

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Portomaggiore



PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI PORTOMAGGIORE - GAMBULAGA (FE)

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



Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

Relazione geologica,
geotecnica, idrologica

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-19	07	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	12/22	Prima Emissione	MM	MM	MM
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALVE SUN 3 S.R.L.

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

 **RENUALVE SUN 3**

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI PORTOMAGGIORE

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: Gambulaga - FE

DATA: 05.12.2022

Firmato
digitalmente da

RIF.: 32/22

Matteo Mastellari

CN = Mastellari Matteo
T = Geologo

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.	8
4. Indicazioni sismiche.....	pag.	9
4.1 parametri sismici del sito.....	pag.	9
4.2 classificazione suolo di fondazione.....	pag.	9
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 adiacente a via Verginese, in località Gambulaga, Ferrara; riferimenti catastali foglio 62 mappali 17, 27 e 59 del Comune di Portomaggiore. In figura 1 si riporta l'ubicazione dell'area di intervento.

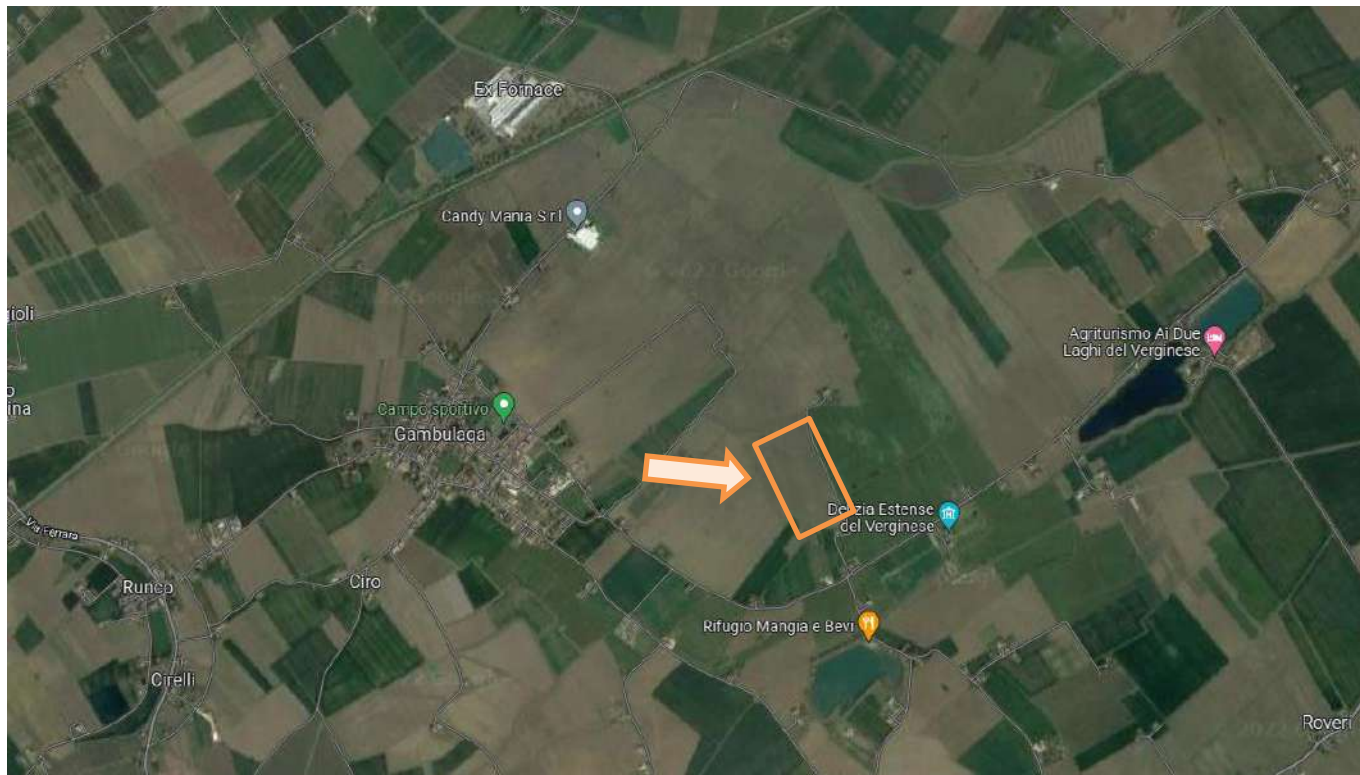


Figura 1: area di studio (Immagini 2021 CNES, Airbus Maxar Technologies, dati cartografici 2021)

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.

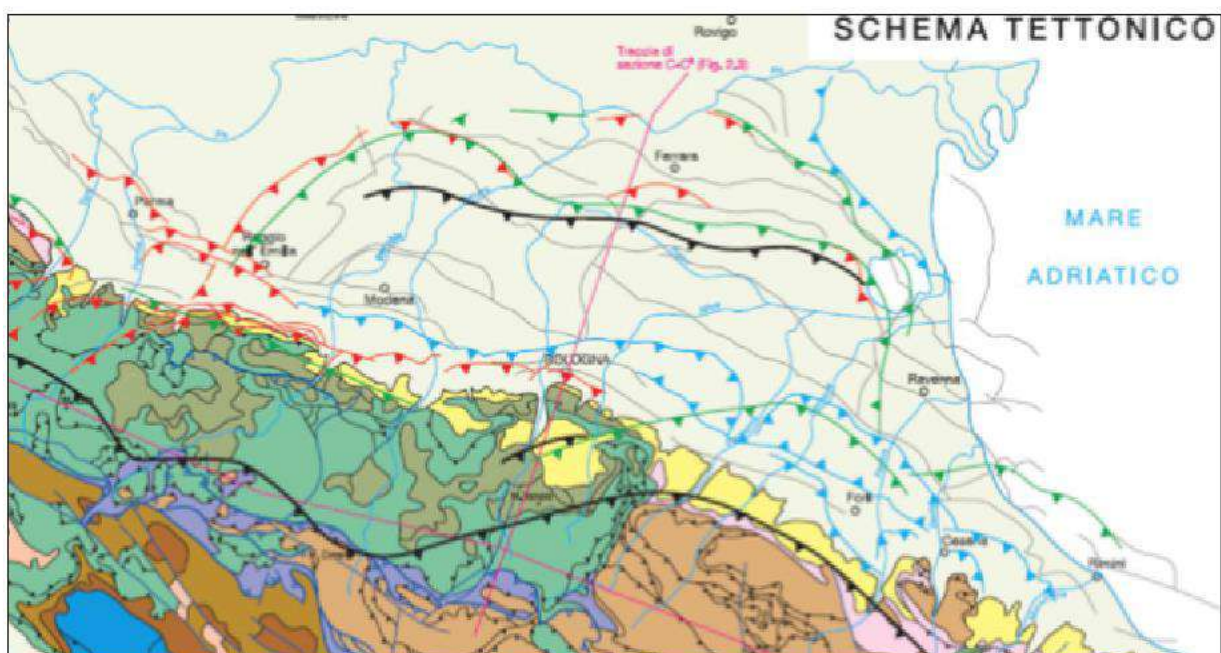


Figura 2: Mappa geologico - strutturale della Pianura Padana

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.

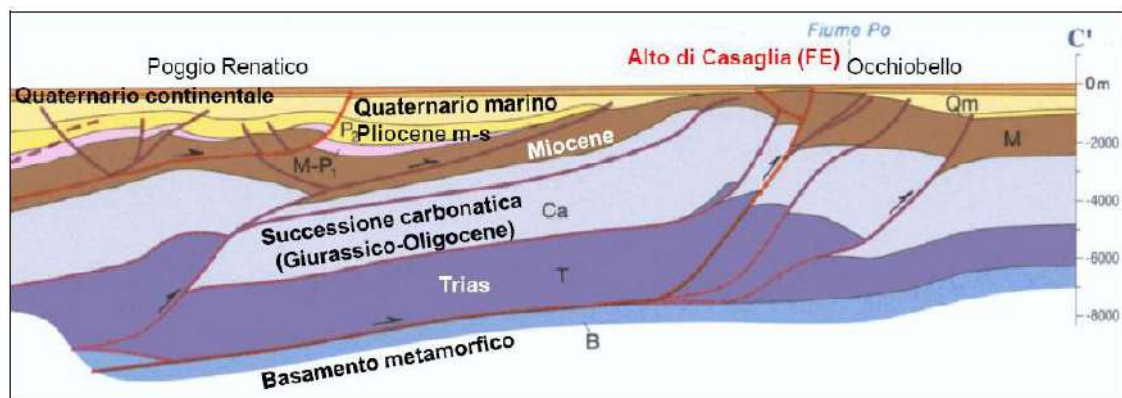


Figura 3: principali strutture del substrato della Padania con sezione della Dorsale Ferrarese

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.

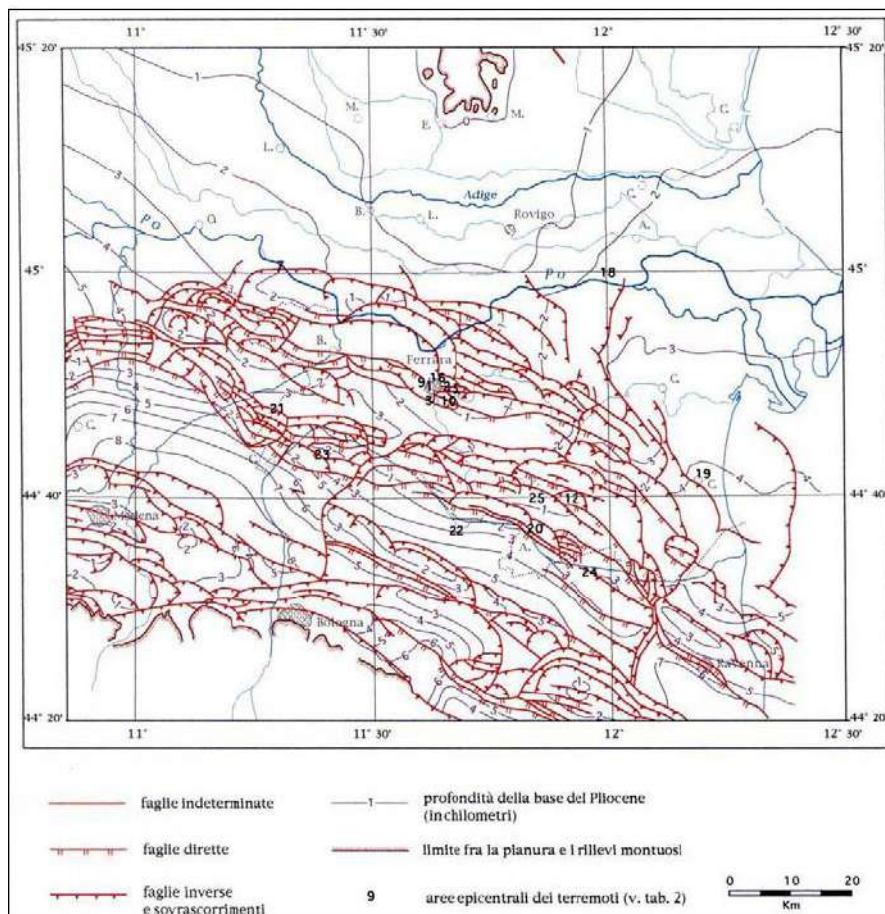


Figura 4: Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

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 $M = 6,14$.

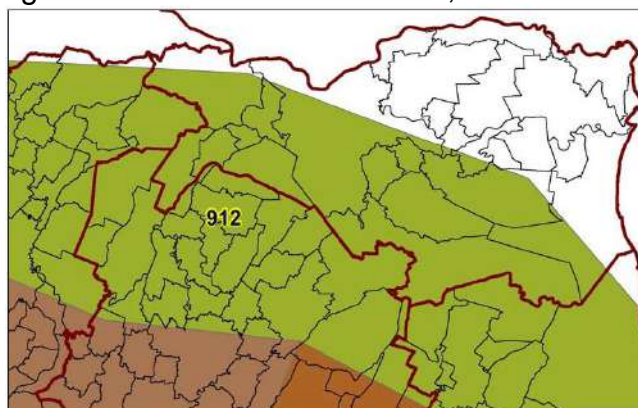


Figura 5: Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

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 coni 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.

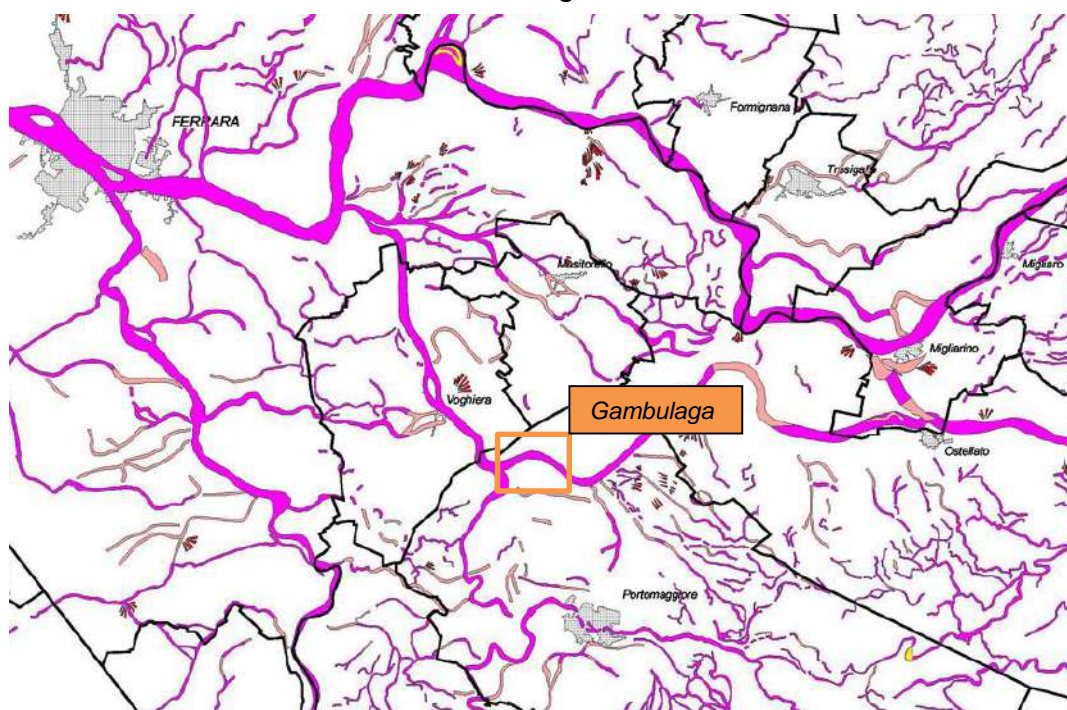


Figura 6: Stralcio della carta geomorfologica dell'Emilia Romagna

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 1.0 m:
terreno vegetale di argilla e argilla organica da mediamente consistente a consistente;
- da 1.0 m a 1.8 m:
sabbia argillosa da sciolta a mediamente addensata;
- da 1.8 m a 5.2 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 5.2 m a 6.2 m:
sabbia argillosa sciolta;
- da 6.2 m a 7.8 m:
argilla sabbiosa consistente;
- da 7.8 m a 9.4 m:
sabbia argillosa da sciolta a mediamente addensata;
- da 9.4 m a 14.0 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 14.0 m a 18.6 m:
sabbia da poco addensata a mediamente addensata;
- da 18.6 m a 21.2 m:
argilla molto consistente;
- da 21.2 m a 30.0 m (termine della prova):
sabbia e sabbia argillosa mediamente addensata.

➤ **CPT 2:**

- da 0.0 m a 1.0 m:
terreno vegetale di argilla e argilla organica da mediamente consistente a consistente;
- da 1.0 m a 1.6 m:
sabbia poco addensata;
- da 1.6 m a 3.8 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;

- da 3.8 m a 4.4 m:
sabbia argillosa da sciolta a poco addensata;
- da 4.4 m a 5.6 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 5.6 m a 9.2 m:
sabbia da poco addensata a mediamente addensata;
- da 9.2 m a 15.2 m:
argilla e argilla sabbiosa da mediamente consistente a molto consistente;
- da 15.2 m a 19.0 m:
sabbia mediamente addensata;
- da 19.0 m a 20.0 m (termine della prova):
argilla sabbiosa molto consistente.

Il livello dell'acqua misurato nel foro al termine delle prove è risultato essere dal piano campagna attuale a profondità di circa -2.6 m in entrambe le prove (misurazione del 01 dicembre 2022).

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 ($^\circ$), 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	C_u	E_u	M_o	G	OCR	P_{uv}	P_{uvS}	D_r	F_i	E_y
1,00	Argilla/argilla organica	C	0,7	506,4	68,0	138,0	3,28	1,9	2,0	--	--	--
1,80	Sabbia argillosa	Cl	1,3	983,6	66,3	207,4	2,29	2,0	2,1	47,4	40,62	66,3
5,20	Argilla	C	0,6	461,5	64,4	133,5	0,52	1,9	2,0	--	--	--
6,20	Sabbia argillosa	Cl	0,7	511,0	72,0	142,9	<0,5	1,9	2,0	14,9	30,57	36,0
7,80	Argilla sabbiosa	C	0,6	412,0	59,4	127,0	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
9,40	Sabbia argillosa	Cl	1,4	973,8	67,5	209,8	0,61	2,0	2,1	28,8	32,84	67,5
14,00	Argilla	C	0,6	380,1	57,2	124,1	<0,5	1,9	1,9	--	--	--
18,60	Sabbia	I	--	--	64,5	440,6	1,23	1,9	2,2	56,3	37,17	227,4

CPT 1												
Prof.	Litologia	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
21,20	Argilla	C	1,4	943,5	68,1	210,9	<0.5	2,0	2,1	--	--	--
30,00	Sabbia/sabbia argillosa	I	--	--	37,2	248,2	<0.5	1,8	2,1	23,4	28,17	88,9

CPT 2												
Prof.	Litologia	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1,00	Argilla/argilla organica	C	0,5	371,4	50,0	114,3	2,46	1,9	1,9	--	--	--
1,60	Sabbia	I	--	--	56,2	231,2	2,98	1,8	2,1	53,8	41,99	79,2
3,80	Argilla	C	0,6	398,3	55,5	121,8	0,55	1,9	1,9	--	--	--
4,40	Sabbia argillosa	CI	1,1	777,7	53,3	181,6	0,83	2,0	2,1	29,9	34,84	53,3
5,60	Argilla	C	0,5	349,7	50,0	114,3	<0.5	1,8	1,9	--	--	--
9,20	Sabbia	I	--	--	42,3	260,3	1	1,9	2,2	41,0	35,96	96,1
15,20	Argilla/argilla sabbiosa	C	0,6	424,3	63,2	131,9	<0.5	1,9	2,0	--	--	--
19,00	Sabbia	I	--	--	69,6	486,1	1,4	1,9	2,2	60,4	37,93	267,1
20,00	Argilla sabbiosa	CI	1,4	944,6	68,0	210,7	<0.5	2,0	2,1	19,4	28,1	68,0

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	0,039	2,542	0,258
S.L.D.	35	0,042	2,524	0,263
S.L.V.	332	0,123	2,586	0,272
S.L.C.	682	0,167	2,565	0,275

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.	0.680	0.200	0.014	0.007
S.L.D.	0.732	0.200	0.015	0.007
S.L.V.	2.153	0.240	0.053	0.026
S.L.C.	2.858	0.240	0.070	0.035

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.

La correlazione utilizzata è stata proposta da Andrus et al. (2001) ed utilizza valori di q_c e di V_s 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.

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

$$V_{s,eq} = 175 \text{ m/sec}$$

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 $44^{\circ},74$ e longitudine $11^{\circ},80$ (ED50), la categoria sottosuolo: D, 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.

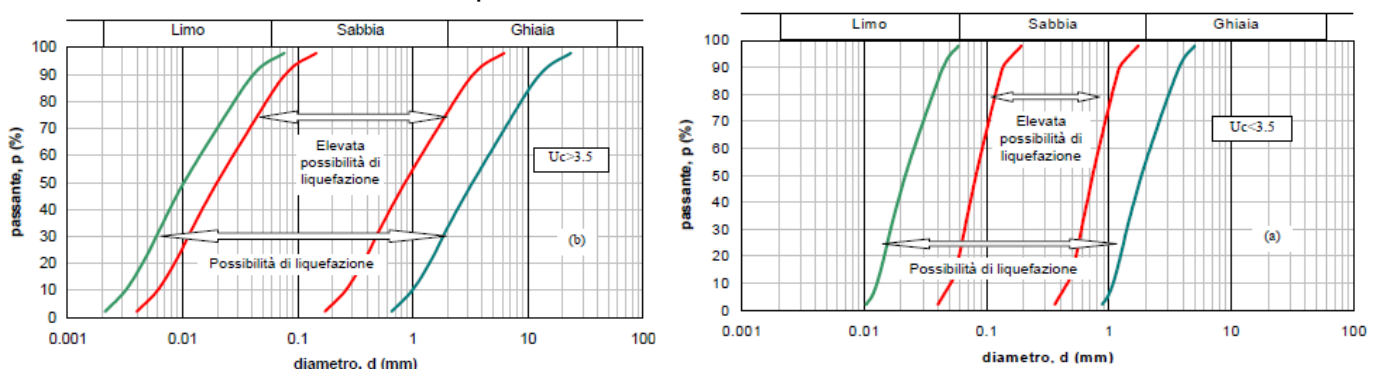


Figura 9: Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 2.592 e una PGA (Peak Ground Acceleration) di 0.252. Nel caso in esame si sono ottenuti degli indici di pericolosità alla liquefazione pari a 4.79 in CPT 1 e di 4.58 in CPT 2 con conseguente potenziale di liquefazione moderato. 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°,74 e longitudine 11°,80 (ED50), la categoria sottosuolo in base alla V_{se} (175 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.

✓ 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;
- 2° orizzonte, materiale incoerente, sabbia;
- 3° orizzonte, materiale misto, argilla e argilla sabbiosa;
- 4° 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.

✓ Il livello dell'acqua misurato nel foro al termine delle perforazioni è risultato essere alla profondità di circa -2.6 m da p.c. in entrambe le prove (misurazione del 01 dicembre 2022).

✓ 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 2.592 e una PGA di 0.252. Nel caso in esame si è ottenuto un rischio di liquefazione moderato ($IPL1=4.79$ e $IPL2=4.58$).

✓ Il livello di materiale incoerente e quindi potenzialmente liquefacibile è sovrastato per circa 5.0 m da un orizzonte di materiali non liquefacibili aventi una natura coesiva (argilla e argilla/argilla sabbiosa). Con una copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3.0 m si esclude il pericolo di liquefazione.

✓ 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, 05 dicembre 2022.

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 Verginese – Gambulaga – FE

Codice commessa: 32/22
Numero certificati allegati: 14

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

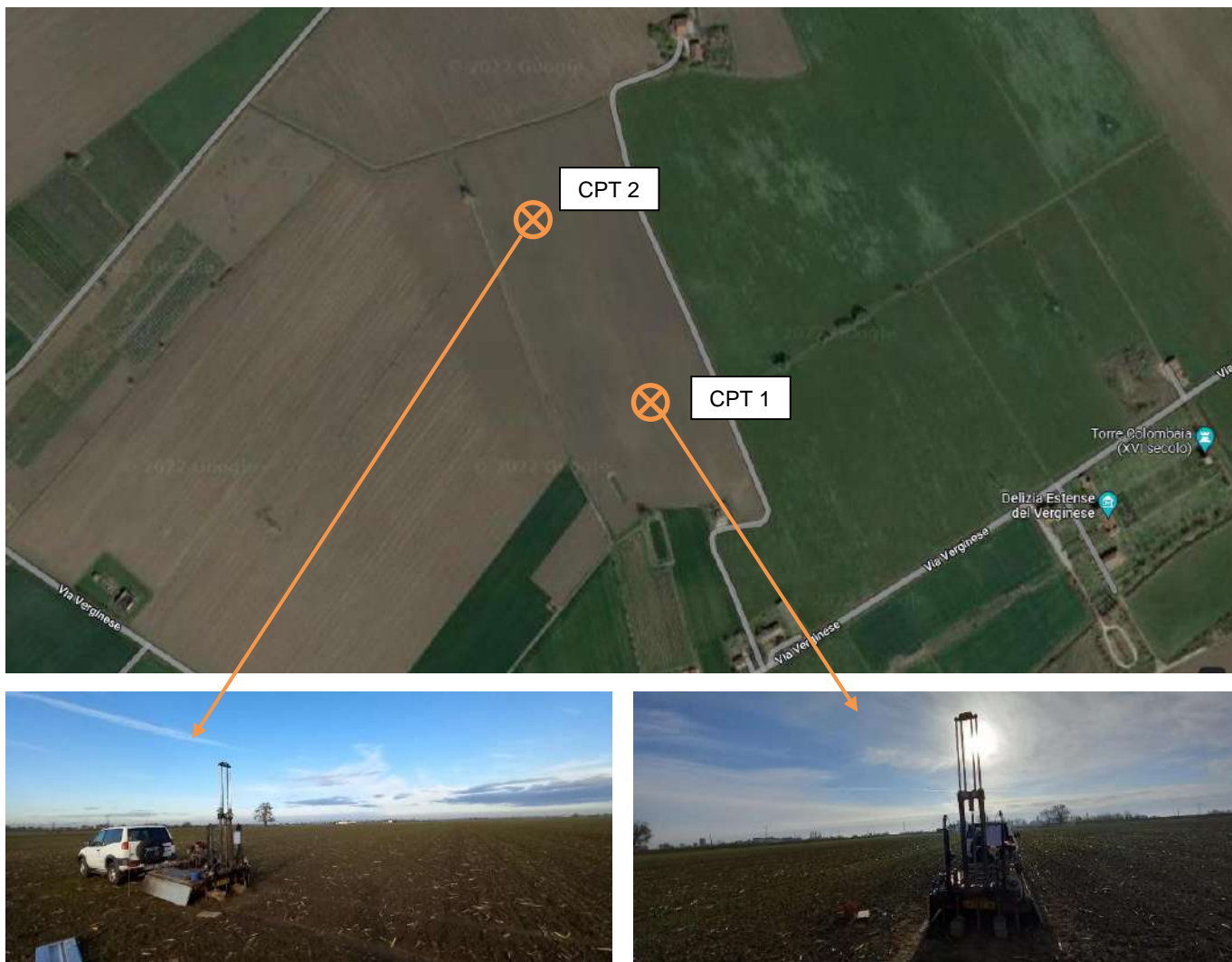


Figura 10: ubicazione prove (Immagini 2021 CNES, Airbus Maxar Technologies, dati cartografici 2021)

7.2 ELABORAZIONE PROVA CPT Nr.1

Committente:	Studio Bernagozzi
Strumento utilizzato:	Penetrometro statico Deep Drill
Prova eseguita in data:	01.12.2022
Profondità prova:	30,00 mt
Località:	Gambulaga - Fe

Prof. (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begeman n	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	6,00	0,27	22,50	4,4
0,40	6,00	0,40	15,00	6,7
0,60	8,00	0,67	12,00	8,3
0,80	20,00	1,07	18,75	5,3
1,00	28,00	1,20	23,33	4,3
1,20	44,00	0,67	66,00	1,5
1,40	26,00	0,80	32,50	3,1
1,60	20,00	0,53	37,50	2,7
1,80	16,00	0,40	40,00	2,5
2,00	20,00	0,87	23,08	4,3
2,20	17,00	0,67	25,50	3,9
2,40	16,00	0,80	20,00	5,0
2,60	16,00	0,73	21,82	4,6
2,80	15,00	0,67	22,50	4,4
3,00	20,00	0,93	21,43	4,7
3,20	14,00	0,67	21,00	4,8
3,40	10,00	0,47	21,43	4,7
3,60	10,00	0,40	25,00	4,0
3,80	8,00	0,47	17,14	5,8
4,00	11,00	0,40	27,50	3,6
4,20	12,00	0,53	22,50	4,4
4,40	12,00	0,53	22,50	4,4
4,60	10,00	0,47	21,43	4,7
4,80	8,00	0,60	13,33	7,5
5,00	10,00	0,67	15,00	6,7
5,20	10,00	0,40	25,00	4,0
5,40	12,00	0,27	45,00	2,2
5,60	18,00	0,40	45,00	2,2
5,80	20,00	0,53	37,50	2,7
6,00	10,00	0,27	37,50	2,7
6,20	12,00	0,27	45,00	2,2
6,40	11,00	0,40	27,50	3,6
6,60	10,00	0,47	21,43	4,7
6,80	13,00	0,53	24,37	4,1
7,00	14,00	0,53	26,25	3,8
7,20	14,00	0,53	26,25	3,8
7,40	10,00	0,40	25,00	4,0
7,60	12,00	0,40	30,00	3,3
7,80	11,00	0,67	16,50	6,1
8,00	28,00	0,67	42,00	2,4
8,20	26,00	0,53	48,75	2,1
8,40	48,00	0,40	120,00	0,8
8,60	44,00	0,27	165,00	0,6
8,80	24,00	0,53	45,00	2,2
9,00	20,00	0,40	50,00	2,0
9,20	14,00	0,40	35,00	2,9
9,40	12,00	0,27	45,00	2,2
9,60	6,00	0,27	22,50	4,4
9,80	6,00	0,27	22,50	4,4
10,00	8,00	0,27	30,00	3,3
10,20	10,00	0,33	30,00	3,3
10,40	10,00	0,27	37,50	2,7
10,60	12,00	0,33	36,00	2,8
10,80	9,00	0,40	22,50	4,4
11,00	10,00	0,40	25,00	4,0
11,20	10,00	0,53	18,75	5,3
11,40	10,00	0,67	15,00	6,7
11,60	10,00	1,00	10,00	10,0
11,80	27,00	1,33	20,25	4,9
12,00	22,00	1,33	16,50	6,1
12,20	20,00	0,67	30,00	3,3
12,40	11,00	0,67	16,50	6,1
12,60	12,00	0,40	30,00	3,3
12,80	10,00	0,53	18,75	5,3
13,00	10,00	0,60	16,67	6,0
13,20	11,00	0,33	33,00	3,0
13,40	10,00	0,53	18,75	5,3
13,60	10,00	0,33	30,00	3,3
13,80	9,00	0,40	22,50	4,4

14,00	10,00	0,53	18,75	5,3
14,20	94,00	0,67	141,00	0,7
14,40	100,00	0,53	187,50	0,5
14,60	94,00	1,33	70,50	1,4
14,80	110,00	1,33	82,50	1,2
15,00	100,00	1,33	75,00	1,3
15,20	100,00	0,67	150,00	0,7
15,40	110,00	0,67	165,00	0,6
15,60	120,00	1,33	90,00	1,1
15,80	120,00	1,33	90,00	1,1
16,00	110,00	1,33	82,50	1,2
16,20	100,00	0,67	150,00	0,7
16,40	110,00	1,33	82,50	1,2
16,60	100,00	1,33	75,00	1,3
16,80	110,00	1,33	82,50	1,2
17,00	120,00	0,67	180,00	0,6
17,20	120,00	1,33	90,00	1,1
17,40	120,00	0,93	128,57	0,8
17,60	70,00	1,07	65,62	1,5
17,80	62,00	0,53	116,25	0,9
18,00	24,00	0,27	90,00	1,1
18,20	28,00	0,67	42,00	2,4
18,40	36,00	0,40	90,00	1,1
18,60	34,00	0,53	63,75	1,6
18,80	30,00	1,20	25,00	4,0
19,00	20,00	1,20	16,67	6,0
19,20	20,00	1,07	18,75	5,3
19,40	24,00	0,93	25,71	3,9
19,60	26,00	0,67	39,00	2,6
19,80	30,00	2,53	11,84	8,4
20,00	34,00	1,73	19,62	5,1
20,20	42,00	0,27	157,50	0,6
20,40	24,00	0,80	30,00	3,3
20,60	26,00	1,73	15,00	6,7
20,80	28,00	1,73	16,15	6,2
21,00	26,00	1,20	21,67	4,6
21,20	24,00	0,80	30,00	3,3
21,40	26,00	0,40	65,00	1,5
21,60	32,00	0,80	40,00	2,5
21,80	30,00	0,40	75,00	1,3
22,00	20,00	0,80	25,00	4,0
22,20	20,00	0,27	75,00	1,3
22,40	20,00	0,40	50,00	2,0
22,60	18,00	0,27	67,50	1,5
22,80	18,00	0,20	90,00	1,1
23,00	17,00	0,53	31,87	3,1
23,20	18,00	1,07	16,87	5,9
23,40	26,00	0,80	32,50	3,1
23,60	32,00	0,93	34,29	2,9
23,80	30,00	0,93	32,14	3,1
24,00	38,00	1,60	23,75	4,2
24,20	26,00	1,07	24,37	4,1
24,40	24,00	0,53	45,00	2,2
24,60	26,00	0,40	65,00	1,5
24,80	32,00	0,40	80,00	1,3
25,00	26,00	0,27	97,50	1,0
25,20	24,00	0,27	90,00	1,1
25,40	40,00	0,27	150,00	0,7
25,60	42,00	0,53	78,75	1,3
25,80	18,00	0,80	22,50	4,4
26,00	16,00	0,40	40,00	2,5
26,20	20,00	0,27	75,00	1,3
26,40	38,00	0,53	71,25	1,4
26,60	38,00	1,07	35,62	2,8
26,80	42,00	0,53	78,75	1,3
27,00	54,00	1,07	50,62	2,0
27,20	50,00	0,53	93,75	1,1
27,40	24,00	0,53	45,00	2,2
27,60	26,00	0,53	48,75	2,1
27,80	56,00	0,53	105,00	1,0
28,00	52,00	0,67	78,00	1,3
28,20	74,00	0,67	111,00	0,9

28,40	70,00	1,07	65,62	1,5
28,60	70,00	0,80	87,50	1,1
28,80	42,00	0,67	63,00	1,6
29,00	40,00	0,27	150,00	0,7
29,20	38,00	0,53	71,25	1,4
29,40	24,00	0,67	36,00	2,8

29,60	46,00	0,93	49,29	2,0
29,80	70,00	1,47	47,73	2,1
30,00	72,00	0,00		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Peso unità di volume Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	13,60	0,72	1,9	Coesivo	argilla
1,80	26,50	0,60	1,9	Incoerente-Coesivo	sabbia argillosa
5,20	12,88	0,60	1,9	Coesivo	argilla
6,20	14,40	0,35	1,9	Incoerente-Coesivo	sabbia argillosa
7,80	11,88	0,49	1,9	Coesivo	argilla sabbiosa
9,40	27,00	0,43	1,9	Incoerente-Coesivo	sabbia argillosa
14,00	11,43	0,54	1,8	Coesivo	argilla
18,60	90,96	0,94	2,0	Incoerente	sabbia
21,20	27,23	1,22	2,0	Coesivo	argilla
30,00	35,57	0,63	1,9	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	1,00	C	0,7	506,4	68,0	138,0	3,28	1,9	2,0	--	--	--
2	1,80	CI	1,3	983,6	66,3	207,4	2,29	2,0	2,1	47,4	40,62	66,3
3	5,20	C	0,6	461,5	64,4	133,5	0,52	1,9	2,0	--	--	--
4	6,20	CI	0,7	511,0	72,0	142,9	<0,5	1,9	2,0	14,9	30,57	36,0
5	7,80	C	0,6	412,0	59,4	127,0	<0,5	1,9	2,0	--	--	--
6	9,40	CI	1,4	973,8	67,5	209,8	0,61	2,0	2,1	28,8	32,84	67,5
7	14,00	C	0,6	380,1	57,2	124,1	<0,5	1,9	1,9	--	--	--
8	18,60	I	--	--	64,5	440,6	1,23	1,9	2,2	56,3	37,17	227,4
9	21,20	C	1,4	943,5	68,1	210,9	<0,5	2,0	2,1	--	--	--
10	30,00	I	--	--	37,2	248,2	<0,5	1,8	2,1	23,4	28,17	88,9

7.3 STIMA ONDA VS30

velocità (m/s)	prof. (m)	spessore (m)	h/v
177	1	1	0,0056
173	2	1	0,0058
128	3	1	0,0078
174	4	1	0,0057
143	5	1	0,0070
122	6	1	0,0082
111	7	1	0,0090
135	8	1	0,0074
122	9	1	0,0082
106	10	1	0,0094
116	11	1	0,0086
163	12	1	0,0061
152	13	1	0,0066
144	14	1	0,0069
222	15	1	0,0045
203	16	1	0,0049

203	17	1	0,0049
255	18	1	0,0039
258	19	1	0,0039
244	20	1	0,0041
203	21	1	0,0049
244	22	1	0,0041
174	23	1	0,0057
203	24	1	0,0049
244	25	1	0,0041
203	26	1	0,0049
222	27	1	0,0045
222	28	1	0,0045
188	29	1	0,0053
198	30	1	0,0051
			0,1712

$$V_s = 175,2241$$

Terreno con spessore non superiore a 20m posto su substrato di riferimento con $v_s > 800$ m/s. No

Stima categoria suolo

$V_{s,30}$

Categoria suolo tipo:

D

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSI) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito. Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: $V_{s,30}$

Categoria suolo tipo: D- 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.

7.4 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE**DATI GENERALI****PROGETTO E LOCALIZZAZIONE**

Titolo lavoro: pannelli fotovoltaici

Codice identificativo

32/22

Cliente: Studio Bernagozzi

Indirizzo, Coordinate: via Verginese - Gambulaga Fe

Data

05/12/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa

1.25

Profondità falda idrica

2.6 m

Accelerazione Bedrock

0.14

Fattore amplificazione

2.592

Tipo Suolo: D-Terreni granulari sciolti e poco addensati, coesivi consistenti Vs30<180

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)

1.8

Coefficiente amplificazione topografica (S1)

1

Magnitudo momento sismico (Mw)

6.14

Peak ground acceleration (PGA)

0.252

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	argilla	0	1	18.7	19.49	1333.71	70.61
2	sabbia argillosa	1	1.8	19.8	20.58	2598.76	58.84
3	argilla	1.8	5.2	18.55	19.33	1263.33	59.22
4	sabbia argillosa	5.2	6.2	18.72	19.5	1412.16	34
5	argilla sabbiosa	6.2	7.8	18.36	19.15	1164.54	48.22
6	sabbia argillosa	7.8	9.4	19.78	20.56	2647.8	42.5
7	argilla	9.4	14	18.23	19.01	1121.37	52.87
8	sabbia	14	18.6	18.63	21.57	8919.79	92.1
9	argilla	18.6	21.2	19.73	20.51	2670.43	119.69
10	sabbia	21.2	30	17.65	20.59	3488.05	61.66

Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF)

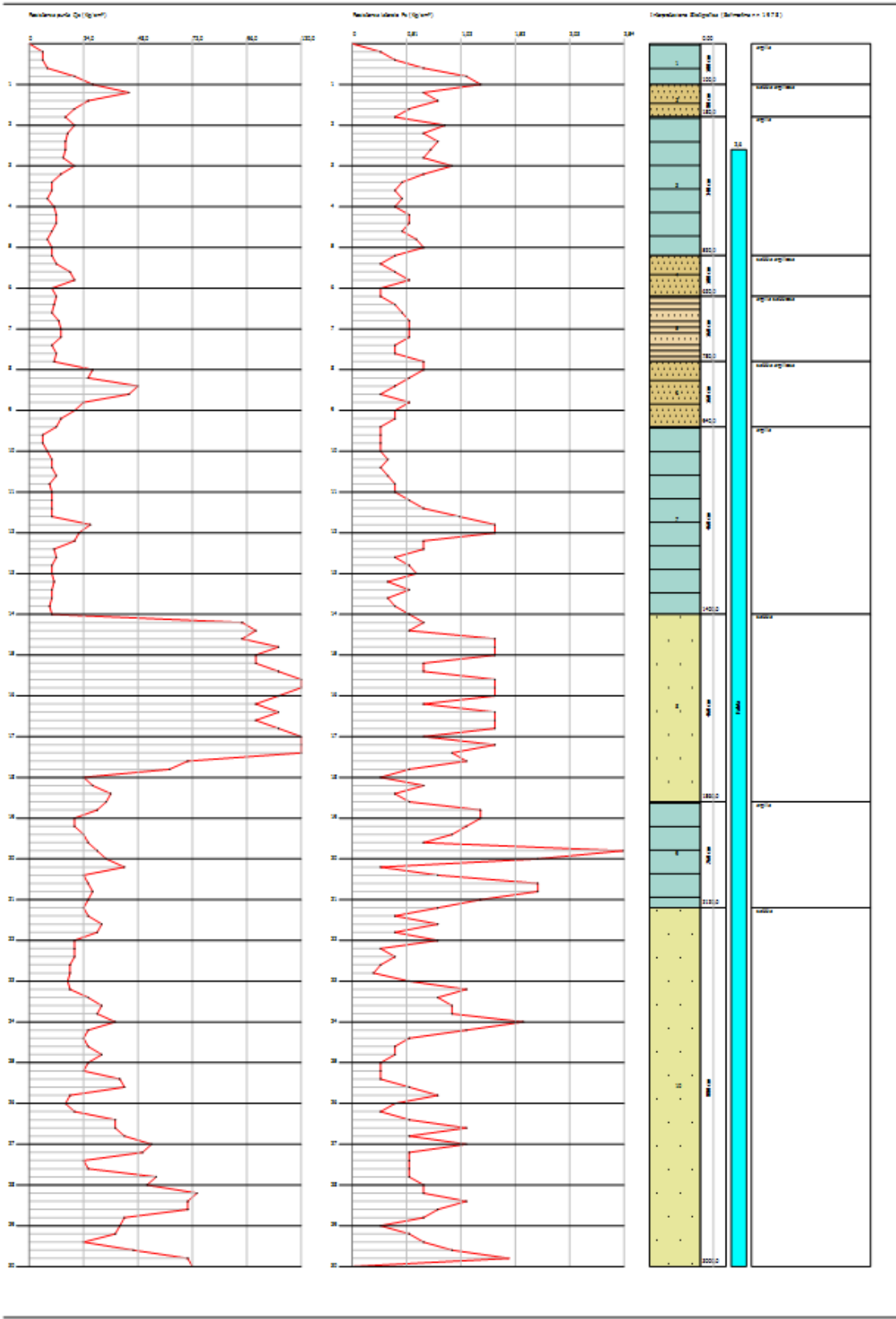
1.32

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
2.80	53.246	51.285									0	NL	0	Molto basso
3.00	57.112	53.189									0	NL	0	Molto basso
3.20	60.978	55.094									0	NL	0	Molto basso
3.40	64.844	56.999									0	NL	0	Molto basso
3.60	68.710	58.903									0	NL	0	Molto basso
3.80	72.576	60.808									0	NL	0	Molto basso
4.00	76.442	62.713									0	NL	0	Molto basso
4.20	80.308	64.617									0	NL	0	Molto basso
4.40	84.174	66.522									0	NL	0	Molto basso
4.60	88.040	68.427									0	NL	0	Molto basso
4.80	91.906	70.331									0	NL	0	Molto basso
5.00	95.772	72.236									0	NL	0	Molto basso
5.20	99.638	74.141									0	NL	0	Molto basso
5.40	103.538	76.079	17.201	2.598	2.769	1.314416	83.958	0.959	0.135	0.162	0.834	L	7.75	Alto
5.60	107.438	78.018	16.723	2.606	2.779	1.281755	83.445	0.957	0.134	0.164	0.819	L	8.69	Alto
5.80	111.338	79.957	16.269	2.614	2.790	1.250677	82.954	0.956	0.133	0.165	0.806	L	9.62	Alto
6.00	115.238	81.895	15.836	2.622	2.800	1.22107	82.481	0.954	0.132	0.167	0.793	L	10.53	Alto
6.20	119.138	83.834	15.424	2.629	2.810	1.192833	82.026	0.953	0.131	0.168	0.782	L	11.43	Alto
6.40	122.968	85.703									0	NL	0	Molto basso
6.60	126.798	87.571									0	NL	0	Molto basso
6.80	130.628	89.440									0	NL	0	Molto basso
7.00	134.458	91.309									0	NL	0	Molto basso
7.20	138.288	93.177									0	NL	0	Molto basso
7.40	142.118	95.046									0	NL	0	Molto basso
7.60	145.948	96.915									0	NL	0	Molto basso
7.80	149.778	98.783									0	NL	0	Molto basso
8.00	153.890	100.934	26.355	1.704	2.511	0.995362	74.464	0.939	0.118	0.178	0.667	L	21.34	Molto alto
8.20	158.002	103.085	26.079	1.707	2.515	0.9849241	74.245	0.937	0.118	0.178	0.662	L	22.02	Molto alto
8.40	162.114	105.235	25.811	1.710	2.519	0.9748079	74.033	0.936	0.118	0.179	0.658	L	22.68	Molto alto
8.60	166.226	107.386	25.551	1.713	2.523	0.9649971	73.828	0.934	0.117	0.179	0.654	L	23.33	Molto alto
8.80	170.338	109.537	25.299	1.715	2.527	0.9554766	73.629	0.933	0.117	0.180	0.651	L	23.97	Molto alto
9.00	174.450	111.687	25.054	1.718	2.531	0.9462324	73.436	0.931	0.117	0.180	0.647	L	24.60	Molto alto

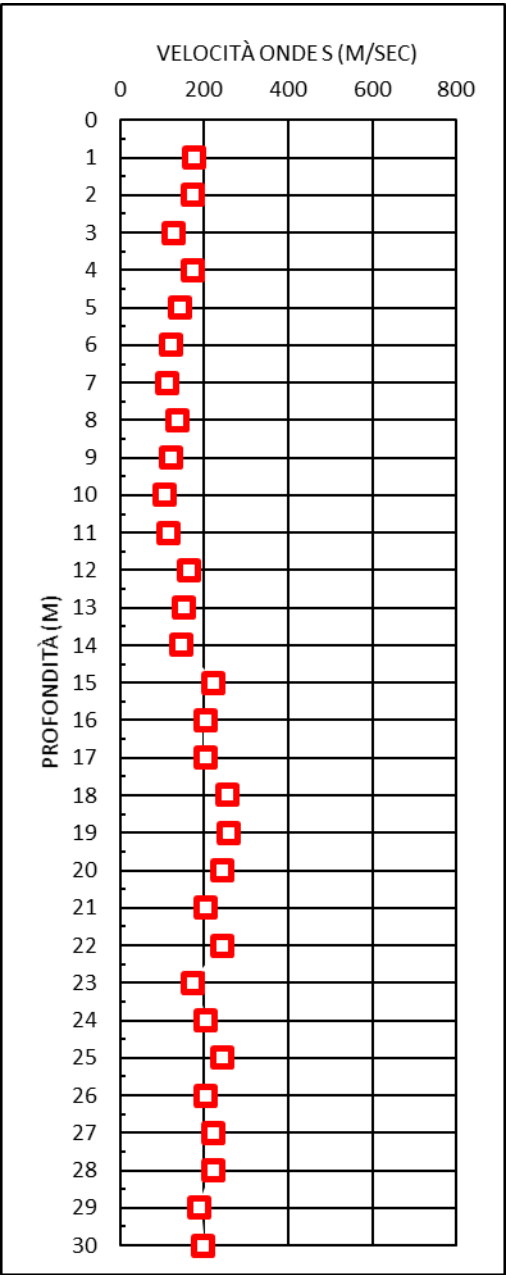
9.20	178.562	113.838	24.817	1.721	2.535	0.9372516	73.249	0.928	0.117	0.181	0.645	L	25.15	Molto alto
9.40	182.674	115.989	24.585	1.724	2.539	0.9285217	73.068	0.923	0.116	0.180	0.645	L	25.56	Molto alto
9.60	186.476	117.829									0	NL	0	Molto basso
9.80	190.278	119.670									0	NL	0	Molto basso
10.00	194.080	121.511									0	NL	0	Molto basso
10.20	197.882	123.351									0	NL	0	Molto basso
10.40	201.684	125.192									0	NL	0	Molto basso
10.60	205.486	127.033									0	NL	0	Molto basso
10.80	209.288	128.874									0	NL	0	Molto basso
11.00	213.090	130.714									0	NL	0	Molto basso
11.20	216.892	132.555									0	NL	0	Molto basso
11.40	220.694	134.396									0	NL	0	Molto basso
11.60	224.496	136.236									0	NL	0	Molto basso
11.80	228.298	138.077									0	NL	0	Molto basso
12.00	232.100	139.918									0	NL	0	Molto basso
12.20	235.902	141.758									0	NL	0	Molto basso
12.40	239.704	143.599									0	NL	0	Molto basso
12.60	243.506	145.440									0	NL	0	Molto basso
12.80	247.308	147.280									0	NL	0	Molto basso
13.00	251.110	149.121									0	NL	0	Molto basso
13.20	254.912	150.962									0	NL	0	Molto basso
13.40	258.714	152.802									0	NL	0	Molto basso
13.60	262.516	154.643									0	NL	0	Molto basso
13.80	266.318	156.484									0	NL	0	Molto basso
14.00	270.120	158.324									0	NL	0	Molto basso
14.20	274.434	160.677	70.368	1.065	2.047	0.7889025	96.126	0.795	0.163	0.168	0.965	L	3.19	Basso
14.40	278.748	163.030	69.859	1.066	2.049	0.7831895	95.712	0.790	0.162	0.168	0.964	L	3.29	Basso
14.60	283.062	165.382	69.360	1.066	2.052	0.7775989	95.307	0.784	0.161	0.167	0.964	L	3.36	Basso
14.80	287.376	167.735	68.872	1.067	2.055	0.7721263	94.912	0.779	0.160	0.166	0.963	L	3.42	Basso
15.00	291.690	170.088	68.394	1.067	2.057	0.7667676	94.526	0.774	0.159	0.165	0.963	L	3.45	Basso
15.20	296.004	172.440	67.926	1.068	2.060	0.761519	94.148	0.768	0.158	0.164	0.963	L	3.46	Basso
15.40	300.318	174.793	67.467	1.069	2.062	0.7563767	93.779	0.763	0.157	0.163	0.963	L	3.46	Basso
15.60	304.632	177.146	67.018	1.069	2.064	0.7513372	93.418	0.757	0.156	0.162	0.964	L	3.43	Basso
15.80	308.946	179.498	66.577	1.070	2.067	0.7463971	93.064	0.752	0.155	0.161	0.965	L	3.38	Basso
16.00	313.260	181.851	66.145	1.070	2.069	0.7415531	92.718	0.747	0.154	0.160	0.965	L	3.31	Basso
16.20	317.574	184.204	65.721	1.071	2.072	0.7368023	92.380	0.741	0.153	0.159	0.967	L	3.23	Basso
16.40	321.888	186.556	65.306	1.071	2.074	0.7321417	92.048	0.736	0.153	0.158	0.968	L	3.12	Basso
16.60	326.202	188.909	64.898	1.072	2.076	0.7275683	91.723	0.731	0.152	0.157	0.969	L	2.99	Basso
16.80	330.516	191.262	64.497	1.072	2.079	0.7230797	91.405	0.725	0.151	0.156	0.971	L	2.84	Basso
17.00	334.830	193.614	64.104	1.073	2.081	0.7186731	91.093	0.720	0.150	0.155	0.973	L	2.68	Basso
17.20	339.144	195.967	63.718	1.073	2.083	0.714346	90.788	0.715	0.150	0.153	0.975	L	2.49	Basso
17.40	343.458	198.320	63.339	1.074	2.085	0.7100962	90.488	0.709	0.149	0.152	0.977	L	2.29	Basso
17.60	347.772	200.672	62.967	1.074	2.087	0.7059214	90.194	0.704	0.148	0.151	0.979	L	2.07	Basso
17.80	352.086	203.025	62.601	1.075	2.090	0.7018194	89.906	0.699	0.148	0.150	0.981	L	1.83	Basso
18.00	356.400	205.378	62.241	1.076	2.092	0.697788	89.623	0.693	0.147	0.149	0.984	L	1.57	Basso
18.20	360.714	207.730	61.888	1.076	2.094	0.6938252	89.346	0.688	0.146	0.148	0.987	L	1.29	Basso
18.40	365.028	210.083	61.540	1.077	2.096	0.6899294	89.074	0.683	0.146	0.147	0.990	L	1.00	Basso
18.60	369.342	212.436	61.199	1.077	2.098	0.6860983	88.806	0.677	0.145	0.146	0.993	L	0.69	Basso
18.80	373.444	214.576									0	NL	0	Molto basso
19.00	377.546	216.717									0	NL	0	Molto basso
19.20	381.648	218.858									0	NL	0	Molto basso
19.40	385.750	220.998									0	NL	0	Molto basso
19.60	389.852	223.139									0	NL	0	Molto basso
19.80	393.954	225.280									0	NL	0	Molto basso
20.00	398.056	227.420									0	NL	0	Molto basso

IPI. (Sonmez)=4.79 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

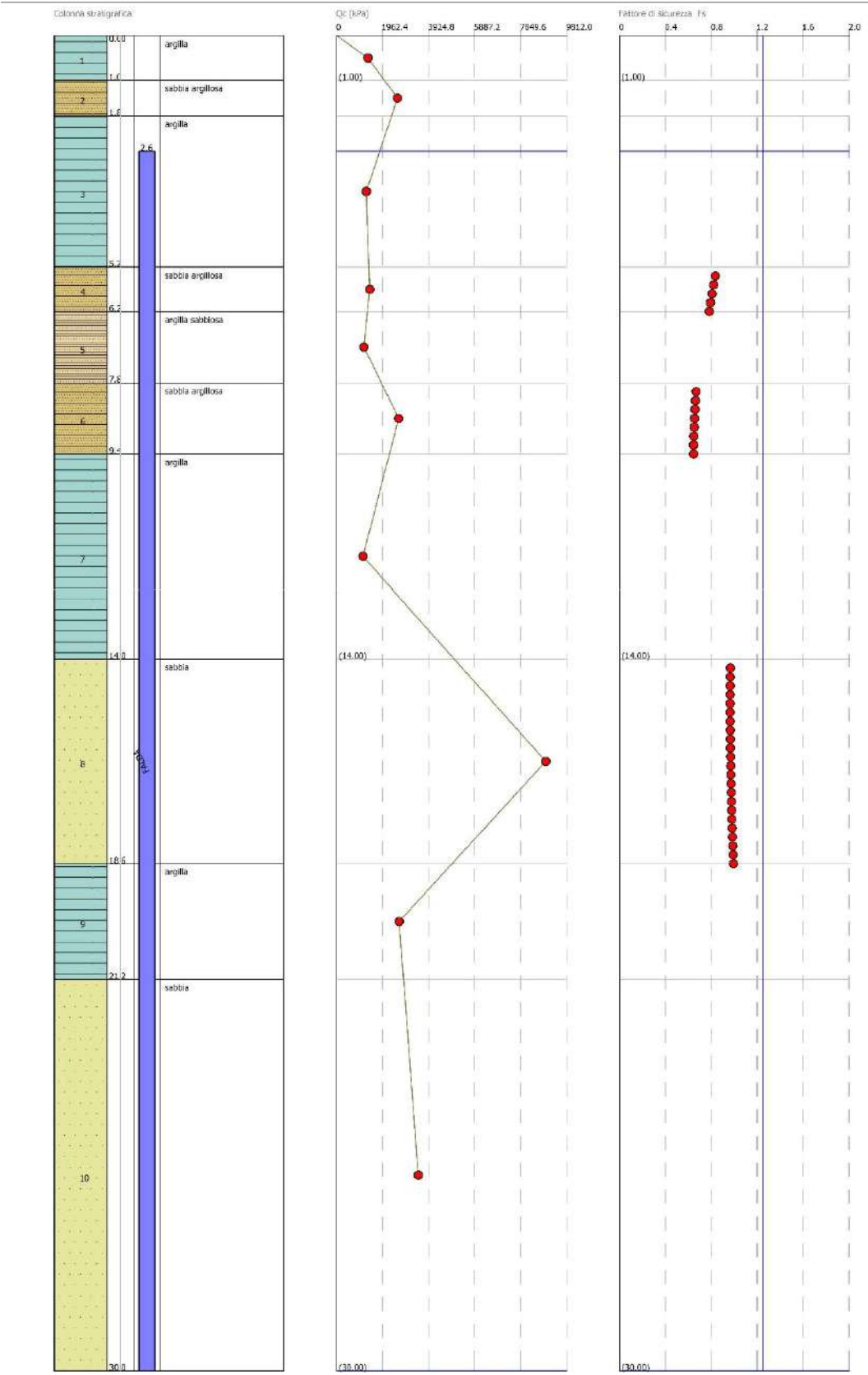
7.5 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA



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:	Penetrometro statico Deep Drill
Prova eseguita in data:	01.12.2022
Profondità prova:	20,00 mt
Località:	Gambulaga - Fe

Prof. (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	6,00	0,40	15,00	6,7
0,40	6,00	0,40	15,00	6,7
0,60	8,00	0,53	15,00	6,7
0,80	12,00	0,93	12,86	7,8
1,00	18,00	1,33	13,50	7,4
1,20	32,00	0,60	53,33	1,9
1,40	39,00	0,67	58,50	1,7
1,60	24,00	0,53	45,00	2,2
1,80	10,00	0,53	18,75	5,3
2,00	12,00	0,40	30,00	3,3
2,20	14,00	0,67	21,00	4,8
2,40	12,00	0,73	16,36	6,1
2,60	11,00	0,67	16,50	6,1
2,80	13,00	0,80	16,25	6,2
3,00	12,00	0,67	18,00	5,6
3,20	10,00	0,60	16,67	6,0
3,40	7,00	0,60	11,67	8,6
3,60	7,00	0,93	7,50	13,3
3,80	14,00	0,53	26,25	3,8
4,00	32,00	0,93	34,29	2,9
4,20	14,00	0,40	35,00	2,9
4,40	18,00	0,53	33,75	3,0
4,60	8,00	0,40	20,00	5,0
4,80	8,00	0,53	15,00	6,7
5,00	8,00	0,53	15,00	6,7
5,20	12,00	0,53	22,50	4,4
5,40	8,00	0,40	20,00	5,0
5,60	16,00	0,80	20,00	5,0
5,80	22,00	0,67	33,00	3,0
6,00	34,00	0,67	51,00	2,0
6,20	40,00	0,93	42,86	2,3
6,40	32,00	0,80	40,00	2,5
6,60	48,00	0,93	51,43	1,9
6,80	38,00	0,40	95,00	1,1
7,00	36,00	0,53	67,50	1,5
7,20	26,00	0,67	39,00	2,6
7,40	52,00	0,67	78,00	1,3
7,60	60,00	0,67	90,00	1,1
7,80	66,00	0,93	70,71	1,4
8,00	70,00	0,40	175,00	0,6
8,20	52,00	0,40	130,00	0,8
8,40	48,00	0,27	180,00	0,6
8,60	20,00	0,53	37,50	2,7
8,80	20,00	0,40	50,00	2,0
9,00	18,00	0,27	67,50	1,5
9,20	10,00	0,27	37,50	2,7
9,40	10,00	0,33	30,00	3,3
9,60	11,00	0,27	41,25	2,4
9,80	8,00	0,40	20,00	5,0

10,00	8,00	0,53	15,00	6,7
10,20	10,00	0,40	25,00	4,0
10,40	10,00	0,67	15,00	6,7
10,60	10,00	1,07	9,37	10,7
10,80	24,00	1,33	18,00	5,6
11,00	22,00	1,33	16,50	6,1
11,20	20,00	0,80	25,00	4,0
11,40	12,00	0,67	18,00	5,6
11,60	12,00	0,40	30,00	3,3
11,80	10,00	0,53	18,75	5,3
12,00	12,00	0,27	45,00	2,2
12,20	14,00	0,80	17,50	5,7
12,40	12,00	0,53	22,50	4,4
12,60	10,00	0,33	30,00	3,3
12,80	9,00	0,47	19,29	5,2
13,00	9,00	0,27	33,75	3,0
13,20	8,00	0,40	20,00	5,0
13,40	12,00	0,53	22,50	4,4
13,60	14,00	0,40	35,00	2,9
13,80	10,00	0,40	25,00	4,0
14,00	12,00	0,53	22,50	4,4
14,20	12,00	0,40	30,00	3,3
14,40	10,00	0,40	25,00	4,0
14,60	8,00	0,40	20,00	5,0
14,80	10,00	0,40	25,00	4,0
15,00	20,00	0,67	30,00	3,3
15,20	30,00	1,07	28,12	3,6
15,40	90,00	1,33	67,50	1,5
15,60	100,00	1,33	75,00	1,3
15,80	100,00	0,67	150,00	0,7
16,00	110,00	1,33	82,50	1,2
16,20	120,00	1,33	90,00	1,1
16,40	120,00	0,67	180,00	0,6
16,60	110,00	1,33	82,50	1,2
16,80	100,00	1,33	75,00	1,3
17,00	110,00	1,33	82,50	1,2
17,20	100,00	2,00	50,00	2,0
17,40	110,00	1,33	82,50	1,2
17,60	110,00	2,67	41,25	2,4
17,80	100,00	0,67	150,00	0,7
18,00	120,00	1,33	90,00	1,1
18,20	110,00	1,33	82,50	1,2
18,40	100,00	1,33	75,00	1,3
18,60	100,00	1,33	75,00	1,3
18,80	100,00	0,67	150,00	0,7
19,00	120,00	0,80	150,00	0,7
19,20	26,00	1,20	21,67	4,6
19,40	24,00	1,73	13,85	7,2
19,60	28,00	1,60	17,50	5,7
19,80	28,00	0,80	35,00	2,9
20,00	30,00	0,00		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm²)	fs Media (Kg/cm²)	Peso unità di volume Medio (t/m³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	10,00	0,72	1,9	Coesivo	argilla
1,60	31,67	0,60	1,9	Incoerente	sabbia
3,80	11,09	0,65	1,9	Coesivo	argilla
4,40	21,33	0,62	2,0	Incoerente-Coesivo	sabbia argillosa
5,60	10,00	0,53	1,8	Coesivo	argilla
9,20	38,44	0,58	1,9	Incoerente	sabbia
15,20	12,63	0,57	1,9	Coesivo	argilla e argilla sabbiosa
19,00	106,84	1,27	2,0	Incoerente	sabbia
20,00	27,20	1,07	2,0	Incoerente-Coesivo	argilla sabbiosa

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	1,00	C	0,5	371,4	50,0	114,3	2,46	1,9	1,9	--	--	--
2	1,60	I	--	--	56,2	231,2	2,98	1,8	2,1	53,8	41,99	79,2
3	3,80	C	0,6	398,3	55,5	121,8	0,55	1,9	1,9	--	--	--
4	4,40	CI	1,1	777,7	53,3	181,6	0,83	2,0	2,1	29,9	34,84	53,3
5	5,60	C	0,5	349,7	50,0	114,3	<0.5	1,8	1,9	--	--	--
6	9,20	I	--	--	42,3	260,3	1	1,9	2,2	41,0	35,96	96,1
7	15,20	C	0,6	424,3	63,2	131,9	<0.5	1,9	2,0	--	--	--
8	19,00	I	--	--	69,6	486,1	1,4	1,9	2,2	60,4	37,93	267,1
9	20,00	CI	1,4	944,6	68,0	210,7	<0.5	2,0	2,1	19,4	28,1	68,0

7.9 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Titolo lavoro: pannelli fotovoltaici
Codice identificativo 32/22
Cliente: Studio Bernagozzi
Indirizzo, Coordinate: via Verginese - Gambulaga Fe
Data 05/12/2022
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018
Fattore sicurezza normativa 1.25
Profondità falda idrica 2.6 m
Accelerazione Bedrock 0.14
Fattore amplificazione 0.14
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) 0.252

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	argilla	0	1	18.19	18.98	980.67	70.61
2	sabbia	1	1.6	17.65	20.59	3105.44	58.84
3	argilla	1.6	3.8	18.31	19.09	1087.65	63.59
4	sabbia argillosa	3.8	4.4	19.41	20.19	2392.09	81.02
5	argilla	4.4	5.6	18.09	18.88	980.67	52.3
6	sabbia	5.6	9.2	18.63	21.57	3970.11	61.66
7	argilla e argilla sabbiosa	9.2	15.2	18.41	19.19	1238.91	55.57
8	sabbia	15.2	19	18.63	21.57	10477.64	124.56
9	argilla sabbiosa	19	20	19.73	20.51	2667.41	104.6

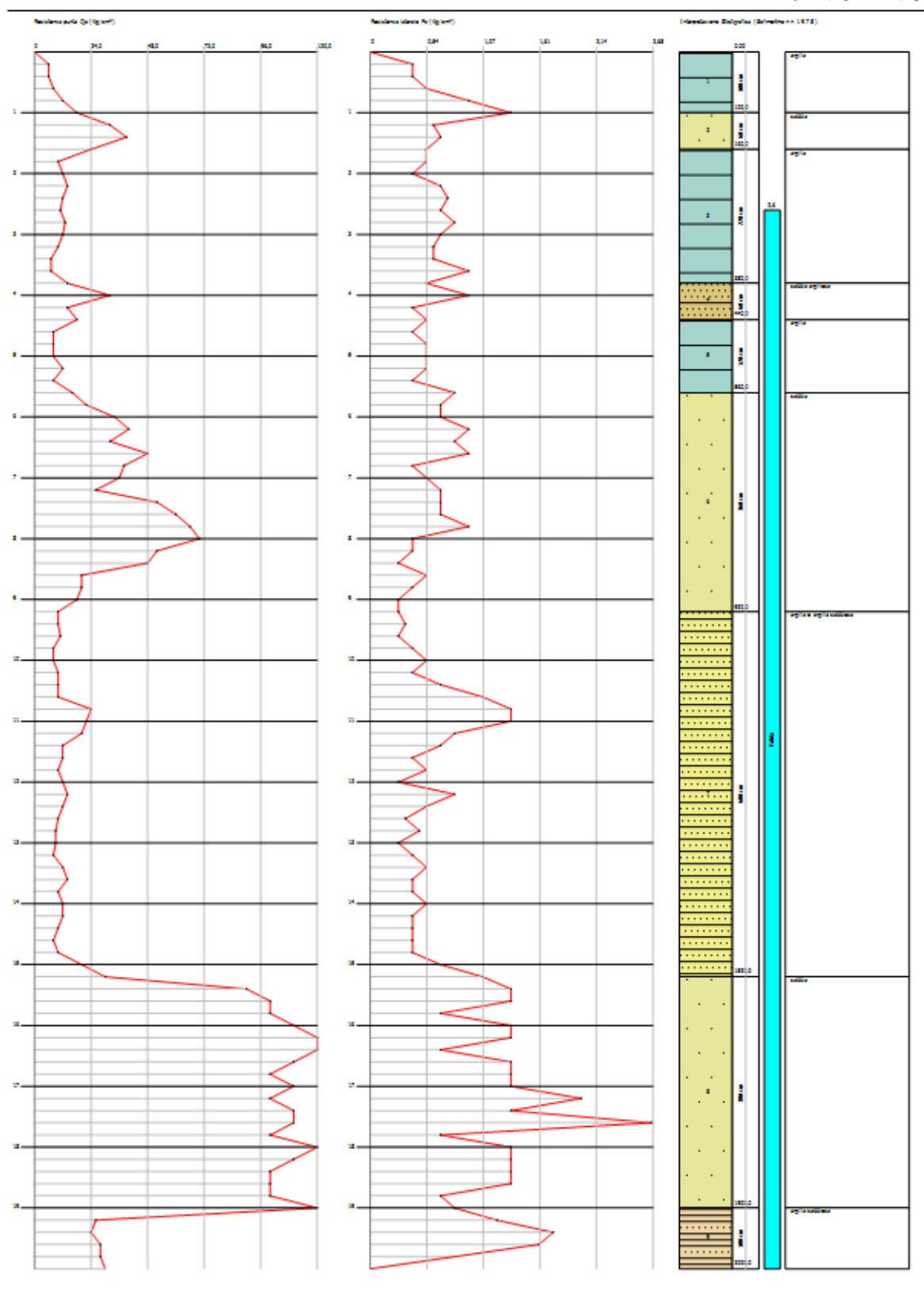
Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

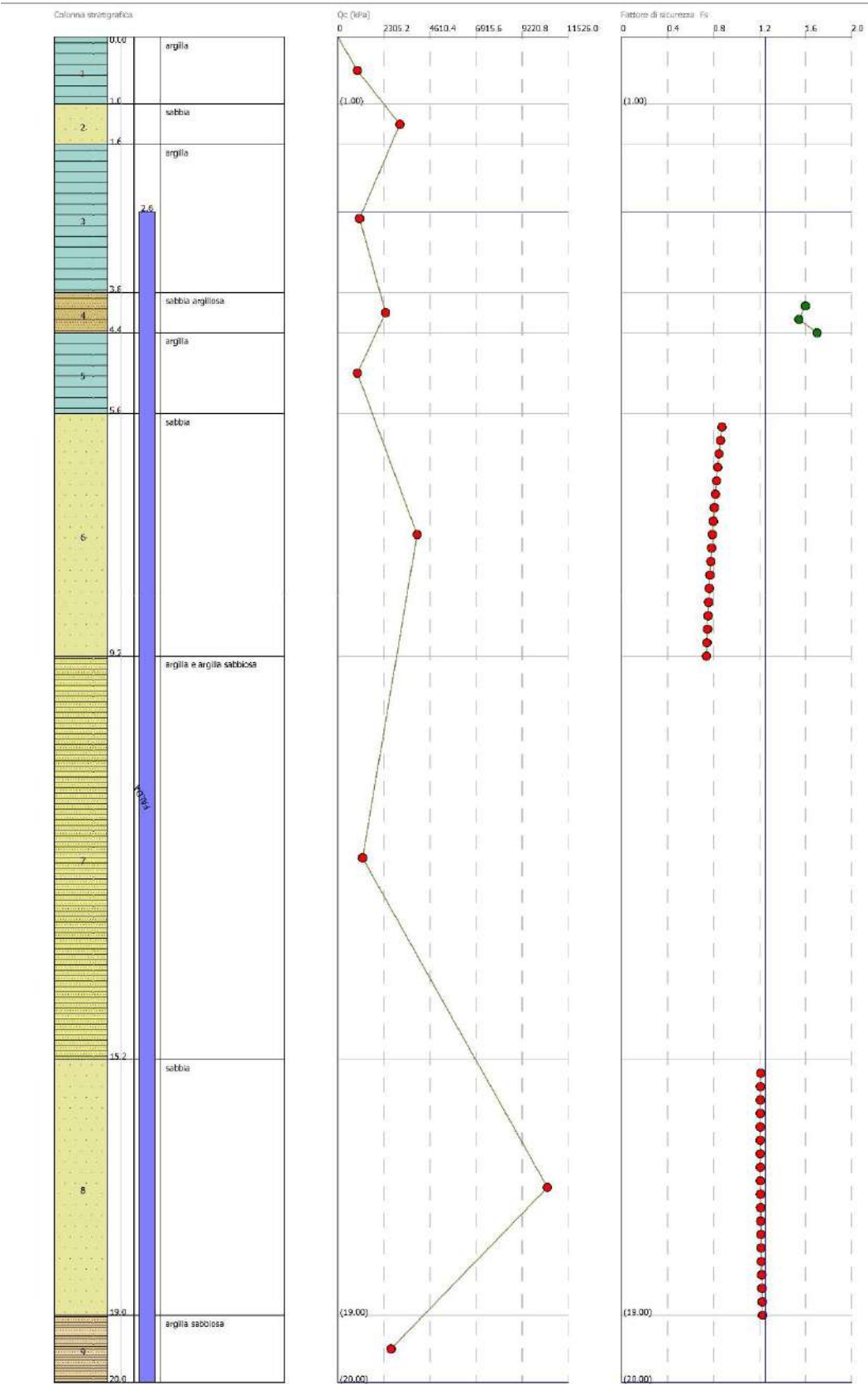
Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza a Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
2.80	50.908	48.947									0	NL	0	Molto basso
3.00	54.726	50.803									0	NL	0	Molto basso
3.20	58.544	52.660									0	NL	0	Molto basso
3.40	62.362	54.517									0	NL	0	Molto basso
3.60	66.180	56.373									0	NL	0	Molto basso
3.80	69.998	58.230									0	NL	0	Molto basso
4.00	74.036	60.307	34.955	3.495	2.612	1.461254	118.825	0.969	0.236	0.148	1.598	NL	0	Molto basso
4.20	78.074	62.383	34.078	3.501	2.620	1.424618	117.705	0.968	0.232	0.150	1.541	NL	0	Molto basso
4.40	82.112	64.460	35.836	3.507	2.605	1.551349	124.550	0.966	0.260	0.153	1.700	NL	0	Molto basso
4.60	85.888	66.275									0	NL	0	Molto basso
4.80	89.664	68.089									0	NL	0	Molto basso
5.00	93.440	69.904									0	NL	0	Molto basso
5.20	97.216	71.719									0	NL	0	Molto basso

5.40	100.992	73.533									0	NL	0	Molto basso
5.60	104.768	75.348									0	NL	0	Molto basso
5.80	109.082	77.701	45.039	1.597	2.308	1.134456	88.882	0.956	0.145	0.166	0.873	L	6.31	Alto
6.00	113.396	80.053	44.372	1.599	2.313	1.117661	88.356	0.954	0.144	0.168	0.860	L	7.16	Alto
6.20	117.710	82.406	43.734	1.601	2.318	1.101591	87.853	0.953	0.143	0.169	0.847	L	8.00	Alto
6.40	122.024	84.759	43.123	1.602	2.323	1.086195	87.373	0.951	0.142	0.170	0.836	L	8.82	Alto
6.60	126.338	87.111	42.537	1.604	2.328	1.071427	86.913	0.950	0.141	0.171	0.825	L	9.62	Alto
6.80	130.652	89.464	41.974	1.606	2.333	1.057245	86.472	0.948	0.140	0.172	0.816	L	10.40	Alto
7.00	134.966	91.817	41.433	1.608	2.338	1.043612	86.049	0.946	0.139	0.173	0.807	L	11.17	Alto
7.20	139.280	94.169	40.912	1.610	2.343	1.030493	85.643	0.945	0.138	0.173	0.798	L	11.92	Alto
7.40	143.594	96.522	40.410	1.611	2.347	1.017857	85.252	0.943	0.138	0.174	0.790	L	12.65	Alto
7.60	147.908	98.875	39.926	1.613	2.352	1.005674	84.877	0.942	0.137	0.175	0.783	L	13.37	Alto
7.80	152.222	101.227	39.460	1.615	2.356	0.9939188	84.515	0.940	0.136	0.175	0.776	L	14.07	Alto
8.00	156.536	103.580	39.009	1.617	2.360	0.9825662	84.166	0.939	0.135	0.176	0.769	L	14.76	Alto
8.20	160.850	105.933	38.573	1.619	2.365	0.971594	83.830	0.937	0.135	0.177	0.763	L	15.44	Molto alto
8.40	165.164	108.285	38.152	1.621	2.369	0.9609814	83.505	0.936	0.134	0.177	0.757	L	16.10	Molto alto
8.60	169.478	110.638	37.744	1.622	2.373	0.950709	83.191	0.934	0.134	0.178	0.752	L	16.74	Molto alto
8.80	173.792	112.991	37.349	1.624	2.377	0.9407592	82.887	0.933	0.133	0.178	0.747	L	17.37	Molto alto
9.00	178.106	115.343	36.966	1.626	2.380	0.9311154	82.593	0.931	0.132	0.178	0.742	L	17.99	Molto alto
9.20	182.420	117.696	36.595	1.628	2.384	0.9217623	82.309	0.928	0.132	0.179	0.738	L	18.53	Molto alto
9.40	186.258	119.573									0	NL	0	Molto basso
9.60	190.096	121.450									0	NL	0	Molto basso
9.80	193.934	123.326									0	NL	0	Molto basso
10.00	197.772	125.203									0	NL	0	Molto basso
10.20	201.610	127.080									0	NL	0	Molto basso
10.40	205.448	128.956									0	NL	0	Molto basso
10.60	209.286	130.833									0	NL	0	Molto basso
10.80	213.124	132.710									0	NL	0	Molto basso
11.00	216.962	134.586									0	NL	0	Molto basso
11.20	220.800	136.463									0	NL	0	Molto basso
11.40	224.638	138.340									0	NL	0	Molto basso
11.60	228.476	140.216									0	NL	0	Molto basso
11.80	232.314	142.093									0	NL	0	Molto basso
12.00	236.152	143.970									0	NL	0	Molto basso
12.20	239.990	145.846									0	NL	0	Molto basso
12.40	243.828	147.723									0	NL	0	Molto basso
12.60	247.666	149.600									0	NL	0	Molto basso
12.80	251.504	151.476									0	NL	0	Molto basso
13.00	255.342	153.353									0	NL	0	Molto basso
13.20	259.180	155.230									0	NL	0	Molto basso
13.40	263.018	157.106									0	NL	0	Molto basso
13.60	266.856	158.983									0	NL	0	Molto basso
13.80	270.694	160.860									0	NL	0	Molto basso
14.00	274.532	162.736									0	NL	0	Molto basso
14.20	278.370	164.613									0	NL	0	Molto basso
14.40	282.208	166.490									0	NL	0	Molto basso
14.60	286.046	168.366									0	NL	0	Molto basso
14.80	289.884	170.243									0	NL	0	Molto basso
15.00	293.722	172.120									0	NL	0	Molto basso
15.20	297.560	173.996									0	NL	0	Molto basso
15.40	301.874	176.349	78.900	1.224	2.046	0.7530323	107.644	0.763	0.196	0.162	1.210	L	0.00	Molto basso
15.60	306.188	178.702	78.379	1.225	2.048	0.748059	107.212	0.757	0.195	0.161	1.208	L	0.00	Molto basso
15.80	310.502	181.054	77.868	1.225	2.050	0.7431828	106.789	0.752	0.193	0.160	1.207	L	0.00	Molto basso
16.00	314.816	183.407	77.367	1.226	2.053	0.7384008	106.374	0.747	0.192	0.159	1.207	L	0.00	Molto basso
16.20	319.130	185.760	76.875	1.226	2.055	0.7337099	105.969	0.741	0.191	0.158	1.206	L	0.00	Molto basso
16.40	323.444	188.112	76.393	1.227	2.057	0.7291074	105.571	0.736	0.189	0.157	1.206	L	0.00	Molto basso
16.60	327.758	190.465	75.920	1.227	2.059	0.7245903	105.182	0.731	0.188	0.156	1.206	L	0.00	Molto basso
16.80	332.072	192.818	75.455	1.228	2.061	0.7201562	104.800	0.725	0.187	0.155	1.206	L	0.00	Molto basso
17.00	336.386	195.170	74.999	1.228	2.064	0.7158024	104.425	0.720	0.186	0.154	1.207	L	0.00	Molto basso
17.20	340.700	197.523	74.551	1.229	2.066	0.7115268	104.058	0.715	0.185	0.153	1.208	L	0.00	Molto basso
17.40	345.014	199.876	74.111	1.229	2.068	0.7073268	103.698	0.709	0.184	0.152	1.209	L	0.00	Molto basso
17.60	349.328	202.228	73.679	1.230	2.070	0.7032003	103.345	0.704	0.183	0.151	1.210	L	0.00	Molto basso
17.80	353.642	204.581	73.254	1.230	2.072	0.6991453	102.998	0.699	0.182	0.150	1.212	L	0.00	Molto basso
18.00	357.956	206.934	72.836	1.231	2.074	0.6951596	102.658	0.693	0.181	0.149	1.213	L	0.00	Molto basso
18.20	362.270	209.286	72.426	1.231	2.076	0.6912411	102.324	0.688	0.180	0.148	1.215	L	0.00	Molto basso
18.40	366.584	211.639	72.022	1.232	2.078	0.6873884	101.996	0.683	0.179	0.147	1.218	L	0.00	Molto basso
18.60	370.898	213.992	71.625	1.232	2.080	0.6835993	101.674	0.677	0.178	0.146	1.220	L	0.00	Molto basso
18.80	375.212	216.344	71.235	1.233	2.082	0.6798722	101.358	0.672	0.177	0.145	1.223	L	0.00	Molto basso
19.00	379.526	218.697	70.850	1.233	2.084	0.6762054	101.048	0.667	0.176	0.144	1.226	L	0.00	Molto basso
19.20	383.628	220.838									0	NL	0	Molto basso
19.40	387.730	222.978									0	NL	0	Molto basso
19.60	391.832	225.119									0	NL	0	Molto basso
19.80	395.934	227.260									0	NL	0	Molto basso
20.00	400.036	229.400									0	NL	0	Molto basso

IPI. (Sonmez)=4.58 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

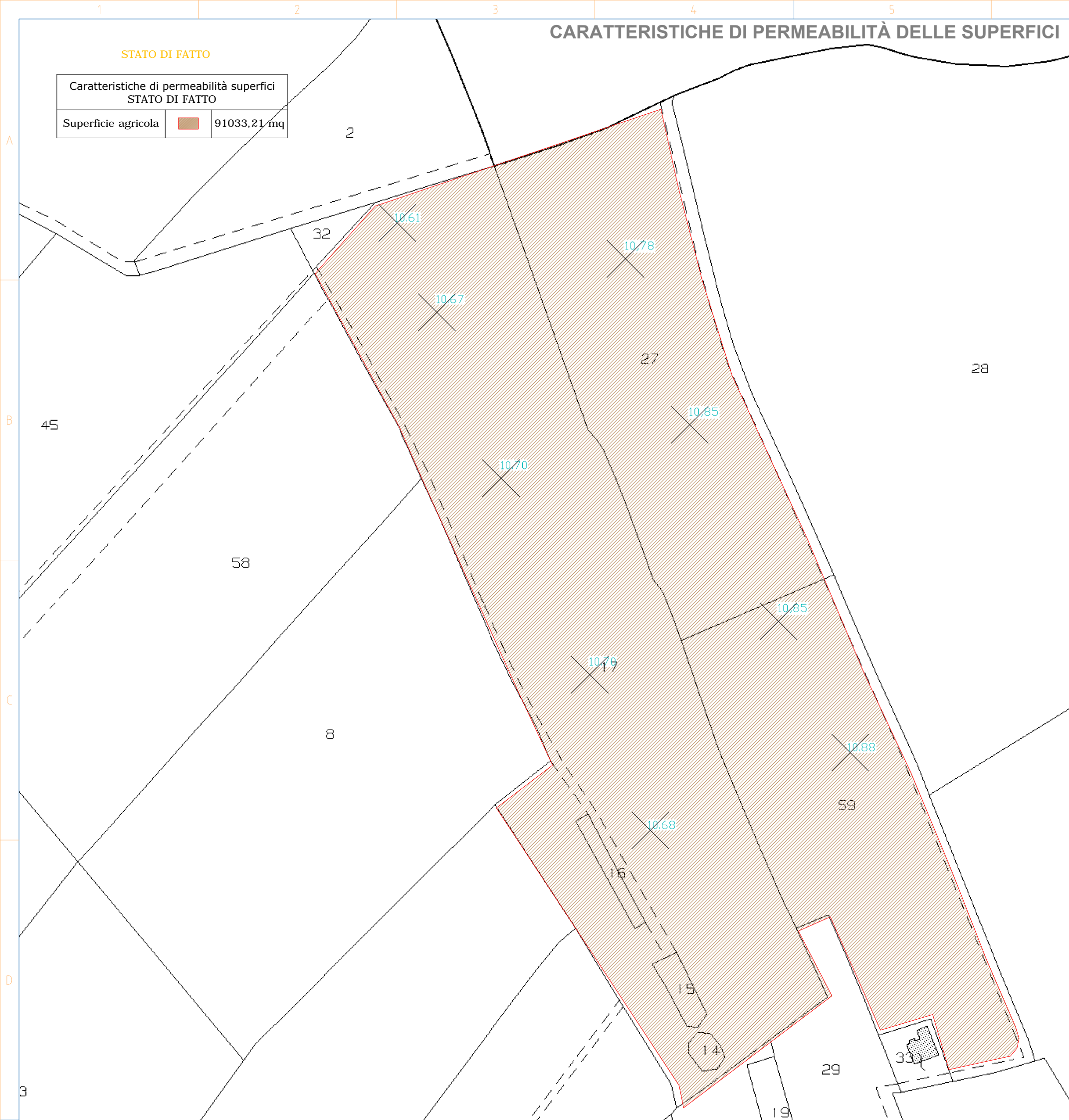





7.11 GRAFICO SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

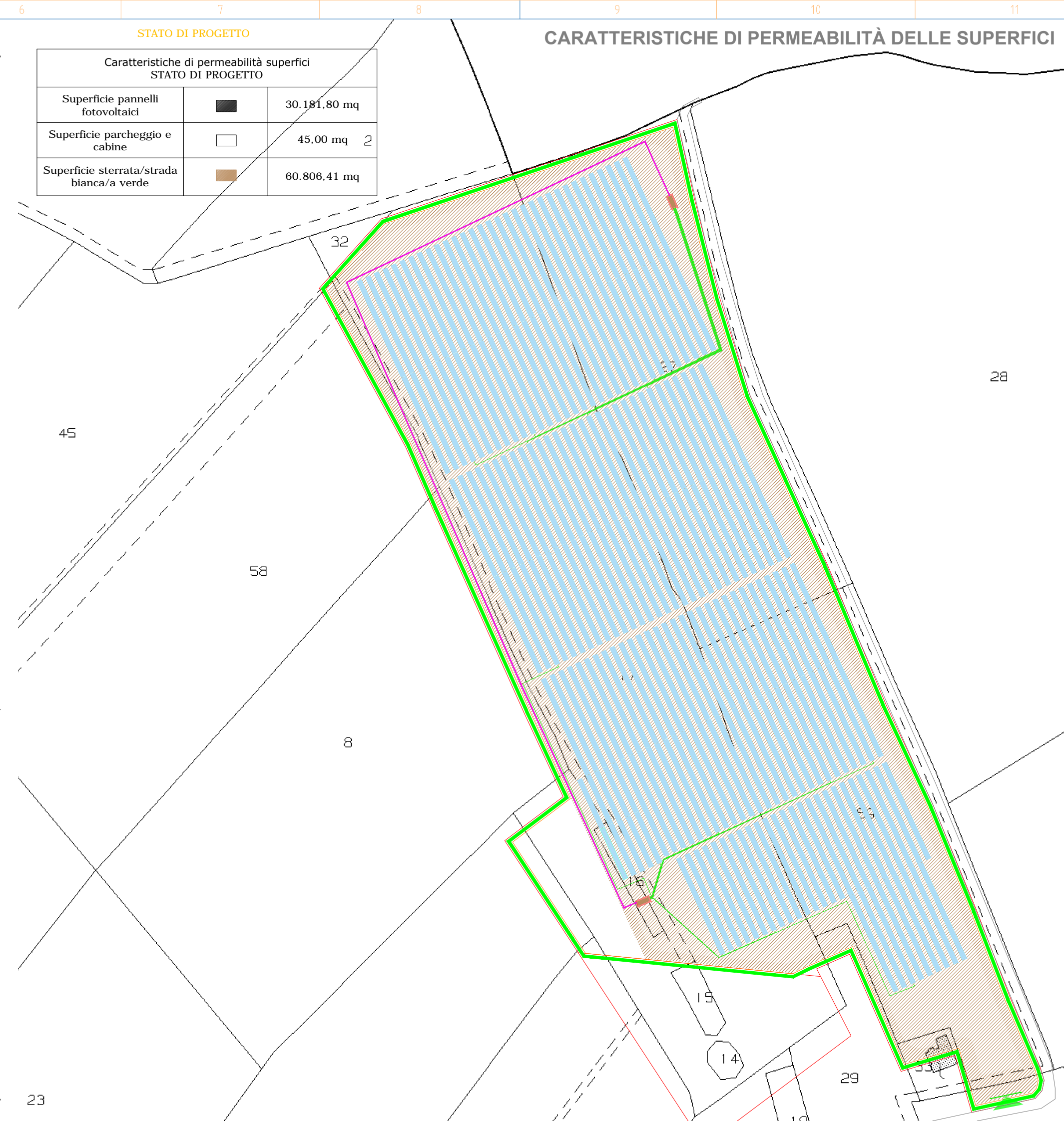


8. CLAUSOLA "PRIVACY"

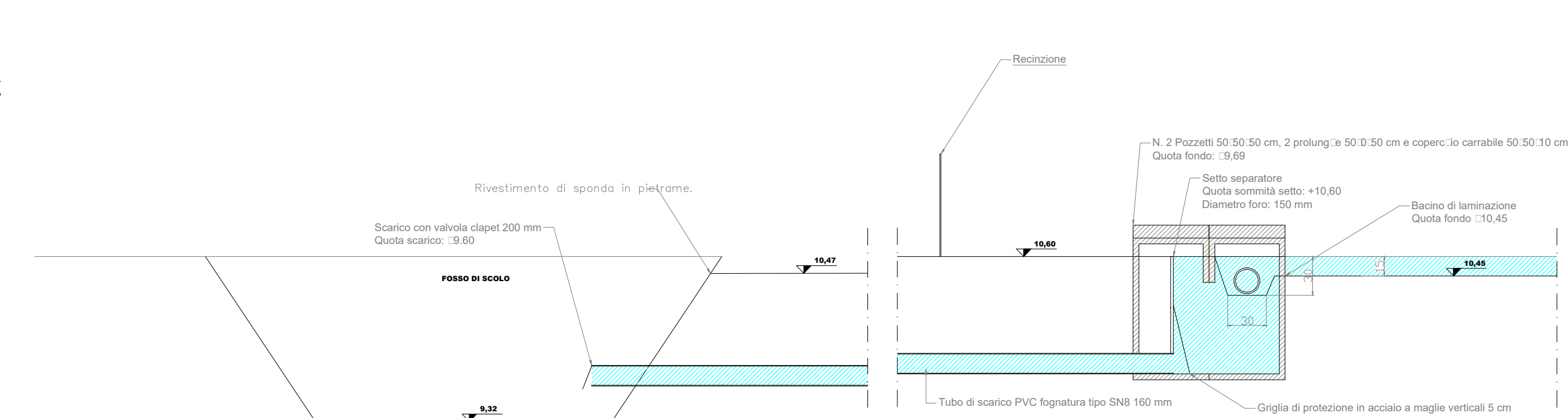
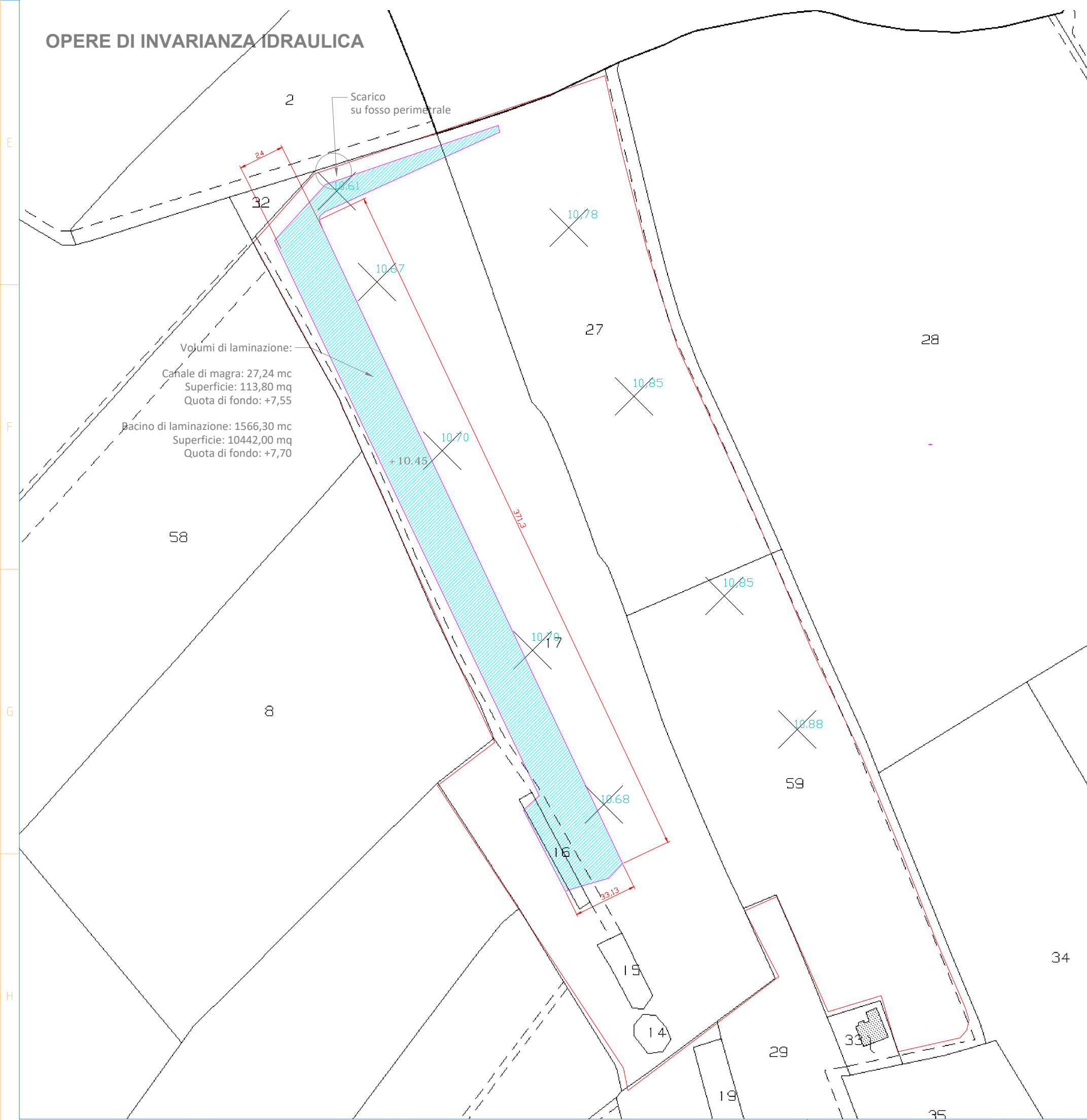
Ai sensi e per gli effetti della Legge 30.06.2003 n. 196 le parti dichiarano di essersi reciprocamente informate e di acconsentire che i dati personali raccolti siano oggetto di trattamento nell'archivio clienti/fornitori per gli adempimenti di natura civilistica e fiscale e per finalità gestionali, 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.



Caratteristiche di permeabilità superfici STATO DI PROGETTO		
Superficie pannelli fotovoltaici		30.181,80 mq
Superficie parcheggio e cabine		45,00 mq
Superficie sterrata/strada bianca/a verde		60.806,41 mq



STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO		
Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali	Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali
Superficie agricola	91.033,21	0,2	Superficie pannelli fotovoltaici	30.181,80	1
			Superficie cabine	45,00	1
			Superficie sterrata non compattata/strada bianca/superficie a verde	60.806,41	0,2
TOTALE	91.033,21	0,2	TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILE	30.226,80	1
			TOTALE SUPERFICIE A PERMEABILITA' INVARIATA RISPETTO ALLO SDF	60.806,41	0,2
			TOTALE	91.033,21	



Volumi di invarianza	Valore	Unità di misura
Scolina di magra		
Lunghezza	370,00	m
Superficie	0,12	mq
Volume canale di magra	44,00	mc
Bacino di laminazione		
Superficie	10.693,00	mq
Battente idrico massimo	0,15	mq
Volume bacino	1604,00	mc
Volume totale	1648,40	mc

<p>Regione Emilia Romagna</p>  <p>Provincia di Ferrara</p>  <p>Comune di Ferrara</p> 	<h1 style="margin: 0;">PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI PORTOMAGGIORE - GAMBULAGA (FE)</h1>																																																			
<p>PROGETTISTA INCARICATO: Ing. Giovanni Cis Tel. 3190737323 Pec: giovanni.cis@ingpec.eu</p> 	<p>Scala</p> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">1:2000</p> <p>Formato</p> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">A1</p>	<p>Titolo elaborato:</p> <p style="text-align: center; font-size: 18px;">Permeabilità dei suoli e progetto bacino</p>																																																		
<p>TECNICI COINVOLTI</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Studio idraulico e ambientale: Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi Via Galliei, 23 - Ferrara gustavo@bernagozzi-ingegneria.it</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Studio impatto acustico: Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi Via Galliei, 23 - Ferrara gustavo@bernagozzi-ingegneria.it</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>EPC: STE Energy s.r.l. Via Sorio, 120 - Padova info@ste-energy.com</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Logistica e coordinamento: Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi Via Galliei, 23 - Ferrara gustavo@bernagozzi-ingegneria.it</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Studio geologico: Dott. Geol. Matteo Mastellari Via Ugo Teglio 30 - Ferrara matteo.mastellari@gmail.com</p> </div>	<p>CODICE ELABORATO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">PROGETTO</th> <th style="width: 15%;">PROG.</th> <th style="width: 15%;">TIPO</th> <th style="width: 37%;">REV.</th> </tr> <tr> <td style="font-size: 1.2em;">RV-FV-ER-15</td> <td style="font-size: 1.2em;">03</td> <td style="font-size: 1.2em;">D</td> <td style="font-size: 1.2em;">00</td> </tr> </table>				PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.	RV-FV-ER-15	03	D	00																																								
PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.																																																	
RV-FV-ER-15	03	D	00																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Rev.</th> <th style="width: 10%;">Data</th> <th style="width: 60%;">Descrizione</th> <th style="width: 10%;">Redige</th> <th style="width: 10%;">Verifica</th> <th style="width: 10%;">Approva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">00</td> <td style="text-align: center;">11/22</td> <td style="text-align: center;">Prima Emissione</td> <td style="text-align: center;">MAB</td> <td style="text-align: center;">GC</td> <td style="text-align: center;">GC</td> </tr> <tr><td style="text-align: center;">01</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">02</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">03</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">04</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva	00	11/22	Prima Emissione	MAB	GC	GC	01						02						03						04						05						06						<p>GESTORE RETE ELETTRICA</p> <p style="font-size: 24px; text-align: center;">e-distribuzione</p>			
Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva																																															
00	11/22	Prima Emissione	MAB	GC	GC																																															
01																																																				
02																																																				
03																																																				
04																																																				
05																																																				
06																																																				
<p>SOCIETA' PROPONENTE:</p> <p style="text-align: center;">RENVALUE SUN 3 S.R.L.</p> <p style="text-align: center; font-size: 0.8em;">Via Quattro Novembre 2, Padova (PD) - 35123 P.Iva 05439000281</p>																																																				