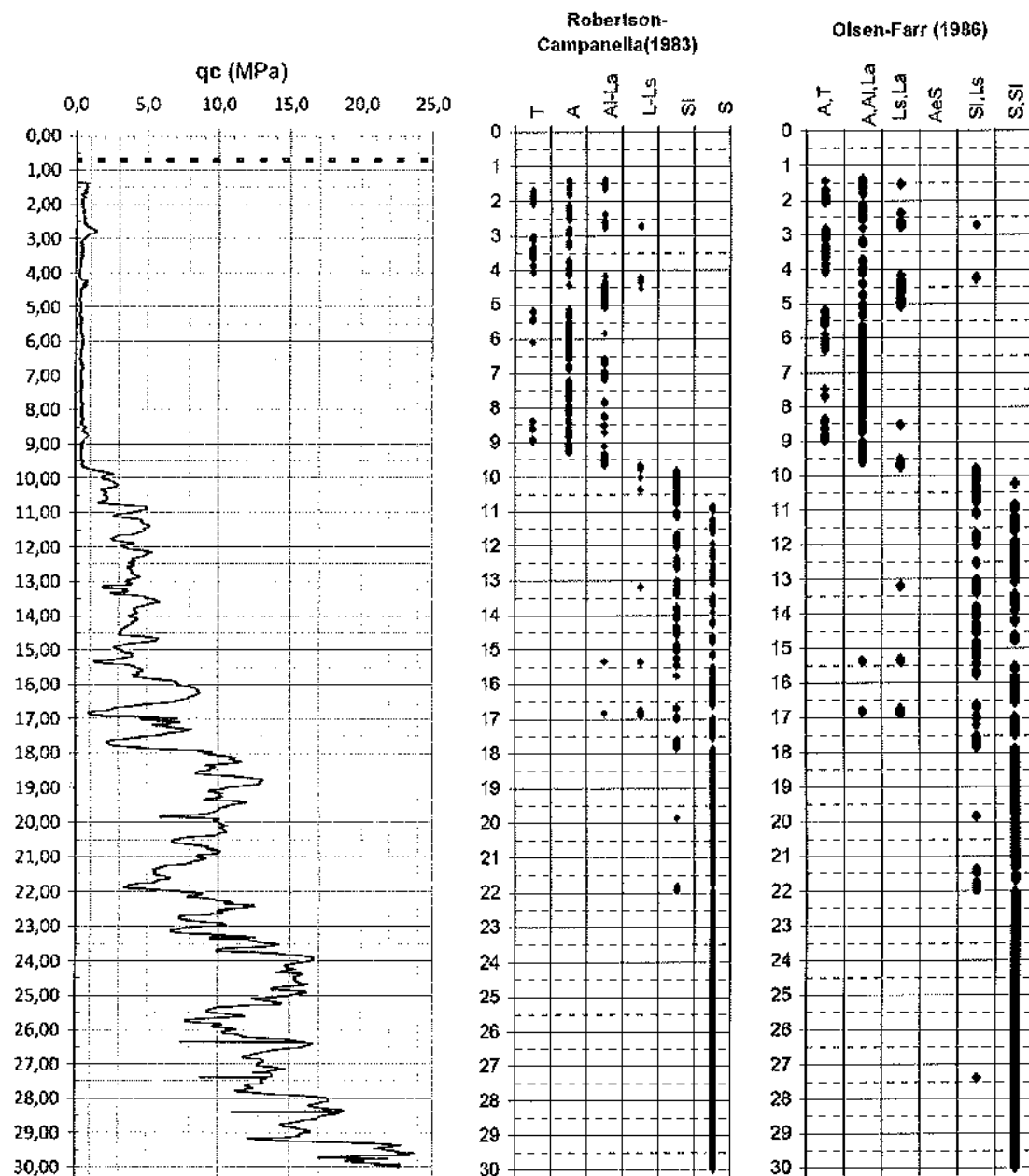
Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU1 con rif. U66-14 rileva:

DA	A	qcm	litol.	consistenza ed addensamento
m	m	MPa	(-)	(-)
0,0	1,4	--	RIP	riporto
1,4	2,5	0,56	A	moderatamente consistente, di probabile natura organica
2,5	3,0	0,90	Al-La	moderatamente consistente
3,0	9,7	0,44	T	poco consistente, di probabile natura organica
9,7	15,5	3,62	SL	poco addensata
15,5	22,0	7,67	S	moderatamente addensata
22,0	30,0	13,76	S	addensata

Legenda Litologia

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





CPTU1 con rif. U66-14

Diagrammi di resistenza e valutazioni litologiche

Da queste indagini e dalla fotointerpretazione aerea di immagini fotografiche in B/N del sito, si possono ricostruire i caratteri geomorfologici del sito.

2.3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area di intervento ricade a nord est rispetto l'abitato di sant'Apollinare, ed è situata in corrispondenza di un ramo minore del fiume Po che in questa area scorreva più a nord.

In corrispondenza dei dossi dei paleoalvei prevalgono sedimenti di alta energia idrodinamica come sabbie e sabbie limose, esternamente agli alvei fluviali dominano generalmente sedimenti fini quali argille, argille limose e limi argillosi. Anche la deposizione di torbe è possibile in aree come quella in esame antica sede di bacini vallivi con ristagno delle acque.

Nella FIGURA 2.5 si riporta la *Carta Geomorfologica della provincia di Ferrara* dove si possono vedere le forme morfologiche sopra citate.

Le litologie presenti non possono essere definite senza un'indagine puntuale, poiché sedimenti generalmente fini di esondazione fluviale, e sedimenti generalmente più grossolani di alveo, sono stati sovrapposti, rendendo possibile la presenza di sabbie, o limi, o argille, o torbe, o miscele binarie e ternarie degli stessi, senza il rispetto di regole fisse sulla loro presenza e sulla loro distribuzione geometrica.

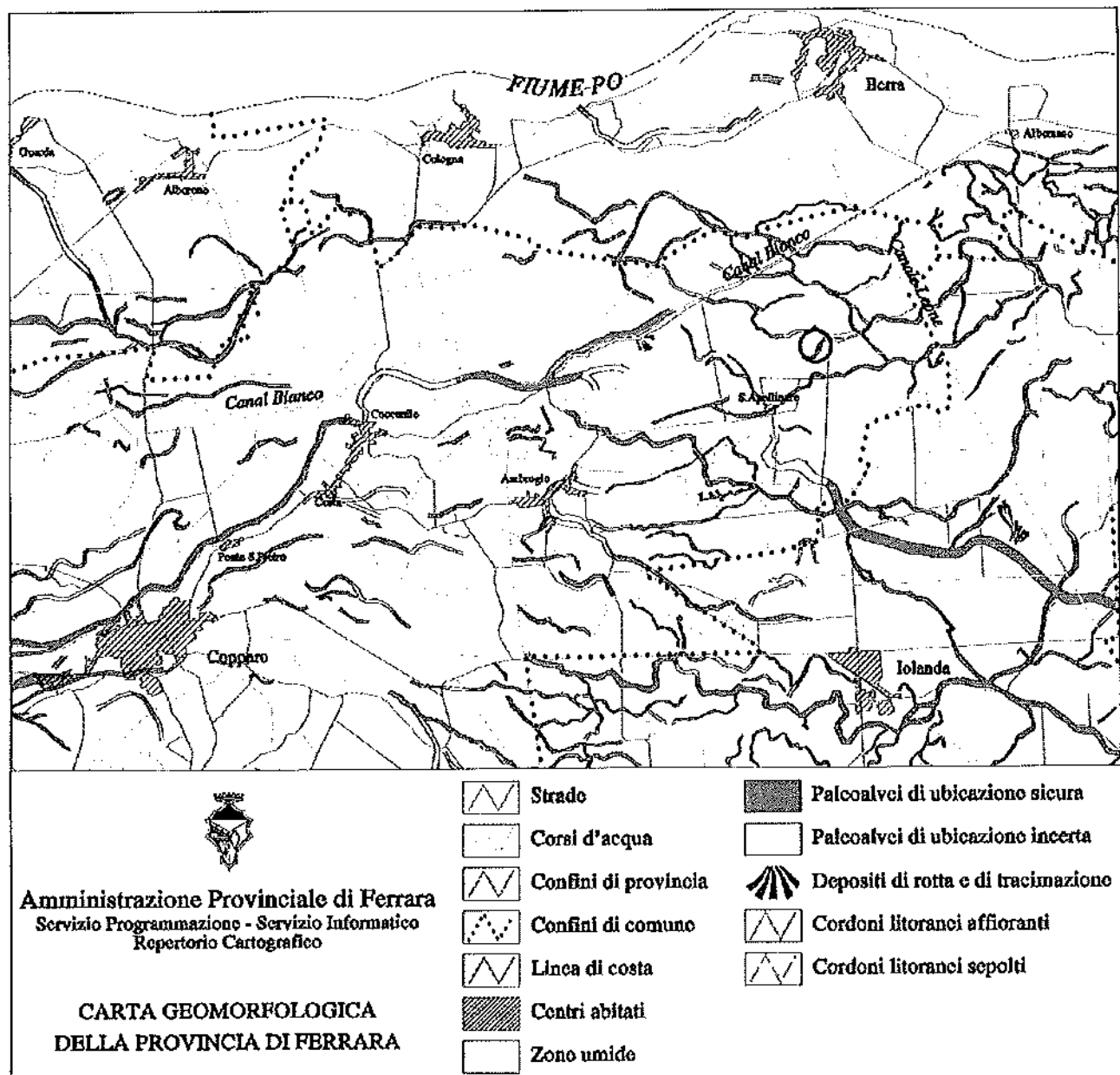


FIGURA 2.5 - Carta geomorfologica della provincia di Ferrara.

2.4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'area in esame è posta circa -2,00 m sul l.m.m. (quote da C.T.R.).

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono CPIU1 e CPTU2, spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c. con rif. U46-16. Tale quota è stata rilevata in data 05/05/2016 alla profondità di -1,80 m dal p.c. per entrambe le indagini.

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 verso al Canale Fossetta Piumana, posto in adiacenza al sito in esame, che viene utilizzato ad uso promiscuo.

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

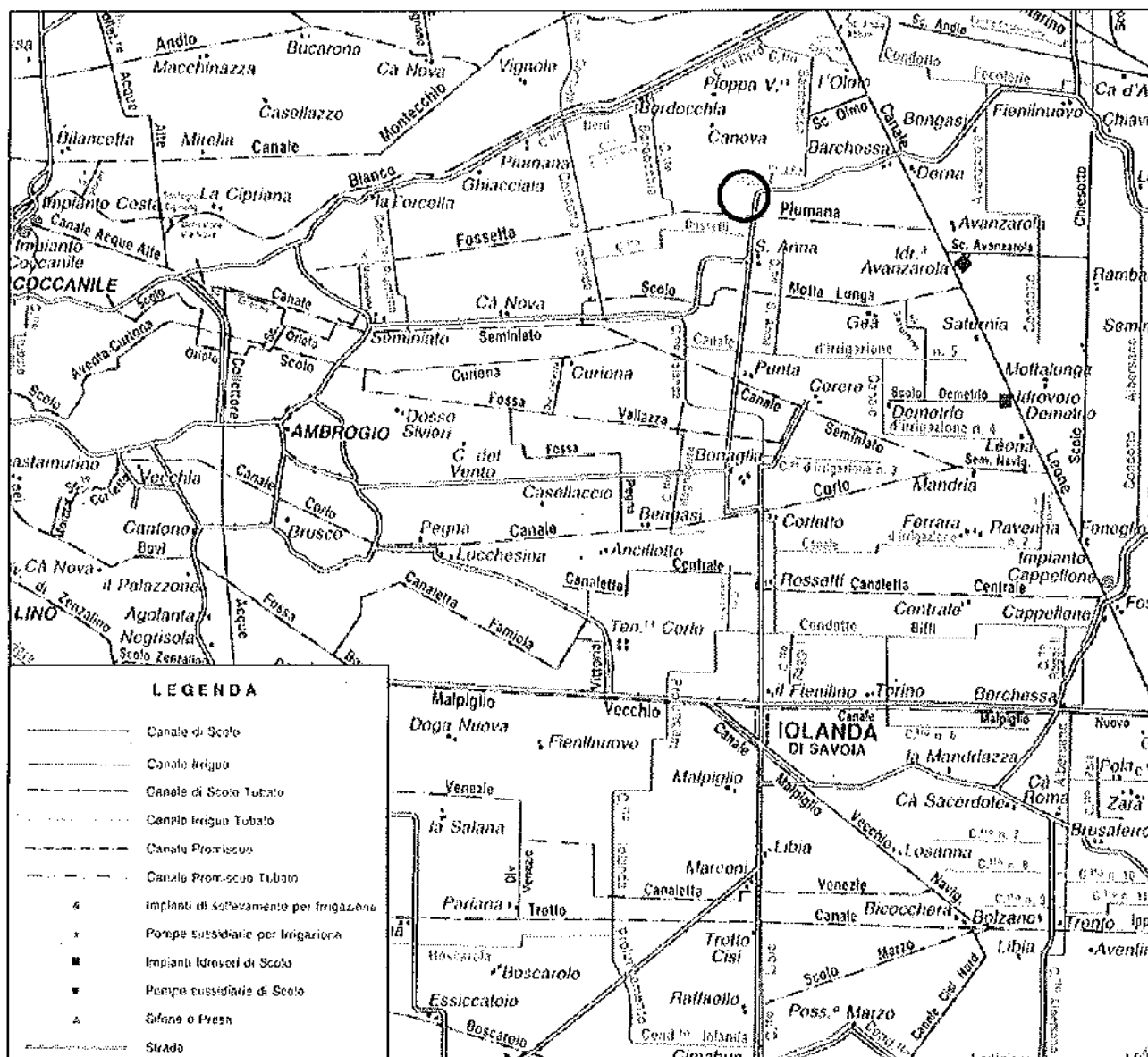


FIGURA 2.6 – Stralcio della Corografia del Comprensorio (Consorzio di Bonifica I)

In FIGURA 2.7 si riporta uno stralcio della CGU della provincia di Ferrara con le aree allagate e l'ubicazione dell'area in esame.

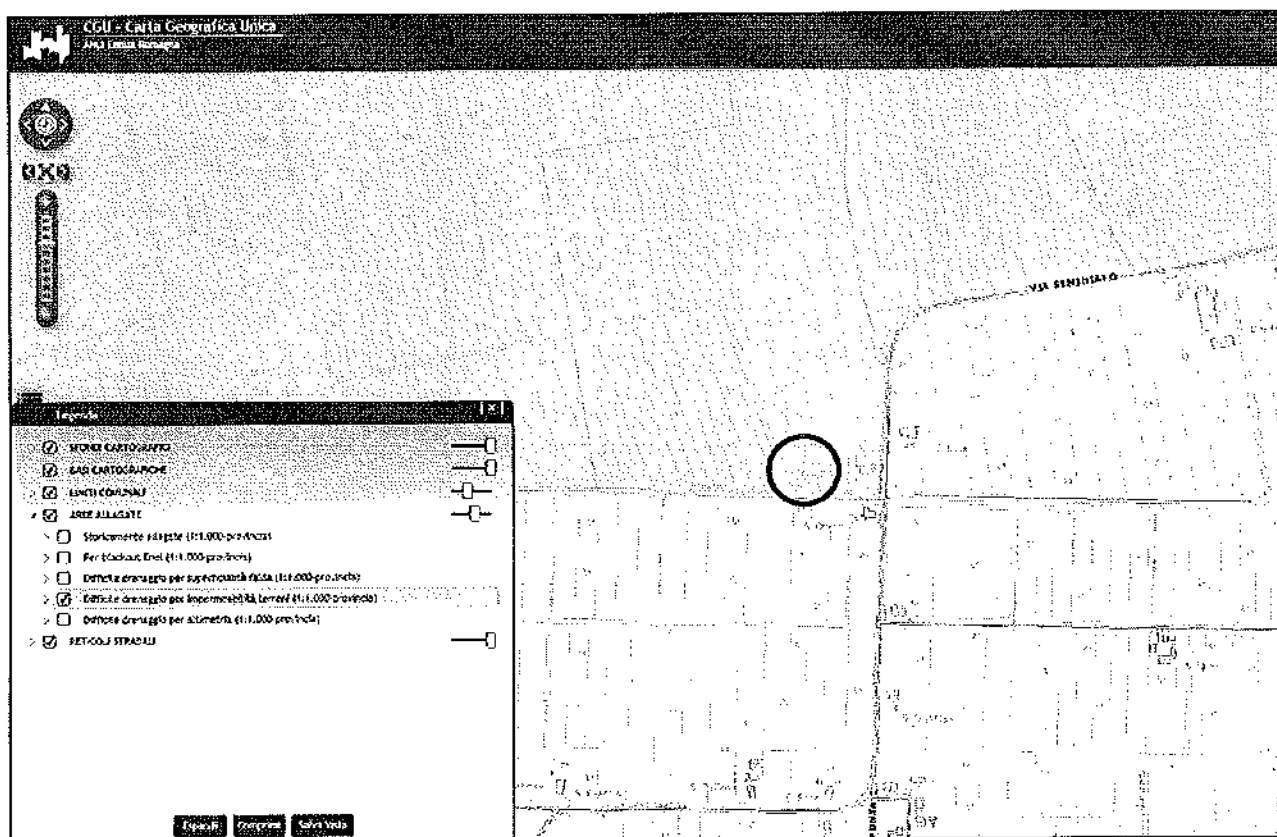
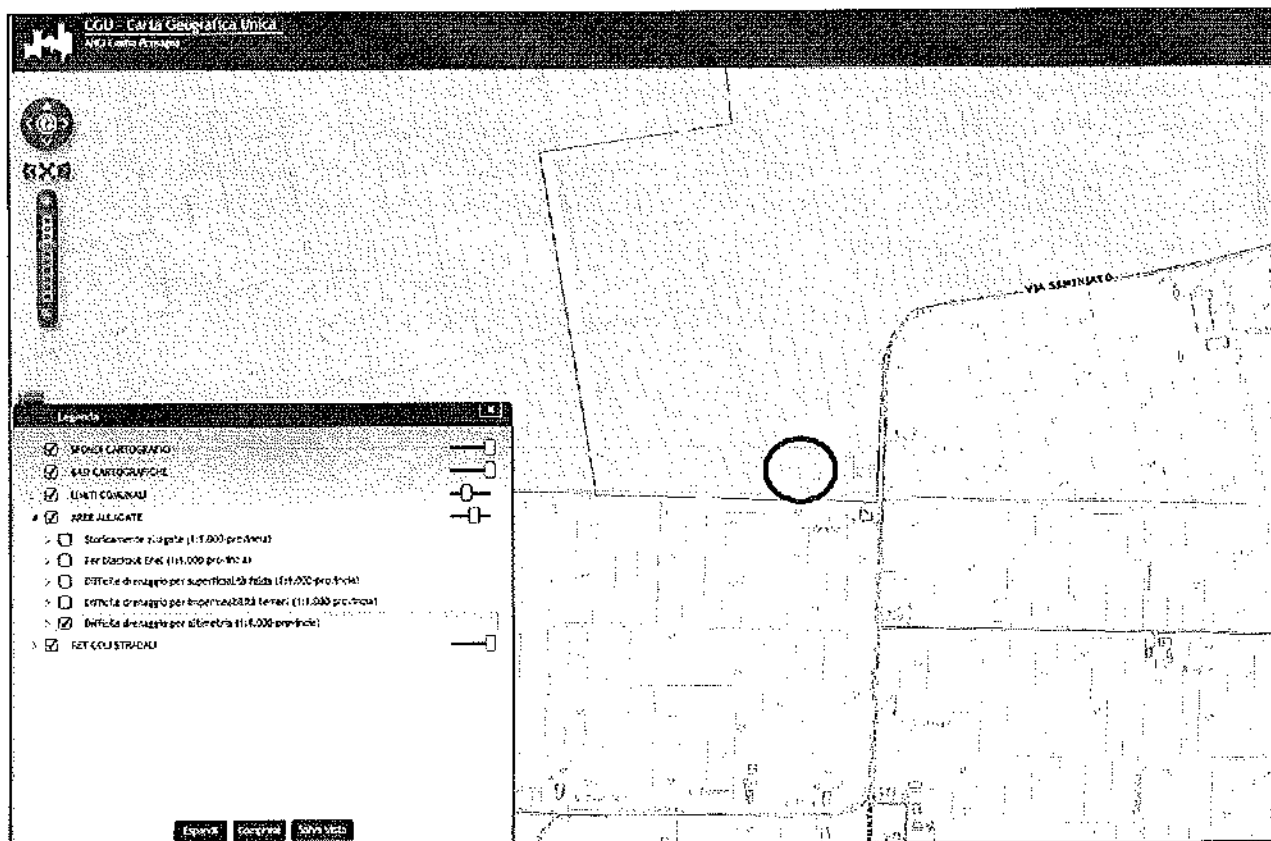


FIGURA 2.7 – Stralio <http://visore.cgu-ferrara.it/GeonistaSL/Default.aspx?ProjectID=PRO1FE>

Come si può osservare l'area è a rischio di allagamento sia per le sue condizioni topografiche depresse sia per la natura impermeabile dei terreni affioranti, che non consentono una efficace infiltrazione delle acque meteoriche.

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 M_L massima 5,9.

Categoria di suolo di fondazione

La categoria di suolo dipende dal valore di V_{s30} . Il parametro V_{s30} 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,

V_{s30} : 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 V_{s30} viene di seguito calcolato attraverso una correlazione empirica con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono CPTU1 con *rif. U66-14*, che raggiunge la profondità di -30,00 m da p.c..

Si ricorda che la V_{s30} va calcolata dal piano di posa della fondazione.

In FIGURA 3.1 è riportata una planimetria catastale con l’ubicazione della prova penetrometrica statica CPTU1 con *rif.66-14*.

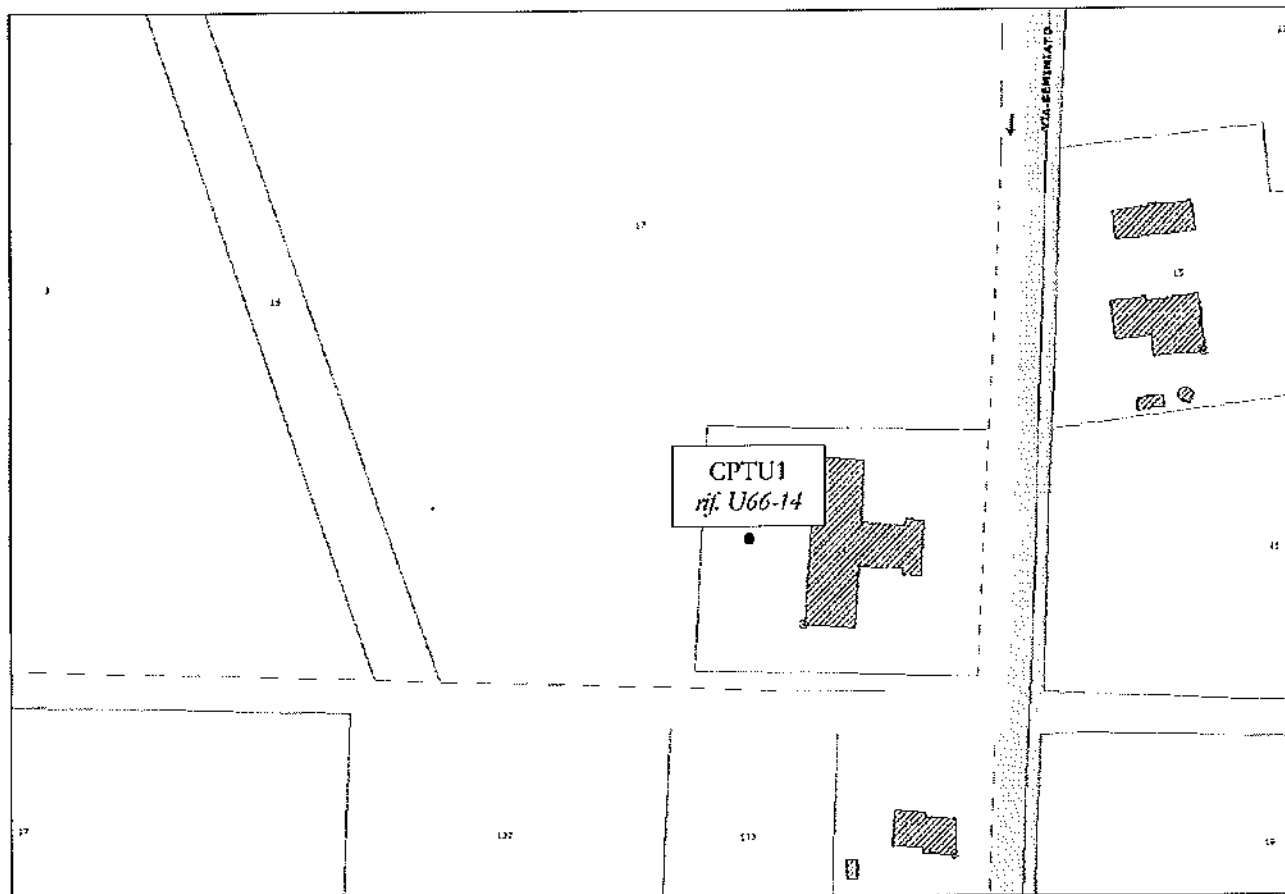


FIGURA 3.1 – Stralicio mappa catastale con ubicazione prova penetrometrica statica CPTU1 con rif. U66-14

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

Località: Sant'Appollinare (Fe)

CPT di riferimento: U66-14

Data esecuzione CPT: #####

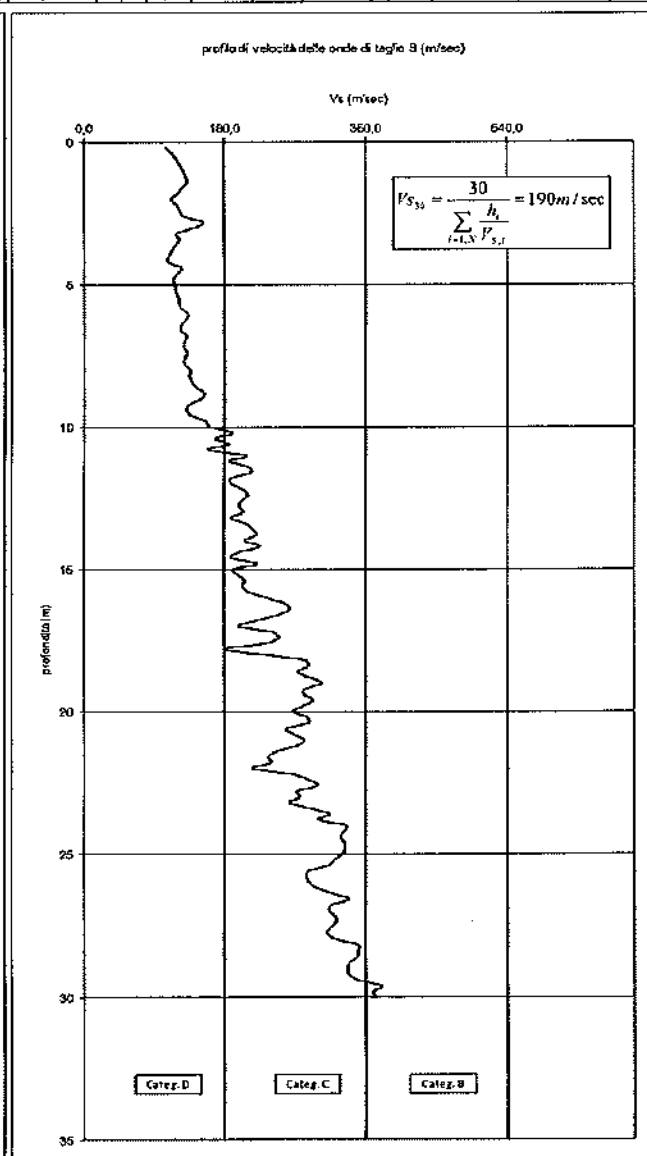
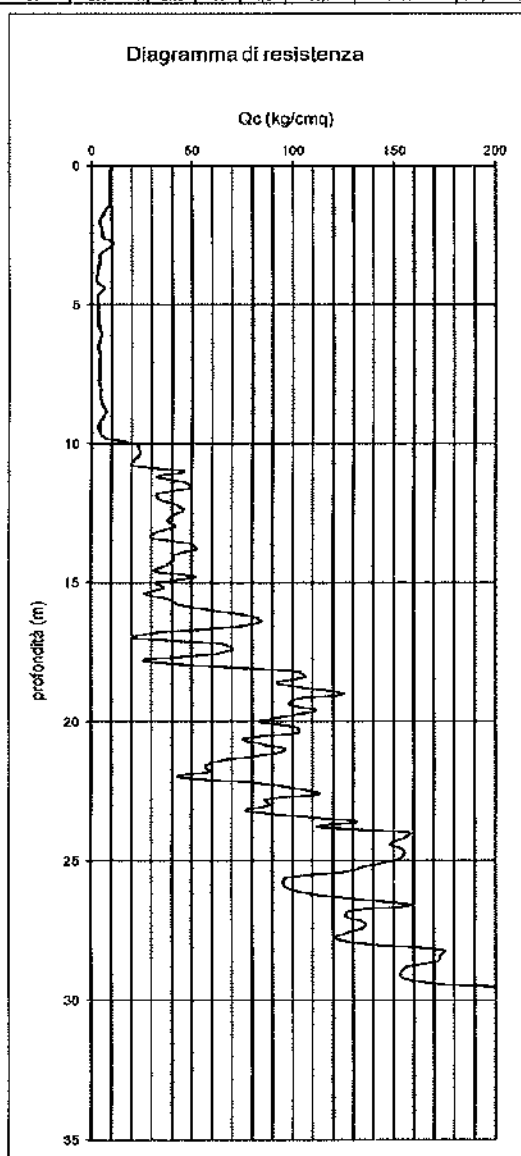
profondità prova 30 m

Falda: 0,7 m

ANDRUS	V ₅₃₀
190	m/sec

prf.	RP	RPRL	Z1	Z2	ΔT	massa spec	litologia	q ₀ (kg/cm²)	s ₀ (kg/cm²)	A	n	V530 normalizzata	V530	ΔHv ₅₃₀	σ ₁ (kg/cm²)	σ ₂ (kg/cm²)	H ₁ V ₅₃₀
0.2	9	8	0	0.2	0.2	0.1	ARGILLA	9.33167	0.037	30.64	0.28	239.1	104.9	0.00191	0.037	-0.0055	21.0
0.4	9	8	0.2	0.4	0.2	0.3	ARGILLA	9.33167	0.078	30.64	0.28	212.0	112.2	0.00177	0.078	0.0048	22.6
0.6	9	8	0.4	0.6	0.2	0.5	ARGILLA	9.33167	0.111	30.64	0.28	205.0	118.3	0.00163	0.111	0.1025	23.7
0.8	9	8	0.6	0.8	0.2	0.7	ARGILLA	9.33167	0.148	30.64	0.28	195.9	122.1	0.00164	0.148	0.1565	24.4
1	9	8	0.8	1	0.2	0.9	ARGILLA	9.33167	0.2105	30.64	0.28	187.5	127.0	0.00158	0.2105	0.2106	25.4
1.2	9	8	1	1.2	0.2	1.1	ARGILLA	9.33167	0.2635	30.64	0.28	183.6	130.2	0.00154	0.2635	0.2635	26.0
1.4	9	8	1.2	1.4	0.2	1.3	ARGILLA	9.242561	0.3185	30.64	0.28	176.4	133.6	0.00151	0.3185	0.3185	26.5
1.6	7	6	1.4	1.6	0.2	1.5	ARGILLA	7.331917	0.3725	30.64	0.28	169.1	137.9	0.00159	0.3725	0.3725	27.2
1.8	6	5	1.6	1.8	0.2	1.7	ARGILLA	5.333567	0.4265	30.64	0.28	164.9	140.7	0.00166	0.4265	0.4265	28.1
2	4	3	1.8	2	0.2	1.9	ARGILLA	4.34527	0.4805	30.64	0.28	154.8	142.4	0.00178	0.4805	0.4805	28.4
2.2	5	7	2	2.2	0.2	2.1	ARGILLA	5.019121	0.5345	30.64	0.28	138.4	145.4	0.00195	0.5345	0.5345	28.7
2.4	6	9	2.2	2.4	0.2	2.3	ARGILLA	5.555925	0.5885	30.64	0.28	120.5	148.0	0.00197	0.5885	0.5885	29.6
2.6	6	9	2.4	2.6	0.2	2.5	ARGILLA	5.071583	0.6425	30.64	0.28	143.8	152.0	0.00192	0.6425	0.6425	29.4
2.8	11	11	2.6	2.8	0.2	2.7	ARGILLA	11.222901	0.6965	30.64	0.28	167.0	152.6	0.00133	0.6965	0.6965	30.5
3	8	1	2.8	3	0.2	2.9	ARGILLA	8.117373	0.7505	30.64	0.28	151.9	161.4	0.00141	0.7505	0.7505	28.3
3.2	4	4	3	3.2	0.2	3.1	ARGILLA	4.338473	0.8045	30.64	0.28	125.0	146.4	0.00169	0.8045	0.8045	28.7
3.4	5	6	3.2	3.4	0.2	3.3	ARGILLA	4.670704	0.8585	30.64	0.28	126.8	162.1	0.00164	0.8585	0.8585	28.4
3.6	4	4	3.4	3.6	0.2	3.5	ARGILLA	3.992333	0.9125	30.64	0.28	120.4	147.5	0.00170	0.9125	0.9125	28.5
3.8	3	6	3.6	3.8	0.2	3.7	ARGILLA	3.458729	0.9665	30.64	0.28	113.8	142.8	0.00177	0.9665	0.9665	28.6
4	3	7	3.8	4	0.2	3.9	ARGILLA	7.231603	1.0205	30.64	0.28	108.6	105.1	0.00183	0.74	1.0205	28.8
4.2	3	10	4	4.2	0.2	4.1	ARGILLA	7.27632	1.0745	30.64	0.28	106.7	107.6	0.00185	0.777	1.0745	28.5
4.4	7	20	4.2	4.4	0.2	4.3	ARGILLA	6.636316	1.1285	30.64	0.28	121.0	121.7	0.00160	0.814	1.1285	28.9
4.6	4	16	4.4	4.6	0.2	4.5	ARGILLA	3.858161	1.1825	30.64	0.28	115.3	120.2	0.00166	0.851	1.1825	28.0
4.8	3	16	4.6	4.8	0.2	4.7	ARGILLA	3.211028	1.2365	30.64	0.28	108.5	114.4	0.00175	0.888	1.2365	28.9
5	3	18	4.8	5	0.2	4.9	ARGILLA	3.428751	1.2905	30.64	0.28	109.8	117.1	0.00171	0.915	1.2905	28.4
5.2	3	10	5	5.2	0.2	5.1	ARGILLA	3.172329	1.3445	30.64	0.28	108.8	117.1	0.00171	0.952	1.3445	28.4
5.4	4	6	5.2	5.4	0.2	5.3	ARGILLA	3.6661	1.3985	30.64	0.28	110.7	120.4	0.00165	0.999	1.3985	28.1
5.6	4	9	5.4	5.6	0.2	5.5	ARGILLA	3.782729	1.4525	30.64	0.28	111.0	121.8	0.00164	1.036	1.4525	28.4
5.8	6	9	5.6	5.8	0.2	5.7	ARGILLA	3.885194	1.5065	30.64	0.28	111.4	120.4	0.00161	1.073	1.5065	28.7
6	5	8	5.8	6	0.2	5.9	ARGILLA	3.847417	1.5605	30.64	0.28	116.6	125.9	0.00151	1.11	1.5605	28.3
6.2	5	7	6	6.2	0.2	6.1	ARGILLA	3.769381	1.6145	30.64	0.28	115.8	121.6	0.00153	1.147	1.6145	28.3
6.4	4	6	6.2	6.4	0.2	6.3	ARGILLA	3.895314	1.6685	30.64	0.28	109.5	121.9	0.00160	1.184	1.6685	28.0
6.6	4	10	6.4	6.6	0.2	6.5	ARGILLA	3.231165	1.7225	30.64	0.28	107.1	124.6	0.00152	1.221	1.7225	28.7
6.8	5	10	6.6	6.8	0.2	6.7	ARGILLA	3.459092	1.7765	30.64	0.28	113.5	131.4	0.00152	1.258	1.7765	28.8
7	4	10	6.8	7	0.2	6.9	ARGILLA	4.190144	1.8305	30.64	0.28	110.2	128.7	0.00155	1.295	1.8305	28.7
7.2	4	13	7	7.2	0.2	7.1	ARGILLA	4.051847	1.8845	30.64	0.28	109.2	127.0	0.00156	1.332	1.8845	28.6
7.4	4	9	7.2	7.4	0.2	7.3	ARGILLA	4.478395	1.9385	30.64	0.28	111.8	130.0	0.00152	1.369	1.9385	28.6
7.6	4	9	7.4	7.6	0.2	7.5	ARGILLA	4.014701	1.9925	30.64	0.28	108.1	126.3	0.00156	1.406	1.9925	28.7
7.8	4	9	7.6	7.8	0.2	7.7	ARGILLA	3.978399	2.0465	30.64	0.28	107.4	126.4	0.00155	1.443	2.0465	28.7
8	5	10	7.8	8	0.2	7.9	ARGILLA	4.458632	2.1005	30.64	0.28	113.1	136.2	0.00147	1.48	2.1005	28.7
8.2	5	9	8	8.2	0.2	8.1	ARGILLA	4.545859	2.1545	30.64	0.28	111.3	134.9	0.00148	1.517	2.1545	28.0
8.4	5	10	8.2	8.4	0.2	8.3	ARGILLA	4.918553	2.2085	30.64	0.28	117.2	137.4	0.00145	1.554	2.2085	28.5
8.6	6	9	8.4	8.6	0.2	8.5	ARGILLA	7.709601	2.2625	30.64	0.28	116.6	143.0	0.00140	1.591	2.2625	28.6
8.8	7	7	8.6	8.8	0.2	8.7	ARGILLA	6.61137	2.3705	30.64	0.28	121.3	150.5	0.00131	1.628	2.3705	30.1
9	7	5	8.8	9	0.2	8.9	ARGILLA	4.52028	2.4245	30.64	0.28	104.7	135.5	0.00147	1.702	2.4245	28.1
9.2	6	9	9	9.2	0.2	9.1	ARGILLA	3.431742	2.4785	30.64	0.28	104.3	130.8	0.00154	1.739	2.4785	28.2
9.4	5	15	9.2	9.4	0.2	9.3	ARGILLA	4.678487	2.5325	30.64	0.28	109.1	137.0	0.00145	1.776	2.5325	28.5
9.6	7	19	9.6	9.8	0.2	9.2	ARGILLA	7.231361	2.5865	30.64	0.28	123.1	155.1	0.00128	1.813	2.5865	30.3
9.8	10	27	9.8	10	0.2	9.9	SABBI	11.968104	2.6405	53.64	0.33	126.7	151.5	0.00144	1.85	2.6405	30.2
10	24	35	10	10.2	0.2	10.1	ARGILLA	24.177361	2.6945	77.83	0.33	145.4	161.2	0.00105	1.887	2.6945	30.4
10.2	24	50	10.2	10.4	0.2	10.3	SABBI	24.085732	2.7485	53.64	0.33	129.7	157.0	0.00120	1.924	2.7485	30.3
10.4	23	34	10.4	10.6	0.2	10.5	ARGILLA	21.490959	2.8025	77.83	0.33	145.5	155.2	0.00108	1.961	2.8025	30.3
10.6	45	48	10.6	10.8	0.2	10.7	SABBI	20.531461	2.8565	53.64	0.33	121.1	157.0	0.00118	1.998	2.8565	30.4
10.8	45	60	10.8	11	0.2	10.9	SABBI	46.081409	2.9105	53.64	0.33	159.7	207.9	0.00066	2.035	2.9105	41.6
11	33	47	11	11.2	0.2	11.1	SABBI	37.000364	2.9645	53.64	0.33	143.6	155.8	0.00108	2.072	2.9645	37.2
11.2	47	72	11.2	11.4	0.2	11.3	SABBI	48.913192	3.0185	53.64	0.33	159.2	206.0	0.00095	2.109	3.0185	40.0
11.4	43	72	11.4	11.6	0.2	11.5	SABBI	49.163187	3.0725	53.64	0.33	161.2	213.4	0.00095	2.146	3.0725	42.7
11.6	33	52	11.6	11.8	0.2	11.7	SABBI	41.914314	3.1265	53.64	0.33	145.2	168.1	0.00105	2.183	3.1265	37.6
12	24	46	11.8	12	0.2	11.9	SABBI	33.761866	3.1805	53.64	0.33	143.6	168.1	0.00106	2.22	3.1805	37.8
12.2	48	33	12	12.2	0.2	12.1	SABBI	41.865222	3.2345	53.64	0.33	151.6	203.3	0.00098	2.257	3.2345	40.7
12.4	46	74	12.2	12.4	0.2	12.3	SABBI	45.857303	3.2885	53.64							

23.2	77	74	23	23.2	0.2	23.1	SAB/IA	77.129052	6.2045	53.64	0.33	166.5	252.8	0.00076	4.292	6.2045	52.6
23.4	101	102	23.2	23.4	0.2	23.3	SAB/IA	100.975659	6.2585	53.64	0.33	181.7	287.5	0.00070	4.329	6.2585	57.5
23.6	132	73	23.4	23.4	0.2	23.5	SAB/IA	131.451231	6.3125	53.64	0.33	188.2	314.1	0.00064	4.366	6.3125	62.8
23.8	113	55	23.6	23.8	0.2	23.7	SAB/IA	112.786241	6.3665	53.64	0.33	144.0	280.6	0.00067	4.403	6.3665	58.7
24	154	82	23.8	24	0.2	23.9	SAB/IA	158.216508	6.4205	53.64	0.33	209.9	334.1	0.00060	4.44	6.4205	66.8
24.2	155	75	24	24.2	0.2	24.1	SAB/IA	155.001527	6.4745	53.64	0.33	208.2	332.1	0.00060	4.477	6.4745	66.4
24.4	148	78	24.2	24.4	0.2	24.3	SAB/IA	148.458844	6.5285	53.64	0.33	209.0	337.6	0.00061	4.514	6.5285	65.5
24.6	155	75	24.4	24.6	0.2	24.5	SAB/IA	154.709661	6.5825	53.64	0.33	207.5	333.3	0.00060	4.551	6.5825	66.5
24.8	155	64	24.6	24.8	0.2	24.7	SAB/IA	155.410734	6.6365	53.64	0.33	207.5	333.1	0.00060	4.588	6.6365	66.6
25	151	75	24.8	25	0.2	24.9	SAB/IA	150.611221	6.6905	53.64	0.33	209.1	339.9	0.00061	4.625	6.6905	68.0
25.2	137	72	25	25.2	0.2	25.1	SAB/IA	135.503965	6.7445	53.64	0.33	198.3	319.8	0.00063	4.662	6.7445	68.9
25.4	137	81	25.2	25.4	0.2	25.3	SAB/IA	135.580932	6.7985	53.64	0.33	193.2	311.9	0.00064	4.699	6.7985	67.4
25.6	98	74	25.4	25.6	0.2	25.5	SAB/IA	97.668624	6.8525	53.64	0.33	177.1	286.5	0.00070	4.736	6.8525	57.3
25.8	95	78	25.6	25.8	0.2	25.7	SAB/IA	95.32525	6.9065	53.64	0.33	175.5	284.5	0.00070	4.772	6.9065	56.9
26	94	79	25.8	26	0.2	25.9	SAB/IA	94.075665	6.9605	53.64	0.33	176.9	287.3	0.00070	4.81	6.9605	57.5
26.2	109	73	26	26.2	0.2	26.1	SAB/IA	109.184003	7.0145	53.64	0.33	183.0	297.8	0.00067	4.847	7.0145	59.6
26.4	133	109	26.2	26.4	0.2	26.3	SAB/IA	133.206133	7.0685	53.64	0.33	195.2	318.3	0.00063	4.884	7.0685	63.7
26.6	160	74	26.4	26.6	0.2	26.5	SAB/IA	159.543956	7.1225	53.64	0.33	206.9	338.0	0.00059	4.921	7.1225	67.6
26.8	129	66	26.6	26.8	0.2	26.7	SAB/IA	119.088181	7.1765	53.64	0.33	192.7	315.4	0.00063	4.958	7.1765	63.1
27	126	80	26.8	27	0.2	26.9	SAB/IA	126.188635	7.2305	53.64	0.33	191.0	313.2	0.00063	4.995	7.2305	63.6
27.2	135	80	27	27.2	0.2	27.1	SAB/IA	135.040684	7.2845	53.64	0.33	195.1	320.5	0.00062	5.032	7.2845	64.1
27.4	136	74	27.2	27.4	0.2	27.3	SAB/IA	135.807125	7.3385	53.64	0.33	195.2	321.3	0.00062	5.069	7.3385	64.3
27.6	127	71	27.4	27.6	0.2	27.5	SAB/IA	126.742434	7.3925	53.64	0.33	193.9	314.3	0.00063	5.106	7.3925	63.9
27.8	121	75	27.6	27.8	0.2	27.7	SAB/IA	121.466387	7.4465	53.64	0.33	187.7	310.1	0.00064	5.143	7.4465	62.0
28	134	80	27.8	28	0.2	27.9	SAB/IA	137.519501	7.5005	53.64	0.33	195.3	328.2	0.00062	5.18	7.5005	64.6
28.2	175	73	28	28.2	0.2	28.1	SAB/IA	174.974495	7.5545	53.64	0.33	211.2	349.2	0.00057	5.217	7.5545	70.0
28.4	173	70	28.2	28.4	0.2	28.3	SAB/IA	173.183692	7.6085	53.64	0.33	210.3	349.2	0.00057	5.254	7.6085	69.8
28.6	172	55	28.4	28.6	0.2	28.5	SAB/IA	171.966661	7.6625	53.64	0.33	208.5	338.5	0.00057	5.291	7.6625	69.7
28.8	157	56	28.6	28.8	0.2	28.7	SAB/IA	156.93588	7.7165	53.64	0.33	205.1	333.5	0.00059	5.328	7.7165	67.7
29	154	69	28.8	29	0.2	28.9	SAB/IA	153.727138	7.7705	53.64	0.33	201.5	326.4	0.00059	5.365	7.7705	67.3
29.2	155	67	29	29.2	0.2	29.1	SAB/IA	154.7618	7.8245	53.64	0.33	201.7	337.3	0.00059	5.402	7.8245	67.5
29.4	171	44	29.2	29.4	0.2	29.3	SAB/IA	171.272888	7.8785	53.64	0.33	208.1	349.0	0.00057	5.439	7.8785	69.8
29.6	220	69	29.4	29.6	0.2	29.5	SAB/IA	219.79525	7.9325	53.64	0.33	225.9	399.1	0.00053	5.476	7.9325	75.8
29.8	213	40	29.6	29.8	0.2	29.7	U/R/O	213.185452	7.9865	72.83	0.74	219.7	369.3	0.00054	5.513	7.9865	73.9
30	205	45	29.8	30	0.2	29.9	SAB/IA	205.060624	8.0405	53.64	0.33	220.3	371.0	0.00054	5.55	8.0405	74.2



Il valore di V_{s30} calcolato risulta: $V_{s30} = 190 \text{ m/s}$ e quindi la Categoria di suolo è C.

Tale valore va assunto con uno scarto di $\pm 10\%$, come per tutti i metodi di acquisizione di tale parametro.

$V_{s30} = 190 \text{ m/s}$ Categoria di suolo C

Azioni Sismiche "D.M. 14 gennaio 2008"

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 14/01/2008, attribuisce al comune di Copparo un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo appartenente all'intervallo 0,100 – 0,125, con $T=0$, su suolo rigido ($V_{s30}>800\text{m/sec}$) e 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 3.2, si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

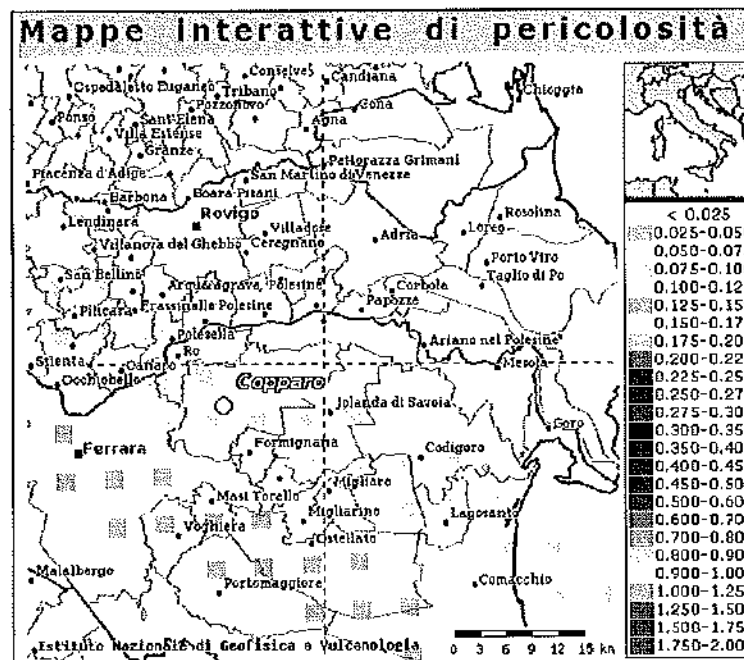


FIGURA 3.2 – carta pericolosità sismica, da progetto DCP – INGV – S1, fonte: <http://less1-gis.mi.ingv.it>

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 Limite a cui si può spingere la progettazione. In questo caso si propone lo Stato Limite di Salvaguardia della vita, ma sarà responsabilità del progettista scegliere lo stato limite più consono in base alla tipologia di progetto.

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 3.3).

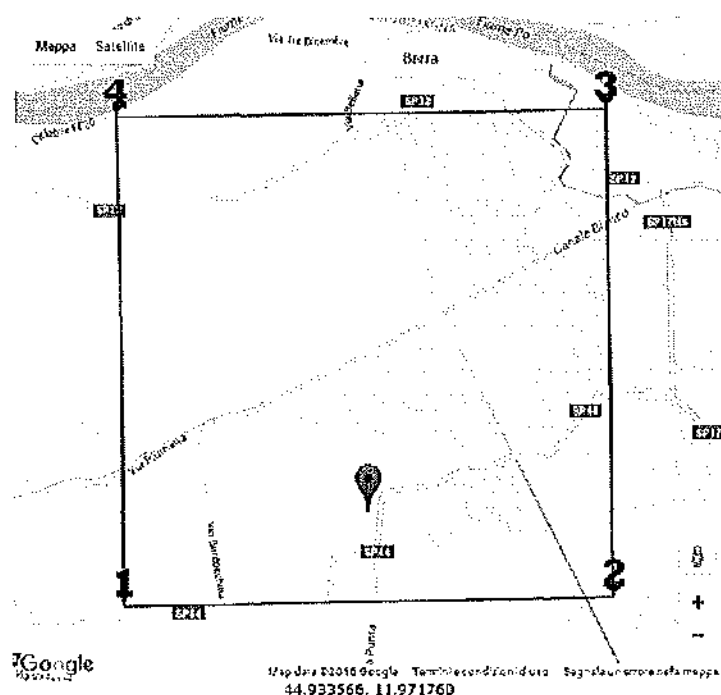


FIGURA 3.3 – vertici della griglia di riferimento(www.geostru.it)

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: 44,934489
longitudine: 11,972746
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14963	Lat: 44,9248Lon: 11,9377	Distanza: 2964,433
Sito 2	ID: 14964	Lat: 44,9257Lon: 12,0082	Distanza: 2956,068
Sito 3	ID: 14742	Lat: 44,9757Lon: 12,0070	Distanza: 5314,634
Sito 4	ID: 14741	Lat: 44,9748Lon: 11,9363	Distanza: 5318,697

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:	0,029	g
Fo:	2,517	
Tc*:	0,220	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,035	g
Fo:	2,552	
Tc*:	0,266	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,070	g
Fo:	2,698	
Tc*:	0,346	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,090	g
Fo:	2,667	
Tc*:	0,356	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,730
St:	1,000
Kh:	0,009
Kv:	0,004
Amax:	0,431
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,630
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,005
Amax:	0,516
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,500
Cc:	1,490
St:	1,000

Kh: 0,021
Kv: 0,011
Amax: 1,034 (Amax/g=0,105)
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,480
St: 1,000
Kh: 0,027
Kv: 0,013
Amax: 1,322
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Magnitudo di progetto

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di $M = 6,14$. Nei tempi storici erano stati stimati eventi con magnitudo di 5,2. 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). Conservativamente lo scrivente adotterà per le analisi della liquefazione delle sabbie la magnitudo di 5,9, come quella verificatasi nel maggio 2012 sulla stessa struttura tettonica che interessa il sito allo studio.

Magnitudo di progetto
M = 5,9 Mw

Nella FIGURA 3.4 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	11.82988	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	44.89759	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	12.30078	<= 6	4,8
MIGLIARO	44.79835	11.97311	7	5,2
Mw=0,430Imax+2,182				

FIGURA 3.4 - 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%, 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 3.5 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.

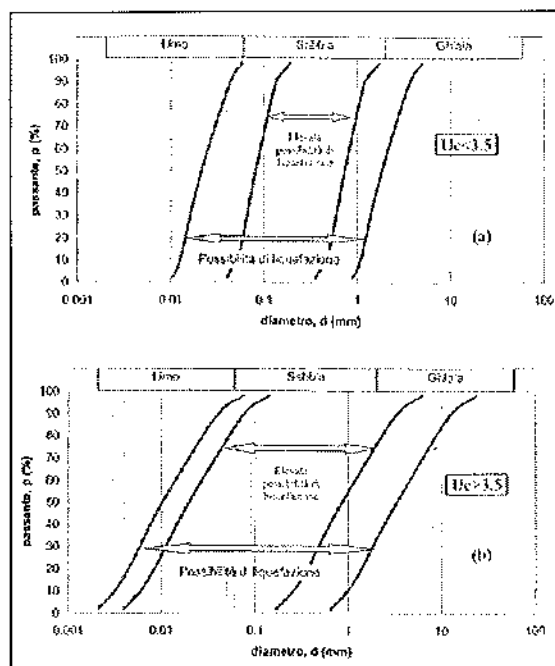


FIGURA 3.5 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 CPTU, ne verifica la potenzialità di liquefazione.

Ai fini del calcolo sono state considerate le prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono CPTU1 e CPTU2, spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c., con rif. U46-16 e la prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con rif. U66-14.

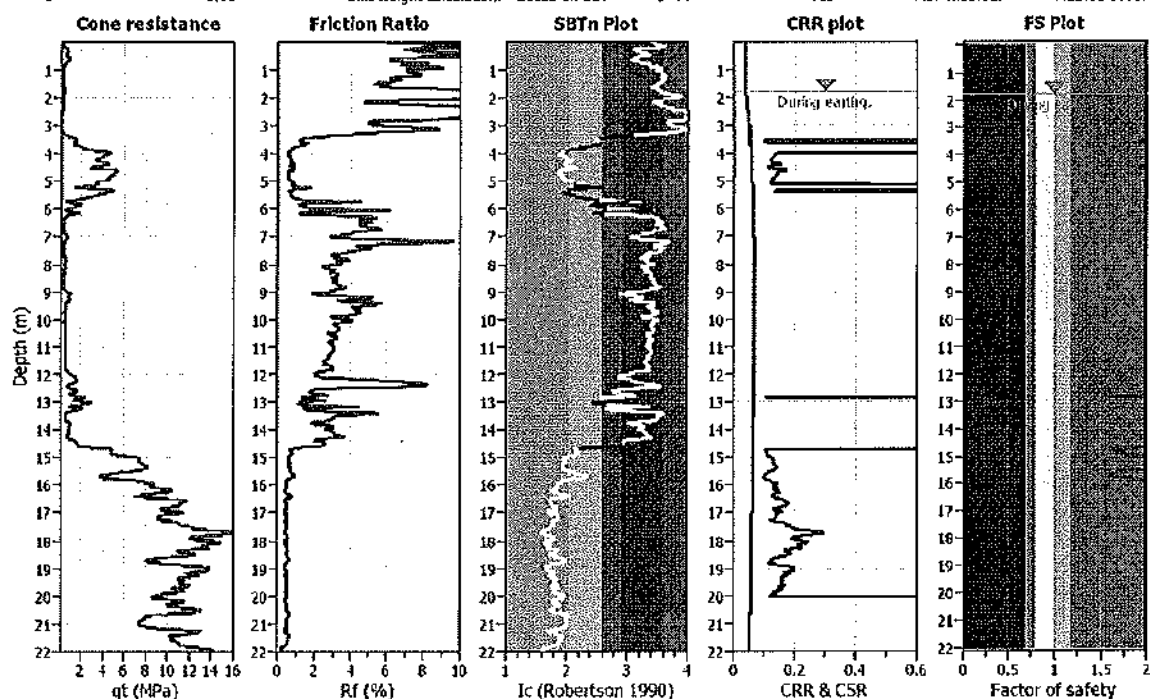
Per questo calcolo si è considerata una magnitudo di 5,90 e un'accelerazione di 0,11g.

Utilizzando i dati di input visualizzati in FIGURA 3.6, se ne deduce che nell'area di studio il fenomeno della liquefazione non è un effetto di sito atteso per le tre indagini realizzate in sito.

CPT file : rif. U46-16 CPTU1 Sant'Appolina

Input parameters and analysis data

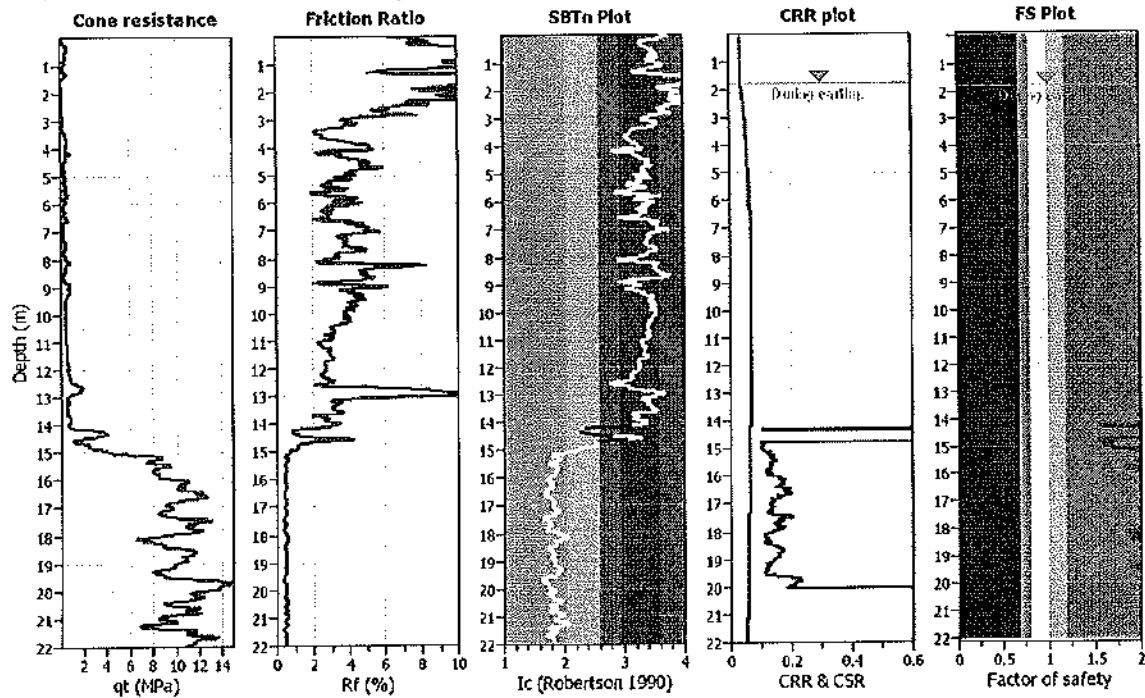
Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.80 m	Use fit:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.80 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Unit depth applied:	Yes
Earthquake magnitude M_w :	5.90	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	Yes	Unit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_p applied:	Yes	MSF method:	Method based



CPT file : rif. U46-16 CPTU2 Sant'Appolina

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.80 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.80 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 :	5.90	Ic cut-off value:	2.60	Trans. defect. 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



CPT file : rif. U66-14 CPTU1 Energy from b

Input parameters and analysis data

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	0.70 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	0.70 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 :	5.90	Ic cut-off value:	2.60	Trans. defect. applied:	No	Limit depth:	20.00 m
Peak ground acceleration:	0.11	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes	MSF method:	Method based

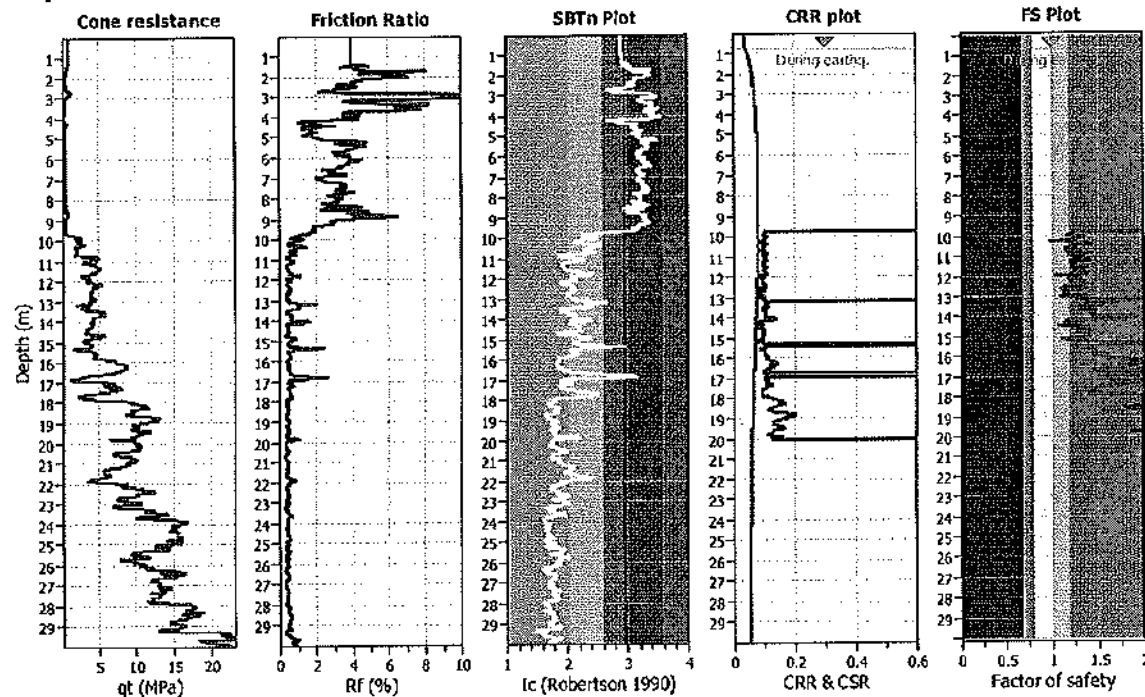


FIGURA 3,6 - Dati input e metodi di calcolo adottati secondo D.M. 14 gennaio 2008

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, per la CPTU nei primi 20,00 m, il valore del potenziale di liquefazione per tutti gli strati incoerenti (Metodo Iwasaki).

I terreni in esame risultano avere un indice del potenziale di liquefazione basso se sollecitati da un sisma di $M_w=5,9$ ed una accelerazione di 0,11g (Tabella 3.3 e 3.4).

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

Tabella 3.3 – Classificazione indice potenziale liquefazione

CPTU	Potenziale Liquefazione I_{PL}
CPTU1 rif. U46-16	0,00
CPTU2 rif. U46-16	0,00
CPTU1 rif. U66-14	0,00

Tabella 3.4 – Potenziale liquefazione

3.3. CALCOLO CEDIMENTI POSTSISMICI 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 le prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono CPTU1 e CPTU2, spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c., con rif. U46-16 e la prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con rif. U66-14.

Dalle elaborazioni informatiche, si ricava che con una Magnitudo di 5,90 e accelerazione PGA di 0,11g, alcuni dei livelli hanno il fattore di resistenza alla liquefazione inferiore a 1,00, determinando cedimenti post sismici nei terreni granulari riportati in Tabella 3.5.

CPTU	Cedimenti postsismici (cm) $M_w=5,90$ $PGA=0,11$
CPTU1 rif. U46-16	0,00
CPTU2 rif. U46-16	0,00
CPTU1 rif. U66-14	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.

Sono dunque state considerate le prove penetrometriche statiche CPTU1 e CPTU2 spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c., con *rif. U46-16* eseguite nei due vertici del magazzino di progetto e la prova penetrometrica statica con punta elettrica CPTU1, spinta fino alla profondità di -30,00 m da p.c. con *rif. U66-14*, eseguita nella corte del consorzio agrario in adiacenza al lotto su cui è in progetto il magazzino agricolo.

In FIGURA 4.1 viene riportata una planimetria generale con l'ubicazione delle prove penetrometriche eseguite in sito.

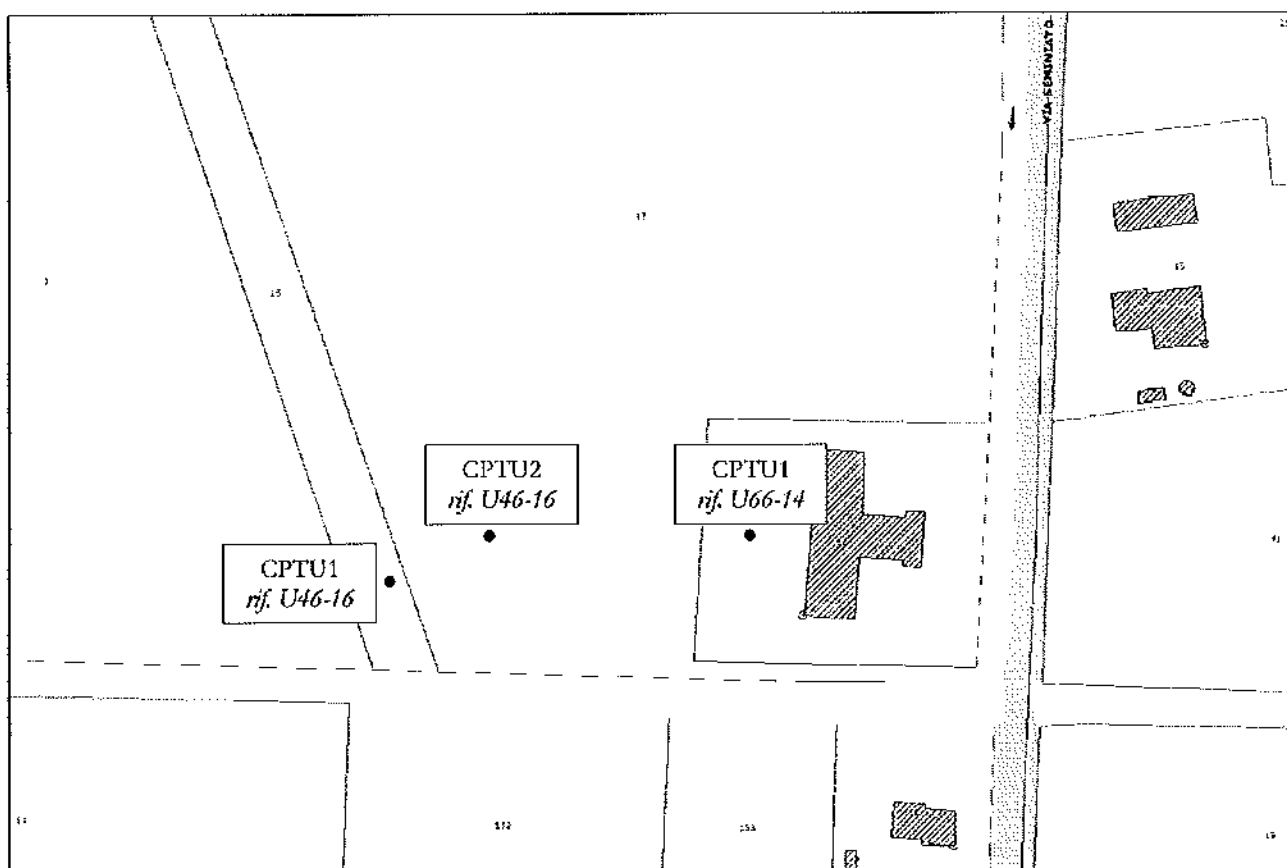


FIGURA 4.1 – Planimetria catastale generale con ubicazione delle prove.

Negli Allegati sono inserite, per le CPTU eseguite, le seguenti schede: a) valori, b) diagrammi di resistenza, c) valutazioni litologiche, d) tabelle parametri geotecnici.

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 delle prove penetrometriche è avvenuta con un Penetrometro Statico con punta elettrica e piezocono CPTU.

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 le prove penetrometriche statiche CPTU:

Identificativo		U46-16		PROVA PENETROMETRICA STATICA															
Emissione		mag-16		PARAMETRI GEOTECNICI															
Pagina		1 di 0																	
-Committente		Az. Agr. Bellettato Michele										-Prova n°		CPTU1					
-Cantiere		Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)										-Data prova		05/05/2016					
-Quota p.c.		-2,00 m s.l.m.										-Prof. preforo		0,00 m					
-Livello di falda		1,80 m da p.c.										-Prof. finale		22,00 m					
							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI						
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M _o	Eu50	CR	Dr	F _{1pm}	F _{Fmax}	F _{1Schm.}	E'25	M _o	
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	KN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa	
0,0	1,0	0,53	0,04	0,00	A	18,15	31	17	-	1,75	3,704	0,07	-	-	-	- - - -	-	-	
1,0	3,4	0,24	0,02	0,04	T	13,00	12	2	5	0,43	1,635	0,29	-	-	-	- - - -	-	-	
3,4	6,3	2,85	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	34	33	30	32 35 37 40	7,73	12,36	
6,3	12,0	0,46	0,02	0,19	A	17,59	21	2	3	1,96	10,1	0,36	-	-	-	- - - -	-	-	
12,0	13,4	1,36	0,04	0,18	SI	18,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	25	27 31 34 38	4,75	7,61	
13,4	14,5	0,77	0,03	0,24	AI-La	18,00	35	2	3	3,19	18,18	0,32	-	-	-	- - - -	-	-	
14,5	22,0	9,83	0,05	0,07	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	34	31	30 38 40 42	25,00	37,80	

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U46-16
Emissione	mag-16
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Az. Agr. Bellettato Michele	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)	-Data prova	05/05/2016
-Quota p.c.	-2,00 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,80 m da p.c.	-Prof. finale	22,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
DA	A	qcm	fcm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	Fl' _{D₁₀}	Fl' _{D₆₀}	Fl'Schm.				E'25	M _q
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	Nm/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(%)	(%)	(%)				MPa	kPa
0,0	1,5	0,41	0,05	0,00	A	17,50	24	14	-	0,79	1,506	0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,5	3,5	0,19	0,02	0,08	T	13,00	10	2	3	0,54	2,682	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,5	8,0	0,39	0,02	0,14	A	17,50	19	2	3	1,54	7,298	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	
8,0	12,0	0,47	0,02	0,24	A	17,50	21	2	2	1,84	8,939	0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	
12,0	14,1	0,81	0,04	0,29	Al-La	18,00	38	2	3	3,33	17,56	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	
14,1	22,0	9,28	0,06	0,06	S	20,00	-	-	-	-	-	-	54	34	31	35	38	40	42	23,69	16,39

Tabella 4.1 – Stratigrafia geotecnica semplificata

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica con piezocono CPTU1 e CPTU2, spinte entrambe fino alla profondità di -22,00 m da p.c. con rif. U46-16. Tale quota è stata rilevata in data 05/05/2016 alla profondità di -1,80 m dal p.c. per entrambe le indagini.

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.

Con le indagini geognostiche non si indagano tutti i punti sotto il sedime del fabbricato di progetto. Quindi, in fase di esecuzione degli scavi per la realizzazione delle fondazioni, è bene che la direzione lavori verifichi la coerenza tra ciò che emerge nelle trincee di scavo con quanto rilevato e previsto nella relazione geologica.

Le condizioni particolarmente depresse di questo settore del bacino di bonifica, e la natura dei terreni in affioramento poco permeabili, espongono il sito al rischio di allagamento.

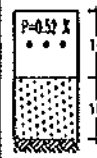
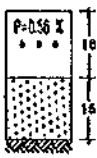

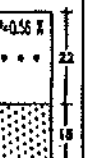
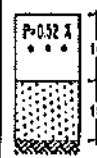
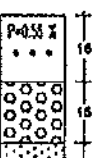

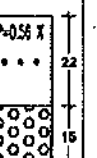
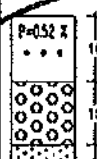


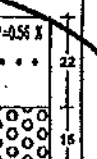
Si consiglia di alzare il piano del piazzale del capannone di progetto in modo da contrastare questo rischio idraulico ed in modo da costruire un buon corpo del rilevato per sopportare i carichi previsti in transito sul piazzale di servizio all'attività.

5. DIMENSIONAMENTO PACCHETTO STRADALE PER PIAZZALE

Per una prima ipotesi di dimensionamento del piazzale dell'azienda (i progettisti poi affineranno le scelte) verrà utilizzato il Catalogo CNR (B.U. CNR n.178/1995), che riassume una vasta e documentata raccolta di dati di pavimentazioni eseguite, ancora in esercizio, da cui è rilevabile l'influenza delle caratteristiche dei materiali usati per i singoli strati (spessori e proprietà meccaniche), delle condizioni di traffico (con particolare riferimento a quello pesante) e di portanza del piano di posa.

Il Catalogo CNR come riferimento offre un ventaglio di soluzioni stradali di varie tipologie e valide per le condizioni di traffico e ambientali, tipiche dell'Italia. Per il piazzale in esame è stato considerato il tipo di strada 4RC) STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE - ORDINARIE, considerando una pavimentazione rigida in calcestruzzo come indirizzato dallo studio di progettazione (FIGURA 5.1).

CNR - Bollettino Ufficiale - Norme Tecniche - A. XXIX - N. 178

N. 4RC	STRADE EXTRAURBANE SECONDARIE-ORDINARIE					
	Numero di passaggi di veicoli commerciali					
Modulo resiliente del sottofondo	400.000	1.500.000	4.000.000	10.000.000	25.000.000	45.000.000
150 N/mm ²						
90 N/mm ²						
30 N/mm ²						
TRAFFICO NON PREVISTO PER IL TIPO DI STRADA						

● ● ● CALCESTRUZZO AD ARMATURA CONTINUA
 $f_{ct} = 4.0 \text{ N/mm}^2$

○ ○ ○ MISTO CEMENTATO

■ ■ ■ MISTO GRANULARE NON LEGATO

FIGURA 5.1 - Categoria n. 4RC: strade extraurbane secondarie - ordinarie (B.U. CNR n.178/1995)

Con i terreni di sottofondo del sito allo studio (indice di CBR < 3%, ovvero $M_r < 30 \text{ N/mm}^2$), dalle scarse caratteristiche geomeccaniche, si ricava che per una strada urbana di scorrimento il pacchetto adottabile sarebbe quello peggiore del tipo di strada 4RC del bollettino ufficiale del Catalogo CNR, riportato in FIGURA 5.1 cioè per un modulo resiliente pari a 30 N/mm^2 .

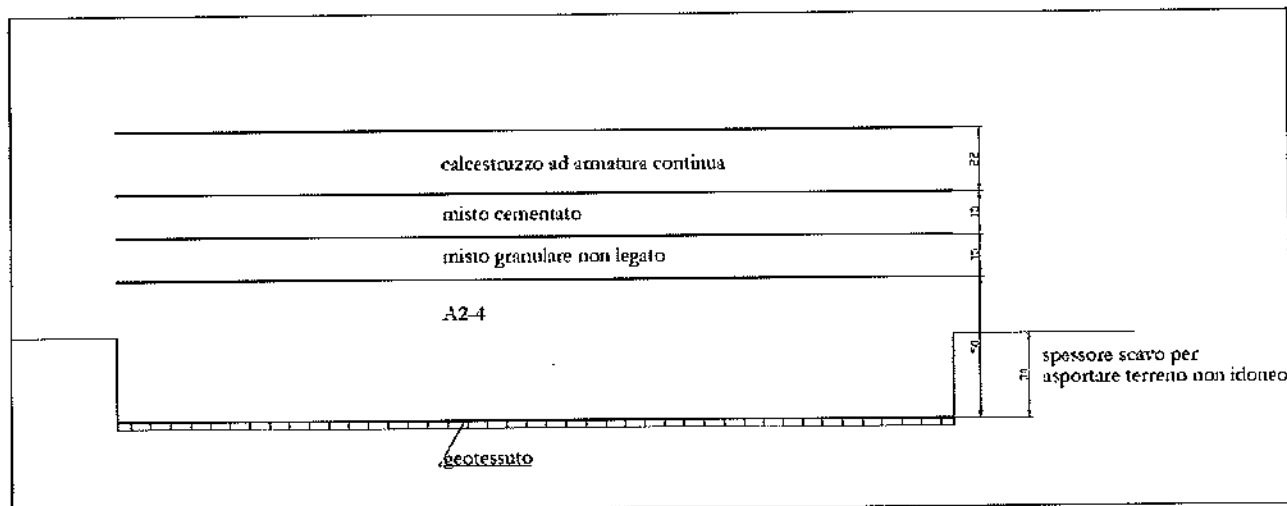
Lo spessore del calcestruzzo ad armatura continua dipende dal numero di passaggi dei veicoli, quindi è un dato progettuale funzione delle prestazioni scelte dalla committenza (16 cm - 22 cm), lo strato misto cementato è in ogni caso 15 cm, mentre il misto granulare non legato è pari a 14 cm (Tabella 5.1).

Definizione	Spessore (cm)
Calcestruzzo ad armatura continua	16cm-22cm
Misto cementato	15
Strato di base	15

Tabella 5.1 – Sovrastruttura da Catalogo delle pavimentazioni stradali italiane.

Il sottofondo del sito allo studio non presenta però un modulo resiliente pari a 30 N/mm², quindi è necessario asportare il terreno in sito e sostituirlo con un terreno di categoria A2-4 (UNI 10006) secondo lo schema riportato.

Si consiglia di non eccedere oltre i 30cm, nella rimozione del terreno in sito, per la sostituzione con la sabbietta- La presenza di un buon geotessuto alla base del pacchetto stradale ne allunga significativamente la vita utile, aumentandone le caratteristiche portanti.



Codigoro, lì 16/05/2016



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°:		
LETTURE DI CAMPAGNA															U46-16		CPTU1		
COMMITTENTE: Az. Agr. Belfettato Michele										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00									
CANTIERE: Via Seminalto 131/G, Sant'Apollinare (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80									
DATA: 05/05/2016										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	0,23	13,21	134,47	0,08	1,82	0,35	48,03	41,57	0,45	3,62	1,48	24,21	47,37	0,65	5,42	4,26	26,66	46,66	0,76
0,04	0,24	14,55	104,35	0,02	1,84	0,43	59,17	20,51	0,53	3,64	1,42	24,21	31,91	0,66	5,44	4,04	26,89	42,49	0,77
0,06	0,23	16,68	88,89	0,13	1,88	0,35	59,17	17,25	0,54	3,68	1,38	22,65	34,35	0,67	5,48	3,88	27,56	40,86	0,76
0,08	0,26	20,55	88,89	0,08	1,88	0,31	56,51	13,19	0,53	3,68	1,34	19,65	36,79	0,65	5,48	3,87	26,89	38,79	0,76
0,10	0,29	24,88	86,45	0,10	1,90	0,29	53,28	9,11	0,52	3,70	1,43	17,87	47,37	0,68	5,60	3,48	24,67	34,35	0,77
0,12	0,32	29,55	62,03	0,05	1,92	0,24	49,95	9,11	0,53	3,72	1,56	18,43	60,39	0,67	5,62	3,26	25,00	30,28	0,78
0,14	0,34	34,68	62,03	0,03	1,94	0,23	45,28	10,74	0,52	3,74	1,87	19,87	70,17	0,66	5,54	3,10	24,45	28,65	0,76
0,16	0,35	40,68	67,95	0,07	1,98	0,23	39,95	9,11	0,54	3,78	1,82	19,88	70,12	0,67	5,58	2,87	23,78	25,39	0,76
0,18	0,33	43,88	43,30	0,08	1,98	0,23	35,51	4,23	0,54	3,78	1,91	19,32	84,81	0,67	5,58	2,89	23,22	22,14	0,76
0,20	0,32	46,33	35,16	0,05	2,00	0,22	30,06	0,16	0,54	3,80	1,99	18,76	89,70	0,68	5,60	2,49	22,58	18,88	0,76
0,22	0,32	47,44	44,93	0,06	2,02	0,24	25,28	9,93	0,54	3,82	2,14	17,97	101,91	0,65	5,62	2,28	21,66	15,63	0,77
0,24	0,38	48,66	54,70	0,08	2,04	0,24	21,51	21,33	0,54	3,84	2,23	17,75	97,84	0,64	5,64	2,06	21,00	11,65	0,78
0,26	0,50	50,55	62,84	0,07	2,06	0,23	18,95	27,02	0,55	3,86	2,38	17,42	103,54	0,63	5,66	1,80	20,33	5,05	0,78
0,28	0,67	51,58	63,85	0,07	2,08	0,24	17,06	34,35	0,53	3,88	2,59	18,42	101,91	0,65	5,68	1,40	19,68	-3,81	0,78
0,30	0,78	52,78	46,58	0,03	2,10	0,25	16,17	41,67	0,53	3,90	2,93	21,08	112,49	0,64	5,70	1,01	20,33	-13,68	0,78
0,32	0,81	56,45	44,93	0,05	2,12	0,26	15,28	49,00	0,54	3,92	3,46	23,19	106,79	0,64	5,72	0,68	22,66	-15,31	0,80
0,34	0,82	59,23	35,97	0,05	2,14	0,28	14,62	60,39	0,50	3,94	3,88	25,30	111,58	0,63	5,74	0,49	26,55	-2,28	0,80
0,36	0,77	62,57	27,83	0,06	2,16	0,30	13,95	66,91	0,53	3,96	4,41	27,64	82,37	0,63	5,76	0,62	32,10	103,54	0,80
0,38	0,74	65,24	24,58	0,03	2,18	0,29	15,82	68,63	0,53	3,98	4,66	30,41	83,19	0,63	5,78	1,21	28,99	184,71	0,78
0,40	0,74	66,14	21,33	0,05	2,20	0,28	18,28	65,28	0,55	4,00	4,68	32,08	94,59	0,64	5,80	1,01	26,58	93,21	0,73
0,42	0,69	67,03	13,19	0,05	2,22	0,27	20,51	60,39	0,55	4,02	4,61	28,30	98,65	0,64	5,82	1,83	23,22	92,95	0,73
0,44	0,64	64,81	2,60	0,03	2,24	0,28	22,29	62,84	0,55	4,04	4,46	24,08	96,21	0,64	5,84	2,03	22,67	92,14	0,73
0,46	0,58	62,71	-3,09	0,05	2,26	0,29	24,40	69,35	0,55	4,06	4,31	24,41	95,40	0,62	5,86	1,90	22,78	68,53	0,78
0,48	0,57	62,05	-7,17	0,03	2,28	0,30	26,51	70,98	0,55	4,08	4,17	25,08	94,59	0,62	5,88	1,66	21,45	42,49	0,76
0,50	0,57	61,05	-8,79	0,03	2,30	0,28	29,40	67,72	0,54	4,10	4,02	25,86	94,59	0,64	5,90	1,41	20,89	31,08	0,78
0,52	0,80	61,72	-0,65	0,03	2,32	0,28	30,18	61,21	0,53	4,12	3,92	27,30	98,21	0,63	5,92	1,38	20,22	35,16	0,78
0,54	0,72	62,62	16,44	0,03	2,34	0,27	29,18	55,51	0,54	4,14	3,83	28,97	97,03	0,64	5,94	1,39	18,67	40,05	0,77
0,56	0,76	59,85	9,93	0,03	2,36	0,25	28,51	44,11	0,53	4,16	3,74	26,41	95,40	0,64	5,96	1,16	21,67	27,83	0,76
0,58	0,78	57,97	-2,28	0,03	2,38	0,25	28,74	42,49	0,53	4,18	3,58	25,83	92,14	0,65	5,98	0,91	21,11	1,79	0,77
0,60	0,79	58,97	0,16	0,02	2,40	0,23	29,40	44,11	0,54	4,20	3,41	25,63	88,07	0,65	6,00	0,73	22,22	-12,05	0,78
0,62	0,83	56,31	1,79	0,02	2,42	0,24	29,07	42,49	0,54	4,22	3,27	25,74	86,45	0,65	6,02	0,57	23,66	-28,33	0,77
0,64	0,89	55,10	-7,17	0,01	2,44	0,25	29,07	45,75	0,55	4,24	3,19	25,74	89,70	0,65	6,04	0,41	28,45	-36,47	0,78
0,66	0,90	54,55	-4,73	0,02	2,46	0,23	29,96	47,37	0,57	4,26	3,25	25,96	101,91	0,65	6,06	0,37	29,56	-25,07	0,77
0,68	0,87	53,00	-11,23	0,02	2,48	0,21	30,19	40,05	0,57	4,28	3,50	25,84	115,76	0,64	6,08	0,68	26,58	48,66	0,81
0,70	0,81	51,01	-18,12	0,02	2,50	0,19	29,19	29,47	0,57	4,30	4,04	28,40	115,76	0,65	6,10	1,51	27,78	211,80	0,81
0,72	0,73	48,13	-16,12	0,03	2,52	0,18	27,85	24,58	0,57	4,32	4,07	27,16	91,33	0,65	6,12	1,90	22,89	122,26	0,81
0,74	0,67	45,03	-19,37	0,03	2,54	0,18	26,52	26,21	0,58	4,34	3,88	32,51	57,95	0,66	6,14	1,75	22,11	69,35	0,80
0,76	0,68	41,47	-18,58	0,03	2,56	0,17	24,41	31,09	0,59	4,36	4,29	38,84	75,05	0,65	6,16	1,59	22,00	64,47	0,80
0,78	0,66	38,82	-24,26	0,03	2,58	0,14	22,74	37,61	0,58	4,38	4,60	39,28	75,05	0,68	6,18	1,58	17,89	60,39	0,81
0,80	0,47	38,38	-30,77	0,03	2,60	0,14	20,52	37,61	0,60	4,40	4,30	36,06	65,28	0,68	6,20	1,21	18,22	36,97	0,81
0,82	0,40	38,27	-27,29	0,03	2,62	0,14	18,41	41,67	0,59	4,42	3,95	33,51	49,00	0,66	6,22	0,87	16,56	18,07	0,81
0,84	0,48	28,69	-23,80	0,18	2,64	0,14	18,86	47,37	0,58	4,44	3,57	32,84	39,23	0,67	6,24	0,66	17,11	17,25	0,80
0,86	0,42	28,25	14,00	0,20	2,66	0,13	18,08	47,37	0,59	4,46	3,24	31,95	31,09	0,67	6,26	0,60	21,87	19,69	0,81
0,88	0,38	27,81	11,80	0,20	2,68	0,14	15,08	53,07	0,59	4,48	2,90	22,39	22,95	0,68	6,28	0,44	23,89	31,91	0,81
0,90	0,34	27,37	9,60	0,20	2,70	0,14	14,63	62,84	0,60	4,50	2,69	24,62	21,33	0,67	6,30	0,43	23,33	51,44	0,81
0,92	0,31	27,47	7,49	0,21	2,72	0,13	14,41	61,21	0,59	4,52	2,80	27,17	40,86	0,67	6,32	0,39	21,11	70,17	0,82
0,94	0,30	27,81	9,11	0,22	2,74	0,11	14,03	55,51	0,59	4,54	3,29	30,39	85,83	0,68	6,34	0,36	22,11	83,19	0,82
0,96	0,29	27,03	17,25	0,22	2,76	0,14	14,08	52,25	0,60	4,56	4,06	34,84	107,61	0,69	6,36	0,34	21,11	95,40	0,83
0,98	0,31	25,59	24,58	0,22	2,78	0,14	13,41	53,07	0,60	4,58	4,8,								

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA **LETTURE DI CAMPAGNA**

RIF. PROVA:	CPTU n°:
U46-16	CPTU1

COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettaio Michele

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00

CANTIERE: Via Semilario 131/G, Sant'Apollinare (Fe)

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80

DATA: 05/05/2016

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	
9,02	0,50	16,61	381,11	1,22	10,82	0,48	16,84	350,99	1,68	12,62	1,58	28,49	173,54	1,97	14,42	1,45	35,82	207,73	2,32	16,22	10,46	48,42	230,52	2,99
9,04	0,58	16,61	420,19	1,23	10,84	0,49	17,39	354,25	1,68	12,64	1,47	27,27	187,03	1,97	14,44	1,41	40,05	195,52	2,32	16,24	10,24	49,31	219,94	2,99
9,06	0,75	17,83	477,98	1,24	10,86	0,50	17,39	342,85	1,66	12,66	1,34	25,71	168,45	1,97	14,46	1,51	41,95	229,71	2,32	16,26	9,80	48,84	211,80	3,00
9,08	0,89	19,83	503,21	1,27	10,88	0,48	17,50	337,97	1,69	12,68	1,24	25,15	150,75	1,98	14,48	1,58	42,64	242,73	2,34	16,28	9,43	49,30	210,17	3,00
9,10	0,85	20,27	428,33	1,28	10,90	0,48	17,39	332,27	1,69	12,70	1,10	26,49	186,81	1,98	14,50	1,57	42,95	239,47	2,31	16,30	8,99	49,74	200,41	3,01
9,12	0,81	21,61	312,73	1,29	10,92	0,46	17,84	344,48	1,71	12,72	1,06	27,82	213,08	1,98	14,52	1,52	44,28	228,08	2,34	16,32	8,40	50,74	183,31	3,05
9,14	0,81	25,16	242,73	1,29	10,94	0,53	19,05	384,37	1,70	12,74	0,94	27,93	224,83	1,97	14,54	1,52	44,95	245,99	2,34	16,34	7,62	53,63	159,71	3,04
9,16	0,78	30,04	215,87	1,31	10,96	0,50	18,95	388,81	1,73	12,76	0,82	28,28	205,29	1,97	14,56	1,58	43,62	245,99	2,34	16,36	6,99	55,85	150,75	3,04
9,18	0,73	37,39	229,71	1,31	10,98	0,53	18,95	385,18	1,71	12,78	1,10	29,03	314,37	1,99	14,58	1,60	38,50	219,94	2,34	16,38	6,75	63,07	185,40	3,04
9,20	0,70	42,61	268,34	1,31	11,00	0,48	18,95	372,16	1,71	12,80	1,82	32,82	383,65	1,98	14,60	1,81	34,84	272,03	2,32	16,40	7,18	63,84	219,13	3,06
9,22	0,70	43,50	307,04	1,32	11,02	0,47	18,95	364,02	1,73	12,82	2,40	34,93	158,07	2,01	14,62	2,66	33,82	443,79	2,38	16,42	8,20	56,96	241,92	3,07
9,24	0,70	41,05	314,37	1,34	11,04	0,50	18,95	361,57	1,73	12,84	2,40	33,04	123,89	2,02	14,64	3,85	41,73	422,63	2,39	16,44	8,95	48,95	239,47	3,07
9,26	0,74	39,50	315,18	1,33	11,06	0,49	18,50	359,13	1,74	12,86	2,11	30,60	107,61	2,03	14,66	4,57	45,50	180,87	2,39	16,46	9,58	47,28	240,28	3,08
9,28	0,80	37,94	361,57	1,33	11,08	0,47	18,28	353,43	1,75	12,88	1,77	28,26	94,69	2,02	14,68	4,88	44,28	195,52	2,39	16,48	10,24	46,73	244,36	3,09
9,30	0,85	35,83	380,30	1,34	11,10	0,45	18,28	346,93	1,74	12,90	1,45	28,93	83,19	2,04	14,70	4,90	35,16	200,41	2,34	16,50	10,83	47,73	243,65	3,10
9,32	0,87	31,38	375,41	1,36	11,12	0,46	18,06	346,11	1,74	12,92	1,20	32,04	68,89	2,03	14,72	4,77	34,60	276,92	2,41	16,52	11,17	50,72	238,68	3,12
9,34	0,83	29,81	355,88	1,37	11,14	0,46	17,84	347,74	1,75	12,94	1,03	35,49	149,93	2,03	14,74	4,71	33,63	256,97	2,43	16,54	11,53	53,18	239,47	3,10
9,36	0,71	32,16	310,28	1,37	11,16	0,46	17,28	350,18	1,75	12,96	1,56	39,15	348,11	2,06	14,76	4,64	34,83	244,36	2,40	16,56	11,81	53,94	189,82	3,11
9,38	0,66	34,39	283,43	1,38	11,18	0,47	17,39	360,18	1,75	12,98	2,51	41,60	262,27	2,07	14,78	4,60	37,05	240,29	2,41	16,58	11,59	54,38	188,67	3,14
9,40	0,59	34,49	259,83	1,37	11,20	0,46	17,17	346,93	1,76	13,00	2,87	41,15	164,59	2,04	14,80	4,67	39,83	248,25	2,41	16,60	11,18	55,16	189,82	3,14
9,42	0,52	34,83	247,61	1,38	11,22	0,46	17,28	346,11	1,75	13,02	2,96	36,71	164,59	2,06	14,82	4,69	42,50	250,08	2,44	16,62	10,82	56,05	192,27	3,17
9,44	0,60	34,27	248,43	1,39	11,24	0,46	17,39	352,62	1,75	13,04	2,88	30,71	167,26	2,07	14,84	4,75	42,83	252,50	2,44	16,64	10,90	56,80	191,45	3,17
9,46	0,51	33,72	271,22	1,38	11,26	0,45	17,39	358,32	1,75	13,06	2,59	28,71	138,54	2,06	14,86	4,82	42,94	258,20	2,44	16,66	11,14	57,15	193,08	3,18
9,48	0,48	31,27	282,62	1,40	11,28	0,48	17,28	382,39	1,76	13,08	2,27	27,25	114,93	2,07	14,88	5,05	42,83	270,41	2,47	16,68	11,33	57,60	200,41	3,18
9,50	0,48	28,83	289,90	1,38	11,30	0,48	17,28	384,02	1,76	13,10	1,83	25,60	90,51	2,07	14,90	6,30	41,72	276,92	2,45	16,70	11,09	58,04	187,38	3,15
9,52	0,62	27,27	303,78	1,40	11,32	0,47	16,84	362,39	1,76	13,12	1,41	27,49	70,98	2,07	14,92	5,59	39,83	298,45	2,48	16,72	10,83	58,38	180,87	3,18
9,54	0,63	28,05	304,69	1,41	11,34	0,50	16,84	355,07	1,76	13,14	1,09	31,49	74,23	2,07	14,94	5,87	39,61	302,15	2,48	16,74	10,63	57,27	174,35	3,15
9,56	0,52	24,71	292,39	1,41	11,36	0,48	17,08	342,04	1,77	13,16	0,87	36,15	68,85	2,07	14,96	6,22	40,05	304,59	2,49	16,76	10,60	58,49	180,87	3,18
9,58	0,51	25,38	280,17	1,41	11,38	0,48	16,84	333,90	1,77	13,18	0,71	40,04	132,84	2,08	14,98	6,64	42,28	308,87	2,49	16,78	10,18	56,38	167,03	3,18
9,60	0,48	25,82	270,41	1,42	11,40	0,48	17,08	333,90	1,76	13,20	0,77	38,26	214,24	2,08	15,00	7,02	43,61	302,97	2,49	16,80	9,81	53,94	156,89	3,18
9,62	0,48	25,82	270,41	1,41	11,42	0,50	17,39	335,53	1,77	13,22	1,53	33,26	387,63	2,08	15,02	7,20	44,72	286,69	2,54	16,82	9,36	51,48	158,07	3,19
9,64	0,47	25,38	272,85	1,42	11,44	0,51	17,06	341,23	1,77	13,24	2,22	33,60	285,87	2,10	15,04	7,35	45,81	289,13	2,53	16,84	9,14	48,05	167,03	3,20
9,66	0,44	24,49	275,92	1,42	11,46	0,52	16,73	345,29	1,78	13,26	2,06	31,92	189,19	2,12	15,06	7,51	47,72	290,76	2,56	16,86	9,24	46,49	180,87	3,20
9,68	0,48	23,82	275,29	1,42	11,48	0,52	16,82	345,29	1,77	13,28	1,54	26,49	115,75	2,11	15,08	7,30	51,05	277,73	2,54	16,88	8,70	46,38	193,08	3,22
9,70	0,47	23,60	270,41	1,44	11,50	0,50	16,28	345,29	1,77	13,30	1,15	24,15	88,89	2,12	15,10	7,33	51,72	259,01	2,58	16,90	10,29	46,05	209,36	3,23
9,72	0,44	23,82	259,83	1,44	11,52	0,52	16,28	350,18	1,78	13,32	0,92	28,15	88,45	2,12	15,12	7,25	51,82	262,50	2,58	16,92	10,68	46,38	215,87	3,24
9,74	0,41	22,82	256,67	1,44	11,54	0,52	16,17	352,62	1,79	13,34	0,73	33,82	90,51	2,12	15,14	7,23	52,04	253,31	2,58	16,94	11,14	46,49	228,08	3,24
9,76	0,42	23,37	288,31	1,44	11,56	0,53	16,73	356,69	1,78	13,36	0,61	37,26	160,52	2,12	15,16	7,23	51,49	254,13	2,59	16,96	11,48	46,82	228,08	3,27
9,78	0,41	22,93	299,71	1,43	11,58	0,52	16,73	354,25	1,79	13,38	0,56	34,82	207,73	2,13	15,18	7,34	51,48	253,31	2,59	16,98	11,51	47,15	223,19	3,29
9,80	0,44</																							

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA LETTURE DI CAMPAGNA

RIF. PROVA:	CPTU n°:
-------------	----------

U46-16	CPTU1
--------	-------

COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00

CANTIERE: Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80

DATA: 05/05/2016

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	14,46	68,66	237,85	3,76	19,70	10,38	60,39	208,43	4,58	21,38	11,69	73,33	242,73	5,39										
18,04	14,76	67,34	254,94	3,75	19,72	10,31	59,28	215,05	4,59	21,40	11,68	73,44	218,31	5,39										
18,06	14,87	66,11	253,31	3,75	19,74	10,33	57,17	217,50	4,61	21,42	10,44	71,33	201,22	5,41										
18,08	14,43	67,33	230,62	3,78	19,78	10,64	57,17	216,69	4,62	21,44	10,03	69,22	209,38	5,42										
18,10	13,89	70,00	200,91	3,79	19,78	10,99	57,28	218,31	4,62	21,46	10,02	67,33	233,78	5,43										
18,12	13,27	70,88	212,61	3,80	19,80	11,45	55,95	218,31	4,62	21,48	10,37	65,65	264,71	5,44										
18,14	13,17	72,10	237,85	3,80	19,82	11,58	55,17	215,87	4,63	21,50	10,61	63,66	270,41	5,48										
18,16	13,07	73,32	248,43	3,81	19,84	11,30	54,17	210,99	4,64	21,52	10,40	63,21	263,98	5,48										
18,18	12,98	73,43	255,75	3,83	19,86	11,08	52,61	211,80	4,66	21,54	10,23	63,67	259,83	5,49										
18,20	13,12	71,64	287,15	3,83	19,88	10,80	52,28	200,41	4,68	21,56	10,23	64,32	269,59	5,50										
18,22	13,58	71,09	280,17	3,84	19,90	9,99	52,80	187,15	4,68	21,58	10,37	65,20	285,06	5,50										
18,24	13,69	71,20	269,59	3,86	19,92	9,67	52,80	198,77	4,70	21,60	10,46	66,87	290,76	5,50										
18,26	13,57	71,07	277,73	3,86	19,94	9,29	52,16	202,03	4,71	21,62	10,66	68,65	296,45	5,50										
18,28	12,91	69,07	197,15	3,87	19,96	9,17	51,60	208,55	4,71	21,64	10,66	68,09	305,41	5,62										
18,30	11,79	70,07	148,68	3,87	19,98	8,87	52,15	202,03	4,73	21,66	10,66	67,42	315,99	5,54										
18,32	11,04	70,85	147,49	3,89	20,00	8,49	62,26	200,41	4,73	21,68	10,96	68,42	310,29	5,55										
18,34	10,68	71,62	159,71	3,88	20,02	8,39	49,70	208,55	4,75	21,70	11,14	68,42	302,01	5,56										
18,36	10,89	69,74	197,15	3,89	20,04	8,52	48,03	214,24	4,77	21,72	10,87	68,42	269,71	5,58										
18,38	11,37	67,85	225,64	3,90	20,06	8,55	47,59	215,05	4,77	21,74	10,98	59,69	219,94	5,58										
18,40	11,81	68,29	228,45	3,91	20,08	8,71	47,81	222,38	4,78	21,76	11,13	52,69	223,19	5,60										
18,42	11,81	64,61	243,65	3,93	20,10	9,17	47,92	232,15	4,80	21,78	11,47	48,80	225,64	5,61										
18,44	12,26	63,18	266,34	3,93	20,12	10,13	49,02	245,17	4,81	21,80	11,89	43,58	228,08	5,62										
18,46	12,57	63,06	261,45	3,94	20,14	11,13	50,69	232,97	4,84	21,82	12,00	37,93	226,45	5,63										
18,48	12,50	62,51	242,73	3,96	20,16	11,52	52,13	241,11	4,82	21,84	12,51	36,04	228,89	5,64										
18,50	12,12	63,17	219,13	3,98	20,18	11,60	52,91	234,69	4,84	21,86	13,09	39,26	232,15	5,65										
18,52	11,95	63,73	224,83	3,97	20,20	11,45	54,02	228,08	4,86	21,88	13,56	40,93	234,69	5,66										
18,54	11,87	63,73	212,61	3,97	20,22	11,29	55,24	230,52	4,87	21,90	13,94	41,71	237,03	5,67										
18,56	11,12	62,50	184,94	3,97	20,24	10,99	56,24	217,50	4,86	21,92	14,11	41,82	237,85	5,69										
18,58	10,49	60,83	164,59	3,99	20,26	10,36	58,24	196,33	4,90	21,94	14,17	41,82	238,66	5,70										
18,60	9,79	59,16	156,45	3,98	20,28	9,93	58,66	199,59	4,90	21,96	14,03	42,93	239,47	5,71										
18,62	9,24	58,94	158,89	4,01	20,30	9,88	58,34	219,94	4,90	21,98	13,89	44,93	240,29	5,72										
18,64	8,71	58,60	158,45	4,01	20,32	9,86	58,90	224,83	4,91	22,00	13,79	47,15	241,11	5,73										
18,66	8,36	55,27	160,62	4,02	20,34	9,88	57,45	232,97	4,93															
18,68	8,08	54,27	163,77	4,02	20,36	10,23	58,34	245,99	4,94															
18,70	7,93	52,49	161,33	4,02	20,38	10,75	59,00	253,31	4,95															
18,72	7,77	50,33	202,85	4,02	20,40	11,26	59,56	258,20	4,98															
18,74	7,88	47,11	197,16	4,02	20,42	11,58	58,67	255,75	4,98															
18,76	8,12	69,74	197,16	4,05	20,44	11,93	69,33	287,15	4,98															
18,78	8,50	44,67	206,91	4,07	20,46	12,62	80,22	280,17	5,00															
18,80	8,97	44,67	208,55	4,07	20,48	12,99	62,88	290,76	5,00															
18,82	9,47	44,22	213,43	4,07	20,50	13,08	65,99	288,31	5,01															
18,84	10,40	44,23	215,87	4,10	20,52	12,91	68,66	272,85	5,02															
18,86	10,92	44,89	215,05	4,11	20,54	12,85	70,43	281,81	5,03															
18,88	11,39	46,67	218,31	4,12	20,56	12,82	72,10	284,25	5,08															
18,90	12,06	49,44	220,75	4,14	20,58	12,46	71,76	259,83	5,07															
18,92	12,99	52,78	234,59	4,14	20,60	11,58	73,43	206,91	5,08															
18,94	13,62	53,44	242,73	4,15	20,62	10,66	71,76	183,31	5,07															
18,96	13,64	54,44	243,65	4,16	20,64	9,78	69,76	184,13	6,07															
18,98	13,71	57,00	245,17	4,17	20,66	9,13	66,31	184,94	5,10															
19,00	13,75	60,89	248,43	4,20	20,68	8,67	63,53	188,19	5,12															
19,02	13,74	63,22	250,87	4,20	20,70	8,27	61,20	190,83	5,12															
19,04	13,84	64,78	263,89	4,20	20,72	8,06	57,89	193,07	5,10															
19,06	13,68	66,11	250,06	4,21	20,74	7,93	54,00	215,87	5,10															
19,08	13,13	67,00	221,57	4,23	20,76	7,84	50,11	210,17	5,12															
19,10	12,62	66,66	200,41	4,22	20,78	7,74	47,11	207,73	5,12															
19,12	11,86	67,33	185,75	4,23	20,80	7,71	45,45	209,38	5,13															
19,14	11,44	67,33	199,01	4,24	20,82	7,80	43,66	214,24	5,14															
19,16	11,31	66,77	211,80	4,28	20,84	7,79	42,45	213,43	5,14															
19,18	11,61	66,32	247,61	4,27	20,86	7,62	41,67	205,29	5,15															
19,20	12,28	64,32	280,69	4,28	20,88	7,42	40,68	204,47	5,16															
19,22	12,67	62,10	283,43	4,30	20,90	7,35	39,67	205,29	5,16															
19,24	12,85	60,43	261,81	4,31	20,92	7,28	39,11	206,10	5,17															
19,26	12,84	68,65	270,41	4,33	20,94	7,29	38,00	208,55	5,17															
19,28	12,52	67,88	249,25	4,31	20,96	7,23	37,78	205,29	5,18															
19,30	11,84	67,76	208,55	4,33	20,98	7,23	37,89	208,55	5,18															
19,32	11,26	68,64	192,27	4,36	21,00	7,29	38,00	211,80	5,23															
19,34	10,95	69,53	200,41	4,36	21,02	7,40	38,56	215,87	5,22															
19,36	10,83	81,30	212,61	4,38	21,04	7,66	39,67	218,31	5,22															
1																								

qc = resist. alla punta (Mpa)

Inc. = inclinazione dalla verticale (°)

f_s = resist. per attrito lat. (kPa)

Diametro punta: 3,57 cm

U = pressione neutra (kPa)

Area punta: 10 cm^2

Punta: Tecnopenta G1 CPL2In

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA: CPTU n°:

U46-16 CPTU1

COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele

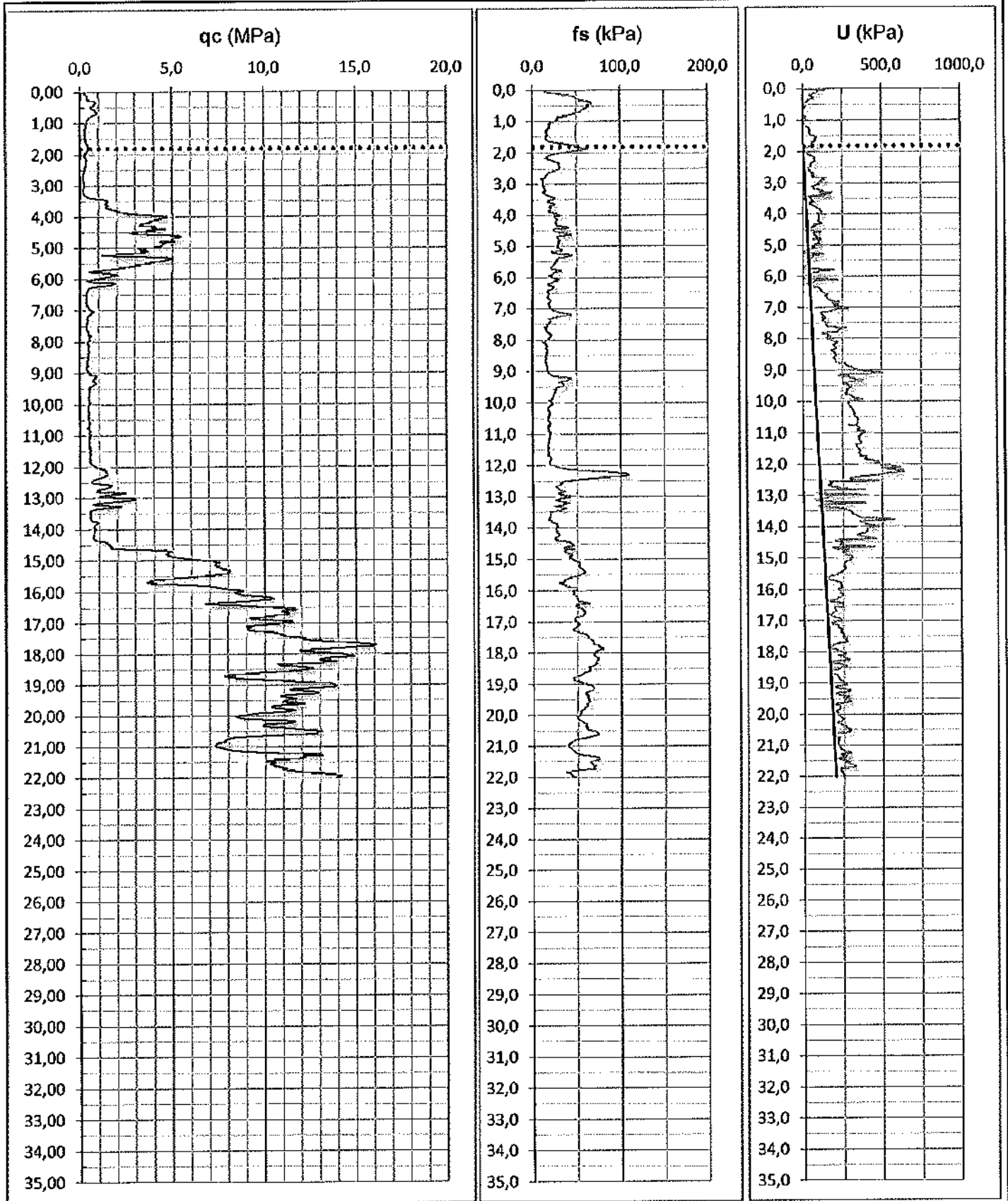
CANTIERE: Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)

DATA: 05/05/2016

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80

PREFORO (m da p.c.): 0,00



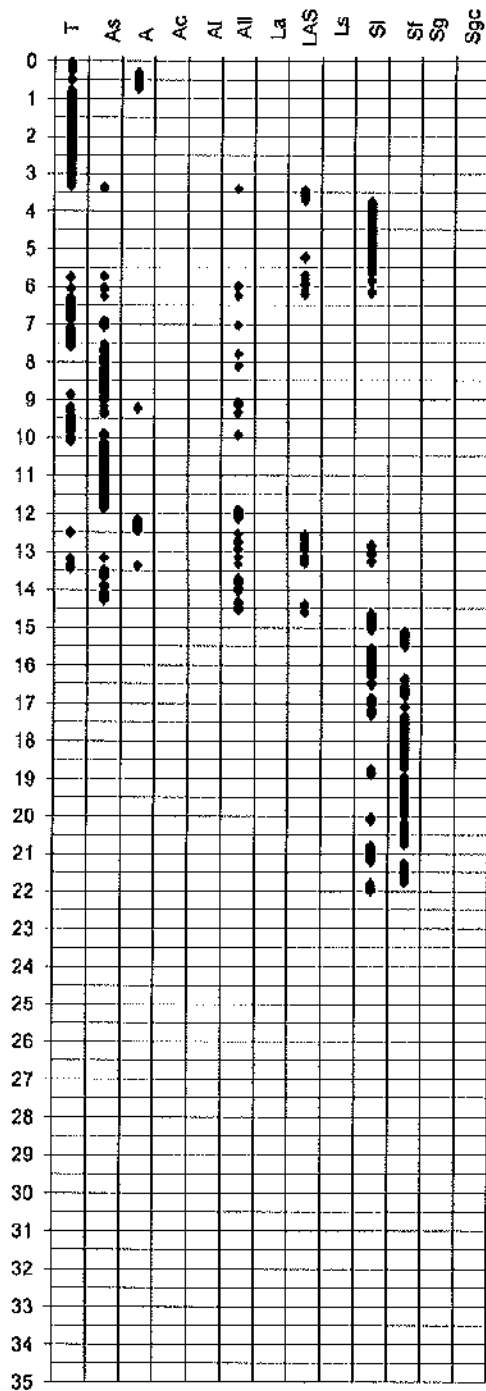
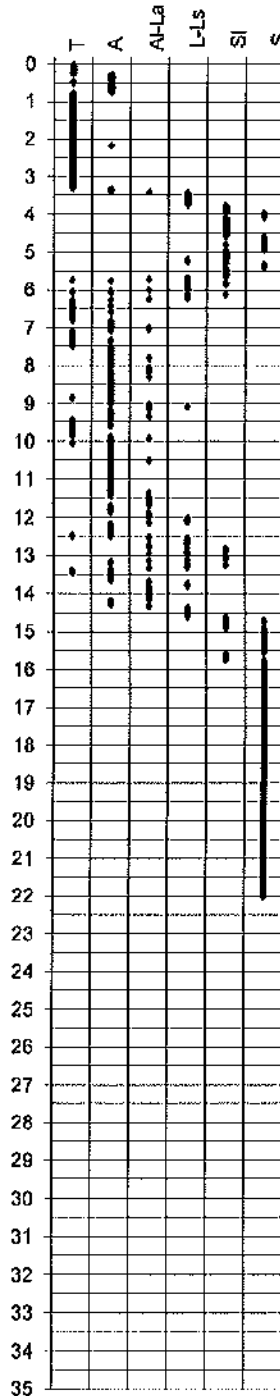
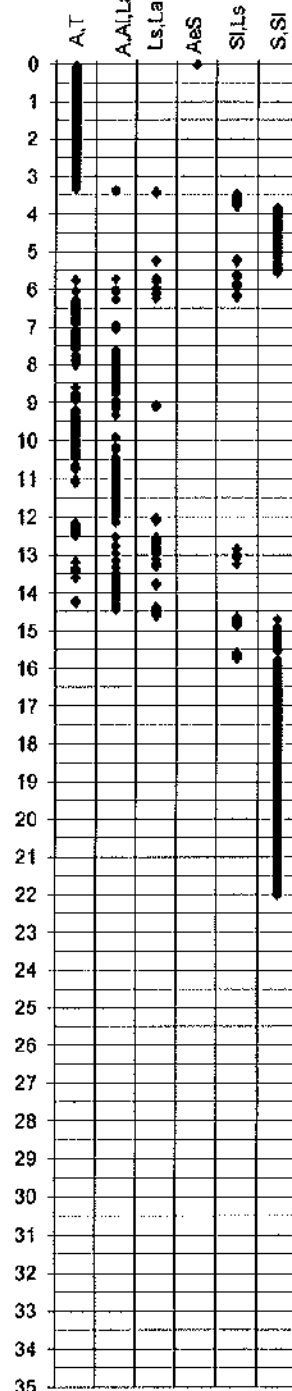
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U46-16
Emissione	mag-16
Pagina	1 di

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Az. Agr. Bellettato Michele**
 -Cantiere **Via Seminiato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)**
 -Quota p.c. **-2,00 m s.l.m.**
 -Livello di falda **1,80 m da p.c.**
 -Altezzatura **Punta elettrica con piezocono**

-Prova n° **CPTU1**
 -Data prova **05/05/2016**
 -Prof. preforo **m**
 -Prof. finale **22,00 m**

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U46-16
Emissione	mag-16
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Az. Agr. Bellettato Michele	-Prova n°	CPTU1
-Cantiere	Via Seminiato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)	-Data prova	05/05/2016
-Quota p.c.	-2,00 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,80 m da p.c.	-Prof. finale	22,00 m

MATERIALI COESIVI							MATERIALI GRANULARI											
DA	A	qcm	fsm	dellaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	Fl _{plu}	Fl _{max}	Fl _{Schm.}	E'25	M ₀
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa
0,0	1,0	0,53	0,04	0,00	A	18,16	31	17	-	1,75	3,704	0,07	-	-	-	- - - -	-	-
1,0	3,4	0,24	0,02	0,04	T	13,00	12	2	5	0,43	1,635	0,29	-	-	-	- - - -	-	-
3,4	8,3	2,85	0,03	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	34	33	30	32 35 37 40	7,73	12,36
6,3	12,0	0,46	0,02	0,19	A	17,50	21	2	3	1,96	10,1	0,36	-	-	-	- - - -	-	-
12,0	13,4	1,36	0,04	0,18	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	25	27 31 34 38	4,75	7,61
13,4	14,5	0,77	0,03	0,24	Al-La	18,00	35	2	3	3,19	18,19	0,32	-	-	-	- - - -	-	-
14,5	22,0	9,93	0,05	0,07	S	20,00	-	-	-	-	-	-	55	34	31	36 38 40 42	25,00	37,80

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA																RIF. PROVA:		CPTU n°:	
LETTURE DI CAMPAGNA																U46-16		CPTU2	
COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00									
CANTIERE: Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80									
DATA: 05/05/2016										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	0,12	9,44	43,31	0,08	1,82	0,14	14,65	48,88	0,32	3,62	0,49	14,33	248,80	0,62	6,42	0,62	18,28	87,28	0,83
0,04	0,15	9,99	81,21	0,08	1,84	0,14	15,55	22,95	0,34	3,64	0,50	15,66	250,87	0,63	5,44	0,42	16,74	81,56	0,83
0,06	0,13	10,55	79,12	0,08	1,86	0,16	16,67	31,91	0,34	3,66	0,53	16,77	236,22	0,63	6,48	0,37	16,85	85,63	0,82
0,08	0,11	11,11	97,03	0,08	1,88	0,23	17,95	90,51	0,41	3,68	0,55	17,99	238,66	0,63	5,48	0,36	14,85	94,59	0,83
0,10	0,11	13,66	114,93	0,08	1,90	0,23	18,84	101,91	0,44	3,70	0,53	19,22	245,80	0,64	5,50	0,34	14,62	95,40	0,82
0,12	0,18	16,33	146,88	0,08	1,92	0,24	22,47	95,40	0,43	3,72	0,52	20,77	243,65	0,62	5,52	0,35	14,40	112,49	0,83
0,14	0,20	17,77	116,75	0,14	1,94	0,22	24,73	81,58	0,45	3,74	0,54	21,44	238,22	0,63	5,54	0,47	14,07	158,07	0,81
0,16	0,20	17,99	105,17	0,11	1,96	0,18	25,84	72,61	0,45	3,76	0,55	22,99	238,66	0,63	5,56	0,55	13,63	147,49	0,82
0,18	0,18	19,68	124,70	0,13	1,98	0,17	24,73	68,53	0,44	3,78	0,55	24,55	241,11	0,64	5,58	0,47	13,62	132,84	0,83
0,20	0,23	23,55	123,07	0,14	2,00	0,18	23,40	56,33	0,45	3,80	0,58	25,11	245,17	0,65	5,60	0,43	14,85	127,96	0,83
0,22	0,33	25,77	125,51	0,13	2,02	0,15	21,73	63,89	0,45	3,82	0,58	25,77	243,65	0,63	6,62	0,42	14,98	118,56	0,85
0,24	0,35	28,11	113,31	0,14	2,04	0,15	19,06	36,79	0,45	3,84	0,55	26,33	237,03	0,63	5,64	0,58	11,62	171,10	0,83
0,26	0,39	31,44	78,31	0,13	2,06	0,15	17,51	44,93	0,46	3,86	0,54	26,43	160,52	0,63	5,66	0,71	13,51	167,03	0,88
0,28	0,48	34,66	71,79	0,11	2,08	0,16	16,62	62,84	0,45	3,88	0,52	27,32	171,10	0,63	5,68	0,80	17,73	110,87	0,86
0,30	0,51	39,56	64,47	0,11	2,10	0,16	16,18	58,77	0,46	3,90	0,49	28,21	185,75	0,64	5,70	0,75	19,73	100,28	0,85
0,32	0,55	45,78	58,33	0,10	2,12	0,16	16,29	77,49	0,46	3,92	0,49	28,43	192,27	0,64	5,72	0,57	18,40	88,89	0,86
0,34	0,66	50,12	55,61	0,10	2,14	0,17	17,07	74,23	0,48	3,94	0,48	28,43	188,33	0,65	5,74	0,48	15,29	75,05	0,88
0,36	0,60	55,34	52,25	0,10	2,16	0,17	19,07	82,37	0,46	3,96	0,47	29,32	199,59	0,65	5,78	0,38	13,61	66,91	0,87
0,38	0,60	62,01	40,86	0,08	2,18	0,17	20,40	81,56	0,46	3,98	0,49	28,76	203,66	0,63	5,78	0,28	12,96	75,85	0,87
0,40	0,63	68,13	31,91	0,08	2,20	0,16	20,73	69,35	0,49	4,00	0,49	28,21	200,41	0,64	5,80	0,25	13,40	97,94	0,87
0,42	0,59	71,35	22,14	0,08	2,22	0,16	20,40	61,21	0,48	4,02	0,47	27,21	193,08	0,64	5,82	0,23	11,96	91,33	0,87
0,44	0,60	74,58	15,83	0,08	2,24	0,15	19,92	57,85	0,45	4,04	0,46	28,43	184,94	0,65	5,84	0,40	19,17	148,31	0,85
0,46	0,61	77,14	13,19	0,08	2,26	0,12	18,51	57,85	0,46	4,06	0,42	28,09	172,73	0,65	5,86	0,39	17,84	136,10	0,82
0,48	0,61	81,04	10,74	0,08	2,28	0,16	18,74	67,72	0,46	4,08	0,41	28,43	169,47	0,65	5,88	0,40	15,17	142,61	0,83
0,50	0,59	82,27	5,86	0,05	2,30	0,16	15,29	67,72	0,49	4,10	0,40	24,21	175,99	0,66	5,90	0,47	15,40	196,33	0,65
0,52	0,59	83,60	-0,65	0,05	2,32	0,17	14,07	68,53	0,49	4,12	0,44	21,54	189,82	0,67	5,92	0,47	15,84	138,54	0,83
0,54	0,55	85,94	-8,35	0,03	2,34	0,17	12,74	68,53	0,49	4,14	0,68	20,92	201,57	0,68	5,94	0,41	18,62	88,07	0,85
0,56	0,65	88,84	-10,42	0,05	2,36	0,13	12,29	54,70	0,49	4,16	0,90	22,43	178,80	0,67	5,96	0,34	17,40	88,07	0,85
0,58	0,65	86,16	-14,49	0,03	2,38	0,16	12,19	49,00	0,50	4,18	0,68	20,43	103,64	0,68	5,98	0,30	16,62	105,17	0,83
0,60	0,56	84,74	-16,93	0,05	2,40	0,14	12,52	40,88	0,49	4,20	0,78	18,09	89,70	0,68	6,00	0,31	15,84	117,37	0,86
0,62	0,58	83,74	-21,01	0,03	2,42	0,14	12,52	32,72	0,50	4,22	0,59	18,43	94,59	0,67	6,02	0,30	15,62	122,26	0,85
0,64	0,54	81,97	-25,07	0,03	2,44	0,13	12,30	23,77	0,50	4,24	0,48	20,98	116,56	0,68	6,04	0,28	14,17	121,45	0,88
0,66	0,50	79,42	-29,15	0,03	2,46	0,13	11,97	33,63	0,50	4,26	0,44	18,98	143,43	0,68	6,06	0,29	14,06	131,21	0,88
0,68	0,48	76,87	-33,21	0,03	2,48	0,14	12,30	55,51	0,52	4,28	0,46	16,54	145,87	0,71	6,08	0,30	13,51	149,93	0,86
0,70	0,47	73,77	-34,03	0,03	2,50	0,14	11,63	75,86	0,52	4,30	0,46	16,31	149,12	0,69	6,10	0,33	11,62	164,59	0,87
0,72	0,47	71,33	-18,56	0,03	2,52	0,16	11,19	72,61	0,53	4,32	0,44	18,09	149,12	0,71	6,12	0,33	10,51	170,29	0,87
0,74	0,54	67,45	-3,09	0,05	2,54	0,16	10,75	78,31	0,52	4,34	0,46	19,09	143,43	0,71	6,14	0,34	10,62	144,24	0,87
0,76	0,55	63,34	-5,64	0,02	2,56	0,16	10,64	78,31	0,50	4,36	0,44	18,64	136,91	0,71	6,16	0,31	10,95	127,96	0,88
0,78	0,52	59,24	-12,87	0,02	2,58	0,17	11,53	80,75	0,53	4,38	0,42	19,31	132,84	0,71	6,18	0,29	11,06	141,79	0,85
0,80	0,50	57,35	-20,19	0,02	2,60	0,14	11,53	69,35	0,50	4,40	0,43	20,43	137,73	0,69	6,20	0,29	10,95	157,26	0,87
0,82	0,45	55,03	-25,07	0,01	2,62	0,17	11,31	66,09	0,52	4,42	0,43	21,20	136,54	0,69	6,22	0,30	10,62	165,40	0,87
0,84	0,40	53,03	-31,69	0,01	2,64	0,18	11,64	133,65	0,52	4,44	0,40	21,20	138,91	0,71	6,24	0,39	10,73	171,91	0,88
0,86	0,35	51,82	-38,91	0,01	2,66	0,21	12,75	108,42	0,52	4,46	0,41	20,54	132,84	0,72	6,26	0,35	10,73	180,05	0,87
0,88	0,44	45,23	17,25	0,08	2,68	0,21	13,19	76,67	0,53	4,48	0,38	20,54	125,51	0,71	6,28	0,40	10,62	175,99	0,89
0,90	0,46	44,12	33,53	0,09	2,70	0,18	13,63	78,67	0,52	4,50	0,32	20,54	123,07	0,72	6,30	0,39	10,62	172,73	0,87
0,92	0,46	41,45	58,77	0,09	2,72	0,22	13,78	78,67	0,54	4,52	0,35	19,76	127,15	0,72	6,32	0,38	11,28	172,73	0,89
0,94	0,40	39,79	69,58	0,09	2,74	0,19	13,98	80,75	0,54	4,54	0,35	19,53	134,47	0,73	6,34	0,33	11,73	161,57	0,90
0,96	0,37	38,01	33,53	0,09	2,76	0,22	14,31	83,19	0,55	4,56	0,35	19,20	138,54	0,72	6,36	0,31	10,95	151,57	0,89
0,98	0,35	38,35	22,14	0,09	2,78	0,18	16,09	73,42	0,53	4,58	0,35	18,98	145,87	0,74	6,38	0,30	10,62	158,45	0,90
1,00	0,33	39,13	25,39	0,11	2,80	0,17	16,85	69,35	0,55	4,60	0,36								

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA															RIF. PROVA:		CPTU n°.		
LETTURE DI CAMPAGNA															U46-16		CPTU2		
COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele										PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00									
CANTIERE: Via Seminolato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)										PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80									
DATA: 05/05/2016										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. °
9,02	0,65	47,38	337,15	1,27	10,82	0,41	10,06	344,48	1,50	12,62	1,77	64,51	606,69	1,90	14,42	3,23	38,40	180,05	2,07
9,04	0,63	47,49	367,27	1,29	10,84	0,41	10,28	342,04	1,48	12,64	1,71	71,97	595,19	1,92	14,44	2,93	39,95	152,38	2,07
9,06	0,66	44,83	365,65	1,28	10,86	0,42	16,51	342,04	1,50	12,66	1,66	87,40	540,65	1,92	14,46	2,58	40,06	120,63	2,08
9,08	0,68	41,94	394,13	1,28	10,88	0,41	16,73	339,60	1,50	12,68	1,62	103,29	540,65	1,92	14,48	2,15	40,50	88,07	2,08
9,10	0,71	38,83	416,93	1,29	10,90	0,41	16,51	336,34	1,51	12,70	1,65	118,82	539,84	1,90	14,50	1,80	41,83	73,42	2,10
9,12	0,73	35,05	434,83	1,29	10,92	0,40	16,17	334,71	1,50	12,72	1,68	129,40	605,65	1,90	14,52	1,48	45,05	62,84	2,11
9,14	0,76	33,27	430,77	1,29	10,94	0,40	15,95	330,65	1,52	12,74	1,89	158,37	398,21	1,88	14,54	1,22	47,18	66,09	2,10
9,16	0,81	32,05	425,88	1,31	10,96	0,42	14,78	320,87	1,51	12,76	1,83	154,71	376,23	1,89	14,56	1,00	45,81	101,09	2,12
9,18	0,78	31,84	443,79	1,34	10,98	0,40	13,51	312,73	1,63	12,78	1,71	154,82	381,11	1,89	14,58	0,88	42,61	208,10	2,12
9,20	0,75	32,71	417,74	1,31	11,00	0,42	13,17	342,85	1,55	12,80	1,54	151,69	509,73	1,90	14,60	0,92	39,27	284,26	2,12
9,22	0,70	32,71	390,88	1,34	11,02	0,43	13,17	356,69	1,53	12,82	1,47	143,69	482,05	1,90	14,62	1,18	36,71	391,69	2,12
9,24	0,68	32,49	370,53	1,33	11,04	0,46	12,84	357,51	1,55	12,84	1,40	135,16	413,87	1,92	14,64	1,59	38,05	343,67	2,13
9,26	0,65	31,18	329,83	1,34	11,06	0,46	12,84	353,43	1,55	12,86	1,23	128,28	347,74	1,92	14,66	1,89	39,38	257,39	2,12
9,28	0,69	32,05	340,41	1,33	11,08	0,46	13,73	357,51	1,57	12,88	1,09	121,70	288,31	1,93	14,68	2,00	36,82	232,15	2,13
9,30	0,68	32,60	341,23	1,34	11,10	0,48	14,40	357,51	1,57	12,90	0,97	114,81	266,34	1,93	14,70	2,11	32,82	248,43	2,13
9,32	0,54	32,60	320,06	1,34	11,12	0,47	14,73	359,05	1,57	12,92	0,81	103,58	246,80	1,92	14,72	2,20	29,49	254,84	2,15
9,34	0,53	30,71	332,27	1,34	11,14	0,46	14,28	355,07	1,57	12,94	0,70	88,69	235,41	1,92	14,74	2,55	29,40	180,05	2,10
9,36	0,52	28,49	333,90	1,34	11,16	0,47	14,06	350,99	1,50	12,96	0,65	78,80	224,01	1,92	14,76	2,63	29,72	134,47	2,11
9,38	0,54	27,49	342,04	1,34	11,18	0,46	14,62	357,51	1,60	12,98	0,68	88,80	219,94	1,92	14,78	2,41	27,27	129,59	2,12
9,40	0,50	26,49	324,13	1,36	11,20	0,47	14,73	359,95	1,61	13,00	0,60	60,34	261,89	1,92	14,80	2,34	27,27	127,15	2,12
9,42	0,46	25,04	292,39	1,38	11,22	0,47	16,06	359,13	1,62	13,02	0,61	50,12	270,41	1,93	14,82	2,40	29,16	156,45	2,12
9,44	0,45	24,71	267,97	1,37	11,24	0,46	16,51	359,95	1,64	13,04	0,61	40,45	276,92	1,94	14,84	2,74	32,60	207,73	2,13
9,46	0,41	25,37	269,59	1,36	11,26	0,47	17,51	367,27	1,64	13,06	0,57	33,78	267,97	1,94	14,86	3,21	39,49	266,34	2,13
9,48	0,40	24,60	275,28	1,38	11,28	0,46	17,73	364,02	1,65	13,08	0,57	30,58	275,29	1,93	14,88	3,57	44,27	169,47	2,13
9,50	0,41	23,37	283,43	1,39	11,30	0,48	17,17	359,95	1,65	13,10	0,57	27,58	283,43	1,94	14,90	3,65	41,94	116,56	2,13
9,52	0,41	22,71	291,57	1,39	11,32	0,47	16,51	357,51	1,64	13,12	0,61	24,11	302,97	1,95	14,92	3,78	33,27	149,12	2,15
9,54	0,40	21,71	292,39	1,40	11,34	0,48	17,17	368,00	1,65	13,14	0,62	22,33	307,04	1,94	14,94	3,97	32,72	187,08	2,16
9,56	0,41	21,48	291,57	1,39	11,36	0,50	18,06	373,79	1,68	13,16	0,67	22,88	327,39	1,97	14,96	3,99	32,72	200,41	2,17
9,58	0,42	20,37	290,76	1,38	11,38	0,48	17,40	368,09	1,66	13,18	0,67	24,33	335,63	1,94	14,98	4,03	30,16	218,05	2,16
9,60	0,41	20,15	298,09	1,41	11,40	0,48	17,08	369,71	1,69	13,20	0,69	24,00	317,62	1,97	15,00	4,28	31,60	269,59	2,15
9,62	0,40	20,37	298,09	1,40	11,42	0,48	17,84	382,74	1,69	13,22	0,62	25,66	265,53	1,94	15,02	4,58	35,16	293,20	2,17
9,64	0,40	20,37	296,45	1,41	11,44	0,48	18,06	376,41	1,69	13,24	0,60	25,11	243,08	1,97	15,04	4,93	37,38	203,66	2,18
9,66	0,39	20,48	290,76	1,41	11,46	0,50	17,95	385,99	1,71	13,26	0,68	24,11	263,08	1,94	15,06	5,48	37,05	185,75	2,17
9,68	0,39	20,92	282,82	1,42	11,48	0,48	18,62	394,95	1,73	13,28	0,66	23,11	272,85	1,95	15,08	6,20	38,16	227,27	2,18
9,70	0,36	21,04	275,29	1,41	11,50	0,48	18,73	403,09	1,71	13,30	0,68	22,00	281,81	1,97	15,10	7,08	40,82	183,31	2,18
9,72	0,38	20,81	280,99	1,43	11,52	0,60	18,95	412,88	1,71	13,32	0,60	21,34	285,87	1,97	15,12	8,04	41,16	203,66	2,20
9,74	0,38	20,15	290,76	1,43	11,54	0,60	18,62	408,60	1,73	13,34	0,60	21,45	293,20	1,97	15,14	8,57	39,49	162,15	2,19
9,76	0,40	19,82	302,15	1,41	11,56	0,47	18,95	408,60	1,73	13,36	0,58	20,78	272,03	1,97	15,16	8,78	38,04	189,01	2,20
9,78	0,38	18,71	355,88	1,42	11,58	0,48	18,73	406,35	1,74	13,38	0,55	20,67	263,31	1,97	15,18	8,90	40,37	212,61	2,19
9,80	0,39	19,16	326,76	1,42	11,60	0,47	18,95	401,46	1,75	13,40	0,53	20,12	247,61	1,97	15,20	8,75	42,37	240,28	2,20
9,82	0,38	19,71	315,18	1,41	11,62	0,46	18,73	399,02	1,74	13,42	0,52	18,68	267,39	1,97	15,22	8,55	44,93	245,17	2,22
9,84	0,38	19,94	311,92	1,42	11,64	0,45	18,62	385,99	1,74	13,44	0,53	18,56	277,73	1,97	15,24	8,40	48,71	255,75	2,23
9,86	0,38	20,27	302,97	1,42	11,66	0,45	18,62	382,74	1,75	13,46	0,52	18,90	289,13	1,97	15,26	8,13	50,82	238,22	2,21
9,88	0,36	18,82	303,78	1,43	11,68	0,46	18,40	389,25	1,76	13,48	0,52	19,46	287,50	1,98	15,28	7,71	50,59	218,31	2,22
9,90	0,36	19,49	315,99	1,44	11,70	0,48	18,06	403,91	1,77	13,50	0,51	20,46	285,06	1,98	15,30	7,38	49,26	218,31	2,23
9,92	0,40	18,71	350,19	1,43	11,72	0,50	17,84	418,55	1,77	13,52	0,50	21,02	284,25	1,98	15,32	7,21	47,70	234,59	2,22
9,94	0,40	18,60	345,29	1,42	11,74	0,52	17,85	425,07	1,78	13,54	0,49	21,13	289,95	1,98	15,34	7,33	45,69	258,57	2,23
9,96	0,39	18,38	272,85	1,43	11,76	0,55	18,06	409,71	1,78	13,56	0,49	21,13	290,76	1,98	15,36				

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA LETTURE DI CAMPAGNA

RIF. PROVA: CPTU n°:

U46-16	CPTU2
--------	-------

COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00

CANTIERE: Via Seminato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80

DATA: 05/05/2016

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	8,22	48,69	158,07	2,44	19,70	14,85	84,31	295,64	2,52	21,38	10,40	40,65	255,75	2,80										
18,04	7,78	45,46	148,31	2,44	19,72	14,93	88,43	289,95	2,53	21,40	11,22	42,85	259,01	2,81										
18,06	7,33	43,48	144,24	2,44	19,74	14,52	73,79	233,78	2,53	21,42	11,55	43,09	252,50	2,81										
18,08	6,63	42,12	139,35	2,44	19,76	14,65	71,35	219,13	2,54	21,44	11,67	44,53	249,25	2,81										
18,10	6,44	41,24	145,05	2,44	19,78	14,38	72,35	202,85	2,56	21,46	11,62	45,42	242,73	2,81										
18,12	6,39	41,12	169,47	2,44	19,80	13,95	75,35	190,63	2,55	21,48	11,50	49,09	239,47	2,81										
18,14	6,84	41,01	191,45	2,46	19,82	13,63	76,35	197,06	2,57	21,50	11,26	51,20	228,08	2,81										
18,16	6,91	39,80	195,52	2,43	19,84	13,53	74,13	218,94	2,69	21,52	10,95	55,65	215,87	2,82										
18,18	7,08	41,11	197,15	2,44	19,86	13,53	76,13	251,69	2,60	21,54	10,68	59,54	215,87	2,82										
18,20	7,29	41,78	206,91	2,44	19,88	13,58	74,57	235,22	2,59	21,56	10,67	60,87	239,47	2,83										
18,22	7,75	43,67	213,43	2,44	19,90	13,97	73,57	242,73	2,62	21,58	11,02	62,87	273,67	2,85										
18,24	8,11	45,45	211,80	2,47	19,92	13,74	71,68	252,50	2,63	21,60	11,78	63,76	304,59	2,83										
18,26	8,39	45,78	210,99	2,45	19,94	13,70	70,34	250,87	2,64	21,62	12,81	63,20	339,60	2,83										
18,28	8,49	46,67	201,22	2,44	19,96	13,40	69,23	237,03	2,66	21,64	13,62	61,65	327,39	2,83										
18,30	8,79	44,56	198,77	2,44	19,98	12,93	67,45	222,38	2,64	21,66	13,62	61,76	307,85	2,83										
18,32	9,09	43,45	188,77	2,44	20,00	12,49	65,78	214,24	2,65	21,68	13,35	63,09	280,17	2,85										
18,34	8,97	43,34	184,13	2,44	20,02	12,05	65,58	208,55	2,66	21,70	12,70	65,20	231,33	2,83										
18,36	8,82	43,00	185,76	2,45	20,04	11,84	65,11	205,10	2,67	21,72	12,05	68,20	182,49	2,85										
18,38	8,83	41,45	190,63	2,44	20,06	11,26	63,33	202,85	2,68	21,74	11,82	67,02	171,33	2,85										
18,40	8,76	42,79	189,01	2,44	20,08	11,00	61,89	216,69	2,68	21,76	11,72	65,36	156,96	2,85										
18,42	8,86	44,12	193,77	2,44	20,10	11,05	60,43	245,17	2,69	21,78	11,67	62,70	172,59	2,85										
18,44	9,38	44,90	213,43	2,43	20,12	11,29	59,32	268,34	2,70	21,80	11,62	61,48	178,21	2,88										
18,46	10,21	48,12	227,27	2,41	20,14	11,53	58,78	280,99	2,70	21,82	11,59	60,97	193,84	2,88										
18,48	10,06	47,12	249,25	2,39	20,16	12,09	58,85	290,76	2,71	21,84	11,55	59,88	209,47	2,88										
18,50	11,18	47,23	237,03	2,40	20,18	12,50	58,31	289,13	2,70	21,86	11,50	59,08	225,09	2,87										
18,52	11,29	49,45	242,73	2,40	20,20	12,42	57,76	285,53	2,70	21,88	11,44	57,65	226,45	2,87										
18,54	11,81	53,23	258,20	2,41	20,22	12,08	57,08	244,36	2,71	21,90	11,35	57,20	224,01	2,87										
18,56	11,62	55,12	245,98	2,43	20,24	11,83	57,08	222,38	2,71	21,92	11,26	57,98	223,19	2,87										
18,58	11,57	56,34	250,87	2,41	20,26	11,32	56,75	224,83	2,72	21,94	11,09	57,68	220,75	2,88										
18,60	11,53	59,67	254,94	2,41	20,28	11,44	55,97	272,85	2,72	21,96	10,93	59,10	217,50	2,88										
18,62	11,24	57,67	241,11	2,43	20,30	11,57	55,30	278,55	2,72	21,98	10,81	58,21	218,31	2,88										
18,64	11,32	61,23	272,85	2,44	20,32	11,19	55,19	241,11	2,73	22,00	10,70	58,43	215,87	2,88										
18,66	11,58	61,87	267,27	2,44	20,34	10,75	55,30	215,87	2,76															
18,68	11,33	62,00	268,20	2,41	20,36	10,37	56,96	199,69	2,78															
18,70	10,89	60,56	232,15	2,41	20,38	9,81	58,74	175,17	2,73															
18,72	10,29	59,33	176,80	2,41	20,40	9,32	60,40	174,35	2,75															
18,74	10,40	59,25	219,13	2,44	20,42	8,96	59,95	179,24	2,75															
18,76	10,65	43,00	185,75	2,44	20,44	8,83	58,73	184,71	2,75															
18,78	10,83	55,14	219,94	2,45	20,46	8,90	58,73	216,89	2,75															
18,80	10,80	55,03	212,61	2,44	20,48	9,21	53,17	239,47	2,78															
18,82	10,65	55,36	210,17	2,44	20,50	9,43	50,06	241,92	2,75															
18,84	10,64	54,70	216,31	2,47	20,52	9,54	48,84	248,80	2,75															
18,86	10,88	54,14	237,85	2,47	20,54	9,89	48,28	274,48	2,76															
18,88	11,05	64,38	237,03	2,44	20,56	10,59	47,83	293,20	2,77															
18,90	10,88	63,38	220,75	2,45	20,58	11,37	49,17	288,09	2,78															
18,92	10,57	52,69	208,91	2,45	20,60	11,83	50,61	289,95	2,76															
18,94	10,23	51,36	199,59	2,45	20,62	12,00	52,50	280,17	2,78															
18,96	9,99	50,91	203,66	2,45	20,64	11,73	55,83	248,43	2,76															
18,98	10,00	50,80	223,19	2,45	20,66	11,18	61,61	206,91	2,73															
19,00	9,81	51,24	216,69	2,44	20,68	10,76	61,94	215,40	2,73															
19,02	9,80	50,68	217,50	2,44	20,70	10,47	62,05	223,89	2,73															
19,04	9,69	49,48	216,69	2,43	20,72	10,60	62,50	231,33	2,73															
19,06	9,65	48,79	224,01	2,44	20,74	11,03	63,78	230,77	2,73															
19,08	9,68	48,90	230,52	2,44	20,76	11,61	60,11	232,15	2,71															
19,10	9,85	48,79	245,17	2,44	20,78	12,24	56,44	230,52	2,70															
19,12	9,79	47,79	235,41	2,44	20,80	12,21	54,11	218,31	2,71															
19,14	9,74	46,34	236,22	2,44	20,82	11,78	55,67	189,69	2,72															
19,16	9,57	45,45	224,83	2,44	20,84	10,98	58,45	174,35	2,71															
19,18	9,32	45,23	212,61	2,44	20,86	10,04	56,23	162,15	2,72															
19,20	8,98	45,78	194,71	2,44	20,88	9,20	56,45	162,96	2,72															
19,22	8,70	46,00	189,01	2,44	20,90	8,65	55,56	175,17	2,75															
19,24	8,61	45,33	193,89	2,44	20,92	8,40	53,89	192,27	2,76															
19,26	8,39	45,11	194,71	2,44	20,94	8,33	52,67	205,29	2,76															
19,28	8,17	44,22	187,38	2,45	20,96	8,38	50,33	213,43	2,73															
19,30	7,84	43,55	182,49	2,44	20,98	8,46	49,11	215,87	2,73															
19,32	7,80	43,33	188,19	2,44	21,00	8,84	48,55	219,94	2,75															
19,34	7,86	43,43	206,91	2,44	21,02	8,94	46,99	224,83	2,73															
19,36	8,15	42,88	230,52	2,45	21,04	9,29	44,88	228,08	2,75															
19,38	8,52																							

qc = resist. alla punta (Mpa)

Inc. = inclinazione dalla verticale (°)

f_s = resist. per attrito lat. (kPa)

Diametro punta: 3.57 cm

U = pressione neutra (kPa)

Area punta: 10 cm^2

Punta: Tecnopenta G1 CPL2In

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA ELETTRICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RIF. PROVA: CPTU n°:

U46-16

CPTU2

COMMITTENTE: Az. Agr. Bellettato Michele

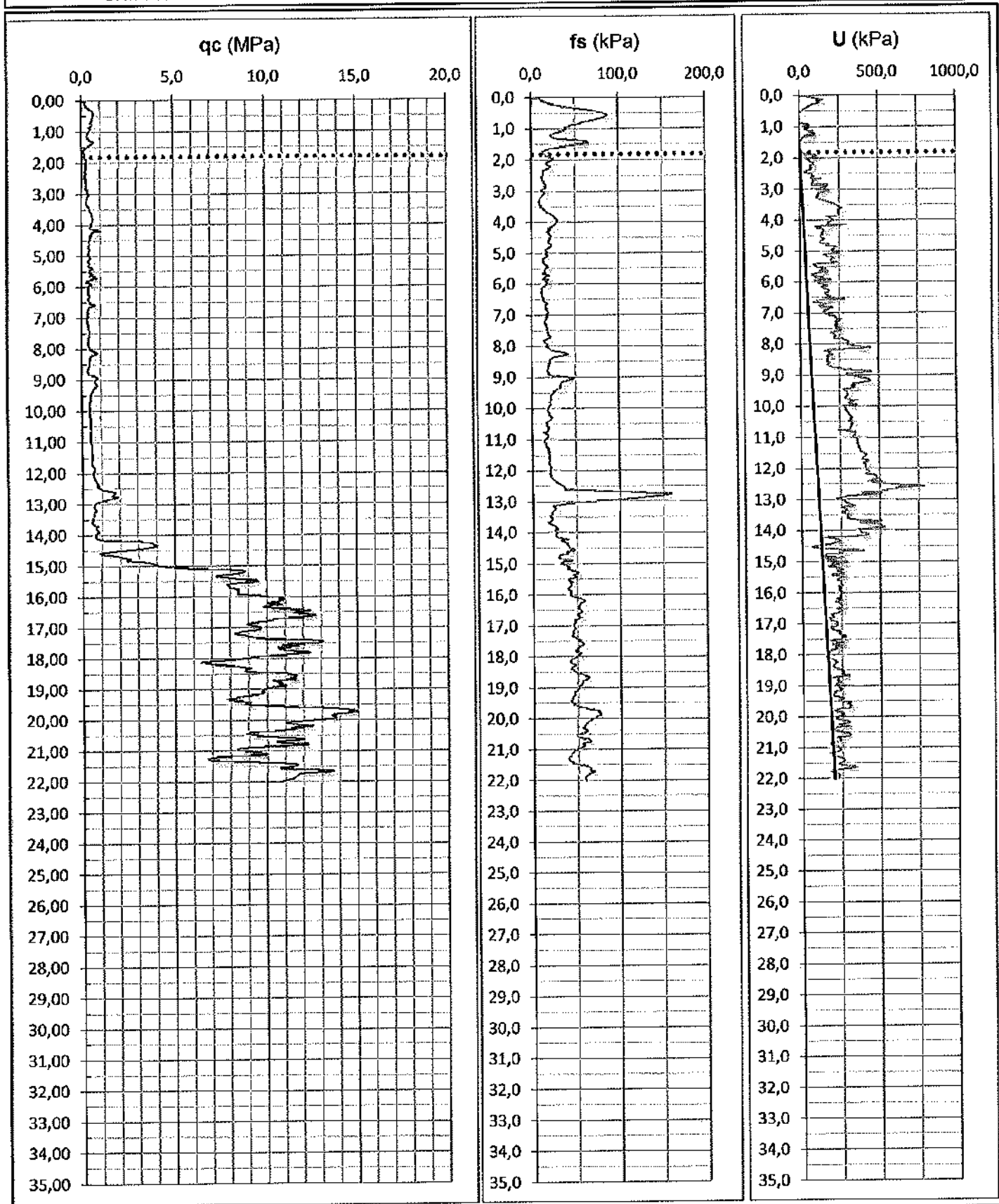
CANTIERE: Via Seminiato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)

DATA: 05/05/2016

PROFONDITA' MASSIMA DELLA PROVA (m da p.c.): 22,00

PROFONDITA' FALDA (m da p.c.): 1,80

PREFORO (m da p.c.): 0,00



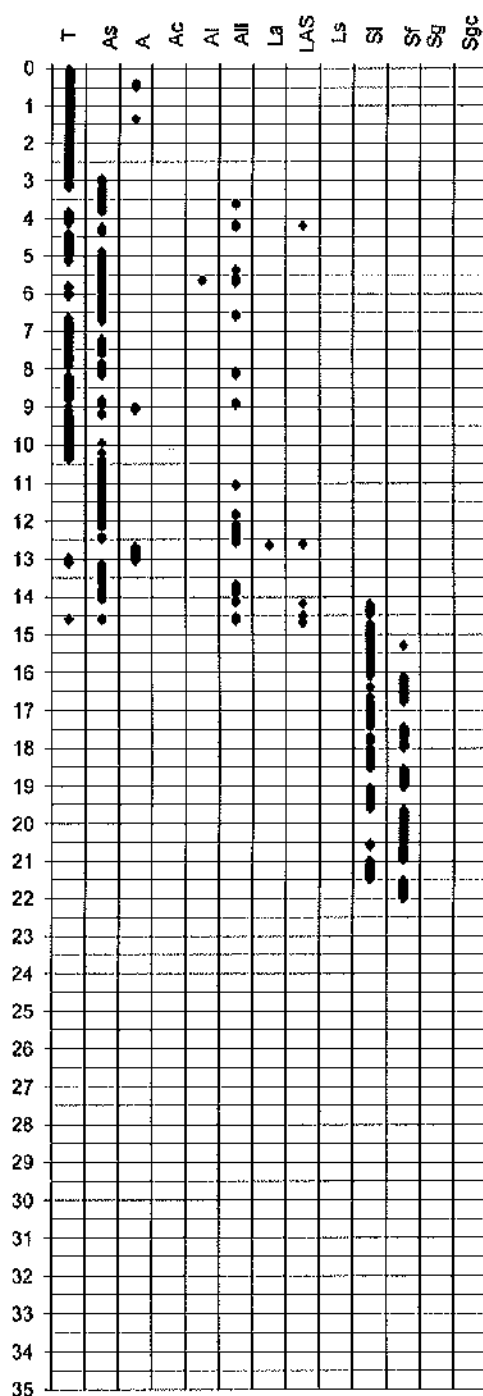
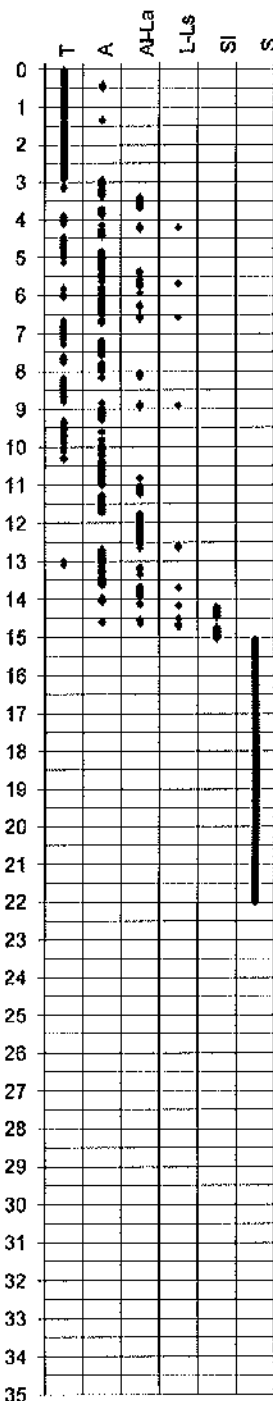
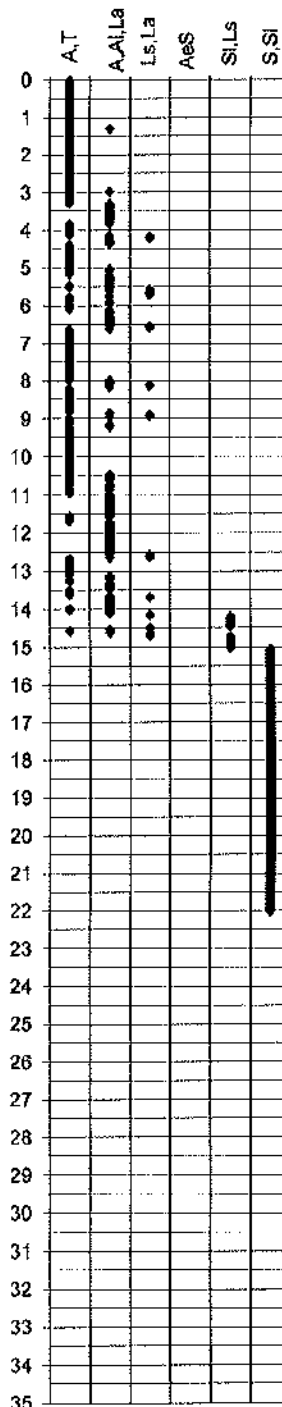
PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U46-16
Emissione	mag-16
Pagina	1 di

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE

-Committente **Az. Agr. Bellettato Michele**
 -Cantiere **Via Seminlato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)**
 -Quota p.c. **-2,00 m s.l.m.**
 -Livello di falda **1,80 m da p.c.**
 -Attrezzatura **Punta elettrica con piezocono**

-Prova n° **CPTU2**
 -Data prova **05/05/2016**
 -Prof. preforo **m**
 -Prof. finale **22,00 m**

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA

Identificativo	U46-16
Emissione	mag-16
Pagina	1 di 0

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	Az. Agr. Bellettato Michele	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	Via Seminiato 131/G, Sant'Apollinare (Fe)	-Data prova	05/05/2016
-Quota p.c.	-2,00 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,80 m da p.c.	-Prof. finale	22,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI							
DA	A	qcm	fcm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M _p	Eu50	CR	Dr	F _{su}	F _{su} 200	F ₁ Schm.	E'25	M _p		
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)	MPa	MPa		
0,0	1,5	0,41	0,05	0,00	A	17,50	24	14	-	0,79	1,508	0,10	-	-	-	- - - -	-	-		
1,5	3,5	0,19	0,02	0,08	T	13,00	10	2	3	0,54	2,882	0,33	-	-	-	- - - -	-	-		
3,5	8,0	0,38	0,02	0,14	A	17,50	19	2	3	1,54	7,298	0,30	-	-	-	- - - -	-	-		
8,0	12,0	0,47	0,02	0,24	A	17,50	21	2	2	1,84	8,938	0,36	-	-	-	- - - -	-	-		
12,0	14,1	0,81	0,04	0,29	Al-La	18,00	38	2	3	3,33	17,56	0,30	-	-	-	- - - -	-	-		
14,1	22,0	9,28	0,05	0,06	S	20,00	-	-	-	-	-	-	54	34	31	35 38 40 42	23,69	35,39		