

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Argenta



PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ARGENTA (FE)

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

Titolo elaborato:

Formato

A4

Relazione
geologica

TECNICI COINVOLTI

Studio idraulico e ambientale:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

EPC:
STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova
info@ste-energy.com

Logistica e coordinamento:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio geologico:
Dott. Geol. Mastellari Matteo
Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

CODICE ELABORATO

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-23	07	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	01/23	Prima emissione	MM	MM	MM
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALUE SUN 3 S.R.L.

Via Quattro Novembre 2,
Padova (PD) - 35123
P.iva 05439000281

 **RENUALUE SUN 3**

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI ARGENTA

PERIZIA GEOLOGICO - TECNICA

**RELATIVA ALL' INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITA
PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA DI
UN'AREA DA DESTINARE A CAMPO DI PANNELLI FOTOVOLTAICI**

COMMITTENTE: Studio Bernagozzi

LOCALITÀ: Argenta - FE

DATA: 10.02.2023

Firmato
digitalmente da

**Matteo
Mastellari**

CN = Mastellari
Matteo
T = Geologo

RIF.: 05/23

I N D I C E

1. Premessa.....	pag.	3
1.1 Riferimenti legislativi e normative attinenti.....	pag.	3
2. Modello geologico.....	pag.	4
2.1 caratteri geologici.....	pag.	4
2.2 caratteri stratigrafici e litologici.....	pag.	6
2.3 caratteri geomorfologici.....	pag.	6
3. Indagine geognostica.....	pag.	7
3.1 prove penetrometriche statiche.....	pag.	7
3.2 stratigrafia e idrogeologia.....	pag.	7
3.3 parametri geotecnici.....	pag.	8
3.4 elaborazione dati.....	pag.	8
3.5 modello geotecnico del sottosuolo.....	pag.	9
4. Indicazioni sismiche.....	pag.	9
4.1 parametri sismici del sito.....	pag.	9
4.2 classificazione suolo di fondazione.....	pag.	10
4.3 stabilità alla liquefazione.....	pag.	11
5. Indicazioni progettuali.....	pag.	12
6. Conclusioni.....	pag.	13
7. Allegati.....	pag.	14
7.1 area d'indagine e ubicazione prove.....	pag.	15
7.2 elaborazione prova penetrometrica CPT 1.....	pag.	16
7.3 stima onda V_{s30}	pag.	17
7.4 stima suscettibilità alla liquefazione.....	pag.	18
7.5 grafico Q_c /stratigrafia.....	pag.	20
7.6 grafico categoria sottosuolo V_s	pag.	21
7.7 grafico suscettibilità alla liquefazione.....	pag.	22
7.8 elaborazione prova penetrometrica CPT 2.....	pag.	23
7.9 stima suscettibilità alla liquefazione.....	pag.	24
7.10 grafico Q_c /stratigrafia.....	pag.	26
7.11 grafico suscettibilità alla liquefazione.....	pag.	27
8. Clausola privacy.....	pag.	28

1. PREMESSA

Su incarico dello *Studio Bernagozzi*, si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica e sismica per la realizzazione di una nuova area adibita a campo di pannelli fotovoltaici sita in via Chiavichino, Argenta; riferimenti catastali foglio 43 mappali 55, 66, 80, 110, 171, 176 e 178 del Comune di Argenta. In figura 1 si riporta l'ubicazione dell'area di intervento.

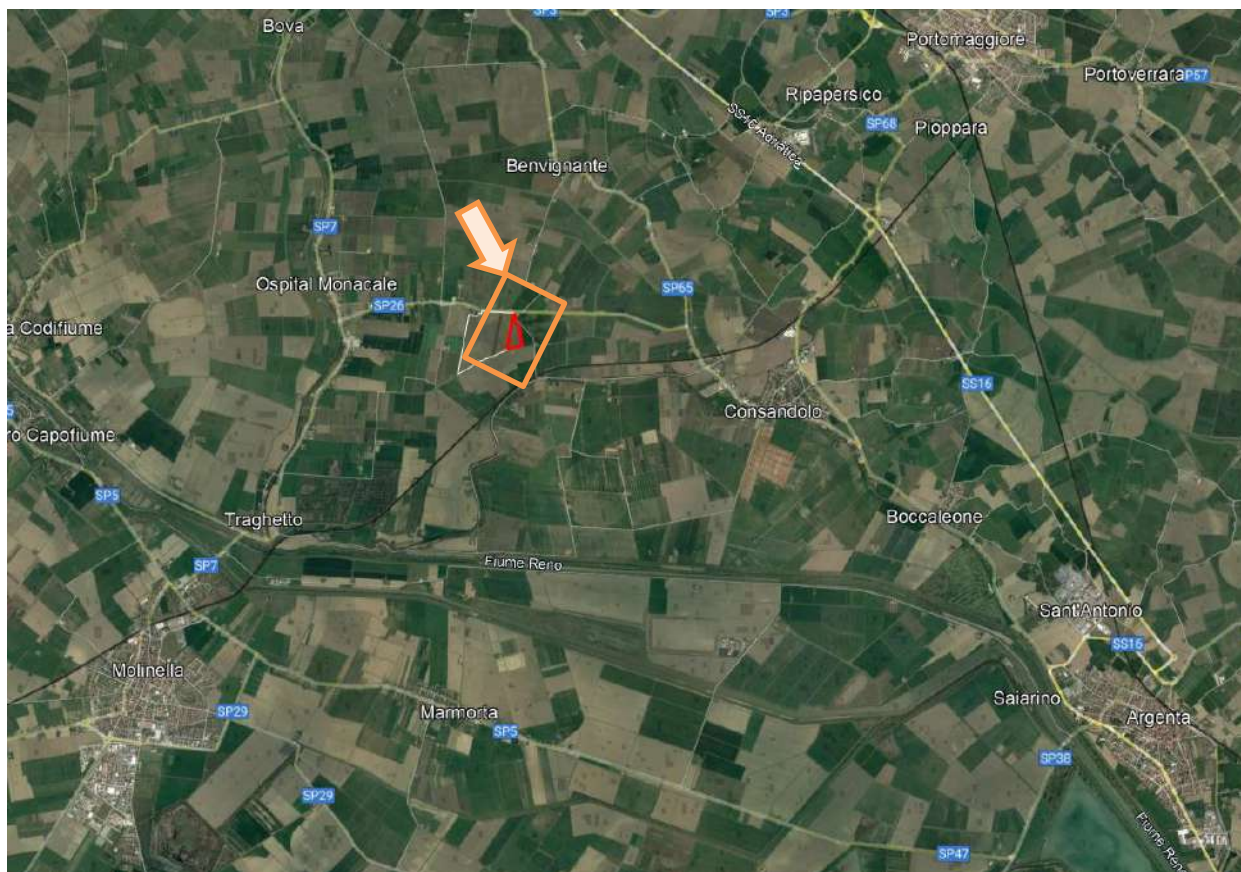


Figura 1: area di studio (Immagini 2021 CNES, Airbus Maxar Technologies, dati cartografici 2021)

1.1 Riferimenti legislativi e normative attinenti

Tale indagine è conforme:

- ✓ D.M. 11 marzo 1988 con Circ. LL. PP. 24 settembre 1988 n. 30483
- ✓ Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, art. 16 comma 3 e 4 e ss. mm. ii.
- ✓ A.G.I. raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini giugno 1977
- ✓ UNI EN 1991 (Eurocodice 1): basi di calcolo e azioni sulle strutture
- ✓ UNI EN 1997 (Eurocodice 7): progettazione geotecnica
- ✓ UNI EN 1998 (Eurocodice 8): progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- ✓ D.M. del 16 gennaio 2006 Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni
- ✓ D.M. del 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le costruzioni
- ✓ Delibera assemblea legislativa n. 112/2007 della regione Emilia – Romagna “Atto di indirizzo e coordinamento tecnico” per gli studi di micronizzazione sismica.
- ✓ D.G.R. n. 2193 del 21 dicembre 2015.
- ✓ D.M. del 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni NTC2018.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 Caratteri geologici

La Pianura Padana è un'area a basso rilievo morfologico ricoperta da un ingente spessore di sedimenti terrigeni Plio - Pleistocenici. A grande scala, nella Pianura Padana si distinguono a nord le pieghe del Subalpino e, nella parte meridionale, tre strutture principali ad arco, costituite dai thrust più avanzati della catena appenninica. Da ovest a est: l'arco del Monferrato, l'arco Emiliano (Mirandola) e l'arco di Ferrara. Quest'ultimo si può suddividere in tre gruppi minori: le pieghe ferraresi, le pieghe romagnole e più a est le pieghe adriatiche, che costituiscono il vero fronte esterno (sepolto) della catena appenninica. L'arco ferrarese è sepolto al disotto di una sequenza Plio-Pleistocenica terrigena che copre la successione carbonatica mesozoica, che costituisce la vera ossatura dell'Appennino. Nella figura 2 viene riportata la mappa geologico - strutturale, dove si possono notare le principali strutture tettoniche sepolte in Pianura Padana.

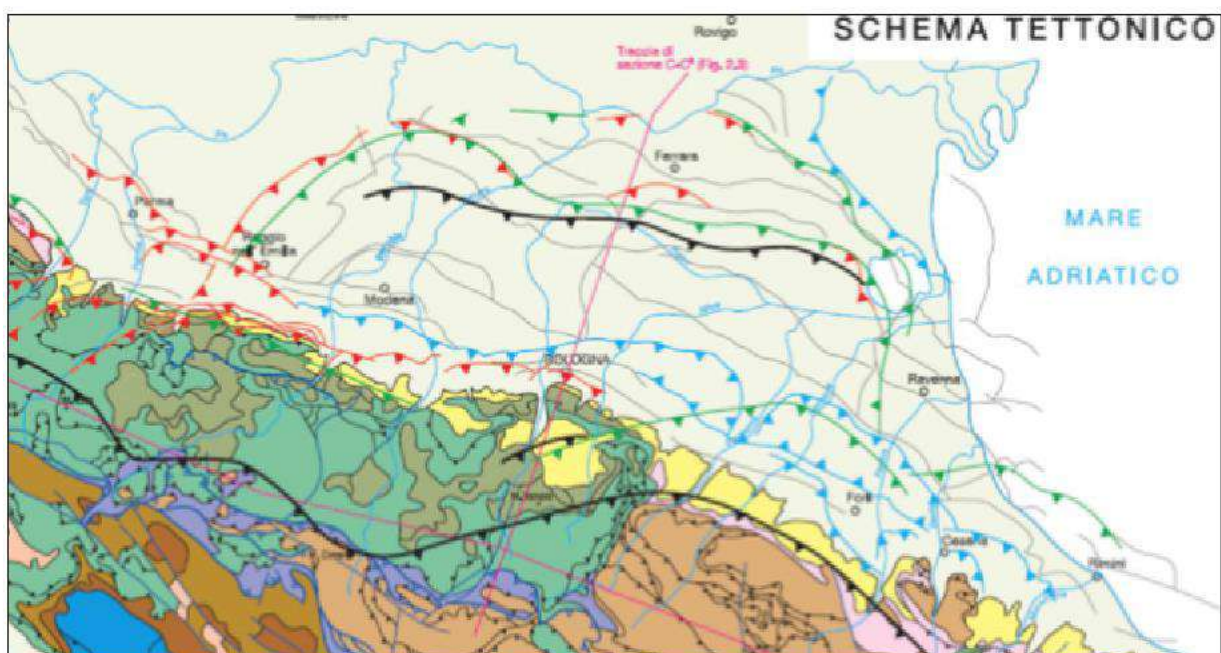


Figura 2: Mappa geologico - strutturale della Pianura Padana

Nella figura 3 si riporta la sezione geologica passante per Occhiobello, Fiume Po, e Poggio Renatico, in cui si possono apprezzare gli spessori dei sedimenti del Quaternario sopra i pliocenici medio superiore, che coincide con il passaggio dai sedimenti sciolti a quelli litificati o pseudolitificati.

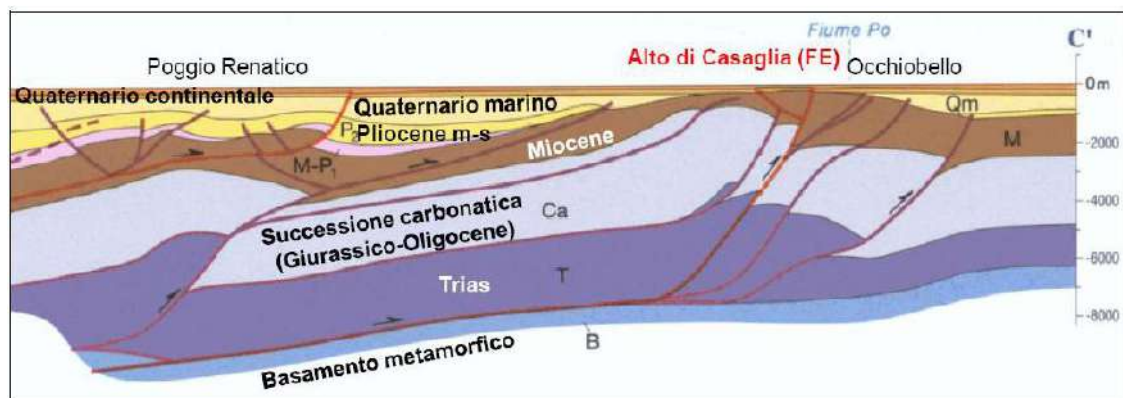


Figura 3: principali strutture del substrato della Padania con sezione della Dorsale Ferrarese

Nella figura 4 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 Ferrara è stato inserito nella OPCM 3274/2003.

Come si può notare a Ferrara, nel substrato roccioso, posto a profondità di poche centinaia di metri, sono presenti sistemi di faglie dovute a sovrascorrimenti e a fronti di accavallamento, classificate come riattivate e come soggette a possibili riattivazioni.

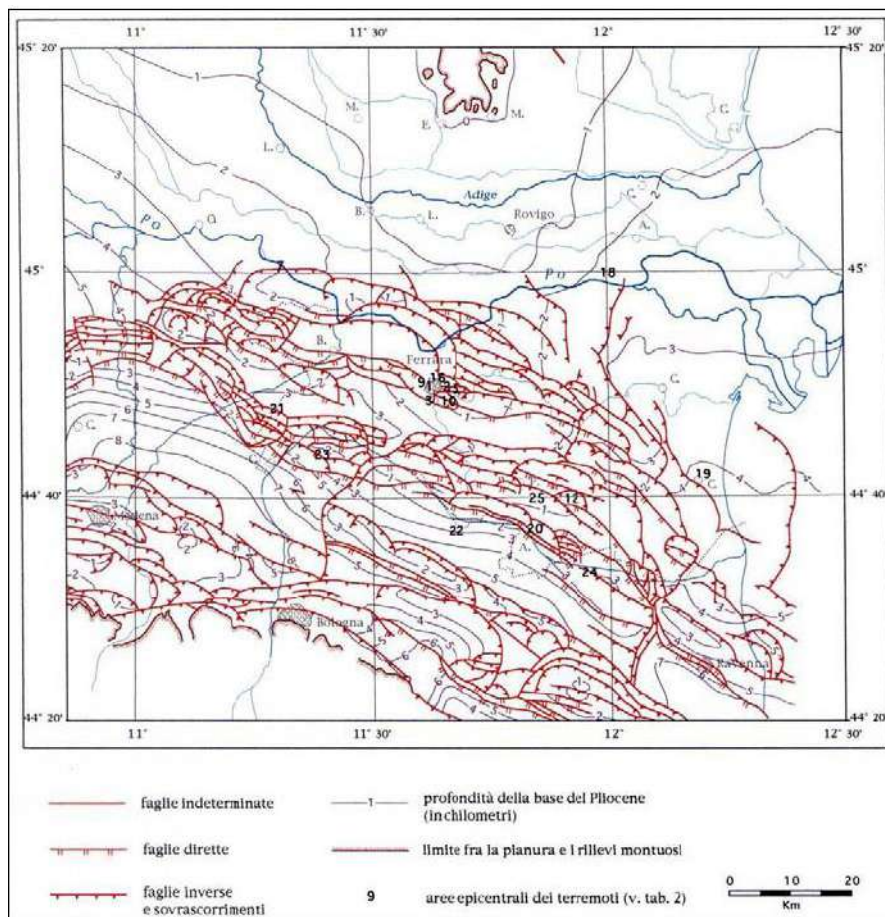


Figura 4: Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Ferrara ricade all'interno della zona sismogenetica 912 (figura 5), in particolare sulla Dorsale Ferrarese, dunque è potenzialmente sede epicentrale di eventi sismici. La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di $M = 6,14$.

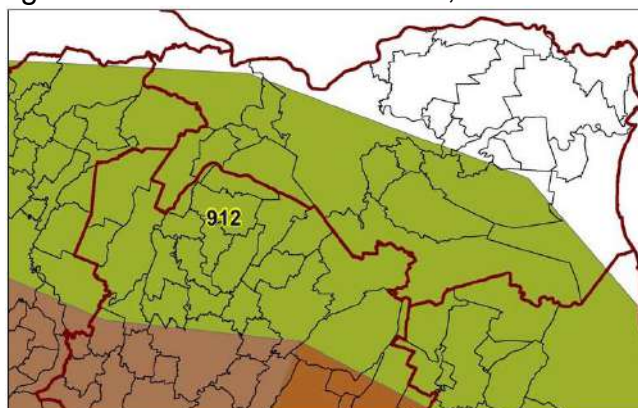


Figura 5: Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

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 in questa zona del comune di Ferrara 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.

2.3 Caratteri geomorfologici

La formazione dei terreni su cui sorge il sito è legata generalmente alla presenza di ambienti deposizionali fluviali - distali e palustri al di fuori del dosso fluviale storico del Fiume Po di Ferrara; in questi ambienti di bassa energia idrodinamica, le acque dolci di esondazione fluviale sedimentavano terreni fini quali argille e limi, dove gli allagamenti persistevano, le acque dolci e poco profonde favorivano lo sviluppo di canneti e flora acquatica che depositandosi sul fondo accumulavano spessori sempre maggiori di quelle che poi sarebbero diventate torbe.

Il sito di intervento è circondato dal paleoalveo del Po di Volano a nord mentre a sud si nota un piccolo ramo di paleoalveo minore dovuto a divagazioni secondarie. Si propone nella figura 6 uno stralcio della Carta geomorfologica di Ferrara, dove si possono notare le forme geomorfologiche sopra citate; si può inoltre notare come l'area allo studio è situata poco più a sud del paleoalveo del fiume Po di Ferrara mostrando dunque una stratigrafia del terreno caratterizzata prevalentemente da sedimenti coesi di bassa energia idrodinamica.

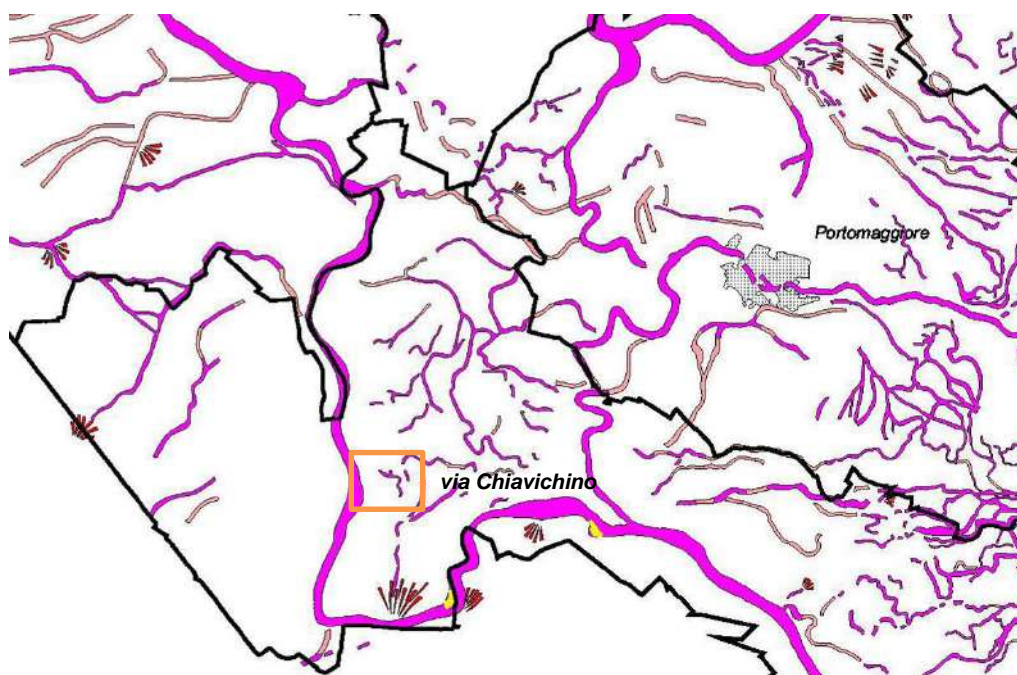


Figura 6: Stralcio della carta geomorfologica dell'Emilia Romagna

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.

3. INDAGINE GEOGNOSTICA

3.1 prove penetrometriche statiche

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 CPT spinte alla profondità di 20.00 m e di 30.00 m da p.c. Si riporta nella planimetria allegata.

3.2 stratigrafia e idrogeologia

Dall'esame delle colonne stratigrafiche ottenute dalle prove penetrometriche si possono osservare le seguenti litologie:

➤ CPT 1:

- da 0.0 m a 0.4 m:
terreno vegetale;
- da 0.4 m a 1.2 m:
argilla consistente;
- da 1.2 m a 3.0 m:
sabbia argillosa da poco addensata a mediamente addensata;
- da 3.0 m a 8.8 m:
argilla organica da mediamente consistente a consistente;
- da 8.8 m a 10.2 m:
sabbia mediamente addensata;
- da 10.2 m a 12.0 m:
argilla consistente;
- da 13.0 m a 15.0 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 15.0 m a 16.2 m:
sabbia mediamente addensata;
- da 16.2 m a 18.0 m:
argilla consistente;
- da 18.0 m a 21.8 m:
sabbia da mediamente addensata a addensata;
- da 21.8 m a 27.2 m:
argilla e argilla sabbiosa da consistente a molto consistente;
- da 27.2 m a 30.0 m (termine della prova):
sabbia mediamente addensata.

➤ CPT 2:

- da 0.0 m a 0.4 m:
terreno vegetale;
- da 0.4 m a 9.6 m:
argilla organica da mediamente consistente a consistente;
- da 9.6 m a 10.8 m:
sabbia da poco addensata a mediamente addensata;
- da 10.8 m a 12.8 m:
argilla consistente;
- da 12.8 m a 14.0 m:
sabbia da poco addensata a mediamente addensata;
- da 14.0 m a 16.2 m:
argilla consistente;
- da 16.2 m a 17.2 m:
sabbia mediamente addensata;
- da 17.2 m a 18.8 m:
argilla consistente;
- da 18.8 m a 20.0 m (termine della prova):
sabbia mediamente addensata.

Non è stato possibile individuare il livello dell'acqua in quanto i fori al termine delle prove sono risultati essere chiusi dal piano campagna attuale a profondità di -3.9 m in CPT 1 e di -1.9 m in CPT 2 (misurazioni del 03 febbraio 2023).

3.3 parametri geotecnici

Le caratteristiche geotecniche dei terreni ricavate dai risultati delle penetrometrie statiche sono riportate nelle tabelle allegate distinguendo i terreni coesivi dai terreni incoerenti.

Nelle tabelle vengono riportati, per ogni strato, i valori del contenuto coesione non drenata c_u (Kg/cm^2), modulo edometrico (Kg/cm^2), grado di consolidazione OCR (-), peso di volume γ (t/m^3), peso di volume saturo γ_{sat} (t/m^3), densità relativa D_r (%), angolo di resistenza al taglio ϕ (°), modulo di Young (Kg/cm^2), modulo di resistenza K_0 (-).

3.4 elaborazione dati

I risultati ottenuti dalla elaborazione dei dati ricavati dalle prove penetrometriche sono riportati nelle tavole allegate dove vengono rappresentati in diagrammi e tabelle. Nei diagrammi sono rappresentati graficamente i valori di resistenza all'infissione della punta del penetrometro Q_c in Kg/cm^2 ed i valori di resistenza di attrito laterale F_s in Kg/cm^2 . Nelle tabelle vengono riportati, per ogni 20 cm di profondità, i valori numerici di resistenza all'infissione della punta del penetrometro Q_c (Kg/cm^2), di resistenza di attrito laterale F_s (Kg/cm^2) e del rapporto R_f tra Q_c/F_s , L valutazioni litologiche basate sul rapporto Q_c/F_s secondo Schmertmann (1976), DH spessore dello strato, G_{am} peso unità di volume, G_{ams} peso unità di volume saturo, F_i angolo di attrito, F_{icorr} angolo di attrito corretto secondo Terzaghi, c coesione, c_{corr} coesione corretta secondo Terzaghi, E_y modulo elastico, E_d modulo edometrico, N_i Poisson, C_v coefficiente di consolidazione primaria, C_s coefficiente consolidazione secondaria e c_u coesione non drenata.

3.5 modello geotecnico del sottosuolo

Le caratteristiche geotecniche del terreno ricavate dai risultati delle prove penetrometriche statiche sono riportate nella tabella sotto riportata.

CPT 1												
Prof.	Litologia	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0,40	Terreno vegetale											
1,20	Argilla	C	1,0	650,6	87,5	160,9	2,69	1,9	2,0	--	--	--
3,00	Sabbia argillosa	CI	2,0	1309,8	88,3	247,2	2,03	2,1	2,1	49,1	35,57	88,3
8,80	Argilla organica	C	0,6	367,8	53,6	119,3	<0,5	1,9	1,9	--	--	--
10,20	Sabbia	I	--	--	55,5	359,3	1,24	1,9	2,2	50,9	33,55	162,9
12,00	Argilla	C	0,9	557,1	81,1	153,7	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
13,00	Sabbia	I	--	--	68,5	472,5	1,58	1,9	2,2	60,7	34,78	255,0
15,00	Argilla	C	0,5	351,3	55,0	121,2	<0,5	1,8	1,9	--	--	--
16,20	Sabbia	I	--	--	54,8	364,4	0,88	1,9	2,2	46,3	31,99	166,7
18,00	Argilla	C	1,1	720,0	52,8	180,5	<0,5	2,0	2,0	--	--	--
21,80	Sabbia	I	--	--	66,7	456,2	1,03	1,9	2,2	53,7	32,81	240,8
27,20	Argilla/argilla sabbiosa	C	0,9	582,3	90,7	164,6	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
30,00	Sabbia	I	--	--	54,6	340,7	<0,5	1,9	2,2	35,6	29,08	149,3

CPT 2												
Prof.	Litologia	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
0,40	Terreno vegetale											
9,60	Argilla organica	C	0,6	366,7	52,0	117,0	<0,5	1,9	1,9	--	--	--
10,80	Sabbia	I	--	--	51,1	321,6	1,19	1,9	2,2	47,7	33,32	135,8
12,80	Argilla	C	1,0	652,2	93,0	167,0	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
14,00	Sabbia	I	--	--	57,8	380,9	1,23	1,9	2,2	52,1	33,53	179,2
16,20	Argilla	C	0,7	468,2	70,0	140,4	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
17,20	Sabbia	I	--	--	59,4	398,6	1,08	1,9	2,2	51,4	32,99	193,0
18,80	Argilla	C	1,1	702,0	51,3	177,3	<0,5	2,0	2,0	--	--	--
20,00	Sabbia	I	--	--	68,5	476,3	1,26	1,9	2,2	57,6	33,74	258,3

Prof: Profondità strato (m) Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²) Eu: Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm²)
Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²) G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione Puv: Peso unità di volume (t/m³)
PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³) Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°) Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

4. INDICAZIONI SISMICHE

4.1 parametri sismici del sito

Di seguito vengono riportati i parametri sismici caratteristici dell'area interessata dai lavori in oggetto. Tali informazioni sono state ricavate per via informatica.

Parametri sismici su sito di riferimento (da Spettri - NTC ver.1.0.3)				
S.L.	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30	0,044	2,484	0,260
S.L.D.	35	0,048	2,481	0,264
S.L.V.	332	0,136	2,585	0,273
S.L.C.	682	0,182	2,556	0,278

Coefficienti sismici orizzontali e verticali (da Geostru software - www.geostru.com)				
S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.790	0.200	0.016	0.008
S.L.D.	0.850	0.200	0.017	0.009
S.L.V.	2.412	0.240	0.059	0.030
S.L.C.	3.047	0.240	0.075	0.037

4.2 classificazione del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, per cui si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo, effettuata sulla base delle NTC 2018, prevede la determinazione della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (m/s), secondo la seguente formulazione:

$$V_{s30} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H è la profondità del substrato (*bedrock*), definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da valori di $V_s \geq 800$ m/s.

Tuttavia, i valori $V_{s,30}$ e $V_{s,eq}$ risultano coincidenti, poiché non è stato riscontrato alcun sismostrato avente una $V_s \geq 800$ m/s entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella sotto riportata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il valore di $V_{s,eq}$ calcolato in base all'elaborazione delle onde sismiche determinate dal software Static Probing 2022:

$$V_{s,eq} = 167 \text{ m/sec}$$

e quindi la categoria di suolo è D ovvero *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m*,

caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

Tale valore va assunto con uno scarto di $\pm 10\%$, come per tutti i metodi di acquisizione di tale parametro. In accordo al decreto NTC 2018 viene determinato, per il sito in oggetto avente latitudine $44^{\circ},66$ e longitudine $11^{\circ},73$ (ED50), la categoria sottosuolo: C, categoria topografica: T1 e periodo di riferimento: 35 anni. In allegato vengono riportate le tabelle riassuntive dei valori calcolati e il grafico di riferimento.

4.3 stabilità alla liquefazione

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 5 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 $(N1)_{60} > 20$;
 - ✓ $FC \leq 35\%$ e resistenza $(N1)_{60} > 25$

Dove $(N1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 9 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 15 m dal piano campagna.
6. Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 m, oppure con spessore maggiore di 5 m 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.

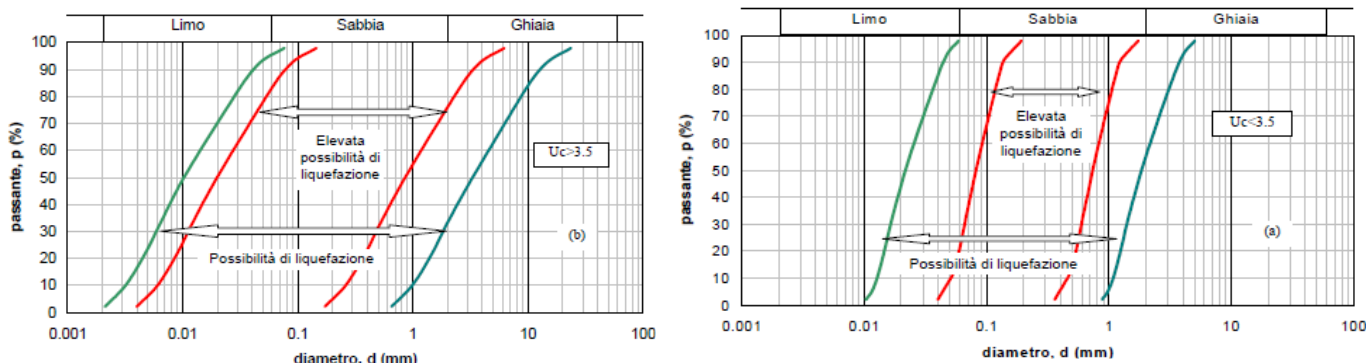


Figura 9: Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

L'indice del potenziale di liquefazione IPL è una misura degli effetti della liquefazione basata sulla larghezza e profondità delle zone liquefacibili e su casi storici di liquefazione. Il metodo implementato in Liquiter per il calcolo del potenziale di liquefazione IPL utilizzato è quello di Sonmez (2003). Il calcolo dell'indice del potenziale di liquefazione è definito da:

$$IPL = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

dove:

$$F_{(0)} = 0 \text{ se } FSL \geq 1.2$$

$$F_{(z)} = 2 \cdot 10^6 \cdot e^{(-18.427 \cdot FSL)} \text{ se } 1.2 > FSL > 0.95$$

$$F_{(z)} = 1 - FSL \text{ se } FSL \leq 0.95$$

si indica con z_{crit} la profondità massima alla quale strati liquefatti producono effetti in superficie:

$$\text{se } z_{crit} = 20 \text{ m} \rightarrow w_{(z)} = 10 - 0.5 \cdot z$$

$$\text{se } z_{crit} = 10 \text{ m} \rightarrow w_{(z)} = 20 - 2 \cdot z$$

Tradizionalmente la profondità critica è assunta pari a 20 m, ma recentemente Ozocak e Sert (2010), sulla base di evidenze sperimentali successive ai terremoti di Adapazari (Turchia) del 1999 e sulla base delle curve limite per manifestazioni di liquefazioni in superficie di Ishihara (1985), hanno proposto di assumere per terremoti di magnitudo "usuale" la profondità critica di 10 m. Le classi di potenziale di liquefazione, secondo la proposta di Sonmez (2003), sono i seguenti:

LPI	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile
$0 < LPI \leq 2$	Basso
$2 < LPI \leq 5$	Moderato
$5 < LPI \leq 15$	Alto
$LPI > 15$	Molto alto

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della tabella 1. Per questo sito si è considerata una magnitudo di 6.14, un fattore di amplificazione F_0 di 2.585 e una PGA (Peak Ground Acceleration) di 0.288. Nel caso in esame si sono ottenuti degli indici di pericolosità alla liquefazione pari a 1.96 in CPT 1 e di 1.99 in CPT 2 con conseguente potenziale di liquefazione basso. In allegato vengono riportate le tabelle riassuntive dei valori calcolati.

5. INDICAZIONI PROGETTUALI

Nel lotto in esame è prevista la realizzazione di un campo di pannelli fotovoltaici, l'analisi dell'area da un punto di vista geologico-geotecnico permette al progettista di valutare la tipologia degli ancoraggi al suolo per le strutture considerate.

6. CONCLUSIONI

In conclusione si può riassumere:

Il sito in oggetto ha latitudine 44°,66 e longitudine 11°,73 (ED50), la categoria sottosuolo in base alla V_{se} (167 m/sec) è di tipo D, la categoria topografica è T1. L'opera rientra nel punto "2: ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" con classe d'uso "I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;", viene utilizzato un periodo di riferimento di 35 anni.

✓ Considerata la buona omogeneità del sottosuolo, da un punto di vista stratigrafico si può ipotizzare una unica sezione costituita dalle due prove e suddividerla in orizzonti:

- 1° orizzonte, materiale coesivo, argilla e argilla organica, profondità circa 9.0 m da p.c.
- 2° orizzonte, materiali diversi, alternanza di argilla con sabbia, profondità circa 20.0 m da p.c.
- 3° orizzonte, materiale incoerente, sabbia fino al termine della perforazione.

I parametri geotecnici sono riportati in tabella, per facilitarne la lettura, al paragrafo 3.5 a pagina 8.

✓ Non è stato possibile individuare il livello dell'acqua in quanto i fori al termine delle prove sono risultati essere chiusi dal piano campagna attuale a profondità di -3.9 m in CPT 1 e di -1.9 m in CPT 2 (misurazioni del 03 febbraio 2023).

✓ Per la verifica della liquefazione delle sabbie è stato utilizzato un software di calcolo che ha analizzato ogni strato di 20 cm individuato dalle prove eseguite e ne ha verificata potenzialità. Per questo sito si è considerata una magnitudo di 6.14, un fattore di amplificazione F_0 di 2.585 e una PGA di 0.288. Nel caso in esame si è ottenuto un rischio di liquefazione basso ($IPL1=1.96$ e $IPL2=1.99$).

✓ Alla luce dell'analisi delle carte geologiche e geomorfologiche oltre ai risultati ottenuti dalle indagini in sito, non risultano elementi ostativi alla realizzazione della struttura in esame.

Ferrara, 10 febbraio 2023.

Dott. geol. Mastellari Matteo

Firmato
digitalmente da

**Matteo
Mastellari**

CN = Mastellari
Matteo
T = Geologo

7. ALLEGATI

Committente: Studio Bernagozzi
Cantiere: caratterizzazione geologico-geotecnica
Località: via Chiavichino – Argenta – FE

Codice commessa: 05/23
Numero certificati allegati: 13

Caratteristiche Strumentali DEEP DRILL

Rif. Norme	ASTM D3441-86; AGI 1977
Punta	conica meccanica
Diametro Punta	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	20

Software utilizzati

Casa costruttrice	Geostru S.r.l.
Elaborazione prove CPT	Static Probing 2022
Elaborazione suscettibilità liquefazione	Liquiter 2022

7.1 Area d'indagine e ubicazione prove

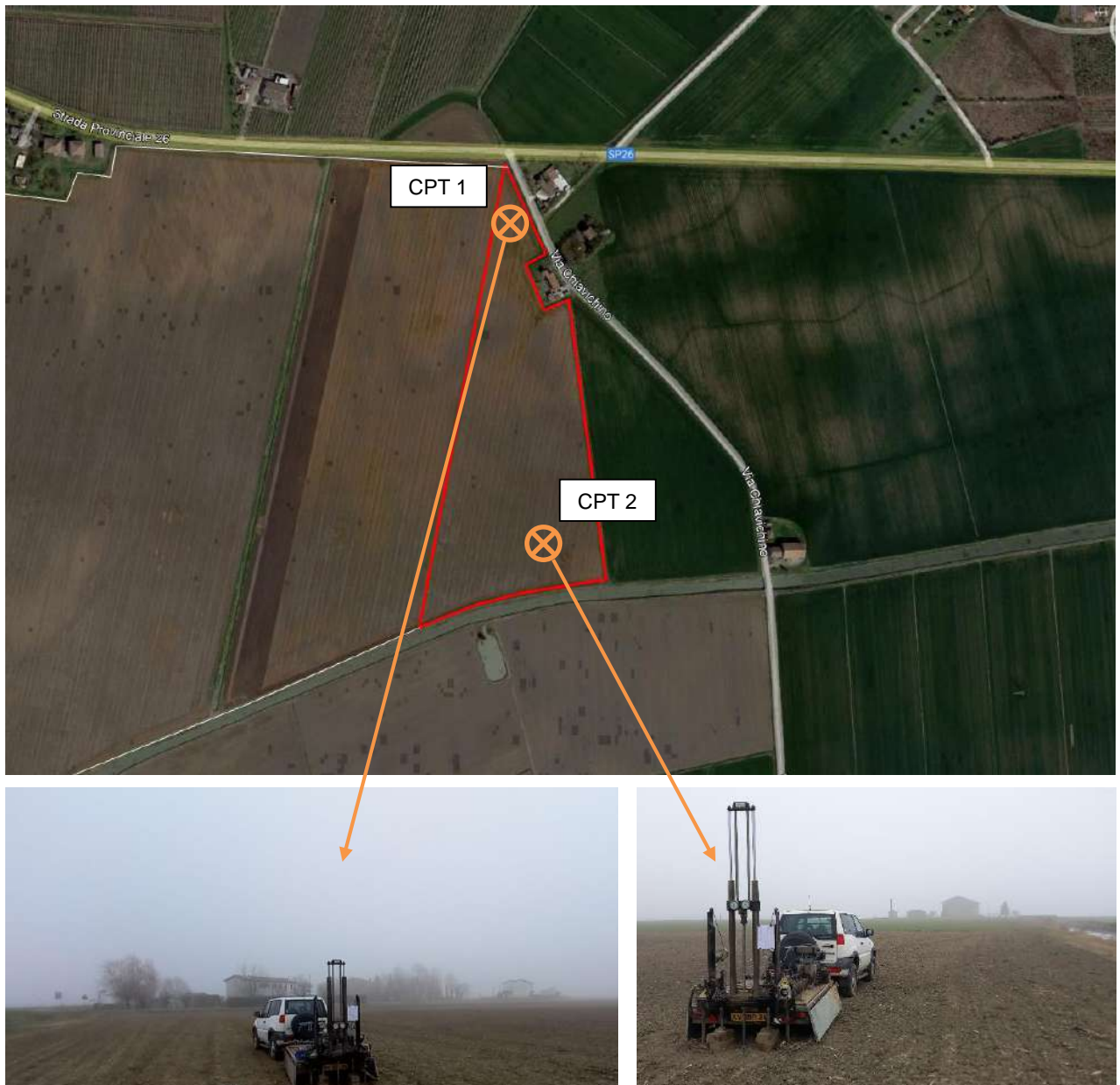


Figura 10: ubicazione prove (Immagini 2021 CNES, Airbus Maxar Technologies, dati cartografici 2021)

7.2 ELABORAZIONE PROVA CPT Nr.1

Committente:	Studio Bernagozzi
Strumento utilizzato:	Deep Drill
Prova eseguita in data:	05/02/2023
Profondità prova:	30,00 mt
Località:	Argenta - FE

Prof. (m)	qc (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	5,0	0,20	25,00	4,0
0,40	5,0	0,27	18,75	5,3
0,60	12,0	0,67	18,00	5,6
0,80	18,0	1,07	16,87	5,9
1,00	20,0	1,33	15,00	6,7
1,20	20,0	1,20	16,67	6,0
1,40	52,0	1,47	35,45	2,8
1,60	46,0	1,60	28,75	3,5
1,80	38,0	1,07	35,62	2,8
2,00	34,0	1,47	23,18	4,3
2,20	32,0	1,20	26,67	3,8
2,40	30,0	0,93	32,14	3,1
2,60	32,0	0,80	40,00	2,5
2,80	22,0	0,53	41,25	2,4
3,00	32,0	0,53	60,00	1,7
3,20	36,0	1,47	24,55	4,1
3,40	16,0	0,80	20,00	5,0
3,60	16,0	0,93	17,14	5,8
3,80	10,0	0,80	12,50	8,0
4,00	10,0	0,53	18,75	5,3
4,20	8,0	0,53	15,00	6,7
4,40	6,0	0,47	12,86	7,8
4,60	6,0	0,53	11,25	8,9
4,80	6,0	0,53	11,25	8,9
5,00	8,0	0,53	15,00	6,7
5,20	8,0	0,67	12,00	8,3
5,40	10,0	0,53	18,75	5,3
5,60	10,0	0,60	16,67	6,0
5,80	9,0	0,53	16,87	5,9
6,00	12,0	0,93	12,86	7,8
6,20	14,0	0,80	17,50	5,7
6,40	12,0	0,80	15,00	6,7
6,60	10,0	0,67	15,00	6,7
6,80	10,0	0,67	15,00	6,7
7,00	10,0	0,53	18,75	5,3
7,20	8,0	0,53	15,00	6,7
7,40	6,0	0,40	15,00	6,7
7,60	6,0	0,53	11,25	8,9
7,80	8,0	0,67	12,00	8,3
8,00	10,0	0,80	12,50	8,0
8,20	12,0	0,80	15,00	6,7
8,40	10,0	0,93	10,71	9,3
8,60	12,0	0,80	15,00	6,7
8,80	12,0	0,80	15,00	6,7
9,00	54,0	0,80	67,50	1,5
9,20	60,0	0,67	90,00	1,1
9,40	70,0	1,33	52,50	1,9
9,60	74,0	0,80	92,50	1,1
9,80	68,0	0,93	72,86	1,4
10,00	70,0	1,20	58,33	1,7
10,20	60,0	1,07	56,25	1,8
10,40	20,0	1,20	16,67	6,0
10,60	18,0	1,33	13,50	7,4
10,80	20,0	1,13	17,65	5,7
11,00	18,0	1,33	13,50	7,4
11,20	20,0	0,80	25,00	4,0
11,40	12,0	1,07	11,25	8,9
11,60	16,0	1,07	15,00	6,7
11,80	12,0	1,07	11,25	8,9
12,00	10,0	1,07	9,37	10,7
12,20	80,0	0,67	120,00	0,8
12,40	100,0	0,67	150,00	0,7
12,60	100,0	0,67	150,00	0,7
12,80	120,0	0,67	180,00	0,6
13,00	110,0	0,80	137,50	0,7
13,20	12,0	0,53	22,50	4,4
13,40	8,0	0,60	13,33	7,5
13,60	9,0	0,73	12,27	8,1
13,80	9,0	0,67	13,50	7,4
14,00	10,0	0,93	10,71	9,3

14,20	12,0	0,93	12,86	7,8
14,40	14,0	0,93	15,00	6,7
14,60	12,0	0,80	15,00	6,7
14,80	12,0	1,07	11,25	8,9
15,00	12,0	0,53	22,50	4,4
15,20	62,0	0,80	77,50	1,3
15,40	74,0	0,80	92,50	1,1
15,60	64,0	0,80	80,00	1,3
15,80	70,0	0,67	105,00	1,0
16,00	64,0	0,80	80,00	1,3
16,20	66,0	1,07	61,87	1,6
16,40	24,0	0,93	25,71	3,9
16,60	26,0	1,33	19,50	5,1
16,80	22,0	1,33	16,50	6,1
17,00	20,0	1,33	15,00	6,7
17,20	18,0	0,93	19,29	5,2
17,40	14,0	1,47	9,55	10,5
17,60	24,0	1,47	16,36	6,1
17,80	22,0	1,47	15,00	6,7
18,00	20,0	1,07	18,75	5,3
18,20	50,0	0,67	75,00	1,3
18,40	62,0	0,67	93,00	1,1
18,60	54,0	0,67	81,00	1,2
18,80	44,0	0,67	66,00	1,5
19,00	48,0	0,67	72,00	1,4
19,20	60,0	0,67	90,00	1,1
19,40	54,0	0,40	135,00	0,7
19,60	48,0	0,67	72,00	1,4
19,80	40,0	1,33	30,00	3,3
20,00	140,0	0,67	210,00	0,5
20,20	130,0	0,67	195,00	0,5
20,40	140,0	1,33	105,00	1,0
20,60	160,0	1,33	120,00	0,8
20,80	150,0	1,33	112,50	0,9
21,00	180,0	2,00	90,00	1,1
21,20	160,0	2,67	60,00	1,7
21,40	120,0	2,67	45,00	2,2
21,60	100,0	1,33	75,00	1,3
21,80	90,0	1,07	84,37	1,2
22,00	16,0	1,33	12,00	8,3
22,20	18,0	1,33	13,50	7,4
22,40	18,0	1,33	13,50	7,4
22,60	20,0	1,20	16,67	6,0
22,80	18,0	1,20	15,00	6,7
23,00	16,0	0,93	17,14	5,8
23,20	18,0	0,93	19,29	5,2
23,40	14,0	0,53	26,25	3,8
23,60	18,0	0,53	33,75	3,0
23,80	20,0	1,20	16,67	6,0
24,00	20,0	1,33	15,00	6,7
24,20	20,0	1,33	15,00	6,7
24,40	22,0	1,60	13,75	7,3
24,60	22,0	1,60	13,75	7,3
24,80	20,0	1,07	18,75	5,3
25,00	18,0	1,20	15,00	6,7
25,20	14,0	1,07	13,12	7,6
25,40	16,0	0,80	20,00	5,0
25,60	18,0	0,40	45,00	2,2
25,80	20,0	0,27	75,00	1,3
26,00	20,0	1,20	16,67	6,0
26,20	18,0	1,47	12,27	8,1
26,40	18,0	1,33	13,50	7,4
26,60	20,0	0,67	30,00	3,3
26,80	18,0	0,67	27,00	3,7
27,00	16,0	0,93	17,14	5,8
27,20	14,0	0,80	17,50	5,7
27,40	20,0	0,27	75,00	1,3
27,60	24,0	0,27	90,00	1,1
27,80	28,0	0,40	70,00	1,4
28,00	36,0	0,53	67,50	1,5
28,20	38,0	0,40	95,00	1,1
28,40	48,0	0,27	180,00	0,6

28,60	46,0	0,53	86,25	1,2
28,80	44,0	1,07	41,25	2,4
29,00	42,0	0,93	45,00	2,2
29,20	80,0	0,67	120,00	0,8
29,40	100,0	0,67	150,00	0,7

29,60	110,0	1,33	82,50	1,2
29,80	100,0	1,33	75,00	1,3
30,00	120,0	1,60	75,00	1,3

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm ²)	fs Media (kg/cm ²)	Peso unità di volume Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,40	5,0	0,23	1,8	Coesivo	terreno vegetale
1,20	17,5	1,07	1,9	Coesivo	argilla
3,00	35,333	1,07	2,0	Incoerente-Coesivo	sabbia argillosa
8,80	10,724	0,69	1,8	Coesivo	argilla organica
10,20	65,143	0,97	1,9	Incoerente	sabbia
12,00	16,222	1,12	1,9	Coesivo	argilla
13,00	102,0	0,69	2,0	Incoerente	sabbia
15,00	11,0	0,77	1,8	Coesivo	argilla
16,20	66,667	0,82	1,9	Incoerente	sabbia
18,00	21,111	1,26	2,0	Coesivo	argilla
21,80	96,316	1,13	2,0	Incoerente	sabbia
27,20	18,148	1,05	1,9	Coesivo	argilla/argilla sabbiosa
30,00	59,714	0,73	2,0	Incoerente	sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (kg/cm ²)
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (kg/cm ²)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,40	C	0,3	186,1	40,0	74,9	3,15	1,7	1,8	--	--	--
2	1,20	C	1,0	650,6	87,5	160,9	2,69	1,9	2,0	--	--	--
3	3,00	CI	2,0	1309,8	88,3	247,2	2,03	2,1	2,1	49,1	35,57	88,3
4	8,80	C	0,6	367,8	53,6	119,3	<0,5	1,9	1,9	--	--	--
5	10,20	I	--	--	55,5	359,3	1,24	1,9	2,2	50,9	33,55	162,9
6	12,00	C	0,9	557,1	81,1	153,7	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
7	13,00	I	--	--	68,5	472,5	1,58	1,9	2,2	60,7	34,78	255,0
8	15,00	C	0,5	351,3	55,0	121,2	<0,5	1,8	1,9	--	--	--
9	16,20	I	--	--	54,8	364,4	0,88	1,9	2,2	46,3	31,99	166,7
10	18,00	C	1,1	720,0	52,8	180,5	<0,5	2,0	2,0	--	--	--
11	21,80	I	--	--	66,7	456,2	1,03	1,9	2,2	53,7	32,81	240,8
12	27,20	C	0,9	582,3	90,7	164,6	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
13	30,00	I	--	--	54,6	340,7	<0,5	1,9	2,2	35,6	29,08	149,3

7.3 STIMA ONDA VS30

velocità (m/s)	prof. (m)	spessore (m)	h/v
241,5	1	1	0,0041
219,83	2	1	0,0045
215,31	3	1	0,0046
110,38	4	1	0,0091
101,24	5	1	0,0099
118,15	6	1	0,0085
110,38	7	1	0,0091
180,38	8	1	0,0055
256,56	9	1	0,0039
278,99	10	1	0,0036
136,49	11	1	0,0073
110,38	12	1	0,0091
321,46	13	1	0,0031
110,38	14	1	0,0091
118,15	15	1	0,0085
271,09	16	1	0,0037
141,5	17	1	0,0071
141,5	18	1	0,0071
246,83	19	1	0,0041
346,03	20	1	0,0029
373,17	21	1	0,0027
131,01	22	1	0,0076
131,01	23	1	0,0076

141,5	24	1	0,0071
136,49	25	1	0,0073
141,5	26	1	0,0071
131,01	27	1	0,0076
224,16	28	1	0,0045
236,12	29	1	0,0042
330,16	30	1	0,0030
$\Sigma =$			0,1792
$V_s =$			167,3833
Categoria			D

7.4 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Titolo lavoro: campo pannelli solari
Codice identificativo 05/23
Cliente: Studio Bernagozzi
Indirizzo, Coordinate: via Chiavichino - Argenta - FE
Data 06/02/2023
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018
Fattore sicurezza normativa 1.25
Profondità falda idrica 3.9 m
Accelerazione Bedrock 0.16
Fattore amplificazione 2.585
Tipo Suolo: D-Terreni granulari sciolti e poco addensati, coesivi consistenti $V_{s30} < 180$
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.8
Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14
Peak ground acceleration (PGA) 0.288

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	terreno vegetale	0	0.4	17.05	17.84	490.33	22.88
2	argilla	0.4	1.2	19.11	19.9	1716.16	104.6
3	sabbia argillosa	1.2	3	20.27	21.05	3465.02	104.6
4	argilla organica	3	8.8	18.17	18.96	1051.68	68.08
5	sabbia	8.8	10.2	18.63	21.57	6388.34	95.26
6	argilla	10.2	12	18.86	19.64	1590.86	109.69
7	sabbia	12	13	18.63	21.57	10002.79	67.99
8	argilla	13	15	18.1	18.88	1078.73	75.84
9	sabbia	15	16.2	18.63	21.57	6537.77	80.63
10	argilla	16.2	18	19.28	20.07	2070.29	123.49
11	sabbia	18	21.8	18.63	21.57	9445.36	110.8
12	argilla/argilla sabbiosa	21.8	27.2	18.93	19.72	1779.73	102.67
13	sabbia	27.2	30	18.63	21.57	5855.97	71.92

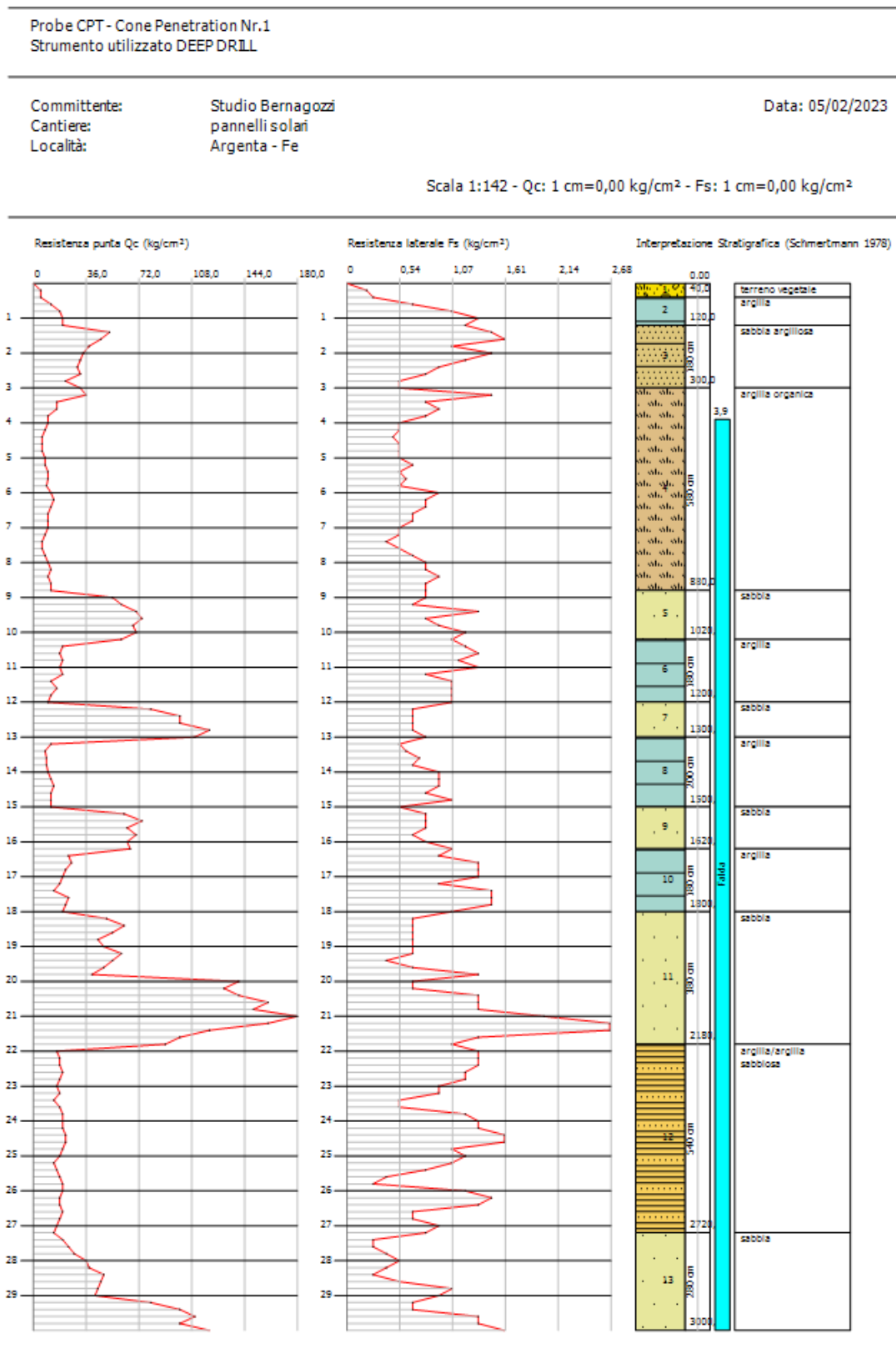
Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

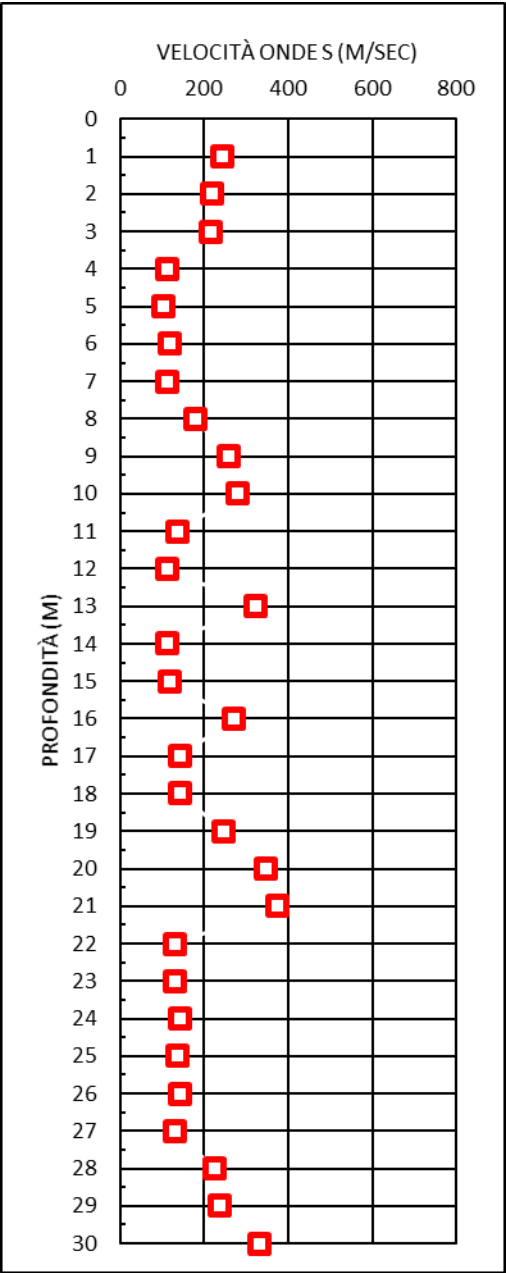
Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza a Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1	4.10	78.739	76.778									0	NL	0	Molto basso
2	4.30	82.531	78.608									0	NL	0	Molto basso
3	4.50	86.323	80.439									0	NL	0	Molto basso
4	4.70	90.115	82.270									0	NL	0	Molto basso
5	4.90	93.907	84.100									0	NL	0	Molto basso
6	5.10	97.699	85.931									0	NL	0	Molto basso
7	5.30	101.491	87.762									0	NL	0	Molto basso
8	5.50	105.283	89.592									0	NL	0	Molto basso
9	5.70	109.075	91.423									0	NL	0	Molto basso
10	5.90	112.867	93.254									0	NL	0	Molto basso
11	6.10	116.659	95.084									0	NL	0	Molto basso
12	6.30	120.451	96.915									0	NL	0	Molto basso
13	6.50	124.243	98.746									0	NL	0	Molto basso
14	6.70	128.035	100.576									0	NL	0	Molto basso
15	6.90	131.827	102.407									0	NL	0	Molto basso
16	7.10	135.619	104.238									0	NL	0	Molto basso
17	7.30	139.411	106.068									0	NL	0	Molto basso
18	7.50	143.203	107.899									0	NL	0	Molto basso

19	7.70	146.995	109.730									0	NL	0	Molto basso
20	7.90	150.787	111.560									0	NL	0	Molto basso
21	8.10	154.579	113.391									0	NL	0	Molto basso
22	8.30	158.371	115.222									0	NL	0	Molto basso
23	8.50	162.163	117.052									0	NL	0	Molto basso
24	8.70	165.955	118.883									0	NL	0	Molto basso
25	8.90	170.008	120.975	58.082	1.532	2.210	0.9091858	98.282	0.932	0.168	0.186	0.906	L	6.50	Alto
26	9.10	174.322	123.327	57.525	1.533	2.214	0.9004719	97.839	0.930	0.167	0.187	0.896	L	7.31	Alto
27	9.30	178.636	125.680	56.984	1.534	2.217	0.8920039	97.409	0.926	0.166	0.187	0.889	L	7.89	Alto
28	9.50	182.950	128.033	56.458	1.535	2.220	0.8837704	96.992	0.920	0.165	0.187	0.884	L	8.41	Alto
29	9.70	187.264	130.385	55.947	1.536	2.224	0.8757608	96.587	0.915	0.164	0.186	0.879	L	8.90	Alto
30	9.90	191.578	132.738	55.449	1.537	2.227	0.867965	96.194	0.910	0.163	0.186	0.874	L	9.37	Alto
31	10.10	195.892	135.091	54.964	1.538	2.230	0.8603738	95.811	0.904	0.162	0.186	0.870	L	9.81	Alto
32	10.30	200.013	137.250									0	NL	0	Molto basso
33	10.50	203.941	139.217									0	NL	0	Molto basso
34	10.70	207.869	141.184									0	NL	0	Molto basso
35	10.90	211.797	143.151									0	NL	0	Molto basso
36	11.10	215.725	145.117									0	NL	0	Molto basso
37	11.30	219.653	147.084									0	NL	0	Molto basso
38	11.50	223.581	149.050									0	NL	0	Molto basso
39	11.70	227.509	151.017									0	NL	0	Molto basso
40	11.90	231.437	152.984									0	NL	0	Molto basso
41	12.10	235.558	155.144	80.307	0.696	1.892	0.8028478	94.867	0.851	0.159	0.183	0.870	L	10.97	Alto
42	12.30	239.872	157.496	79.705	0.696	1.895	0.7968288	94.363	0.846	0.158	0.183	0.866	L	11.43	Alto
43	12.50	244.186	159.849	79.116	0.697	1.897	0.7909431	93.870	0.840	0.157	0.182	0.862	L	11.85	Alto
44	12.70	248.500	162.202	78.541	0.697	1.900	0.7851861	93.388	0.835	0.156	0.181	0.859	L	12.26	Alto
45	12.90	252.814	164.554	77.977	0.697	1.903	0.7795529	92.918	0.830	0.155	0.181	0.855	L	12.64	Alto
46	13.10	256.859	166.638									0	NL	0	Molto basso
47	13.30	260.635	168.453									0	NL	0	Molto basso
48	13.50	264.411	170.267									0	NL	0	Molto basso
49	13.70	268.187	172.082									0	NL	0	Molto basso
50	13.90	271.963	173.897									0	NL	0	Molto basso
51	14.10	275.739	175.711									0	NL	0	Molto basso
52	14.30	279.515	177.526									0	NL	0	Molto basso
53	14.50	283.291	179.341									0	NL	0	Molto basso
54	14.70	287.067	181.155									0	NL	0	Molto basso
55	14.90	290.843	182.970									0	NL	0	Molto basso
56	15.10	294.888	185.054	48.060	1.292	2.229	0.7351083	83.695	0.771	0.135	0.174	0.772	L	21.41	Molto alto
57	15.30	299.202	187.406	47.757	1.292	2.232	0.7304794	83.472	0.765	0.134	0.173	0.774	L	21.39	Molto alto
58	15.50	303.516	189.759	47.460	1.293	2.234	0.725937	83.252	0.760	0.134	0.172	0.775	L	21.34	Molto alto
59	15.70	307.830	192.112	47.169	1.294	2.236	0.7214783	83.038	0.755	0.133	0.172	0.777	L	21.28	Molto alto
60	15.90	312.144	194.464	46.882	1.295	2.239	0.7171007	82.828	0.749	0.133	0.171	0.779	L	21.20	Molto alto
61	16.10	316.458	196.817	46.601	1.296	2.241	0.7128018	82.622	0.744	0.132	0.170	0.781	L	21.11	Molto alto
62	16.30	320.622	199.020									0	NL	0	Molto basso
63	16.50	324.636	201.072									0	NL	0	Molto basso
64	16.70	328.650	203.125									0	NL	0	Molto basso
65	16.90	332.664	205.178									0	NL	0	Molto basso
66	17.10	336.678	207.230									0	NL	0	Molto basso
67	17.30	340.692	209.283									0	NL	0	Molto basso
68	17.50	344.706	211.336									0	NL	0	Molto basso
69	17.70	348.720	213.388									0	NL	0	Molto basso
70	17.90	352.734	215.441									0	NL	0	Molto basso
71	18.10	356.898	217.644	64.024	1.219	2.115	0.6778398	94.930	0.691	0.160	0.161	0.993	L	0.66	Basso
72	18.30	361.212	219.996	63.681	1.220	2.117	0.6742057	94.659	0.685	0.159	0.160	0.996	L	0.44	Basso
73	18.50	365.526	222.349	63.343	1.220	2.119	0.6706293	94.394	0.680	0.158	0.159	0.998	L	0.21	Basso
74	18.70	369.840	224.702	63.011	1.221	2.121	0.6671092	94.132	0.675	0.158	0.157	1.001	L	0.00	Molto basso
75	18.90	374.154	227.054	62.684	1.221	2.123	0.663644	93.876	0.669	0.157	0.156	1.003	L	0.00	Molto basso
76	19.10	378.468	229.407	62.361	1.222	2.125	0.6602322	93.623	0.664	0.156	0.155	1.006	L	0.00	Molto basso
77	19.30	382.782	231.760	62.044	1.223	2.127	0.6568726	93.375	0.659	0.156	0.154	1.009	L	0.00	Molto basso
78	19.50	387.096	234.112	61.731	1.223	2.128	0.6535637	93.131	0.653	0.155	0.153	1.013	L	0.00	Molto basso
79	19.70	391.410	236.465	61.424	1.224	2.130	0.6503043	92.891	0.648	0.155	0.152	1.016	L	0.00	Molto basso
80	19.90	395.724	238.818	61.120	1.224	2.132	0.6470932	92.655	0.643	0.154	0.151	1.020	L	0.00	Molto basso
81	20.10	400.038	241.170	60.821	1.225	2.134	0.6439292	92.423	0.637	0.153	0.150	1.023	L	0.00	Molto basso

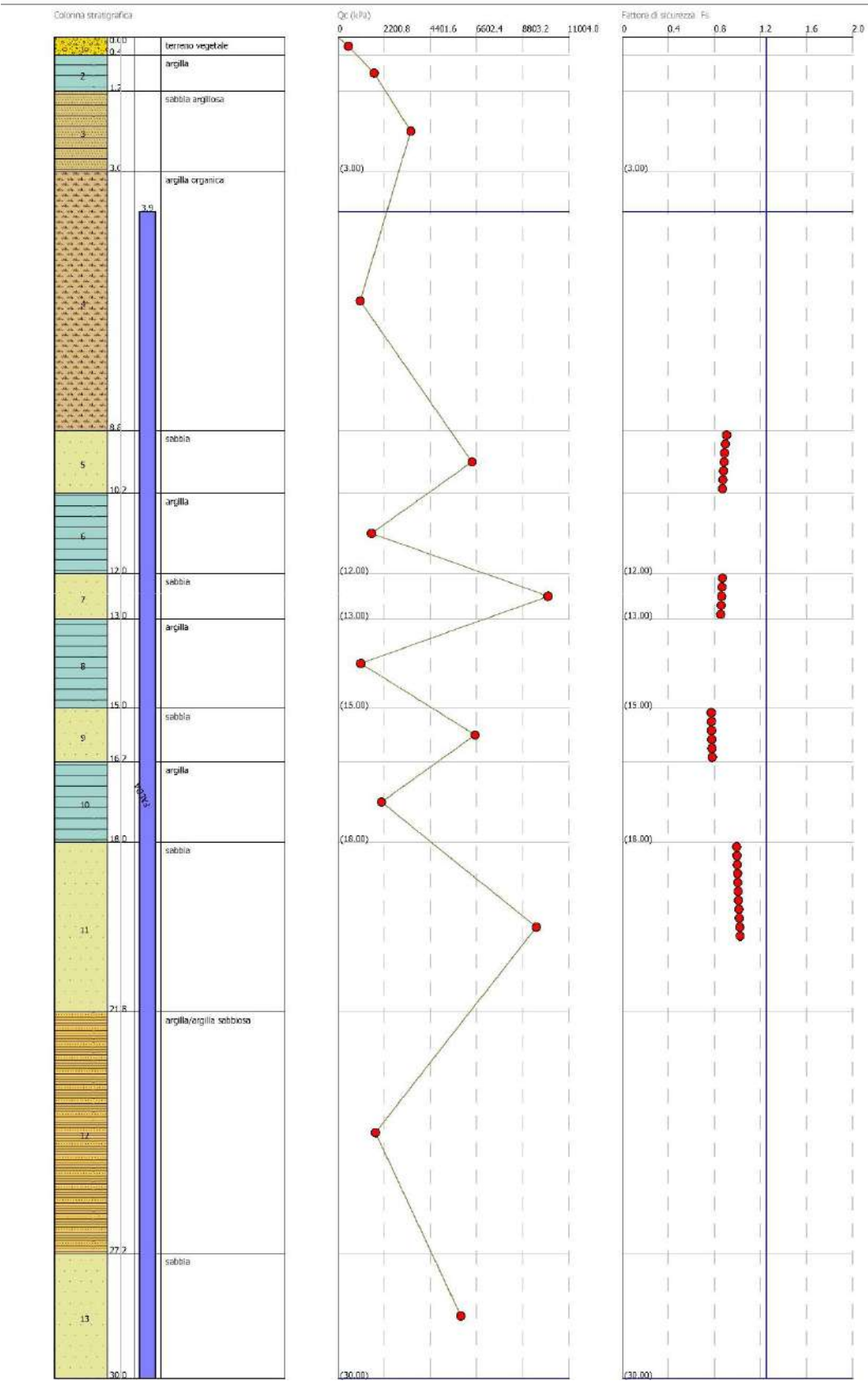
IPL (Sonmez)=1.96 Zcrit=20 m Rischio=Basso

7.5 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA

7.6 GRAFICO CATEGORIA SOTTOSUOLO V_{se}



7.7 GRAFICO SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE



7.8 ELABORAZIONE PROVA CPT Nr.2

Committente:	Studio Bernagozzi
Strumento utilizzato:	Deep Drill
Prova eseguita in data:	05/02/2023
Profondità prova:	20,00 mt
Località:	Argenta - FE

Prof. (m)	qc (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	4,0	0,27	15,00	6,7
0,40	4,0	0,27	15,00	6,7
0,60	10,0	0,73	13,64	7,3
0,80	11,0	0,73	15,00	6,7
1,00	11,0	0,67	16,50	6,1
1,20	12,0	0,47	25,71	3,9
1,40	12,0	0,40	30,00	3,3
1,60	12,0	0,27	45,00	2,2
1,80	16,0	0,53	30,00	3,3
2,00	16,0	0,53	30,00	3,3
2,20	8,0	0,33	24,00	4,2
2,40	6,0	0,40	15,00	6,7
2,60	6,0	0,40	15,00	6,7
2,80	4,0	0,27	15,00	6,7
3,00	6,0	0,27	22,50	4,4
3,20	7,0	0,40	17,50	5,7
3,40	8,0	0,40	20,00	5,0
3,60	14,0	0,53	26,25	3,8
3,80	10,0	0,47	21,43	4,7
4,00	9,0	0,53	16,87	5,9
4,20	8,0	0,40	20,00	5,0
4,40	10,0	0,40	25,00	4,0
4,60	8,0	0,47	17,14	5,8
4,80	6,0	0,40	15,00	6,7
5,00	8,0	0,27	30,00	3,3
5,20	8,0	0,67	12,00	8,3
5,40	10,0	0,53	18,75	5,3
5,60	10,0	0,93	10,71	9,3
5,80	14,0	0,80	17,50	5,7
6,00	12,0	0,67	18,00	5,6
6,20	10,0	0,67	15,00	6,7
6,40	10,0	0,80	12,50	8,0
6,60	10,0	0,67	15,00	6,7
6,80	12,0	0,67	18,00	5,6
7,00	14,0	0,80	17,50	5,7
7,20	12,0	0,80	15,00	6,7
7,40	16,0	1,20	13,33	7,5
7,60	18,0	0,80	22,50	4,4
7,80	12,0	0,53	22,50	4,4
8,00	8,0	0,53	15,00	6,7
8,20	8,0	0,67	12,00	8,3
8,40	8,0	0,53	15,00	6,7
8,60	10,0	0,67	15,00	6,7
8,80	10,0	0,80	12,50	8,0
9,00	12,0	0,80	15,00	6,7
9,20	14,0	0,67	21,00	4,8
9,40	12,0	0,80	15,00	6,7
9,60	10,0	0,40	25,00	4,0
9,80	12,0	0,27	45,00	2,2

10,00	26,0	0,53	48,75	2,1
10,20	74,0	0,67	111,00	0,9
10,40	66,0	0,40	165,00	0,6
10,60	72,0	0,67	108,00	0,9
10,80	76,0	1,07	71,25	1,4
11,00	20,0	1,33	15,00	6,7
11,20	20,0	1,20	16,67	6,0
11,40	18,0	0,93	19,29	5,2
11,60	14,0	0,93	15,00	6,7
11,80	12,0	0,93	12,86	7,8
12,00	14,0	1,20	11,67	8,6
12,20	20,0	1,33	15,00	6,7
12,40	20,0	1,60	12,50	8,0
12,60	26,0	1,20	21,67	4,6
12,80	22,0	1,33	16,50	6,1
13,00	24,0	0,40	60,00	1,7
13,20	26,0	1,33	19,50	5,1
13,40	80,0	0,67	120,00	0,8
13,60	90,0	0,67	135,00	0,7
13,80	100,0	1,33	75,00	1,3
14,00	110,0	1,20	91,67	1,1
14,20	18,0	1,07	16,87	5,9
14,40	16,0	1,07	15,00	6,7
14,60	16,0	1,20	13,33	7,5
14,80	10,0	0,93	10,71	9,3
15,00	12,0	0,80	15,00	6,7
15,20	12,0	0,80	15,00	6,7
15,40	14,0	0,93	15,00	6,7
15,60	14,0	0,93	15,00	6,7
15,80	12,0	1,07	11,25	8,9
16,00	16,0	0,93	17,14	5,8
16,20	14,0	0,67	21,00	4,8
16,40	72,0	0,67	108,00	0,9
16,60	74,0	1,07	69,37	1,4
16,80	78,0	0,53	146,25	0,7
17,00	80,0	0,53	150,00	0,7
17,20	82,0	1,20	68,33	1,5
17,40	18,0	1,47	12,27	8,1
17,60	18,0	1,33	13,50	7,4
17,80	20,0	1,07	18,75	5,3
18,00	16,0	1,20	13,33	7,5
18,20	18,0	1,33	13,50	7,4
18,40	20,0	1,07	18,75	5,3
18,60	26,0	1,73	15,00	6,7
18,80	28,0	1,33	21,00	4,8
19,00	100,0	1,33	75,00	1,3
19,20	100,0	0,80	125,00	0,8
19,40	94,0	0,67	141,00	0,7
19,60	110,0	1,33	82,50	1,2
19,80	120,0	0,93	128,57	0,8
20,00	96,0	0,74	129,73	0,8

Prof. Strato (m)	qc Media (kg/cm²)	fs Media (kg/cm²)	Peso unità di volume Medio (t/m³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,40	4,0	0,27	1,8	Coesivo	terreno vegetale
9,60	10,391	0,58	1,9	Coesivo	argilla organica
10,80	54,333	0,60	1,9	Incoerente	sabbia
12,80	18,6	1,20	1,9	Coesivo	argilla
14,00	71,667	0,93	2,0	Incoerente	sabbia
16,20	14,0	0,95	1,9	Coesivo	argilla
17,20	77,2	0,80	1,9	Incoerente	sabbia
18,80	20,5	1,32	2,0	Coesivo	argilla
20,00	103,333	0,97	2,0	Incoerente	sabbia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (kg/cm²)
 Eu: Modulo di deformazione non drenato (kg/cm²)

Mo: Modulo Edometrico (kg/cm²)
G: Modulo di deformazione a taglio (kg/cm²)
OCR: Grado di sovraconsolidazione
Puv: Peso unità di volume (t/m³)
PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
Dr: Densità relativa (%)
Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey: Modulo di Young (kg/cm²)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,40	C	0,2	148,7	32,0	65,3	2,61	1,7	1,8	--	--	--
2	9,60	C	0,6	366,7	52,0	117,0	<0.5	1,9	1,9	--	--	--
3	10,80	I	--	--	51,1	321,6	1,19	1,9	2,2	47,7	33,32	135,8
4	12,80	C	1,0	652,2	93,0	167,0	<0.5	1,9	2,0	--	--	--
5	14,00	I	--	--	57,8	380,9	1,23	1,9	2,2	52,1	33,53	179,2
6	16,20	C	0,7	468,2	70,0	140,4	<0.5	1,9	2,0	--	--	--
7	17,20	I	--	--	59,4	398,6	1,08	1,9	2,2	51,4	32,99	193,0
8	18,80	C	1,1	702,0	51,3	177,3	<0.5	2,0	2,0	--	--	--
9	20,00	I	--	--	68,5	476,3	1,26	1,9	2,2	57,6	33,74	258,3

7.9 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

Titolo lavoro: campo pannelli solari
Codice identificativo 05/23
Cliente: Studio Bernagozzi
Indirizzo, Coordinate: via Chiavichino - Argenta - FE
Data 06/02/2023
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018
Fattore sicurezza normativa 1.25
Profondità falda idrica 1.9 m
Accelerazione Bedrock 0.16
Fattore amplificazione 2.585
Tipo Suolo: D-Terreni granulari sciolti e poco addensati, coesivi consistenti Vs30<180
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.8
Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14
Peak ground acceleration (PGA) 0.288

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	terreno vegetale	0	0.4	16.68	17.47	392.27	26.15
2	argilla organica	0.4	9.6	18.17	18.95	1019.04	56.85
3	sabbia	9.6	10.8	18.63	21.57	8328.28	98.84
4	argilla	10.8	12.8	19.12	19.9	1824.04	117.68
5	sabbia	12.8	14	18.63	21.57	8028.1	91.53
6	argilla	14	16.2	18.57	19.36	1372.93	92.72
7	sabbia	16.2	17.2	18.63	21.57	7570.74	78.45
8	argilla	17.2	18.8	19.24	20.02	2010.36	129.12
9	sabbia	18.8	20	18.63	21.57	10133.54	94.91

Robertson Wride, 1998 - Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza a Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1	2.10	37.717	35.756									0	NL	0	Molto basso
2	2.30	41.507	37.584									0	NL	0	Molto basso
3	2.50	45.297	39.413									0	NL	0	Molto basso
4	2.70	49.087	41.242									0	NL	0	Molto basso
5	2.90	52.877	43.070									0	NL	0	Molto basso
6	3.10	56.667	44.899									0	NL	0	Molto basso
7	3.30	60.457	46.728									0	NL	0	Molto basso
8	3.50	64.247	48.556									0	NL	0	Molto basso
9	3.70	68.037	50.385									0	NL	0	Molto basso
10	3.90	71.827	52.214									0	NL	0	Molto basso
11	4.10	75.617	54.042									0	NL	0	Molto basso
12	4.30	79.407	55.871									0	NL	0	Molto basso
13	4.50	83.197	57.700									0	NL	0	Molto basso
14	4.70	86.987	59.528									0	NL	0	Molto basso
15	4.90	90.777	61.357									0	NL	0	Molto basso
16	5.10	94.567	63.186									0	NL	0	Molto basso
17	5.30	98.357	65.014									0	NL	0	Molto basso

18	5.50	102.147	66.843									0	NL	0	Molto basso
19	5.70	105.937	68.672									0	NL	0	Molto basso
20	5.90	109.727	70.500									0	NL	0	Molto basso
21	6.10	113.517	72.329									0	NL	0	Molto basso
22	6.30	117.307	74.158									0	NL	0	Molto basso
23	6.50	121.097	75.986									0	NL	0	Molto basso
24	6.70	124.887	77.815									0	NL	0	Molto basso
25	6.90	128.677	79.644									0	NL	0	Molto basso
26	7.10	132.467	81.472									0	NL	0	Molto basso
27	7.30	136.257	83.301									0	NL	0	Molto basso
28	7.50	140.047	85.130									0	NL	0	Molto basso
29	7.70	143.837	86.958									0	NL	0	Molto basso
30	7.90	147.627	88.787									0	NL	0	Molto basso
31	8.10	151.417	90.616									0	NL	0	Molto basso
32	8.30	155.207	92.444									0	NL	0	Molto basso
33	8.50	158.997	94.273									0	NL	0	Molto basso
34	8.70	162.787	96.102									0	NL	0	Molto basso
35	8.90	166.577	97.930									0	NL	0	Molto basso
36	9.10	170.367	99.759									0	NL	0	Molto basso
37	9.30	174.157	101.588									0	NL	0	Molto basso
38	9.50	177.947	103.417									0	NL	0	Molto basso
39	9.70	181.799	105.507	81.080	1.213	2.034	0.9735519	109.222	0.915	0.201	0.224	0.899	L	7.44	Alto
40	9.90	186.313	107.860	80.191	1.214	2.038	0.9628757	108.476	0.910	0.199	0.223	0.892	L	8.07	Alto
41	10.10	190.627	110.213	79.330	1.215	2.042	0.952543	107.755	0.904	0.196	0.222	0.885	L	8.67	Alto
42	10.30	194.941	112.565	78.497	1.215	2.045	0.9425362	107.059	0.899	0.194	0.221	0.879	L	9.24	Alto
43	10.50	199.255	114.918	77.689	1.216	2.049	0.9328382	106.385	0.894	0.192	0.220	0.874	L	9.79	Alto
44	10.70	203.569	117.271	76.906	1.217	2.052	0.9234335	105.733	0.888	0.190	0.219	0.869	L	10.31	Alto
45	10.90	207.716	119.456									0	NL	0	Molto basso
46	11.10	211.696	121.475									0	NL	0	Molto basso
47	11.30	215.676	123.494									0	NL	0	Molto basso
48	11.50	219.656	125.512									0	NL	0	Molto basso
49	11.70	223.636	127.531									0	NL	0	Molto basso
50	11.90	227.616	129.550									0	NL	0	Molto basso
51	12.10	231.596	131.568									0	NL	0	Molto basso
52	12.30	235.576	133.587									0	NL	0	Molto basso
53	12.50	239.556	135.606									0	NL	0	Molto basso
54	12.70	243.536	137.624									0	NL	0	Molto basso
55	12.90	247.683	139.810	67.896	1.176	2.085	0.8457288	97.023	0.830	0.165	0.208	0.791	L	18.23	Molto alto
56	13.10	251.997	142.163	67.332	1.177	2.088	0.8387015	96.567	0.824	0.164	0.207	0.790	L	18.48	Molto alto
57	13.30	256.311	144.515	66.781	1.178	2.091	0.8318466	96.124	0.819	0.163	0.206	0.789	L	18.69	Molto alto
58	13.50	260.625	146.868	66.244	1.178	2.094	0.825157	95.692	0.814	0.161	0.205	0.789	L	18.89	Molto alto
59	13.70	264.939	149.221	65.720	1.179	2.097	0.8186264	95.272	0.808	0.160	0.204	0.788	L	19.07	Molto alto
60	13.90	269.253	151.573	65.208	1.180	2.100	0.8122483	94.862	0.803	0.159	0.202	0.788	L	19.23	Molto alto
61	14.10	273.346	153.705									0	NL	0	Molto basso
62	14.30	277.218	155.616									0	NL	0	Molto basso
63	14.50	281.090	157.526									0	NL	0	Molto basso
64	14.70	284.962	159.437									0	NL	0	Molto basso
65	14.90	288.834	161.348									0	NL	0	Molto basso
66	15.10	292.706	163.258									0	NL	0	Molto basso
67	15.30	296.578	165.169									0	NL	0	Molto basso
68	15.50	300.450	167.080									0	NL	0	Molto basso
69	15.70	304.322	168.990									0	NL	0	Molto basso
70	15.90	308.194	170.901									0	NL	0	Molto basso
71	16.10	312.066	172.812									0	NL	0	Molto basso
72	16.30	316.159	174.943	57.239	1.081	2.122	0.7560517	85.672	0.739	0.138	0.189	0.731	L	25.95	Molto alto
73	16.50	320.473	177.296	56.858	1.082	2.125	0.7510185	85.379	0.733	0.138	0.188	0.733	L	25.85	Molto alto
74	16.70	324.787	179.649	56.484	1.083	2.127	0.7460846	85.091	0.728	0.137	0.187	0.735	L	25.73	Molto alto
75	16.90	329.101	182.001	56.118	1.083	2.130	0.7412468	84.810	0.723	0.137	0.185	0.738	L	25.60	Molto alto
76	17.10	333.415	184.354	55.759	1.084	2.132	0.7365018	84.535	0.717	0.136	0.184	0.740	L	25.45	Molto alto
77	17.30	337.574	186.552									0	NL	0	Molto basso
78	17.50	341.578	188.594									0	NL	0	Molto basso
79	17.70	345.582	190.637									0	NL	0	Molto basso
80	17.90	349.586	192.680									0	NL	0	Molto basso
81	18.10	353.590	194.722									0	NL	0	Molto basso
82	18.30	357.594	196.765									0	NL	0	Molto basso
83	18.50	361.598	198.808									0	NL	0	Molto basso
84	18.70	365.602	200.850									0	NL	0	Molto basso
85	18.90	369.761	203.048	71.115	0.972	2.019	0.7017795	94.277	0.669	0.158	0.173	0.914	L	8.62	Alto
86	19.10	374.075	205.401	70.707	0.972	2.021	0.6977488	93.945	0.664	0.157	0.172	0.916	L	8.38	Alto
87	19.30	378.389	207.753	70.305	0.973	2.023	0.6937868	93.619	0.659	0.156	0.170	0.919	L	8.12	Alto
88	19.50	382.703	210.106	69.910	0.973	2.025	0.6898915	93.299	0.653	0.156	0.169	0.922	L	7.84	Alto
89	19.70	387.017	212.459	69.522	0.974	2.027	0.6860611	92.984	0.648	0.155	0.167	0.925	L	7.55	Alto
90	19.90	391.331	214.811	69.141	0.974	2.029	0.6822938	92.676	0.643	0.154	0.166	0.928	L	7.23	Alto
91	20.10	0.000	0.000												

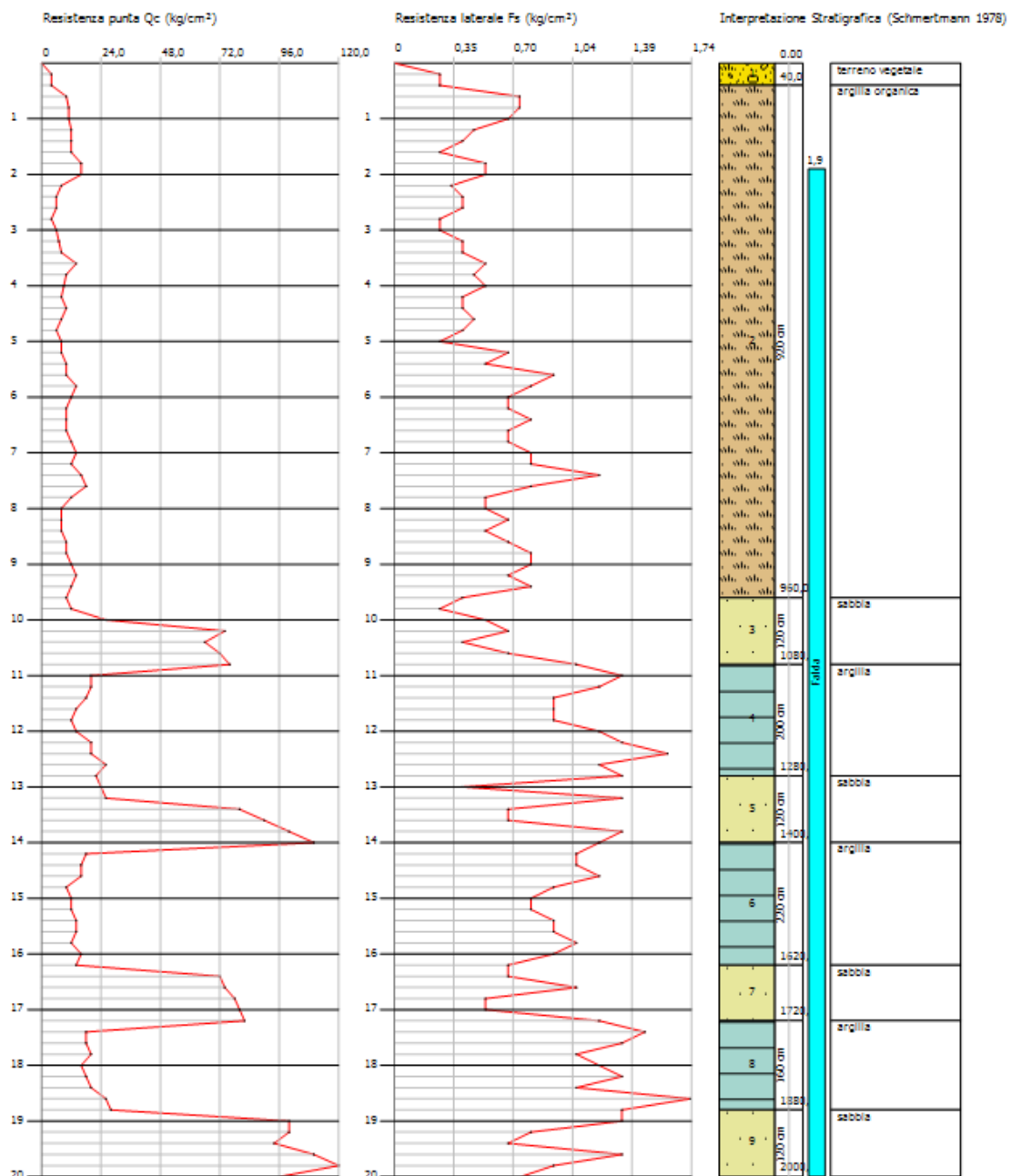
IPL (Sonmez)=1.99 Zcrit=20 m Rischio=Basso

7.10 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA

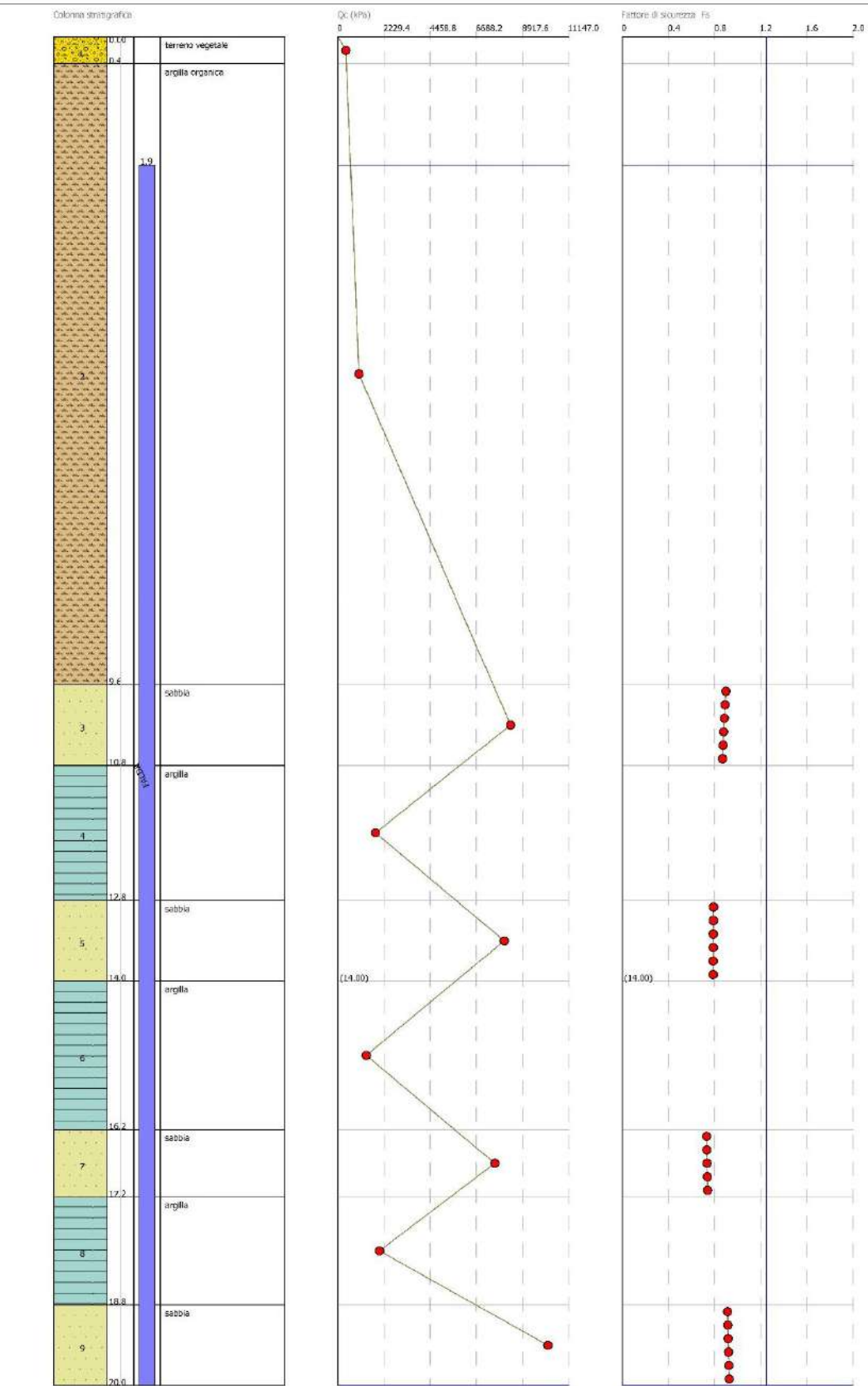
Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato DEEP DRILL

Committente: Studio Bernagozzi
Cantiere: pannelli solari
Località: Argenta - Fe

Data: 05/02/2023

Scala 1:100 - Qc: 1 cm=33,75 kg/cm² - Fs: 1 cm=0,50 kg/cm²

7.11 GRAFICO SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE



8. CLAUSOLA "PRIVACY"

Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, statistiche, commerciali e di marketing. Le parti, titolari dei rispettivi dati, dichiarano espressamente di essere a conoscenza del contenuto dell'art. 23 della Legge 196/03.