

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Poggio Renatico



PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI POGGIO RENATICO (FE).

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



Scala

-

Titolo elaborato:

**Relazione geologica,
geotecnica, idrologica**

Formato

A4

TECNICI COINVOLTI

Studio idraulico:

Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:

Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

STE energy

Via Sorio, 120 - 35141 Padova (IT)
Tel. +39 049.2963900 Fax +39 049.2963901
www.ste-energy.com

Logistica e coordinamento:

STE energy

Via Sorio, 120 - 35141 Padova (IT)
Tel. +39 049.2963900 Fax +39 049.2963901
www.ste-energy.com

Studio geologico:

Dott. Geol. Mastellari Matteo

Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

CODICE ELABORATO

| PROGETTO | PROG. | TIPO | REV. |
|--------------------|-----------|----------|-----------|
| SAPV4-FV-PA | 08 | R | 00 |

| Rev. | Data | Descrizione | Redige | Verifica | Approva |
|------|-------|-----------------|--------|----------|---------|
| 00 | 07/24 | Prima emissione | MM | MM | MM |
| 01 | | | | | |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |
| 04 | | | | | |
| 05 | | | | | |
| 06 | | | | | |

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

Salvatore PV 4 SRL
Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano
P.iva 05449200285

SOCIETA' di PROGETTAZIONE:

STE energy
STE Energy S.r.l. società a socio unico
Via Sorio, 120 - 35141 Padova (IT)
Tel. +39 049.2963900 Fax +39 049.2963901 www.ste-energy.com

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. | 9 |
| 3.4 elaborazione dati..... | pag. | 9 |
| 3.5 modello geotecnico del sottosuolo..... | pag. | 9 |
| 4. Indicazioni sismiche..... | pag. | 10 |
| 4.1 parametri sismici del sito..... | pag. | 10 |
| 4.2 classificazione suolo di fondazione..... | pag. | 11 |
| 4.3 stabilità alla liquefazione..... | pag. | 12 |
| 4.4 calcolo dei cedimenti post – sismici..... | pag. | 14 |
| 5. Indicazioni progettuali..... | pag. | 14 |
| 6. Conclusioni..... | pag. | 15 |
| 7. Allegati..... | pag. | 17 |
| 7.1 area d'indagine con ubicazione prove..... | pag. | 18 |
| 7.2 elaborazione prova penetrometrica CPT 1..... | pag. | 20 |
| 7.3 stima onda V_{s30} | pag. | 22 |
| 7.4 stima suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 23 |
| 7.5 grafico Q_c /stratigrafia..... | pag. | 25 |
| 7.6 grafico categoria sottosuolo V_s | pag. | 26 |
| 7.7 grafico suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 27 |
| 7.8 elaborazione prova penetrometrica CPT 2..... | pag. | 28 |
| 7.9 stima suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 30 |
| 7.10 stima cedimento post sisma..... | pag. | 32 |
| 7.11 grafico Q_c /stratigrafia..... | pag. | 33 |
| 7.12 grafico categoria sottosuolo V_s | pag. | 34 |
| 7.13 grafico suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 35 |
| 7.14 elaborazione prova penetrometrica CPT 3..... | pag. | 36 |
| 7.15 stima suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 37 |
| 7.16 grafico Q_c /stratigrafia..... | pag. | 40 |
| 7.17 grafico suscettibilità alla liquefazione..... | pag. | 41 |
| 8. Clausola privacy..... | pag. | 42 |

1. PREMESSA

Su incarico dello *Studio Bernagozzi*, si redige lo studio per ricostruire la modellazione geologica e sismica per la realizzazione di due nuove aree adibite a campo di pannelli fotovoltaici di cui una adiacente alla SP8 (area n. 1) e un'altra adiacente alla SP25 (area n. 2), in località Poggio Renatico, Ferrara; riferimenti catastali per il lotto sono: foglio n. 32, mappali n. 37, 96 per la prima area e foglio n. 66, mappali 17, 20, 24, 25, 26, 27 e 33 del Comune di Poggio Renatico. 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.
- ✓ D.G.R. 1373/11 documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività.

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.

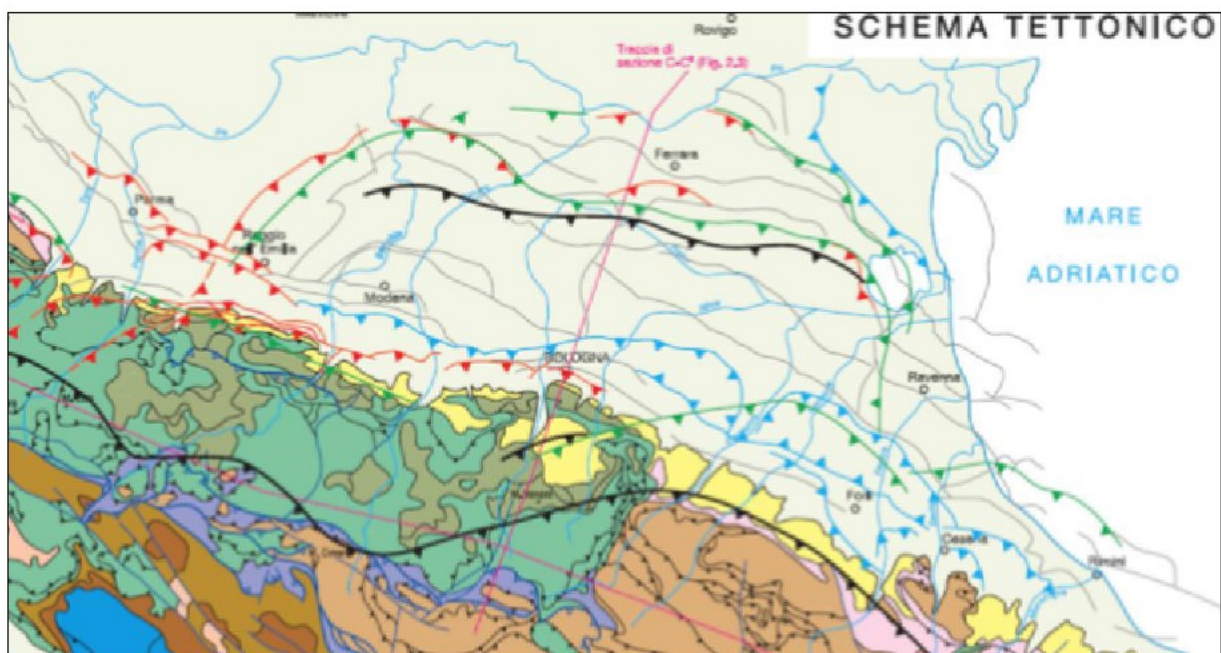


Figura 2: Mappa geologico - strutturale della Pianura Padana

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.

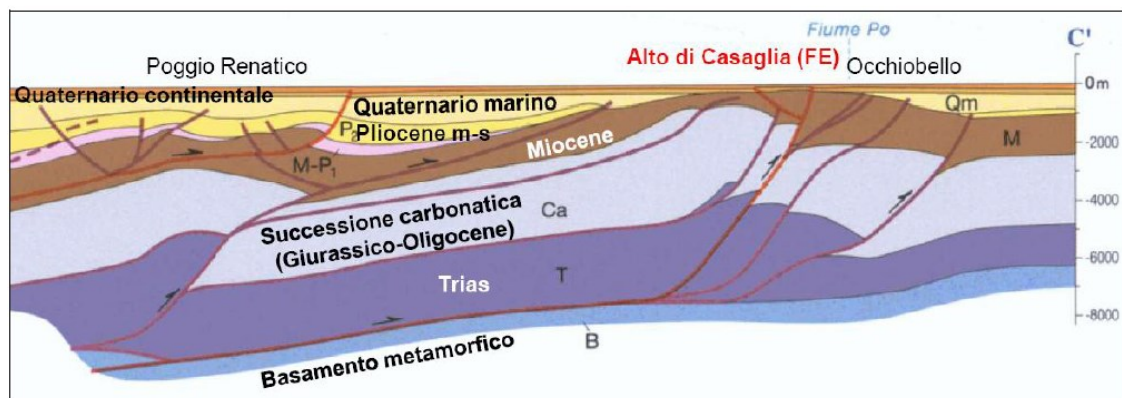


Figura 3: principali strutture del substrato della Padania con sezione della Dorsale Ferrarese

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.

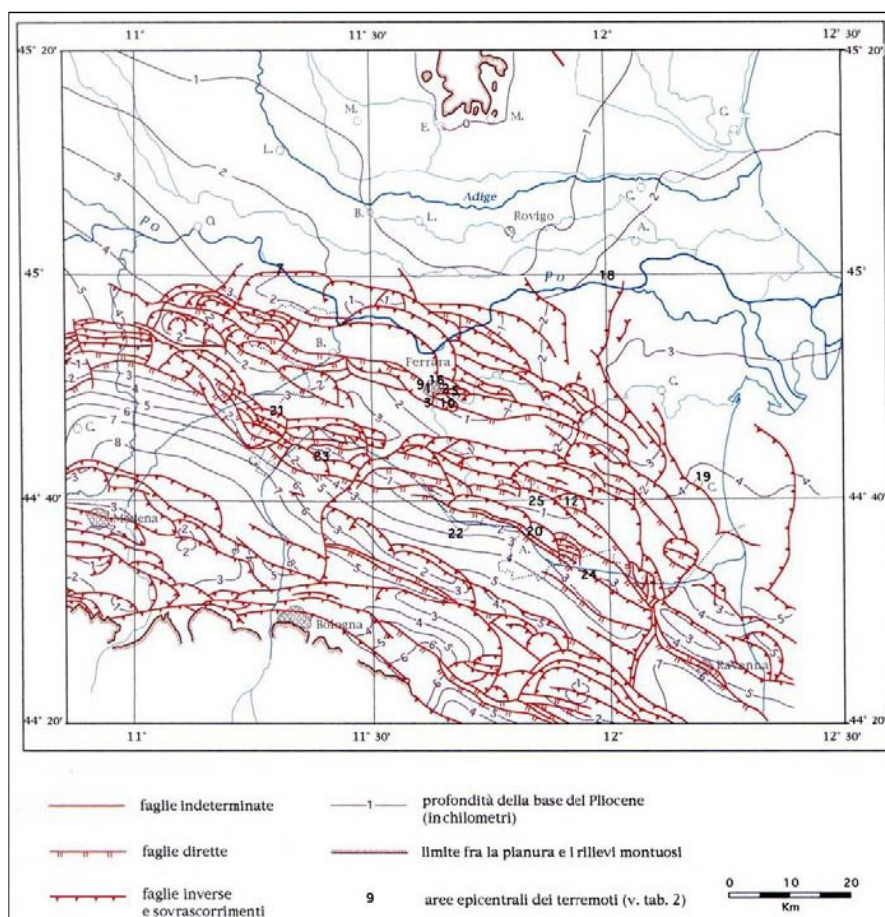


Figura 4: Carta strutturale della Pianura Padana orientale (Pieri e Groppi, 1981, CNR, 1992)

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 $M = 6,14$.

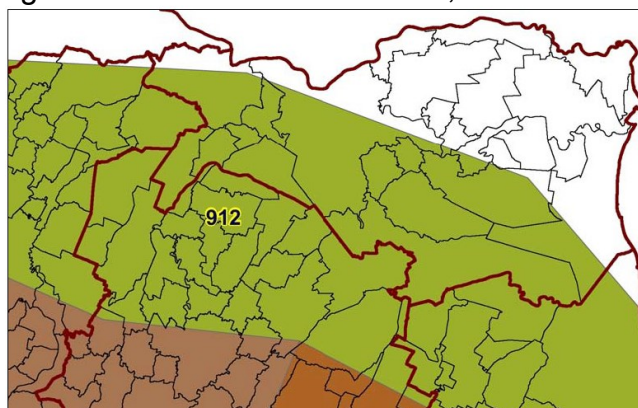


Figura 5: Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

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.

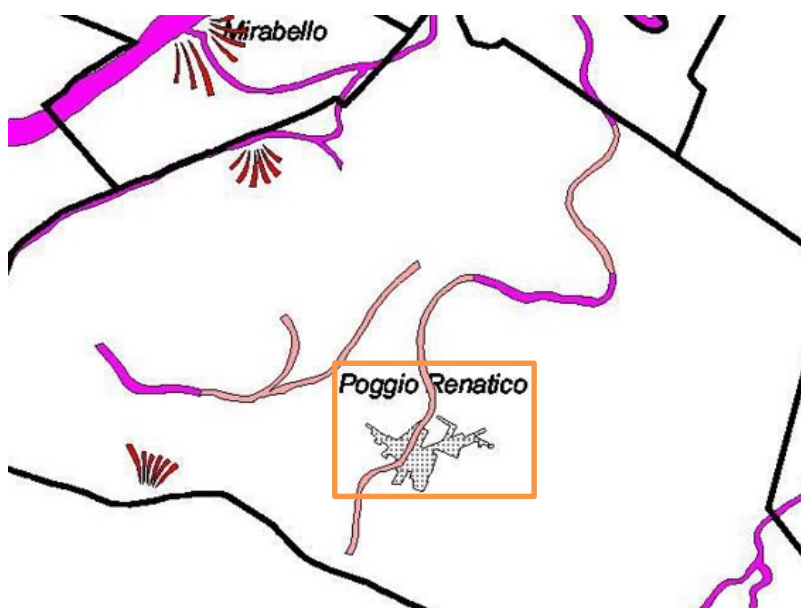


Figura 6: Stralcio della carta geomorfologica dell'Emilia Romagna

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: nell'Area n. 1 è stata eseguita una prova CPT spinta alla profondità di 30.0 m da p.c. mentre nell'Area n. 2, 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 13.8 m:
argilla e argilla organica da molle a consistente;
- da 13.8 m a 15.6 m:
sabbia da sciolta a mediamente addensata;
- da 15.6 m a 20.8 m:
argilla e argilla organica da mediamente consistente a consistente;
- da 20.8 m a 21.6 m:
sabbia argillosa sciolta;
- da 21.6 m a 23.6 m:
argilla consistente;
- da 23.6 m a 25.4 m:
sabbia argillosa poco addensata;
- da 25.4 m a 27.2 m:
argilla consistente;
- da 27.2 m a 27.8 m:
sabbia sciolta;
- da 27.8 m a 30.0 m (termine della prova):
argilla consistente.

➤ CPT 2:

- da 0.0 m a 0.4 m:
terreno vegetale;
- da 0.4 m a 1.8 m:
argilla da molle a mediamente consistente;
- da 1.8 m a 2.4 m:
sabbia sciolta;

- da 2.4 m a 5.4 m:
argilla organica da molle a mediamente consistente;
- da 5.4 m a 6.6 m:
sabbia sciolta;
- da 6.6 m a 11.0 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 11.0 m a 13.0 m:
argilla organica consistente;
- da 13.0 m a 15.4 m:
sabbia da poco addensata a mediamente addensata;
- da 15.4 m a 17.0 m:
argilla da mediamente consistente a molto consistente;
- da 17.0 m a 18.0 m:
sabbia da mediamente addensata a addensata;
- da 1.08 m a 21.2 m:
argilla da consistente a molto consistente;
- da 21.2 m a 23.0 m:
sabbia e sabbia argillosa da mediamente addensata a addensata;
- da 23.0 m a 27.4 m:
argilla e argilla sabbiosa da consistente a molto consistente;
- da 27.4 m a 30.0 m (termine della prova):
sabbia mediamente addensata.

➤ **CPT 3:**

- da 0.0 m a 0.4 m:
terreno vegetale;
- da 0.4 m a 4.8 m:
argilla organica e argilla da molle a mediamente consistente;
- da 4.8 m a 6.2 m:
argilla mediamente consistente;
- da 6.2 m a 12.8 m:
argilla organica e argilla da molle a mediamente consistente;
- da 12.8 m a 14.6 m:
sabbia da sciolta a mediamente addensata;
- da 14.6 m a 16.0 m:
argilla sabbiosa da mediamente consistente a consistente;
- da 16.0 m a 17.6 m:
argilla mediamente consistente;
- da 17.6 m a 20.0 m (termine della prova):
sabbia e sabbia argillosa da sciolta a mediamente addensata.

Il livello dell'acqua misurato nei fori al termine delle prove sono risultati essere dal piano campagna attuale a profondità di -1.7 m in CPT 1 e CPT 2 mentre in CPT 3 di -1.3 m (misurazione del 10 maggio 2024).

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 | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey |
| 0.40 | Terreno vegetale | | | | | | | | | | | |
| 13.80 | Argilla/argilla organica | C | 0.4 | 234.6 | 55.8 | 91.8 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 15.60 | Sabbia | I | -- | -- | 37.1 | 250.5 | 0.64 | 1.9 | 2.2 | 33.0 | 30.37 | 90.3 |
| 20.80 | Argilla/argilla organica | C | 0.5 | 321.7 | 51.0 | 115.7 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 21.60 | Sabbia argillosa | I | -- | -- | 26.2 | 138.9 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 5.0 | 24.18 | 34.4 |
| 23.60 | Argilla | C | 0.6 | 368.1 | 59.0 | 126.5 | <0.5 | 1.9 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 25.40 | Sabbia argillosa | CI | 0.9 | 577.8 | 87.8 | 161.2 | <0.5 | 1.9 | 2.0 | 5.6 | 24.71 | 43.9 |
| 27.20 | Argilla | C | 0.5 | 344.9 | 57.5 | 124.5 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 27.80 | Sabbia | I | -- | -- | 32.5 | 134.2 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 5.0 | 22.77 | 32.5 |
| 30.00 | Argilla | C | 0.5 | 348.6 | 59.1 | 126.6 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |

| CPT 2 | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------|-------|--------|-------|-------|------|-----|------|------|-------|-------|
| Prof. | Litologia | Tipo | C_u | E_u | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey |
| 0.40 | Terreno vegetale | | | | | | | | | | | |
| 1.80 | Argilla | C | 0.4 | 230.8 | 50.9 | 86.7 | 0.73 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 2.40 | Sabbia | I | -- | -- | 13.5 | 108.4 | 0.61 | 1.8 | 2.1 | 12.9 | 29.75 | 22.9 |
| 5.40 | Argilla organica | C | 0.2 | 141.9 | 34.1 | 67.9 | <0.5 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 6.60 | Sabbia | I | -- | -- | 12.7 | 129.4 | <0.5 | 1.9 | 2.2 | 12.7 | 28.47 | 30.6 |
| 11.00 | Argilla | C | 0.5 | 311.9 | 45.9 | 108.5 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 13.00 | Argilla organica | C | 0.8 | 546.4 | 78.5 | 150.6 | <0.5 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 15.40 | Sabbia | I | -- | -- | 49.0 | 318.9 | 0.94 | 1.9 | 2.2 | 44.1 | 32.23 | 134.0 |
| 17.00 | Argilla | C | 1.4 | 908.7 | 64.4 | 203.8 | <0.5 | 2.0 | 2.1 | -- | -- | -- |
| 18.00 | Sabbia | I | -- | -- | 68.3 | 473.1 | 1.44 | 1.9 | 2.2 | 59.4 | 34.36 | 255.5 |
| 21.20 | Argilla | C | 1.1 | 694.6 | 101.9 | 176.6 | <0.5 | 2.0 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 23.00 | Sabbia/sabbia argillosa | I | -- | -- | 64.9 | 442.3 | 1.01 | 1.8 | 2.1 | 52.8 | 32.73 | 228.9 |
| 27.40 | Argilla/argilla sabbiosa | C | 1.9 | 1268.9 | 90.7 | 251.2 | <0.5 | 2.1 | 2.1 | -- | -- | -- |
| 30.00 | Sabbia | I | -- | -- | 39.0 | 253.6 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 22.9 | 27.07 | 92.1 |

| CPT 3 | | | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|-----------------------------|-----|-------|------|-------|------|-----|------|------|-------|------|
| Prof. | Litologia | Tipo | Cu | Eu | Mo | G | OCR | Puv | PuvS | Dr | Fi | Ey |
| 0.40 | Terreno vegetale | Parametri non significativi | | | | | | | | | | |
| 4.80 | Argilla organica/argilla | C | 0.2 | 153.8 | 35.3 | 69.3 | <0.5 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 6.20 | Argilla | C | 0.4 | 256.7 | 36.8 | 94.8 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 12.80 | Argilla organica/argilla | C | 0.3 | 217.1 | 52.8 | 88.7 | <0.5 | 1.8 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 14.60 | Sabbia | I | -- | -- | 38.2 | 251.0 | 0.74 | 1.9 | 2.2 | 35.1 | 31.03 | 90.6 |
| 16.00 | Argilla sabbiosa | CI | 0.4 | 246.9 | 39.3 | 98.7 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | 5.0 | 23.2 | 19.6 |
| 17.60 | Argilla | C | 0.4 | 261.8 | 41.9 | 102.6 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 20.00 | Sabbia/sabbia argillosa | I | -- | -- | 22.6 | 150.9 | <0.5 | 1.9 | 2.2 | 7.1 | 25.65 | 39.4 |

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.

| Area n. 1 | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| 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 | 0.040 | 2.545 | 0.257 |
| S.L.D. | 50 | 0.052 | 2.466 | 0.270 |
| S.L.V. | 475 | 0.150 | 2.589 | 0.271 |
| S.L.C. | 975 | 0.202 | 2.537 | 0.278 |

| Area n. 1 | | | | |
|--|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| 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. | 0.698 | 0.200 | 0.014 | 0.007 |
| S.L.D. | 0.915 | 0.200 | 0.019 | 0.009 |
| S.L.V. | 2.648 | 0.240 | 0.065 | 0.032 |
| S.L.C. | 3.223 | 0.280 | 0.092 | 0.046 |

| Area n. 2 | | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| 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 | 0.041 | 2.530 | 0.258 |
| S.L.D. | 50 | 0.054 | 2.464 | 0.269 |
| S.L.V. | 475 | 0.154 | 2.589 | 0.272 |
| S.L.C. | 975 | 0.206 | 2.536 | 0.278 |

| Area n. 2 | | | | |
|--|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| 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. | 0.604 | 0.200 | 0.012 | 0.006 |
| S.L.D. | 0.793 | 0.200 | 0.016 | 0.008 |
| S.L.V. | 2.202 | 0.240 | 0.054 | 0.027 |
| S.L.C. | 2.810 | 0.280 | 0.080 | 0.040 |

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 | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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 | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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 | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s. |
| 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. |
| 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 2024:

| Area n. | $V_{s,eq}$ (m/sec) | Categoria |
|---------|--------------------|-----------|
| 1 | 179 | D |
| 2 | 209 | C |

e quindi la categoria di suolo per l'area n. 1 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" mentre per l'area n. 2 è C ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 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 denominato Area n. 1 avente latitudine $44^{\circ},77$ e longitudine $11^{\circ},54$ (ED50), la categoria sottosuolo: D mentre per il sito Area n. 2 avente latitudine $44^{\circ},75$ e longitudine $11^{\circ},52$ (ED50), la categoria sottosuolo C accumulati dalla categoria topografica: T1, vita nominale della costruzione (V_n): 50 anni, coefficiente d'uso per la costruzione (C_u): 1.0 e periodo di riferimento per la costruzione (V_r): 50 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.

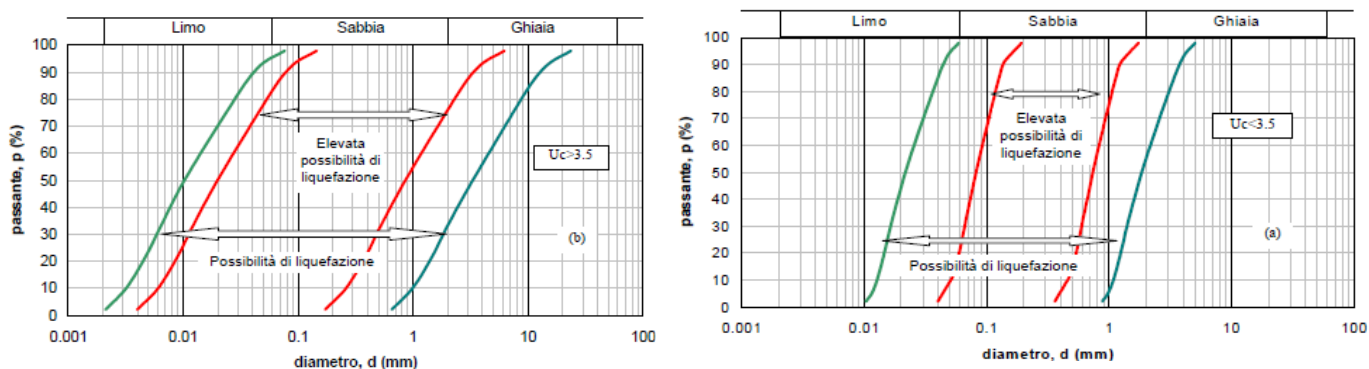


Figura 9: Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

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 sopra. Per l'Area n. 1 come per la n. 2 si è considerata una magnitudo di 6.14, un fattore di amplificazione F_0 di 2.589 mentre la PGA (Peak Ground Acceleration) nell'Area n. 1 è di 0.27 e nella n. 2 di 0.225. Nel caso in esame si sono ottenuti degli indici di pericolosità alla liquefazione pari a 2.24 nell'Area n. 1 in corrispondenza della CPT 1 e di 2.73 e di 2.75 nell'Area n. 2 in corrispondenza delle CPT 2 e CPT 3: conseguente potenziale di liquefazione moderato. In allegato vengono riportate le tabelle riassuntive dei valori calcolati.

4.4 Calcolo dei cedimenti post – sismici

Dalle indagini svolte risulta la presenza di livelli liquefacibili in tutte le verticali indagate ma mentre nelle verticali relative alle prove 1 e 3 il livello è sovrastato da oltre 10 m di materiale argilloso, nella verticale della prova 2 questo non avviene. La presenza del livello coesivo fa sì che si possa escludere il pericolo della liquefazione. Per questo motivo si è proceduto alla stima dei cedimenti post sisma solo per la verticale della prova CPT 2.

Ai fini della stima dei cedimenti post-sismici sono state assunte condizioni cautelative sia riguardo alle potenze degli strati sia riguardo ai valori dei parametri sismici e geotecnici adottati.

Così come previsto dalla D.A.L. 112/2007 il calcolo dei cedimenti post sismici è stato effettuato sui livelli incoerenti liquefacibili e sui livelli coesivi con una $C_u \leq 70$ KPa.

Per cedimento si intende l'abbassamento del piano campagna, ovvero l'integrale della deformazione del terreno in direzione verticale, o anche la sommatoria dei prodotti della deformazione verticale media per lo spessore di ciascuno degli strati deformati.

Il cedimento permanente indotto dall'azione sismica in corrispondenza di una verticale di esplorazione si ottiene dalla somma dei contributi al cedimento stimati per i diversi strati del sottosuolo, fino alla profondità alla quale tali contributi non sono più significativi.

I cedimenti permanenti indotti dall'azione sismica possono essere dovuti alle deformazioni volumetriche (e quindi verticali) di:

- terreni granulari saturi;
- terreni granulari insaturi;
- terreni coesivi soffici.

I cedimenti conseguenti a liquefazione di terreni granulari saturi hanno luogo immediatamente dopo il terremoto o comunque in un tempo non superiore a un giorno, i cedimenti per densificazione di terreni granulari insaturi avvengono durante lo scuotimento sismico, mentre i cedimenti per consolidazione di terreni coesivi molli possono richiedere tempi anche molto lunghi in funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche.

Nella tabella sotto si riportano i risultati ottenuti mentre in allegato i calcoli eseguiti.

| Cedimenti post – sismici | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Prova | ΔH complessivo (cm) |
| CPT 2 | 5.971 |

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 è stato nominato in Area n. 1 e Area n. 2, l'opera rientra nel punto "2: ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" con classe d'uso "II: costruzioni con normale affollamento, senza funzioni pubbliche e sociali", viene utilizzato un periodo di riferimento di 50 anni. L'Area n. 1 ha latitudine $44^{\circ},77$ e longitudine $11^{\circ},54$ (ED50), la categoria sottosuolo in base alla Vse (179 m/sec) è di tipo D mentre l'Area n. 1 ha latitudine $44^{\circ},75$ e longitudine $11^{\circ},52$ (ED50), la categoria sottosuolo in base alla Vse (209 m/sec) è di tipo C, entrambe rientrano nella categoria topografica è T1.

- ✓ Nell'Area n. 1, da un punto di vista stratigrafico si può ipotizzare una sezione e suddividerla in orizzonti:

- 1° orizzonte, materiale coesivo, argilla e argilla organica profondità circa 21.0 m da p.c. con una lente sabbiosa a circa 14.0 m di profondità;
- 2° orizzonte, alternanza di argilla e sabbia, fino al termine della perforazione.

Nell'Area n. 2 si può ipotizzare una sezione formata da:

- 1° orizzonte, materiale coesivo, argilla, profondità circa 13.0 m da p.c.;
- 2° orizzonte, materiale incoerente, sabbia, profondità circa 15.0 m;
- 3° orizzonte, materiali misti, argilla e argilla sabbiosa fino a circa 27.0 m;
- 4° orizzonte, materiale incoerente, sabbia, fino al termine della perforazione.

Nell'area n. 2 si è notata la presenza di lenti di sabbia nei primi metri della CPT 2 ma non nella CPT 3, situazione tipica di un ambiente di pianura alluvionale in area interfluviale.

I parametri geotecnici sono riportati in tabella, per facilitarne la lettura, al paragrafo 3.5 a pagina 9.

- ✓ Il livello dell'acqua misurato nei fori al termine delle prove sono risultati essere dal piano campagna attuale a profondità di -1.7 m in CPT 1 e CPT 2 mentre in CPT 3 di -1.3 m (misurazione del 10 maggio 2024).
- ✓ 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 entrambi i siti si è considerata una magnitudo di 6.14, un fattore di amplificazione F_0 di 2.589 con una PGA di 0.27 per l'Area n. 1 e di 0.255 per l'Area n. 2. Si sono ottenuti un rischio di liquefazione moderato per entrambe le aree di studio (IPL1=2.24 Area n. 1, IPL2 =2.73 e IPL3=2.75 Area n. 2).

- ✓ Per le verticali in corrispondenza delle CPT1 e CPT 3 i livelli di materiale incoerente e quindi potenzialmente liquefacibile è sovrastato per oltre 10.0 m da orizzonti di materiali non liquefacibili aventi una natura coesiva: con una copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3.0 m si esclude il pericolo di liquefazione. Quindi in base alle considerazioni sopra esposte non si ritengono necessari interventi per la mitigazione al fenomeno della liquefazione e non si è proceduto con la valutazione dei cedimenti post sisma.
- ✓ Il cedimento post sisma per la CPT 2 è risultato di 5.9 cm. Il risultato ottenuto è una stima degli abbassamenti provocati da un sisma con magnitudo 6.14 e con parametri cautelativi: queste valutazioni sono molto conservative in quanto eseguite con valori di energie di scuotimento alte.

Ferrara, 16 maggio 2024.

Dott. geol. Mastellari Matteo

7. ALLEGATI

| | |
|--|---|
| Committente: Studio Bernagozzi Cantiere: caratterizzazione geologico-geotecnica Località: Poggio Renatico – Fe | Codice commessa: 16/24 Numero certificati allegati: 24 |
|--|---|

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 2024 |
| Elaborazione suscettibilità liquefazione | Liquiter 2024 |

7.1 Area d'indagine con ubicazione prove



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



Figura 10 a: 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: | 11/05/2024 |
| Profondità prova: | 30.00 mt |
| Località: | Poggio Renatico - Fe |

| Profondità (m) | Lettura punta (kg/cm ²) | Lettura laterale (kg/cm ²) | qc (kg/cm ²) | fs (kg/cm ²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0.20 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.73 | 17.73 | 5.6 |
| 0.40 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.67 | 19.50 | 5.1 |
| 0.60 | 9.00 | 19.00 | 9.0 | 0.87 | 10.38 | 9.6 |
| 0.80 | 9.00 | 22.00 | 9.0 | 0.67 | 13.50 | 7.4 |
| 1.00 | 12.00 | 22.00 | 12.0 | 0.80 | 15.00 | 6.7 |
| 1.20 | 10.00 | 22.00 | 10.0 | 0.70 | 14.29 | 7.0 |
| 1.40 | 8.50 | 19.00 | 8.5 | 0.63 | 13.42 | 7.5 |
| 1.60 | 7.50 | 17.00 | 7.5 | 0.57 | 13.24 | 7.6 |
| 1.80 | 8.50 | 17.00 | 8.5 | 0.47 | 18.21 | 5.5 |
| 2.00 | 11.00 | 18.00 | 11.0 | 0.33 | 33.00 | 3.0 |
| 2.20 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.33 | 27.00 | 3.7 |
| 2.40 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.33 | 24.00 | 4.2 |
| 2.60 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.40 | 20.00 | 5.0 |
| 2.80 | 5.00 | 11.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 3.00 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.20 | 25.00 | 4.0 |
| 3.20 | 4.00 | 7.00 | 4.0 | 0.17 | 24.00 | 4.2 |
| 3.40 | 2.50 | 5.00 | 2.5 | 0.17 | 15.00 | 6.7 |
| 3.60 | 2.50 | 5.00 | 2.5 | 0.13 | 18.75 | 5.3 |
| 3.80 | 4.00 | 6.00 | 4.0 | 0.20 | 20.00 | 5.0 |
| 4.00 | 4.00 | 7.00 | 4.0 | 0.23 | 17.14 | 5.8 |
| 4.20 | 2.50 | 6.00 | 2.5 | 0.20 | 12.50 | 8.0 |
| 4.40 | 5.00 | 8.00 | 5.0 | 0.30 | 16.67 | 6.0 |
| 4.60 | 7.00 | 11.50 | 7.0 | 0.43 | 16.15 | 6.2 |
| 4.80 | 8.50 | 15.00 | 8.5 | 0.47 | 18.21 | 5.5 |
| 5.00 | 9.00 | 16.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 5.20 | 10.00 | 16.00 | 10.0 | 0.40 | 25.00 | 4.0 |
| 5.40 | 8.00 | 14.00 | 8.0 | 0.43 | 18.46 | 5.4 |
| 5.60 | 4.50 | 11.00 | 4.5 | 0.33 | 13.50 | 7.4 |
| 5.80 | 5.00 | 10.00 | 5.0 | 0.30 | 16.67 | 6.0 |
| 6.00 | 8.50 | 13.00 | 8.5 | 0.30 | 28.33 | 3.5 |
| 6.20 | 8.50 | 13.00 | 8.5 | 0.40 | 21.25 | 4.7 |
| 6.40 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.30 | 23.33 | 4.3 |
| 6.60 | 6.50 | 11.00 | 6.5 | 0.33 | 19.50 | 5.1 |
| 6.80 | 5.00 | 10.00 | 5.0 | 0.37 | 13.64 | 7.3 |
| 7.00 | 5.50 | 11.00 | 5.5 | 0.27 | 20.62 | 4.8 |
| 7.20 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.27 | 22.50 | 4.4 |
| 7.40 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.40 | 15.00 | 6.7 |
| 7.60 | 6.00 | 12.00 | 6.0 | 0.33 | 18.00 | 5.6 |
| 7.80 | 7.00 | 12.00 | 7.0 | 0.33 | 21.00 | 4.8 |
| 8.00 | 11.00 | 16.00 | 11.0 | 0.27 | 41.25 | 2.4 |
| 8.20 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.23 | 21.43 | 4.7 |
| 8.40 | 5.00 | 8.50 | 5.0 | 0.40 | 12.50 | 8.0 |
| 8.60 | 6.00 | 12.00 | 6.0 | 0.43 | 13.85 | 7.2 |
| 8.80 | 6.50 | 13.00 | 6.5 | 0.37 | 17.73 | 5.6 |
| 9.00 | 9.50 | 15.00 | 9.5 | 0.33 | 28.50 | 3.5 |
| 9.20 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.27 | 33.75 | 3.0 |
| 9.40 | 8.00 | 12.00 | 8.0 | 0.40 | 20.00 | 5.0 |
| 9.60 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.37 | 19.09 | 5.2 |
| 9.80 | 6.50 | 12.00 | 6.5 | 0.40 | 16.25 | 6.2 |
| 10.00 | 6.00 | 12.00 | 6.0 | 0.33 | 18.00 | 5.6 |
| 10.20 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.40 | 20.00 | 5.0 |
| 10.40 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.30 | 23.33 | 4.3 |
| 10.60 | 6.50 | 11.00 | 6.5 | 0.40 | 16.25 | 6.2 |
| 10.80 | 8.00 | 14.00 | 8.0 | 0.27 | 30.00 | 3.3 |
| 11.00 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.33 | 18.00 | 5.6 |
| 11.20 | 6.00 | 11.00 | 6.0 | 0.37 | 16.36 | 6.1 |
| 11.40 | 6.00 | 11.50 | 6.0 | 0.47 | 12.86 | 7.8 |
| 11.60 | 7.00 | 14.00 | 7.0 | 0.30 | 23.33 | 4.3 |
| 11.80 | 7.50 | 12.00 | 7.5 | 0.40 | 18.75 | 5.3 |
| 12.00 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.57 | 12.35 | 8.1 |
| 12.20 | 6.50 | 15.00 | 6.5 | 0.33 | 19.50 | 5.1 |
| 12.40 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.43 | 18.46 | 5.4 |
| 12.60 | 7.50 | 14.00 | 7.5 | 0.33 | 22.50 | 4.4 |
| 12.80 | 6.00 | 11.00 | 6.0 | 0.47 | 12.86 | 7.8 |
| 13.00 | 6.00 | 13.00 | 6.0 | 0.43 | 13.85 | 7.2 |
| 13.20 | 7.00 | 13.50 | 7.0 | 0.40 | 17.50 | 5.7 |
| 13.40 | 9.00 | 15.00 | 9.0 | 0.60 | 15.00 | 6.7 |
| 13.60 | 7.00 | 16.00 | 7.0 | 0.27 | 26.25 | 3.8 |
| 13.80 | 9.00 | 13.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 14.00 | 10.00 | 16.00 | 10.0 | 0.27 | 37.50 | 2.7 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|--------|-----|
| 14.20 | 37.00 | 41.00 | 37.0 | 0.53 | 69.37 | 1.4 |
| 14.40 | 45.00 | 53.00 | 45.0 | 0.53 | 84.37 | 1.2 |
| 14.60 | 47.00 | 55.00 | 47.0 | 0.67 | 70.50 | 1.4 |
| 14.80 | 50.00 | 60.00 | 50.0 | 0.33 | 150.00 | 0.7 |
| 15.00 | 55.00 | 60.00 | 55.0 | 0.27 | 206.25 | 0.5 |
| 15.20 | 37.00 | 41.00 | 37.0 | 0.40 | 92.50 | 1.1 |
| 15.40 | 25.00 | 31.00 | 25.0 | 0.13 | 187.50 | 0.5 |
| 15.60 | 19.00 | 21.00 | 19.0 | 0.13 | 142.50 | 0.7 |
| 15.80 | 10.00 | 12.00 | 10.0 | 0.47 | 21.43 | 4.7 |
| 16.00 | 9.00 | 16.00 | 9.0 | 0.67 | 13.50 | 7.4 |
| 16.20 | 9.00 | 19.00 | 9.0 | 0.50 | 18.00 | 5.6 |
| 16.40 | 8.50 | 16.00 | 8.5 | 0.27 | 31.87 | 3.1 |
| 16.60 | 9.00 | 13.00 | 9.0 | 0.20 | 45.00 | 2.2 |
| 16.80 | 10.00 | 13.00 | 10.0 | 0.40 | 25.00 | 4.0 |
| 17.00 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.60 | 11.67 | 8.6 |
| 17.20 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 17.40 | 10.00 | 19.00 | 10.0 | 0.67 | 15.00 | 6.7 |
| 17.60 | 11.00 | 21.00 | 11.0 | 0.67 | 16.50 | 6.1 |
| 17.80 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.67 | 15.00 | 6.7 |
| 18.00 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.57 | 17.65 | 5.7 |
| 18.20 | 9.50 | 18.00 | 9.5 | 0.70 | 13.57 | 7.4 |
| 18.40 | 9.50 | 20.00 | 9.5 | 0.73 | 12.95 | 7.7 |
| 18.60 | 10.00 | 21.00 | 10.0 | 0.53 | 18.75 | 5.3 |
| 18.80 | 9.50 | 17.50 | 9.5 | 0.60 | 15.83 | 6.3 |
| 19.00 | 10.00 | 19.00 | 10.0 | 0.53 | 18.75 | 5.3 |
| 19.20 | 11.00 | 19.00 | 11.0 | 0.73 | 15.00 | 6.7 |
| 19.40 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.67 | 19.50 | 5.1 |
| 19.60 | 12.00 | 22.00 | 12.0 | 0.73 | 16.36 | 6.1 |
| 19.80 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.70 | 18.57 | 5.4 |
| 20.00 | 10.50 | 21.00 | 10.5 | 0.67 | 15.75 | 6.3 |
| 20.20 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.87 | 11.54 | 8.7 |
| 20.40 | 10.00 | 23.00 | 10.0 | 0.87 | 11.54 | 8.7 |
| 20.60 | 11.00 | 24.00 | 11.0 | 0.77 | 14.35 | 7.0 |
| 20.80 | 10.50 | 22.00 | 10.5 | 0.73 | 14.32 | 7.0 |
| 21.00 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.13 | 97.50 | 1.0 |
| 21.20 | 13.00 | 15.00 | 13.0 | 0.33 | 39.00 | 2.6 |
| 21.40 | 14.00 | 19.00 | 14.0 | 0.20 | 70.00 | 1.4 |
| 21.60 | 15.00 | 18.00 | 15.0 | 0.33 | 45.00 | 2.2 |
| 21.80 | 16.00 | 21.00 | 16.0 | 0.67 | 24.00 | 4.2 |
| 22.00 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.73 | 13.64 | 7.3 |
| 22.20 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.80 | 16.25 | 6.2 |
| 22.40 | 12.00 | 24.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 22.60 | 14.00 | 23.00 | 14.0 | 0.67 | 21.00 | 4.8 |
| 22.80 | 11.00 | 21.00 | 11.0 | 0.67 | 16.50 | 6.1 |
| 23.00 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.63 | 15.79 | 6.3 |
| 23.20 | 10.50 | 20.00 | 10.5 | 0.57 | 18.53 | 5.4 |
| 23.40 | 9.50 | 18.00 | 9.5 | 0.73 | 12.95 | 7.7 |
| 23.60 | 12.00 | 23.00 | 12.0 | 0.40 | 30.00 | 3.3 |
| 23.80 | 15.00 | 21.00 | 15.0 | 0.27 | 56.25 | 1.8 |
| 24.00 | 22.00 | 26.00 | 22.0 | 0.13 | 165.00 | 0.6 |
| 24.20 | 31.00 | 33.00 | 31.0 | 0.20 | 155.00 | 0.6 |
| 24.40 | 27.00 | 30.00 | 27.0 | 0.60 | 45.00 | 2.2 |
| 24.60 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 24.80 | 11.00 | 20.00 | 11.0 | 0.40 | 27.50 | 3.6 |
| 25.00 | 10.00 | 16.00 | 10.0 | 0.27 | 37.50 | 2.7 |
| 25.20 | 11.00 | 15.00 | 11.0 | 0.80 | 13.75 | 7.3 |
| 25.40 | 19.00 | 31.00 | 19.0 | 0.20 | 95.00 | 1.1 |
| 25.60 | 16.00 | 19.00 | 16.0 | 0.73 | 21.82 | 4.6 |
| 25.80 | 12.00 | 23.00 | 12.0 | 0.87 | 13.85 | 7.2 |
| 26.00 | 13.00 | 26.00 | 13.0 | 0.60 | 21.67 | 4.6 |
| 26.20 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 26.40 | 11.00 | 20.00 | 11.0 | 0.43 | 25.38 | 3.9 |
| 26.60 | 9.50 | 16.00 | 9.5 | 0.40 | 23.75 | 4.2 |
| 26.80 | 9.00 | 15.00 | 9.0 | 0.67 | 13.50 | 7.4 |
| 27.00 | 11.00 | 21.00 | 11.0 | 0.60 | 18.33 | 5.5 |
| 27.20 | 10.00 | 19.00 | 10.0 | 0.53 | 18.75 | 5.3 |
| 27.40 | 10.00 | 18.00 | 10.0 | 0.13 | 75.00 | 1.3 |
| 27.60 | 13.00 | 15.00 | 13.0 | 0.33 | 39.00 | 2.6 |
| 27.80 | 16.00 | 21.00 | 16.0 | 0.20 | 80.00 | 1.3 |
| 28.00 | 10.00 | 13.00 | 10.0 | 0.33 | 30.00 | 3.3 |
| 28.20 | 11.00 | 16.00 | 11.0 | 0.60 | 18.33 | 5.5 |
| 28.40 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 28.60 | 13.00 | 22.00 | 13.0 | 0.33 | 39.00 | 2.6 |
| 28.80 | 14.00 | 19.00 | 14.0 | 0.73 | 19.09 | 5.2 |
| 29.00 | 11.00 | 22.00 | 11.0 | 0.67 | 16.50 | 6.1 |
| 29.20 | 10.00 | 20.00 | 10.0 | 0.87 | 11.54 | 8.7 |
| 29.40 | 13.00 | 26.00 | 13.0 | 0.73 | 17.73 | 5.6 |
| 29.60 | 11.00 | 22.00 | 11.0 | 0.60 | 18.33 | 5.5 |
| 29.80 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.80 | 15.00 | 6.7 |
| 30.00 | 13.00 | 25.00 | 13.0 | 0.86 | 15.12 | 6.6 |

| 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 | 13.0 | 0.70 | 1.8 | Coesivo | terreno vegetale |
| 13.80 | 6.978 | 0.38 | 1.8 | Coesivo | argilla/argilla organica |
| 15.60 | 36.111 | 0.36 | 1.9 | Incoerente | sabbia |
| 20.80 | 10.192 | 0.62 | 1.8 | Coesivo | argilla/argilla organica |
| 21.60 | 13.75 | 0.25 | 1.8 | Incoerente | sabbia argillosa |
| 23.60 | 11.8 | 0.65 | 1.9 | Coesivo | argilla |
| 25.40 | 17.556 | 0.39 | 1.9 | Incoerente-Coesivo | sabbia argillosa |
| 27.20 | 11.5 | 0.60 | 1.8 | Coesivo | argilla |
| 27.80 | 13.0 | 0.22 | 1.8 | Incoerente | sabbia |
| 30.00 | 11.818 | 0.65 | 1.8 | Coesivo | argilla |

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 | 0.7 | 486.1 | 65.0 | 134.2 | 8.18 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 2 | 13.80 | C | 0.4 | 234.6 | 55.8 | 91.8 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 3 | 15.60 | I | -- | -- | 37.1 | 250.5 | 0.64 | 1.9 | 2.2 | 33.0 | 30.37 | 90.3 |
| 4 | 20.80 | C | 0.5 | 321.7 | 51.0 | 115.7 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 5 | 21.60 | I | -- | -- | 26.2 | 138.9 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 5.0 | 24.18 | 34.4 |
| 6 | 23.60 | C | 0.6 | 368.1 | 59.0 | 126.5 | <0.5 | 1.9 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 7 | 25.40 | CI | 0.9 | 577.8 | 87.8 | 161.2 | <0.5 | 1.9 | 2.0 | 5.6 | 24.71 | 43.9 |
| 8 | 27.20 | C | 0.5 | 344.9 | 57.5 | 124.5 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 9 | 27.80 | I | -- | -- | 32.5 | 134.2 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 5.0 | 22.77 | 32.5 |
| 10 | 30.00 | C | 0.5 | 348.6 | 59.1 | 126.6 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |

7.3 STIMA ONDA VS₃₀

| Profondità (m) | Spessore (m) | Vi (m/sec) | Vi/spessore |
|----------------|--------------|------------------|----------------|
| 1.0 | 1.0 | 115.18 | 0.00868 |
| 2.0 | 1.0 | 106.47 | 0.00939 |
| 3.0 | 1.0 | 109.97 | 0.00909 |
| 4.0 | 1.0 | 110.73 | 0.00903 |
| 5.0 | 1.0 | 142.5 | 0.00702 |
| 6.0 | 1.0 | 147.07 | 0.00680 |
| 7.0 | 1.0 | 158.1 | 0.00633 |
| 8.0 | 1.0 | 159.07 | 0.00629 |
| 9.0 | 1.0 | 172.5 | 0.00580 |
| 10.0 | 1.0 | 173.61 | 0.00576 |
| 11.0 | 1.0 | 176.52 | 0.00567 |
| 12.0 | 1.0 | 174.27 | 0.00574 |
| 13.0 | 1.0 | 174.84 | 0.00572 |
| 14.0 | 1.0 | 193.21 | 0.00518 |
| 15.0 | 1.0 | 244.77 | 0.00409 |
| 16.0 | 1.0 | 222.34 | 0.00450 |
| 17.0 | 1.0 | 204.63 | 0.00489 |
| 18.0 | 1.0 | 212.83 | 0.00470 |
| 19.0 | 1.0 | 209.11 | 0.00478 |
| 20.0 | 1.0 | 217.79 | 0.00459 |
| 21.0 | 1.0 | 214.02 | 0.00467 |
| 22.0 | 1.0 | 257.87 | 0.00388 |
| 23.0 | 1.0 | 218.15 | 0.00458 |
| 24.0 | 1.0 | 248.76 | 0.00402 |
| 25.0 | 1.0 | 266.15 | 0.00376 |
| 26.0 | 1.0 | 225.59 | 0.00443 |
| 27.0 | 1.0 | 212.43 | 0.00471 |
| 28.0 | 1.0 | 249.41 | 0.00401 |
| 29.0 | 1.0 | 218.87 | 0.00457 |
| 30.0 | 1.0 | 217.43 | 0.00460 |
| | | $\Sigma =$ | 0.16725 |
| | | Vs30= | 179.367 |
| | | CATEGORIA | D |

7.4 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE
Titolo lavoro: pannelli solari
Codice identificativo 16/24
Cliente: Studio Bernagozzi
Indirizzo, Coordinate: Poggio Renatico - Fe
Data 13/05/2024
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 gen. 2018
Fattore sicurezza normativa 1.25
Profondità falda idrica 1.7 m
Accelerazione Bedrock 0.15
Fattore amplificazione 2.589
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) 0.27

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 | 18.63 | 19.42 | 1274.87 | 68.65 |
| 2 | argilla/argilla organica | 0.4 | 13.8 | 17.43 | 18.22 | 684.27 | 37.03 |
| 3 | sabbia | 13.8 | 15.6 | 18.63 | 21.57 | 3541.29 | 35.59 |
| 4 | argilla/argilla organica | 15.6 | 20.8 | 17.95 | 18.74 | 999.52 | 60.73 |
| 5 | sabbia argillosa | 20.8 | 21.6 | 17.65 | 20.59 | 1348.42 | 24.52 |
| 6 | argilla | 21.6 | 23.6 | 18.18 | 18.96 | 1157.19 | 63.42 |
| 7 | sabbia argillosa | 23.6 | 25.4 | 18.92 | 19.7 | 1721.61 | 37.77 |
| 8 | argilla | 25.4 | 27.2 | 18.07 | 18.85 | 1127.77 | 59.2 |
| 9 | sabbia | 27.2 | 27.8 | 17.65 | 20.59 | 1274.87 | 21.79 |
| 10 | argilla | 27.8 | 30 | 18.09 | 18.87 | 1158.97 | 63.54 |

Robertson Wride, 1998

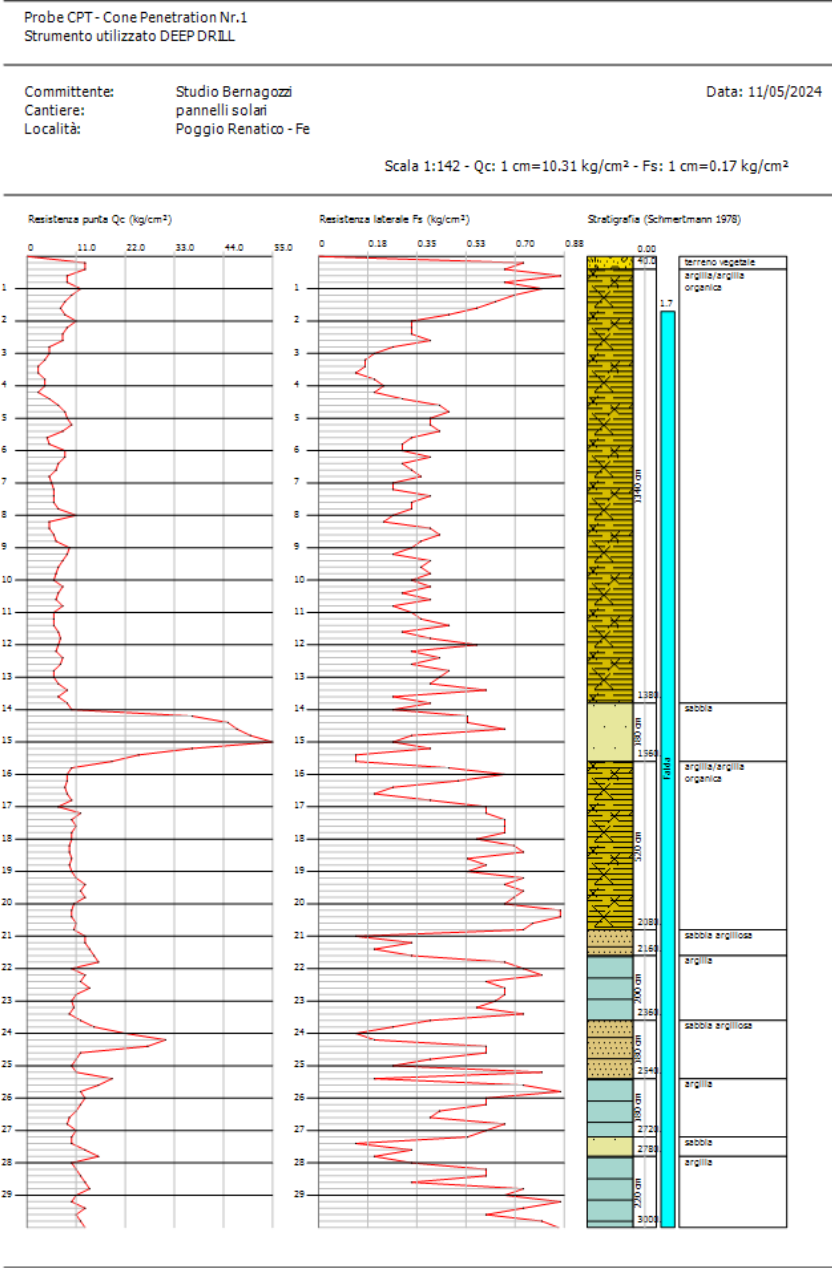
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

| 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 |
|-----|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|---|--|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1 | 1.90 | 33.755 | 31.794 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 2 | 2.10 | 37.399 | 33.476 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 3 | 2.30 | 41.043 | 35.159 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 4 | 2.50 | 44.687 | 36.842 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 5 | 2.70 | 48.331 | 38.524 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 6 | 2.90 | 51.975 | 40.207 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 7 | 3.10 | 55.619 | 41.890 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 8 | 3.30 | 59.263 | 43.572 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 9 | 3.50 | 62.907 | 45.255 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 10 | 3.70 | 66.551 | 46.938 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 11 | 3.90 | 70.195 | 48.620 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 12 | 4.10 | 73.839 | 50.303 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 13 | 4.30 | 77.483 | 51.986 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 14 | 4.50 | 81.127 | 53.668 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 15 | 4.70 | 84.771 | 55.351 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 16 | 4.90 | 88.415 | 57.034 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 17 | 5.10 | 92.059 | 58.716 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 18 | 5.30 | 95.703 | 60.399 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 19 | 5.50 | 99.347 | 62.082 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 20 | 5.70 | 102.991 | 63.764 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 21 | 5.90 | 106.635 | 65.447 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 22 | 6.10 | 110.279 | 67.130 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 23 | 6.30 | 113.923 | 68.812 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 24 | 6.50 | 117.567 | 70.495 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 25 | 6.70 | 121.211 | 72.178 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 26 | 6.90 | 124.855 | 73.860 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 27 | 7.10 | 128.499 | 75.543 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 28 | 7.30 | 132.143 | 77.226 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 29 | 7.50 | 135.787 | 78.908 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 30 | 7.70 | 139.431 | 80.591 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 31 | 7.90 | 143.075 | 82.274 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 32 | 8.10 | 146.719 | 83.956 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |
| 33 | 8.30 | 150.363 | 85.639 | | | | | | | | 0 | | NL | 0 |

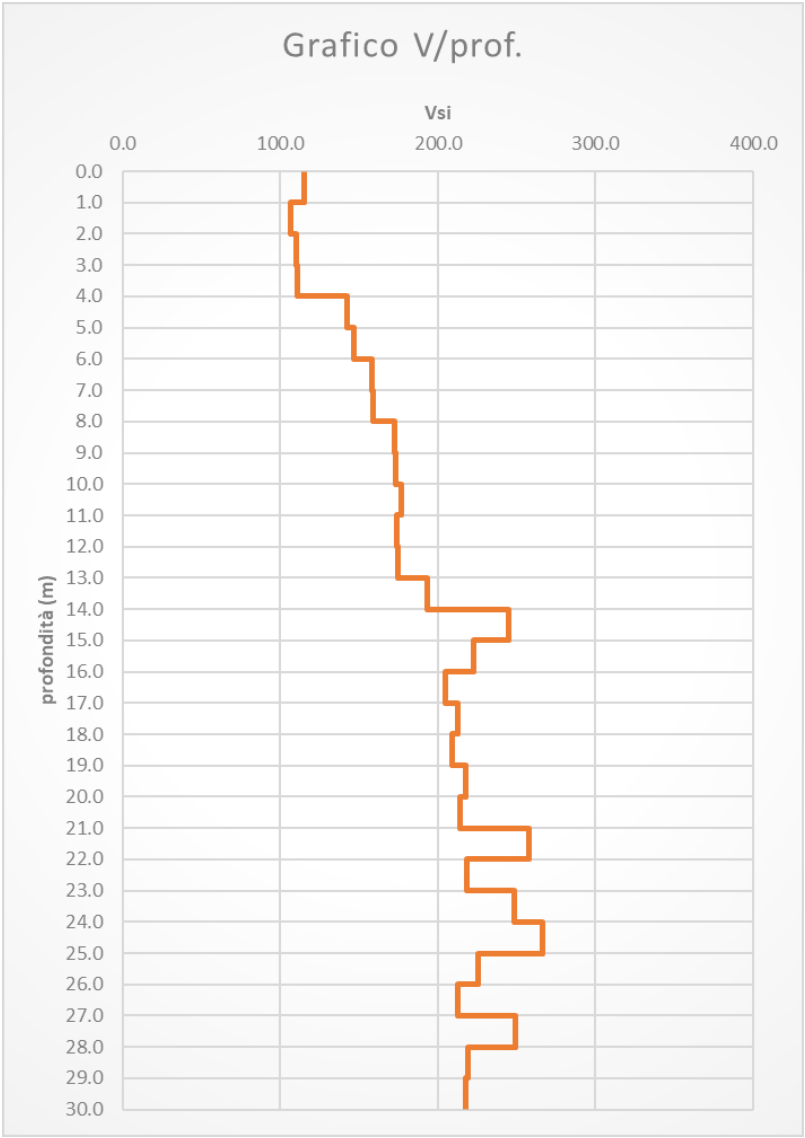
| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|---------|---------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|----|-------|
| 34 | 8.50 | 154.007 | 87.322 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 35 | 8.70 | 157.651 | 89.004 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 36 | 8.90 | 161.295 | 90.687 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 37 | 9.10 | 164.939 | 92.370 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 38 | 9.30 | 168.583 | 94.052 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 39 | 9.50 | 172.227 | 95.735 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 40 | 9.70 | 175.871 | 97.418 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 41 | 9.90 | 179.515 | 99.100 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 42 | 10.10 | 183.159 | 100.783 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 43 | 10.30 | 186.803 | 102.466 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 44 | 10.50 | 190.447 | 104.149 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 45 | 10.70 | 194.091 | 105.831 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 46 | 10.90 | 197.735 | 107.514 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 47 | 11.10 | 201.379 | 109.197 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 48 | 11.30 | 205.023 | 110.879 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 49 | 11.50 | 208.667 | 112.562 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 50 | 11.70 | 212.311 | 114.245 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 51 | 11.90 | 215.955 | 115.927 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 52 | 12.10 | 219.599 | 117.610 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 53 | 12.30 | 223.243 | 119.293 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 54 | 12.50 | 226.887 | 120.975 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 55 | 12.70 | 230.531 | 122.658 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 56 | 12.90 | 234.175 | 124.341 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 57 | 13.10 | 237.819 | 126.023 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 58 | 13.30 | 241.463 | 127.706 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 59 | 13.50 | 245.107 | 129.389 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 60 | 13.70 | 248.751 | 131.071 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 61 | 13.90 | 252.730 | 133.089 | 30.697 | 1.082 | 2.346 | 0.8668204 | 64.658 | 0.803 | 0.105 | 0.203 | 0.519 | L | 43.65 |
| 62 | 14.10 | 257.044 | 135.442 | 30.429 | 1.084 | 2.350 | 0.8592589 | 64.482 | 0.798 | 0.105 | 0.201 | 0.521 | L | 43.69 |
| 63 | 14.30 | 261.358 | 137.794 | 30.168 | 1.085 | 2.353 | 0.851892 | 64.310 | 0.792 | 0.105 | 0.200 | 0.524 | L | 43.71 |
| 64 | 14.50 | 265.672 | 140.147 | 29.914 | 1.087 | 2.357 | 0.8447112 | 64.144 | 0.787 | 0.105 | 0.198 | 0.527 | L | 43.71 |
| 65 | 14.70 | 269.986 | 142.500 | 29.666 | 1.088 | 2.360 | 0.8377092 | 63.982 | 0.782 | 0.104 | 0.197 | 0.530 | L | 43.69 |
| 66 | 14.90 | 274.300 | 144.852 | 29.424 | 1.089 | 2.363 | 0.8308783 | 63.824 | 0.776 | 0.104 | 0.195 | 0.533 | L | 43.65 |
| 67 | 15.10 | 278.614 | 147.205 | 29.188 | 1.091 | 2.367 | 0.8242119 | 63.671 | 0.771 | 0.104 | 0.194 | 0.536 | L | 43.60 |
| 68 | 15.30 | 282.928 | 149.558 | 28.957 | 1.092 | 2.370 | 0.8177034 | 63.523 | 0.765 | 0.104 | 0.193 | 0.539 | L | 43.52 |
| 69 | 15.50 | 287.242 | 151.910 | 28.732 | 1.094 | 2.373 | 0.8113467 | 63.378 | 0.760 | 0.104 | 0.191 | 0.543 | L | 43.43 |
| 70 | 15.70 | 291.273 | 153.980 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 71 | 15.90 | 295.021 | 155.767 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 72 | 16.10 | 298.769 | 157.553 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 73 | 16.30 | 302.517 | 159.340 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 74 | 16.50 | 306.265 | 161.127 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 75 | 16.70 | 310.013 | 162.913 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 76 | 16.90 | 313.761 | 164.700 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 77 | 17.10 | 317.509 | 166.487 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 78 | 17.30 | 321.257 | 168.273 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 79 | 17.50 | 325.005 | 170.060 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 80 | 17.70 | 328.753 | 171.847 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 81 | 17.90 | 332.501 | 173.633 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 82 | 18.10 | 336.249 | 175.420 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 83 | 18.30 | 339.997 | 177.207 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 84 | 18.50 | 343.745 | 178.993 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 85 | 18.70 | 347.493 | 180.780 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 86 | 18.90 | 351.241 | 182.567 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 87 | 19.10 | 354.989 | 184.353 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 88 | 19.30 | 358.737 | 186.140 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 89 | 19.50 | 362.485 | 187.927 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 90 | 19.70 | 366.233 | 189.713 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |

IPL (Sonmez)=2.24 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

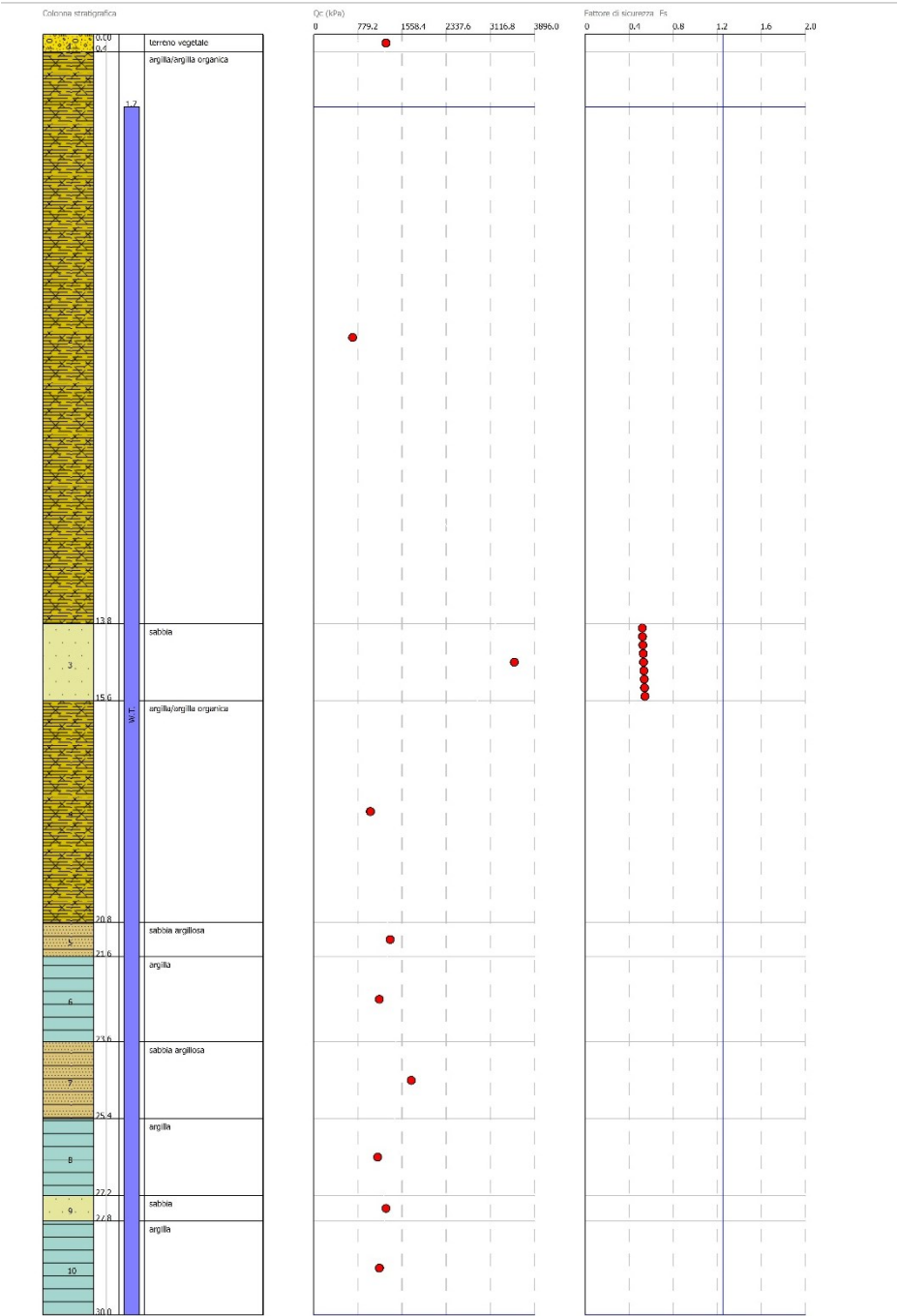
7.5 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA



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: | Deep Drill |
| Prova eseguita in data: | 11/05/2024 |
| Profondità prova: | 30.00 mt |
| Località: | Poggio Renatico – Fe |

| Profondità (m) | Lettura punta (kg/cm ²) | Lettura laterale (kg/cm ²) | qc (kg/cm ²) | fs (kg/cm ²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|-------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------|
| 0.20 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.40 | 17.50 | 5.7 |
| 0.40 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.50 | 14.00 | 7.1 |
| 0.60 | 4.50 | 12.00 | 4.5 | 0.23 | 19.29 | 5.2 |
| 0.80 | 4.00 | 7.50 | 4.0 | 0.27 | 15.00 | 6.7 |
| 1.00 | 7.00 | 11.00 | 7.0 | 0.27 | 26.25 | 3.8 |
| 1.20 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.23 | 25.71 | 3.9 |
| 1.40 | 8.50 | 12.00 | 8.5 | 0.33 | 25.50 | 3.9 |
| 1.60 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.37 | 21.82 | 4.6 |
| 1.80 | 6.50 | 12.00 | 6.5 | 0.27 | 24.37 | 4.1 |
| 2.00 | 10.00 | 14.00 | 10.0 | 0.13 | 75.00 | 1.3 |
| 2.20 | 9.00 | 11.00 | 9.0 | 0.13 | 67.50 | 1.5 |
| 2.40 | 8.50 | 10.50 | 8.5 | 0.20 | 42.50 | 2.4 |
| 2.60 | 8.00 | 11.00 | 8.0 | 0.23 | 34.29 | 2.9 |
| 2.80 | 9.50 | 13.00 | 9.5 | 0.53 | 17.81 | 5.6 |
| 3.00 | 5.00 | 13.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 3.20 | 7.00 | 11.00 | 7.0 | 0.33 | 21.00 | 4.8 |
| 3.40 | 4.00 | 9.00 | 4.0 | 0.27 | 15.00 | 6.7 |
| 3.60 | 3.00 | 7.00 | 3.0 | 0.17 | 18.00 | 5.6 |
| 3.80 | 3.50 | 6.00 | 3.5 | 0.20 | 17.50 | 5.7 |
| 4.00 | 3.00 | 6.00 | 3.0 | 0.20 | 15.00 | 6.7 |
| 4.20 | 2.50 | 5.50 | 2.5 | 0.17 | 15.00 | 6.7 |
| 4.40 | 2.50 | 5.00 | 2.5 | 0.17 | 15.00 | 6.7 |
| 4.60 | 2.00 | 4.50 | 2.0 | 0.17 | 12.00 | 8.3 |
| 4.80 | 2.00 | 4.50 | 2.0 | 0.13 | 15.00 | 6.7 |
| 5.00 | 4.00 | 6.00 | 4.0 | 0.13 | 30.00 | 3.3 |
| 5.20 | 3.50 | 5.50 | 3.5 | 0.13 | 26.25 | 3.8 |
| 5.40 | 4.50 | 6.50 | 4.5 | 0.20 | 22.50 | 4.4 |
| 5.60 | 6.00 | 9.00 | 6.0 | 0.10 | 60.00 | 1.7 |
| 5.80 | 5.50 | 7.00 | 5.5 | 0.33 | 16.50 | 6.1 |
| 6.00 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.20 | 45.00 | 2.2 |
| 6.20 | 19.00 | 22.00 | 19.0 | 0.20 | 95.00 | 1.1 |
| 6.40 | 18.00 | 21.00 | 18.0 | 0.27 | 67.50 | 1.5 |
| 6.60 | 16.00 | 20.00 | 16.0 | 0.10 | 160.00 | 0.6 |
| 6.80 | 7.50 | 9.00 | 7.5 | 0.33 | 22.50 | 4.4 |
| 7.00 | 5.00 | 10.00 | 5.0 | 0.13 | 37.50 | 2.7 |
| 7.20 | 6.00 | 8.00 | 6.0 | 0.13 | 45.00 | 2.2 |
| 7.40 | 5.00 | 7.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 7.60 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 7.80 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.27 | 22.50 | 4.4 |
| 8.00 | 8.00 | 12.00 | 8.0 | 0.27 | 30.00 | 3.3 |
| 8.20 | 8.00 | 12.00 | 8.0 | 0.30 | 26.67 | 3.8 |
| 8.40 | 8.50 | 13.00 | 8.5 | 0.27 | 31.87 | 3.1 |
| 8.60 | 9.00 | 13.00 | 9.0 | 0.33 | 27.00 | 3.7 |
| 8.80 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.50 | 18.00 | 5.6 |
| 9.00 | 9.00 | 16.50 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 9.20 | 10.00 | 16.00 | 10.0 | 0.40 | 25.00 | 4.0 |
| 9.40 | 12.00 | 18.00 | 12.0 | 0.40 | 30.00 | 3.3 |
| 9.60 | 11.00 | 17.00 | 11.0 | 0.40 | 27.50 | 3.6 |
| 9.80 | 10.00 | 16.00 | 10.0 | 0.73 | 13.64 | 7.3 |
| 10.00 | 13.00 | 24.00 | 13.0 | 0.80 | 16.25 | 6.2 |
| 10.20 | 13.00 | 25.00 | 13.0 | 0.73 | 17.73 | 5.6 |
| 10.40 | 12.00 | 23.00 | 12.0 | 0.53 | 22.50 | 4.4 |
| 10.60 | 12.00 | 20.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 10.80 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.53 | 22.50 | 4.4 |
| 11.00 | 11.00 | 19.00 | 11.0 | 0.60 | 18.33 | 5.5 |
| 11.20 | 11.00 | 20.00 | 11.0 | 0.47 | 23.57 | 4.2 |
| 11.40 | 11.00 | 18.00 | 11.0 | 0.47 | 23.57 | 4.2 |
| 11.60 | 10.00 | 17.00 | 10.0 | 0.60 | 16.67 | 6.0 |
| 11.80 | 11.00 | 20.00 | 11.0 | 0.73 | 15.00 | 6.7 |
| 12.00 | 10.00 | 21.00 | 10.0 | 0.67 | 15.00 | 6.7 |
| 12.20 | 11.00 | 21.00 | 11.0 | 0.80 | 13.75 | 7.3 |
| 12.40 | 12.00 | 24.00 | 12.0 | 0.73 | 16.36 | 6.1 |
| 12.60 | 16.00 | 27.00 | 16.0 | 0.87 | 18.46 | 5.4 |
| 12.80 | 15.00 | 28.00 | 15.0 | 0.20 | 75.00 | 1.3 |
| 13.00 | 50.00 | 53.00 | 50.0 | 0.20 | 250.00 | 0.4 |
| 13.20 | 48.00 | 51.00 | 48.0 | 0.33 | 144.00 | 0.7 |
| 13.40 | 50.00 | 55.00 | 50.0 | 0.33 | 150.00 | 0.7 |
| 13.60 | 50.00 | 55.00 | 50.0 | 0.33 | 150.00 | 0.7 |
| 13.80 | 50.00 | 55.00 | 50.0 | 0.67 | 75.00 | 1.3 |
| 14.00 | 55.00 | 65.00 | 55.0 | 0.67 | 82.50 | 1.2 |

| | | | | | | |
|-------|--------|--------|-------|-------|---------|------|
| 14.20 | 50.00 | 60.00 | 50.0 | 1.33 | 37.50 | 2.7 |
| 14.40 | 50.00 | 70.00 | 50.0 | 0.67 | 75.00 | 1.3 |
| 14.60 | 60.00 | 70.00 | 60.0 | 0.33 | 180.00 | 0.6 |
| 14.80 | 75.00 | 80.00 | 75.0 | 0.67 | 112.50 | 0.9 |
| 15.00 | 50.00 | 60.00 | 50.0 | -0.13 | -375.00 | -0.3 |
| 15.20 | 55.00 | 53.00 | 55.0 | 0.33 | 165.00 | 0.6 |
| 15.40 | 50.00 | 55.00 | 50.0 | 1.40 | 35.71 | 2.8 |
| 15.60 | 19.00 | 40.00 | 19.0 | 0.20 | 95.00 | 1.1 |
| 15.80 | 22.00 | 25.00 | 22.0 | 0.40 | 55.00 | 1.8 |
| 16.00 | 28.00 | 34.00 | 28.0 | 1.33 | 21.00 | 4.8 |
| 16.20 | 19.00 | 39.00 | 19.0 | 1.27 | 15.00 | 6.7 |
| 16.40 | 18.00 | 37.00 | 18.0 | 1.27 | 14.21 | 7.0 |
| 16.60 | 19.00 | 38.00 | 19.0 | 1.20 | 15.83 | 6.3 |
| 16.80 | 22.00 | 40.00 | 22.0 | 1.80 | 12.22 | 8.2 |
| 17.00 | 59.00 | 86.00 | 59.0 | 2.40 | 24.58 | 4.1 |
| 17.20 | 84.00 | 120.00 | 84.0 | 1.80 | 46.67 | 2.1 |
| 17.40 | 87.00 | 114.00 | 87.0 | 1.47 | 59.32 | 1.7 |
| 17.60 | 111.00 | 133.00 | 111.0 | 2.33 | 47.57 | 2.1 |
| 17.80 | 106.00 | 141.00 | 106.0 | 1.33 | 79.50 | 1.3 |
| 18.00 | 123.00 | 143.00 | 123.0 | 1.40 | 87.86 | 1.1 |
| 18.20 | 27.00 | 48.00 | 27.0 | 1.47 | 18.41 | 5.4 |
| 18.40 | 17.00 | 39.00 | 17.0 | 0.87 | 19.62 | 5.1 |
| 18.60 | 15.00 | 28.00 | 15.0 | 0.93 | 16.07 | 6.2 |
| 18.80 | 18.00 | 32.00 | 18.0 | 1.00 | 18.00 | 5.6 |
| 19.00 | 19.00 | 34.00 | 19.0 | 1.13 | 16.76 | 6.0 |
| 19.20 | 22.00 | 39.00 | 22.0 | 1.27 | 17.37 | 5.8 |
| 19.40 | 22.00 | 41.00 | 22.0 | 1.13 | 19.41 | 5.2 |
| 19.60 | 14.00 | 31.00 | 14.0 | 0.93 | 15.00 | 6.7 |
| 19.80 | 20.00 | 34.00 | 20.0 | 1.13 | 17.65 | 5.7 |
| 20.00 | 16.00 | 33.00 | 16.0 | 0.93 | 17.14 | 5.8 |
| 20.20 | 20.00 | 34.00 | 20.0 | 1.07 | 18.75 | 5.3 |
| 20.40 | 20.00 | 36.00 | 20.0 | 1.13 | 17.65 | 5.7 |
| 20.60 | 20.00 | 37.00 | 20.0 | 1.07 | 18.75 | 5.3 |
| 20.80 | 21.00 | 37.00 | 21.0 | 0.87 | 24.23 | 4.1 |
| 21.00 | 28.00 | 41.00 | 28.0 | 1.13 | 24.71 | 4.0 |
| 21.20 | 27.00 | 44.00 | 27.0 | 2.33 | 11.57 | 8.6 |
| 21.40 | 62.00 | 97.00 | 62.0 | 1.67 | 37.20 | 2.7 |
| 21.60 | 132.00 | 157.00 | 132.0 | 2.87 | 46.05 | 2.2 |
| 21.80 | 89.00 | 132.00 | 89.0 | 0.87 | 102.69 | 1.0 |
| 22.00 | 58.00 | 71.00 | 58.0 | 1.47 | 39.55 | 2.5 |
| 22.20 | 70.00 | 92.00 | 70.0 | 2.73 | 25.61 | 3.9 |
| 22.40 | 106.00 | 147.00 | 106.0 | 1.40 | 75.71 | 1.3 |
| 22.60 | 112.00 | 133.00 | 112.0 | 2.00 | 56.00 | 1.8 |
| 22.80 | 91.00 | 121.00 | 91.0 | 1.67 | 54.60 | 1.8 |
| 23.00 | 104.00 | 129.00 | 104.0 | 2.73 | 38.05 | 2.6 |
| 23.20 | 31.00 | 72.00 | 31.0 | 1.73 | 17.88 | 5.6 |
| 23.40 | 24.00 | 50.00 | 24.0 | 1.07 | 22.50 | 4.4 |
| 23.60 | 20.00 | 36.00 | 20.0 | 1.33 | 15.00 | 6.7 |
| 23.80 | 22.00 | 42.00 | 22.0 | 1.13 | 19.41 | 5.2 |
| 24.00 | 27.00 | 44.00 | 27.0 | 1.33 | 20.25 | 4.9 |
| 24.20 | 27.00 | 47.00 | 27.0 | 1.53 | 17.61 | 5.7 |
| 24.40 | 29.00 | 52.00 | 29.0 | 1.80 | 16.11 | 6.2 |
| 24.60 | 33.00 | 60.00 | 33.0 | 1.60 | 20.63 | 4.8 |
| 24.80 | 30.00 | 54.00 | 30.0 | 1.60 | 18.75 | 5.3 |
| 25.00 | 34.00 | 58.00 | 34.0 | 1.67 | 20.40 | 4.9 |
| 25.20 | 33.00 | 58.00 | 33.0 | 2.00 | 16.50 | 6.1 |
| 25.40 | 41.00 | 71.00 | 41.0 | 1.73 | 23.65 | 4.2 |
| 25.60 | 33.00 | 59.00 | 33.0 | 1.93 | 17.07 | 5.9 |
| 25.80 | 36.00 | 65.00 | 36.0 | 2.13 | 16.88 | 5.9 |
| 26.00 | 41.00 | 73.00 | 41.0 | 2.60 | 15.77 | 6.3 |
| 26.20 | 54.00 | 93.00 | 54.0 | 2.60 | 20.77 | 4.8 |
| 26.40 | 57.00 | 96.00 | 57.0 | 3.00 | 19.00 | 5.3 |
| 26.60 | 50.00 | 95.00 | 50.0 | 3.13 | 15.96 | 6.3 |
| 26.80 | 35.00 | 82.00 | 35.0 | 2.80 | 12.50 | 8.0 |
| 27.00 | 41.00 | 83.00 | 41.0 | 2.27 | 18.09 | 5.5 |
| 27.20 | 50.00 | 84.00 | 50.0 | 2.87 | 17.44 | 5.7 |
| 27.40 | 50.00 | 93.00 | 50.0 | 2.60 | 19.23 | 5.2 |
| 27.60 | 56.00 | 95.00 | 56.0 | 2.60 | 21.54 | 4.6 |
| 27.80 | 57.00 | 96.00 | 57.0 | 2.47 | 23.11 | 4.3 |
| 28.00 | 45.00 | 82.00 | 45.0 | 2.73 | 16.46 | 6.1 |
| 28.20 | 38.00 | 79.00 | 38.0 | 3.00 | 12.67 | 7.9 |
| 28.40 | 35.00 | 80.00 | 35.0 | 1.93 | 18.10 | 5.5 |
| 28.60 | 32.00 | 61.00 | 32.0 | 1.93 | 16.55 | 6.0 |
| 28.80 | 33.00 | 62.00 | 33.0 | 1.67 | 19.80 | 5.1 |
| 29.00 | 35.00 | 60.00 | 35.0 | 1.67 | 21.00 | 4.8 |
| 29.20 | 33.00 | 58.00 | 33.0 | 1.60 | 20.63 | 4.8 |
| 29.40 | 30.00 | 54.00 | 30.0 | 0.53 | 56.25 | 1.8 |
| 29.60 | 32.00 | 40.00 | 32.0 | 0.93 | 34.29 | 2.9 |
| 29.80 | 27.00 | 41.00 | 27.0 | 0.80 | 33.75 | 3.0 |
| 30.00 | 26.00 | 38.00 | 26.0 | 0.77 | 33.77 | 3.0 |

| Prof. Strato (m) | qc Media (kg/cm ²) | fs Media (kg/cm ²) | Peso unità di volume Medio (t/m ³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|------------------|----------------------------|
| 0.40 | 7.0 | 0.45 | 1.8 | Coesivo | terreno vegetale |
| 1.80 | 6.357 | 0.28 | 1.9 | Coesivo | argilla |
| 2.40 | 9.167 | 0.16 | 2.0 | Incoerente | sabbia |
| 5.40 | 4.267 | 0.22 | 1.7 | Coesivo | argilla organica o torba |
| 6.60 | 12.25 | 0.20 | 1.8 | Incoerente | sabbia |
| 11.00 | 9.182 | 0.42 | 1.8 | Coesivo | argilla |
| 13.00 | 15.7 | 0.57 | 1.9 | Coesivo | argilla organica o torba |
| 15.40 | 53.583 | 0.58 | 1.9 | Incoerente | sabbia |
| 17.00 | 25.75 | 1.23 | 2.0 | Coesivo | argilla |
| 18.00 | 102.2 | 1.67 | 2.0 | Incoerente | sabbia |
| 21.20 | 20.375 | 1.15 | 2.0 | Coesivo | argilla |
| 23.00 | 91.556 | 1.93 | 2.1 | Incoerente | sabbia e sabbia argillosa |
| 27.40 | 36.273 | 2.02 | 2.1 | Coesivo | argilla e argilla sabbiosa |
| 30.00 | 36.846 | 1.74 | 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 | 0.4 | 261.2 | 56.0 | 91.9 | 4.55 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 2 | 1.80 | C | 0.4 | 230.8 | 50.9 | 86.7 | 0.73 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 3 | 2.40 | I | -- | -- | 13.5 | 108.4 | 0.61 | 1.8 | 2.1 | 12.9 | 29.75 | 22.9 |
| 4 | 5.40 | C | 0.2 | 141.9 | 34.1 | 67.9 | <0.5 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 5 | 6.60 | I | -- | -- | 12.7 | 129.4 | <0.5 | 1.9 | 2.2 | 12.7 | 28.47 | 30.6 |
| 6 | 11.00 | C | 0.5 | 311.9 | 45.9 | 108.5 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 7 | 13.00 | C | 0.8 | 546.4 | 78.5 | 150.6 | <0.5 | 1.9 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 8 | 15.40 | I | -- | -- | 49.0 | 318.9 | 0.94 | 1.9 | 2.2 | 44.1 | 32.23 | 134.0 |
| 9 | 17.00 | C | 1.4 | 908.7 | 64.4 | 203.8 | <0.5 | 2.0 | 2.1 | -- | -- | -- |
| 10 | 18.00 | I | -- | -- | 68.3 | 473.1 | 1.44 | 1.9 | 2.2 | 59.4 | 34.36 | 255.5 |
| 11 | 21.20 | C | 1.1 | 694.6 | 101.9 | 176.6 | <0.5 | 2.0 | 2.0 | -- | -- | -- |
| 12 | 23.00 | I | -- | -- | 64.9 | 442.3 | 1.01 | 1.8 | 2.1 | 52.8 | 32.73 | 228.9 |
| 13 | 27.40 | C | 1.9 | 1268.9 | 90.7 | 251.2 | <0.5 | 2.1 | 2.1 | -- | -- | -- |
| 14 | 30.00 | I | -- | -- | 39.0 | 253.6 | <0.5 | 1.8 | 2.1 | 22.9 | 27.07 | 92.1 |

7.9 STIMA ONDA VS₃₀

| Profondità (m) | Spessore (m) | Vi (m/sec) | Vi/spessore |
|----------------|--------------|------------|-------------|
| 1.0 | 1.0 | 189.4 | 0.00528 |
| 2.0 | 1.0 | 126.3 | 0.00792 |
| 3.0 | 1.0 | 127.6 | 0.00783 |
| 4.0 | 1.0 | 176.2 | 0.00568 |
| 5.0 | 1.0 | 160.9 | 0.00621 |
| 6.0 | 1.0 | 188.1 | 0.00532 |
| 7.0 | 1.0 | 255.6 | 0.00391 |
| 8.0 | 1.0 | 190.1 | 0.00526 |
| 9.0 | 1.0 | 204.6 | 0.00489 |
| 10.0 | 1.0 | 210.4 | 0.00475 |
| 11.0 | 1.0 | 190.1 | 0.00526 |
| 12.0 | 1.0 | 186.1 | 0.00537 |
| 13.0 | 1.0 | 198.2 | 0.00505 |
| 14.0 | 1.0 | 263.9 | 0.00379 |
| 15.0 | 1.0 | 297.5 | 0.00336 |
| 16.0 | 1.0 | 226.3 | 0.00442 |
| 17.0 | 1.0 | 251.4 | 0.00398 |
| 18.0 | 1.0 | 204.2 | 0.00490 |
| 19.0 | 1.0 | 214.4 | 0.00466 |
| 20.0 | 1.0 | 226.1 | 0.00442 |
| 21.0 | 1.0 | 301.6 | 0.00332 |
| 22.0 | 1.0 | 305.7 | 0.00327 |
| 23.0 | 1.0 | 262.2 | 0.00381 |
| 24.0 | 1.0 | 203.2 | 0.00492 |
| 25.0 | 1.0 | 222.8 | 0.00449 |
| 26.0 | 1.0 | 212.8 | 0.00470 |

| | | | |
|-----------|-----|-------|---------|
| 27.0 | 1.0 | 208.7 | 0.00479 |
| 28.0 | 1.0 | 232.8 | 0.00430 |
| 29.0 | 1.0 | 237.6 | 0.00421 |
| 30.0 | 1.0 | 331.1 | 0.00302 |
| Σ | | | 0.14309 |
| Vs30 | | | 209.65 |
| CATEGORIA | | | C |

7.10 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: pannelli fotovoltaici
Codice identificativo 16/24
Cliente: Studio Bernagozzi
Indirizzo, Coordinate: Poggio Renatico - Fe
Data 17/05/2024
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 gen. 2018
Fattore sicurezza normativa 1.25
Profondità falda idrica 1.7 m
Accelerazione Bedrock 0.15
Fattore amplificazione 2.589
Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
Morfologia: T1-Superficie piana, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5
Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14
Peak ground acceleration (PGA) 0.225

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 | Argille organiche e terreni misti | 0 | 0.4 | 17.61 | 18.4 | 686.47 | 44.13 |
| 2 | Argilla inorganica di media consistenza | 0.4 | 1.8 | 17.41 | 18.19 | 623.42 | 27.55 |
| 3 | Sabbie Sciolte | 1.8 | 2.4 | 17.65 | 20.59 | 898.94 | 15.25 |
| 4 | Argille organiche e terreni misti | 2.4 | 5.4 | 16.62 | 17.4 | 418.42 | 21.57 |
| 5 | Sabbie Sciolte | 5.4 | 6.6 | 18.63 | 21.57 | 1201.32 | 19.61 |
| 6 | Argilla inorganica di media consistenza | 6.6 | 10 | 17.75 | 18.53 | 819.14 | 36.63 |

Robertson Wride, 1998

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

| Nr. | Profondità dal p.c. (m) | Pressione litostatica (KPa) | Pressione verticale effettiva (KPa) | Resistenza alla punta normalizzata Q | Attrito laterale normalizzato F(%) | Indice di comportamento Ic | Correzione per la pressione e litostatica efficace CQ | Resistenza alla punta corretta qcl (KPa) | Coefficiente riduttivo (rd) | Resistenza alla liquefazione (CRR) | Sforzo di taglio normalizzato (CSR) | Coefficiente di sicurezza a Fs | Suscettibilità di liquefazione | Indice di liquefazione |
|-----|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|---|--|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1 | 1.90 | 33.555 | 31.594 | 21.332 | 1.762 | 2.595 | 1.7 | 50.356 | 0.985 | 0.092 | 0.116 | 0.792 | L | 3.76 |
| 2 | 2.10 | 37.673 | 33.750 | 20.301 | 1.771 | 2.614 | 1.7 | 52.142 | 0.984 | 0.093 | 0.122 | 0.766 | L | 4.66 |
| 3 | 2.30 | 41.791 | 35.907 | 19.380 | 1.779 | 2.632 | 1.7 | 53.885 | 0.982 | 0.095 | 0.127 | 0.746 | L | 5.50 |
| 4 | 2.50 | 45.590 | 37.745 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 5 | 2.70 | 49.070 | 39.263 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 6 | 2.90 | 52.550 | 40.782 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 7 | 3.10 | 56.030 | 42.301 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 8 | 3.30 | 59.510 | 43.819 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 9 | 3.50 | 62.990 | 45.338 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 10 | 3.70 | 66.470 | 46.857 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 11 | 3.90 | 69.950 | 48.375 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 12 | 4.10 | 73.430 | 49.894 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 13 | 4.30 | 76.910 | 51.413 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 14 | 4.50 | 80.390 | 52.931 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 15 | 4.70 | 83.870 | 54.450 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 16 | 4.90 | 87.350 | 55.969 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 17 | 5.10 | 90.830 | 57.487 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 18 | 5.30 | 94.310 | 59.006 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 19 | 5.50 | 98.207 | 60.942 | 18.101 | 1.778 | 2.656 | 1.640912 | 72.697 | 0.958 | 0.116 | 0.171 | 0.677 | L | 15.34 |
| 20 | 5.70 | 102.521 | 63.294 | 17.360 | 1.785 | 2.672 | 1.579919 | 72.086 | 0.956 | 0.115 | 0.172 | 0.669 | L | 16.17 |
| 21 | 5.90 | 106.835 | 65.647 | 16.672 | 1.792 | 2.688 | 1.523297 | 71.513 | 0.955 | 0.114 | 0.172 | 0.662 | L | 16.99 |
| 22 | 6.10 | 111.149 | 68.000 | 16.032 | 1.799 | 2.703 | 1.470594 | 70.975 | 0.953 | 0.113 | 0.173 | 0.656 | L | 17.79 |
| 23 | 6.30 | 115.463 | 70.352 | 15.435 | 1.806 | 2.718 | 1.421415 | 70.467 | 0.952 | 0.113 | 0.173 | 0.650 | L | 18.56 |
| 24 | 6.50 | 119.777 | 72.705 | 14.876 | 1.813 | 2.732 | 1.37542 | 69.988 | 0.950 | 0.112 | 0.173 | 0.645 | L | 19.32 |
| 25 | 6.70 | 123.787 | 74.754 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 26 | 6.90 | 127.493 | 76.498 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|---------|---------|--|--|--|--|--|--|--|---|----|---|
| 27 | 7.10 | 131.199 | 78.243 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 28 | 7.30 | 134.905 | 79.988 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 29 | 7.50 | 138.611 | 81.732 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 30 | 7.70 | 142.317 | 83.477 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 31 | 7.90 | 146.023 | 85.222 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 32 | 8.10 | 149.729 | 86.966 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 33 | 8.30 | 153.435 | 88.711 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 34 | 8.50 | 157.141 | 90.456 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 35 | 8.70 | 160.847 | 92.200 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 36 | 8.90 | 164.553 | 93.945 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 37 | 9.10 | 168.259 | 95.690 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 38 | 9.30 | 171.965 | 97.434 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 39 | 9.50 | 175.671 | 99.179 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 40 | 9.70 | 179.377 | 100.924 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 41 | 9.90 | 183.083 | 102.669 | | | | | | | | 0 | NL | 0 |

IPL (Sonmez)=2.73 Zcrit=10 m Rischio=Moderato

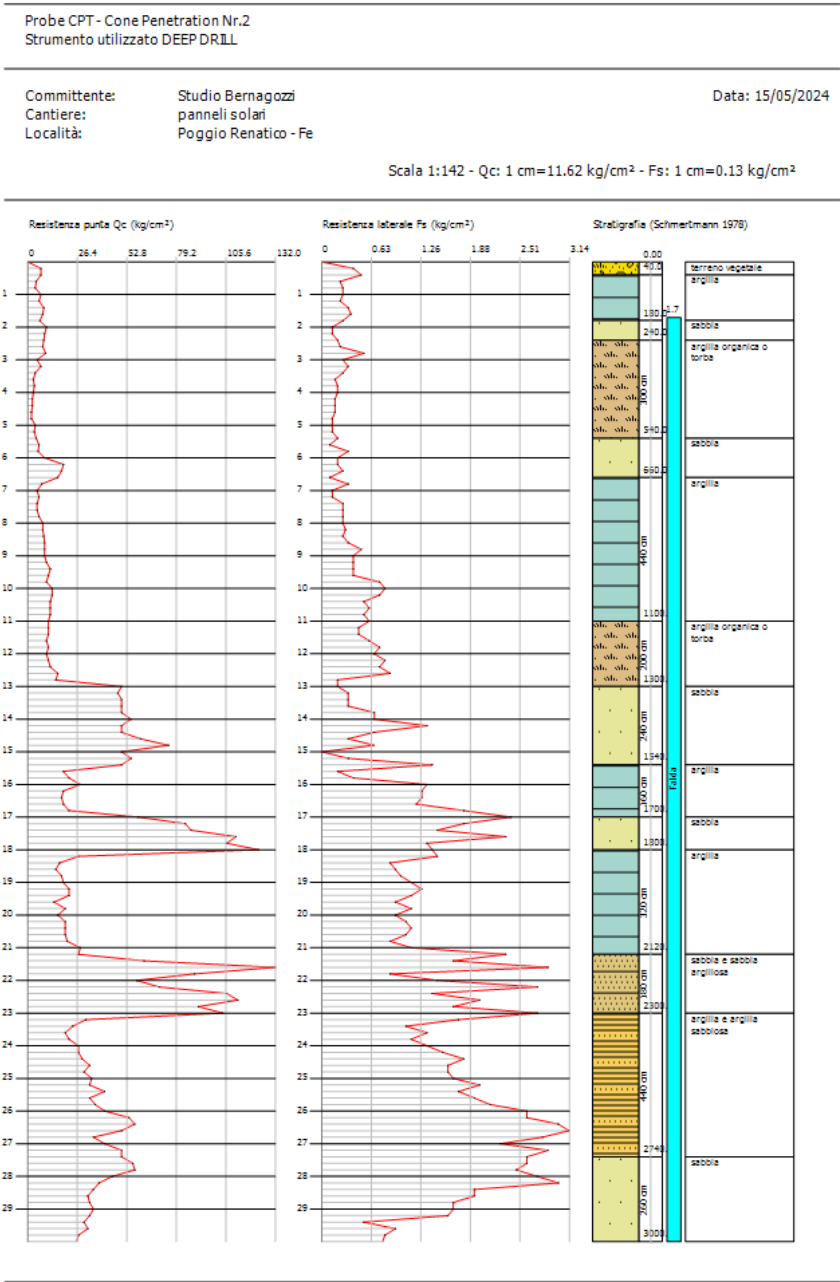
7.11 STIMA CEDIMENTO POST SISMA

| Strato | Comportamento geotecnico | Indice di plasticità [%] | Indice dei vuoti [%] | Indice compressione | Modulo taglio [kN/m²] | Grado di consolidazione medio |
|--------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Coesivo | 2.0 | 0.6 | 0.10 | 9012.2 | 4.55 |
| | Coesivo | 15 | 1.8 | 0.12 | 8502.3 | 0.73 |
| | Incoerente | 0.0 | 0.5 | 0.10 | 10630.3 | 0.61 |
| | Coesivo | 15 | 1.1 | 0.12 | 6658.6 | 0.50 |
| | Incoerente | 0.0 | 0.3 | 0.10 | 10640.7 | 0.50 |

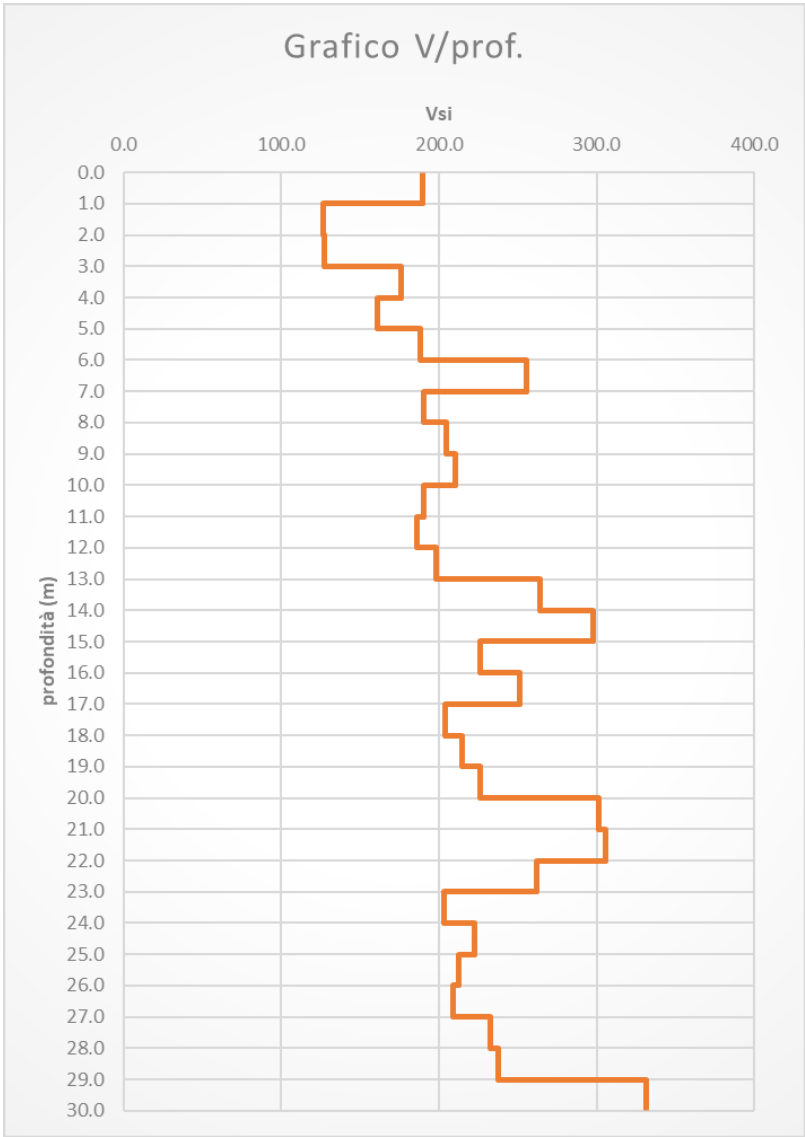
Cedimento Post-Sismico**5.971 cm**

| Nr. | Profondità dal p.c. (m) | Pressione litostatica totale (KPa) | Pressione verticale effettiva (KPa) | Fattore di sicurezza Fs | Deformazione verticale | Cedimento [mm] |
|-----|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|
| 1 | 1.90 | 33.555 | 31.594 | | 2.78E-04 | 0.0056 |
| 2 | 2.10 | 37.673 | 33.750 | | 3.07E-04 | 0.0061 |
| 3 | 2.30 | 41.791 | 35.907 | | 3.36E-04 | 0.0067 |
| 4 | 2.50 | 45.590 | 37.745 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 5 | 2.70 | 49.070 | 39.263 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 6 | 2.90 | 52.550 | 40.782 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 7 | 3.10 | 56.030 | 42.301 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 8 | 3.30 | 59.510 | 43.819 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 9 | 3.50 | 62.990 | 45.338 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 10 | 3.70 | 66.470 | 46.857 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 11 | 3.90 | 69.950 | 48.375 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 12 | 4.10 | 73.430 | 49.894 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 13 | 4.30 | 76.910 | 51.413 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 14 | 4.50 | 80.390 | 52.931 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 15 | 4.70 | 83.870 | 54.450 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 16 | 4.90 | 87.350 | 55.969 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 17 | 5.10 | 90.830 | 57.487 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 18 | 5.30 | 94.310 | 59.006 | | -1.00E+00 | 0.0067 |
| 19 | 5.50 | 98.207 | 60.942 | | 1.09E-02 | 0.2188 |
| 20 | 5.70 | 102.521 | 63.294 | | 1.12E-02 | 0.2243 |
| 21 | 5.90 | 106.835 | 65.647 | | 1.15E-02 | 0.2299 |
| 22 | 6.10 | 111.149 | 68.000 | | 1.18E-02 | 0.2356 |
| 23 | 6.30 | 115.463 | 70.352 | | 1.21E-02 | 0.2415 |
| 24 | 6.50 | 119.777 | 72.705 | | 1.24E-02 | 0.2475 |
| 25 | 6.70 | 123.787 | 74.754 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 26 | 6.90 | 127.493 | 76.498 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 27 | 7.10 | 131.199 | 78.243 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 28 | 7.30 | 134.905 | 79.988 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 29 | 7.50 | 138.611 | 81.732 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 30 | 7.70 | 142.317 | 83.477 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 31 | 7.90 | 146.023 | 85.222 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 32 | 8.10 | 149.729 | 86.966 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 33 | 8.30 | 153.435 | 88.711 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 34 | 8.50 | 157.141 | 90.456 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 35 | 8.70 | 160.847 | 92.200 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 36 | 8.90 | 164.553 | 93.945 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 37 | 9.10 | 168.259 | 95.690 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 38 | 9.30 | 171.965 | 97.434 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 39 | 9.50 | 175.671 | 99.179 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 40 | 9.70 | 179.377 | 100.924 | | -1.00E+00 | 0.2475 |
| 41 | 9.90 | 183.083 | 102.669 | | -1.00E+00 | 0.2475 |

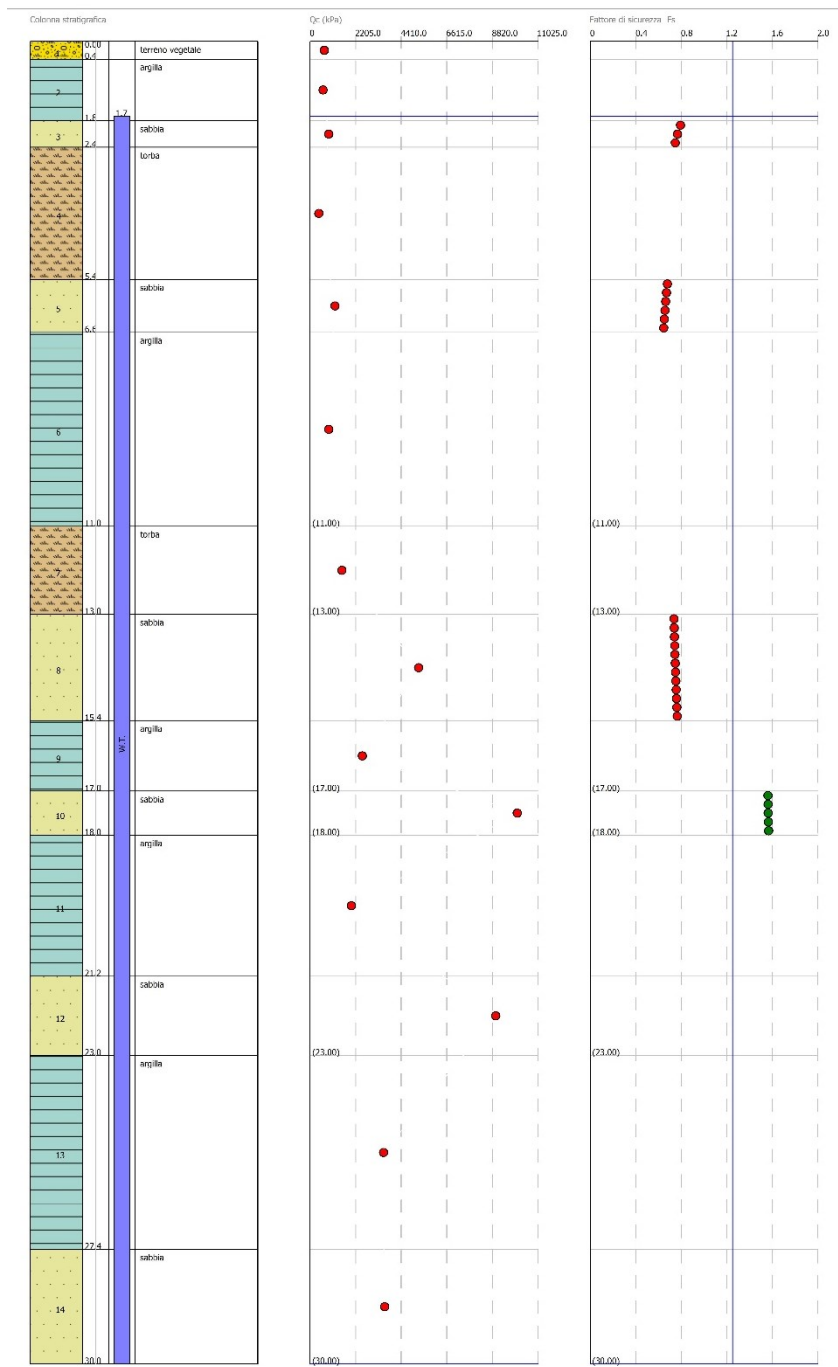
7.12 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA



7.13 GRAFICO CATEGORIA SOTTOSUOLO V_{se}



7.14 GRAFICO SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE



7.15 ELABORAZIONE PROVA CPT Nr.3

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Committente: | Studio Bernagozzi |
| Strumento utilizzato: | Deep Drill |
| Prova eseguita in data: | 11/05/2024 |
| Profondità prova: | 20.00 mt |
| Località: | Poggio Renatico - Fe |

| Profondità (m) | Lettura punta (kg/cm²) | Lettura laterale (kg/cm²) | qc (kg/cm²) | fs (kg/cm²) | qc/fs Begemann | fs/qcx100 (Schmertmann) |
|----------------|------------------------|---------------------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------|
| 0.20 | 3.00 | 8.00 | 3.0 | 0.33 | 9.00 | 11.1 |
| 0.40 | 3.00 | 8.00 | 3.0 | 0.13 | 22.50 | 4.4 |
| 0.60 | 7.00 | 9.00 | 7.0 | 0.33 | 21.00 | 4.8 |
| 0.80 | 6.00 | 11.00 | 6.0 | 0.33 | 18.00 | 5.6 |
| 1.00 | 10.00 | 15.00 | 10.0 | 0.33 | 30.00 | 3.3 |
| 1.20 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.33 | 24.00 | 4.2 |
| 1.40 | 7.00 | 12.00 | 7.0 | 0.37 | 19.09 | 5.2 |
| 1.60 | 5.50 | 11.00 | 5.5 | 0.37 | 15.00 | 6.7 |
| 1.80 | 4.50 | 10.00 | 4.5 | 0.40 | 11.25 | 8.9 |
| 2.00 | 6.00 | 12.00 | 6.0 | 0.27 | 22.50 | 4.4 |
| 2.20 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.37 | 16.36 | 6.1 |
| 2.40 | 4.50 | 10.00 | 4.5 | 0.23 | 19.29 | 5.2 |
| 2.60 | 2.50 | 6.00 | 2.5 | 0.20 | 12.50 | 8.0 |
| 2.80 | 3.00 | 6.00 | 3.0 | 0.27 | 11.25 | 8.9 |
| 3.00 | 2.00 | 6.00 | 2.0 | 0.17 | 12.00 | 8.3 |
| 3.20 | 2.00 | 4.50 | 2.0 | 0.17 | 12.00 | 8.3 |
| 3.40 | 2.00 | 4.50 | 2.0 | 0.17 | 12.00 | 8.3 |
| 3.60 | 3.50 | 6.00 | 3.5 | 0.17 | 21.00 | 4.8 |
| 3.80 | 3.50 | 6.00 | 3.5 | 0.27 | 13.12 | 7.6 |
| 4.00 | 3.00 | 7.00 | 3.0 | 0.27 | 11.25 | 8.9 |
| 4.20 | 2.00 | 6.00 | 2.0 | 0.20 | 10.00 | 10.0 |
| 4.40 | 2.00 | 5.00 | 2.0 | 0.20 | 10.00 | 10.0 |
| 4.60 | 3.00 | 6.00 | 3.0 | 0.13 | 22.50 | 4.4 |
| 4.80 | 4.00 | 6.00 | 4.0 | 0.13 | 30.00 | 3.3 |
| 5.00 | 10.00 | 12.00 | 10.0 | 0.10 | 100.00 | 1.0 |
| 5.20 | 6.50 | 8.00 | 6.5 | 0.27 | 24.37 | 4.1 |
| 5.40 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.20 | 25.00 | 4.0 |
| 5.60 | 5.00 | 8.00 | 5.0 | 0.13 | 37.50 | 2.7 |
| 5.80 | 6.00 | 8.00 | 6.0 | 0.27 | 22.50 | 4.4 |
| 6.00 | 10.00 | 14.00 | 10.0 | 0.20 | 50.00 | 2.0 |
| 6.20 | 9.00 | 12.00 | 9.0 | 0.17 | 54.00 | 1.9 |
| 6.40 | 3.50 | 6.00 | 3.5 | 0.20 | 17.50 | 5.7 |
| 6.60 | 3.00 | 6.00 | 3.0 | 0.10 | 30.00 | 3.3 |
| 6.80 | 3.50 | 5.00 | 3.5 | 0.17 | 21.00 | 4.8 |
| 7.00 | 4.50 | 7.00 | 4.5 | 0.30 | 15.00 | 6.7 |
| 7.20 | 4.50 | 9.00 | 4.5 | 0.30 | 15.00 | 6.7 |
| 7.40 | 4.50 | 9.00 | 4.5 | 0.27 | 16.87 | 5.9 |
| 7.60 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 7.80 | 5.50 | 9.50 | 5.5 | 0.30 | 18.33 | 5.5 |
| 8.00 | 7.50 | 12.00 | 7.5 | 0.27 | 28.12 | 3.6 |
| 8.20 | 7.00 | 11.00 | 7.0 | 0.37 | 19.09 | 5.2 |
| 8.40 | 8.50 | 14.00 | 8.5 | 0.20 | 42.50 | 2.4 |
| 8.60 | 10.00 | 13.00 | 10.0 | 0.33 | 30.00 | 3.3 |
| 8.80 | 10.00 | 15.00 | 10.0 | 0.53 | 18.75 | 5.3 |
| 9.00 | 12.00 | 20.00 | 12.0 | 0.60 | 20.00 | 5.0 |
| 9.20 | 8.00 | 17.00 | 8.0 | 0.60 | 13.33 | 7.5 |
| 9.40 | 9.00 | 18.00 | 9.0 | 0.60 | 15.00 | 6.7 |
| 9.60 | 8.00 | 17.00 | 8.0 | 0.60 | 13.33 | 7.5 |
| 9.80 | 12.00 | 21.00 | 12.0 | 0.33 | 36.00 | 2.8 |
| 10.00 | 5.00 | 10.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 10.20 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.27 | 22.50 | 4.4 |
| 10.40 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.20 | 25.00 | 4.0 |
| 10.60 | 5.00 | 8.00 | 5.0 | 0.20 | 25.00 | 4.0 |
| 10.80 | 5.00 | 8.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 11.00 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.27 | 18.75 | 5.3 |
| 11.20 | 5.00 | 9.00 | 5.0 | 0.33 | 15.00 | 6.7 |
| 11.40 | 5.00 | 10.00 | 5.0 | 0.40 | 12.50 | 8.0 |
| 11.60 | 5.00 | 11.00 | 5.0 | 0.40 | 12.50 | 8.0 |
| 11.80 | 6.00 | 12.00 | 6.0 | 0.47 | 12.86 | 7.8 |
| 12.00 | 7.00 | 14.00 | 7.0 | 0.40 | 17.50 | 5.7 |
| 12.20 | 9.00 | 15.00 | 9.0 | 0.33 | 27.00 | 3.7 |
| 12.40 | 7.00 | 12.00 | 7.0 | 0.33 | 21.00 | 4.8 |
| 12.60 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 12.80 | 8.00 | 14.00 | 8.0 | 0.33 | 24.00 | 4.2 |
| 13.00 | 8.00 | 13.00 | 8.0 | 0.13 | 60.00 | 1.7 |
| 13.20 | 12.00 | 14.00 | 12.0 | 0.20 | 60.00 | 1.7 |
| 13.40 | 54.00 | 57.00 | 54.0 | 0.67 | 81.00 | 1.2 |
| 13.60 | 57.00 | 67.00 | 57.0 | 0.67 | 85.50 | 1.2 |
| 13.80 | 46.00 | 56.00 | 46.0 | 0.33 | 138.00 | 0.7 |
| 14.00 | 57.00 | 62.00 | 57.0 | 0.33 | 171.00 | 0.6 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|------|------|--------|-----|
| 14.20 | 62.00 | 67.00 | 62.0 | 0.60 | 103.33 | 1.0 |
| 14.40 | 23.00 | 32.00 | 23.0 | 0.33 | 69.00 | 1.4 |
| 14.60 | 7.00 | 12.00 | 7.0 | 0.07 | 105.00 | 1.0 |
| 14.80 | 5.00 | 6.00 | 5.0 | 0.13 | 37.50 | 2.7 |
| 15.00 | 6.00 | 8.00 | 6.0 | 0.20 | 30.00 | 3.3 |
| 15.20 | 6.00 | 9.00 | 6.0 | 0.20 | 30.00 | 3.3 |
| 15.40 | 6.00 | 9.00 | 6.0 | 0.13 | 45.00 | 2.2 |
| 15.60 | 8.00 | 10.00 | 8.0 | 0.27 | 30.00 | 3.3 |
| 15.80 | 14.00 | 18.00 | 14.0 | 0.33 | 42.00 | 2.4 |
| 16.00 | 10.00 | 15.00 | 10.0 | 0.20 | 50.00 | 2.0 |
| 16.20 | 8.00 | 11.00 | 8.0 | 0.33 | 24.00 | 4.2 |
| 16.40 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.33 | 27.00 | 3.7 |
| 16.60 | 9.00 | 14.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 16.80 | 9.00 | 15.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 17.00 | 9.00 | 15.00 | 9.0 | 0.47 | 19.29 | 5.2 |
| 17.20 | 9.00 | 16.00 | 9.0 | 0.40 | 22.50 | 4.4 |
| 17.40 | 7.00 | 13.00 | 7.0 | 0.27 | 26.25 | 3.8 |
| 17.60 | 7.00 | 11.00 | 7.0 | 0.27 | 26.25 | 3.8 |
| 17.80 | 6.00 | 10.00 | 6.0 | 0.07 | 90.00 | 1.1 |
| 18.00 | 6.00 | 7.00 | 6.0 | 0.13 | 45.00 | 2.2 |
| 18.20 | 5.00 | 7.00 | 5.0 | 0.13 | 37.50 | 2.7 |
| 18.40 | 6.00 | 8.00 | 6.0 | 0.13 | 45.00 | 2.2 |
| 18.60 | 7.00 | 9.00 | 7.0 | 0.20 | 35.00 | 2.9 |
| 18.80 | 9.00 | 12.00 | 9.0 | 0.13 | 67.50 | 1.5 |
| 19.00 | 12.00 | 14.00 | 12.0 | 0.20 | 60.00 | 1.7 |
| 19.20 | 10.00 | 13.00 | 10.0 | 0.20 | 50.00 | 2.0 |
| 19.40 | 14.00 | 17.00 | 14.0 | 0.33 | 42.00 | 2.4 |
| 19.60 | 21.00 | 26.00 | 21.0 | 0.20 | 105.00 | 1.0 |
| 19.80 | 39.00 | 42.00 | 39.0 | 0.13 | 292.50 | 0.3 |
| 20.00 | 54.00 | 56.00 | 54.0 | 0.18 | 300.00 | 0.3 |

| Prof. Strato (m) | qc Media (kg/cm²) | fs Media (kg/cm²) | Peso unità di volume Medio (t/m³) | Comp. Geotecnico | Descrizione |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|---|--------------------|--------------------------|
| 0.40 | 3.0 | 0.23 | 1.7 | Coesivo | terreno vegetale |
| 4.80 | 4.409 | 0.26 | 1.7 | Coesivo | argilla organica/argilla |
| 6.20 | 7.357 | 0.19 | 1.8 | Coesivo | argilla |
| 12.80 | 6.606 | 0.34 | 1.8 | Coesivo | argilla organica/argilla |
| 14.60 | 36.222 | 0.37 | 1.9 | Incoerente | sabbia |
| 16.00 | 7.857 | 0.21 | 1.8 | Incoerente-Coesivo | argilla sabbiosa |
| 17.60 | 8.375 | 0.36 | 1.8 | Coesivo | argilla |
| 20.00 | 15.75 | 0.17 | 1.8 | Incoerente | sabbia/sabbia argillosa |

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 | 111.2 | 24.0 | 54.8 | 2.07 | 1.7 | 1.7 | -- | -- | -- |
| 2 | 4.80 | C | 0.2 | 153.8 | 35.3 | 69.3 | <0.5 | 1.7 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 3 | 6.20 | C | 0.4 | 256.7 | 36.8 | 94.8 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 4 | 12.80 | C | 0.3 | 217.1 | 52.8 | 88.7 | <0.5 | 1.8 | 1.8 | -- | -- | -- |
| 5 | 14.60 | I | -- | -- | 38.2 | 251.0 | 0.74 | 1.9 | 2.2 | 35.1 | 31.03 | 90.6 |
| 6 | 16.00 | CI | 0.4 | 246.9 | 39.3 | 98.7 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | 5.0 | 23.2 | 19.6 |
| 7 | 17.60 | C | 0.4 | 261.8 | 41.9 | 102.6 | <0.5 | 1.8 | 1.9 | -- | -- | -- |
| 8 | 20.00 | I | -- | -- | 22.6 | 150.9 | <0.5 | 1.9 | 2.2 | 7.1 | 25.65 | 39.4 |

7.16 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

| | |
|--|------------|
| Titolo lavoro: pannelli solari | 16/24 |
| Codice identificativo | |
| Cliente: Studio Bernagozzi | |
| Indirizzo, Coordinate: Poggio Renatico - Fe | |
| Data | 13/05/2024 |
| Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 gen. 2018 | |

| | |
|---|-------|
| Fattore sicurezza normativa | 1.25 |
| Profondità falda idrica | 1.3 m |
| Accelerazione Bedrock | 0.15 |
| Fattore amplificazione | 0.15 |
| Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 | |
| Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ | |
| Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) | 1.5 |
| Coefficiente amplificazione topografica (ST) | 1 |
| Magnitudo momento sismico (Mw) | 6.14 |
| Peak ground acceleration (PGA) | 0.225 |

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 | 16.2 | 16.99 | 294.2 | 22.88 |
| 2 | argilla organica/argilla | 0.4 | 4.8 | 16.74 | 17.52 | 432.38 | 25.26 |
| 3 | argilla | 4.8 | 6.2 | 17.58 | 18.37 | 721.49 | 18.68 |
| 4 | argilla organica/argilla | 6.2 | 12.8 | 17.31 | 18.09 | 647.83 | 33.28 |
| 5 | sabbia | 12.8 | 14.6 | 18.63 | 21.57 | 3552.19 | 36.32 |
| 6 | argilla sabbiosa | 14.6 | 16 | 17.52 | 18.3 | 770.52 | 20.55 |
| 7 | argilla | 16 | 17.6 | 17.61 | 18.4 | 821.31 | 35.14 |
| 8 | sabbia/sabbia argillosa | 17.6 | 20 | 18.63 | 21.57 | 1544.55 | 16.73 |

Robertson Wride, 1998

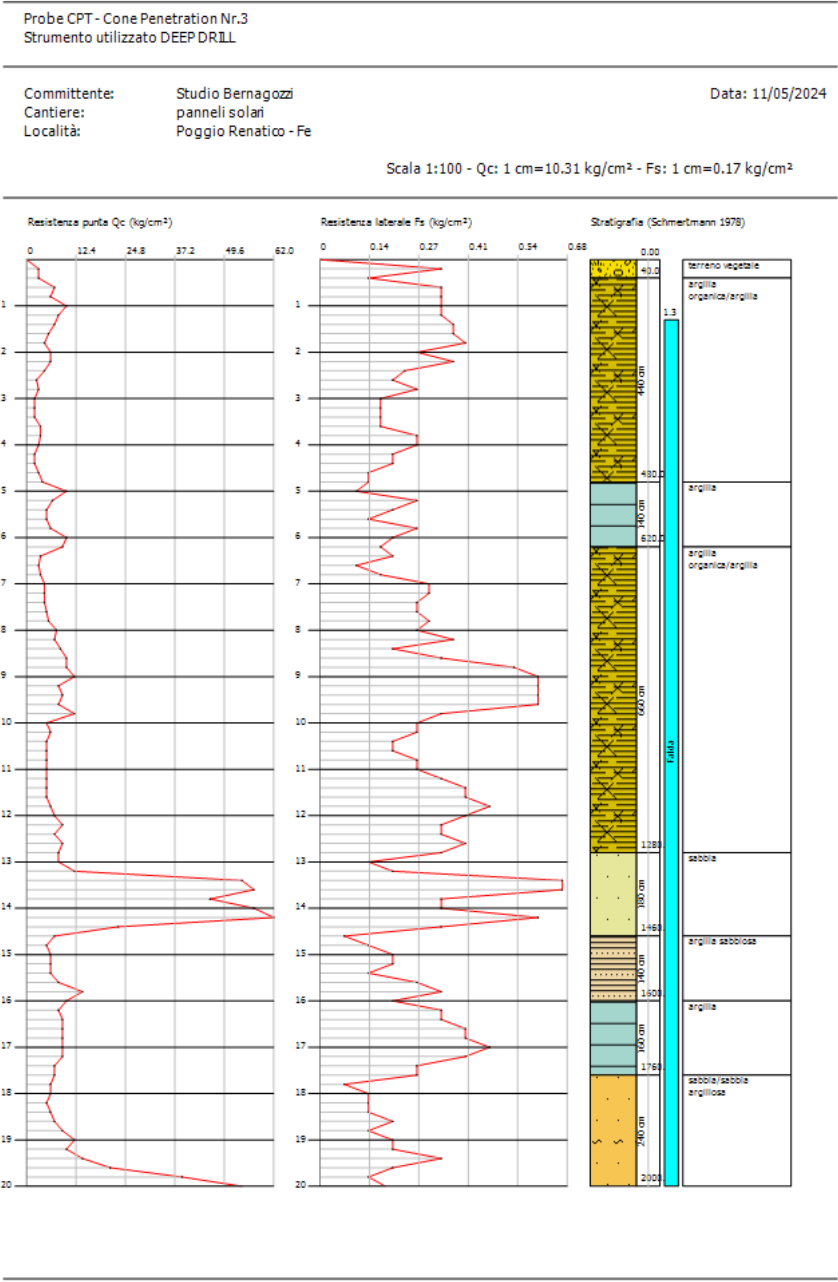
Correzione per la magnitudo (MSF) 1.32

| 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 |
|-----|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|---|--|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| 1 | 1.50 | 25.050 | 23.089 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 2 | 1.70 | 28.554 | 24.631 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 3 | 1.90 | 32.058 | 26.174 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 4 | 2.10 | 35.562 | 27.717 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 5 | 2.30 | 39.066 | 29.259 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 6 | 2.50 | 42.570 | 30.802 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 7 | 2.70 | 46.074 | 32.345 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 8 | 2.90 | 49.578 | 33.887 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 9 | 3.10 | 53.082 | 35.430 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 10 | 3.30 | 56.586 | 36.973 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 11 | 3.50 | 60.090 | 38.515 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 12 | 3.70 | 63.594 | 40.058 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 13 | 3.90 | 67.098 | 41.601 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 14 | 4.10 | 70.602 | 43.143 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 15 | 4.30 | 74.106 | 44.686 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 16 | 4.50 | 77.610 | 46.229 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 17 | 4.70 | 81.114 | 47.771 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 18 | 4.90 | 84.703 | 49.399 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 19 | 5.10 | 88.377 | 51.112 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 20 | 5.30 | 92.051 | 52.824 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 21 | 5.50 | 95.725 | 54.537 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 22 | 5.70 | 99.399 | 56.250 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 23 | 5.90 | 103.073 | 57.962 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 24 | 6.10 | 106.747 | 59.675 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 25 | 6.30 | 110.393 | 61.360 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 26 | 6.50 | 114.011 | 63.016 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 27 | 6.70 | 117.629 | 64.673 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 28 | 6.90 | 121.247 | 66.330 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 29 | 7.10 | 124.865 | 67.986 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 30 | 7.30 | 128.483 | 69.643 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 31 | 7.50 | 132.101 | 71.300 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 32 | 7.70 | 135.719 | 72.956 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 33 | 7.90 | 139.337 | 74.613 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 34 | 8.10 | 142.955 | 76.270 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 35 | 8.30 | 146.573 | 77.926 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 36 | 8.50 | 150.191 | 79.583 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 37 | 8.70 | 153.809 | 81.240 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 38 | 8.90 | 157.427 | 82.896 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 39 | 9.10 | 161.045 | 84.553 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 40 | 9.30 | 164.663 | 86.210 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 41 | 9.50 | 168.281 | 87.866 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 42 | 9.70 | 171.899 | 89.523 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 43 | 9.90 | 175.517 | 91.180 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 44 | 10.10 | 179.135 | 92.836 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 45 | 10.30 | 182.753 | 94.493 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 46 | 10.50 | 186.371 | 96.150 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |

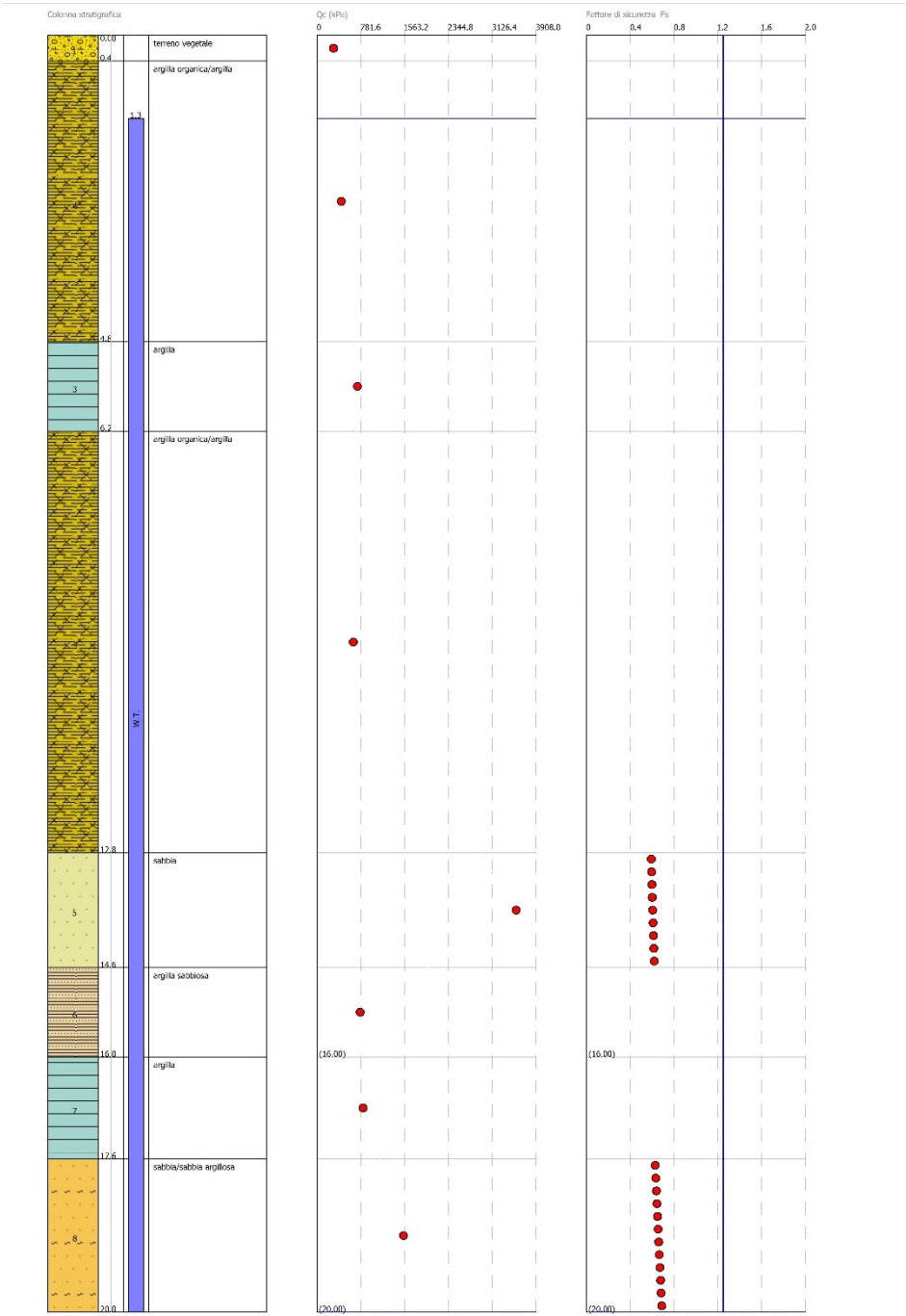
| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|---------|---------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|----|-------|
| 47 | 10.70 | 189.989 | 97.807 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 48 | 10.90 | 193.607 | 99.463 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 49 | 11.10 | 197.225 | 101.120 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 50 | 11.30 | 200.843 | 102.777 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 51 | 11.50 | 204.461 | 104.433 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 52 | 11.70 | 208.079 | 106.090 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 53 | 11.90 | 211.697 | 107.747 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 54 | 12.10 | 215.315 | 109.403 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 55 | 12.30 | 218.933 | 111.060 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 56 | 12.50 | 222.551 | 112.717 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 57 | 12.70 | 226.169 | 114.373 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 58 | 12.90 | 230.135 | 116.378 | 32.928 | 1.093 | 2.323 | 0.9269682 | 66.672 | 0.830 | 0.108 | 0.182 | 0.592 | L | 35.68 |
| 59 | 13.10 | 234.449 | 118.731 | 32.600 | 1.095 | 2.327 | 0.9177382 | 66.450 | 0.824 | 0.107 | 0.180 | 0.595 | L | 35.68 |
| 60 | 13.30 | 238.763 | 121.083 | 32.282 | 1.096 | 2.331 | 0.9087785 | 66.234 | 0.819 | 0.107 | 0.179 | 0.598 | L | 35.67 |
| 61 | 13.50 | 243.077 | 123.436 | 31.972 | 1.098 | 2.335 | 0.9000763 | 66.026 | 0.814 | 0.107 | 0.178 | 0.601 | L | 35.64 |
| 62 | 13.70 | 247.391 | 125.789 | 31.672 | 1.099 | 2.338 | 0.8916193 | 65.824 | 0.808 | 0.107 | 0.176 | 0.605 | L | 35.59 |
| 63 | 13.90 | 251.705 | 128.141 | 31.380 | 1.100 | 2.342 | 0.8833964 | 65.628 | 0.803 | 0.106 | 0.175 | 0.608 | L | 35.53 |
| 64 | 14.10 | 256.019 | 130.494 | 31.096 | 1.102 | 2.346 | 0.8753967 | 65.438 | 0.798 | 0.106 | 0.173 | 0.612 | L | 35.44 |
| 65 | 14.30 | 260.333 | 132.847 | 30.819 | 1.103 | 2.349 | 0.8676106 | 65.254 | 0.792 | 0.106 | 0.172 | 0.615 | L | 35.34 |
| 66 | 14.50 | 264.647 | 135.199 | 30.550 | 1.105 | 2.353 | 0.8600286 | 65.076 | 0.787 | 0.106 | 0.171 | 0.619 | L | 35.22 |
| 67 | 14.70 | 268.634 | 137.225 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 68 | 14.90 | 272.294 | 138.924 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 69 | 15.10 | 275.954 | 140.622 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 70 | 15.30 | 279.614 | 142.321 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 71 | 15.50 | 283.274 | 144.020 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 72 | 15.70 | 286.934 | 145.718 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 73 | 15.90 | 290.594 | 147.417 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 74 | 16.10 | 294.264 | 149.126 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 75 | 16.30 | 297.944 | 150.844 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 76 | 16.50 | 301.624 | 152.563 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 77 | 16.70 | 305.304 | 154.282 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 78 | 16.90 | 308.984 | 156.000 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 79 | 17.10 | 312.664 | 157.719 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 80 | 17.30 | 316.344 | 159.438 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 81 | 17.50 | 320.024 | 161.156 | | | | | | | | | 0 | NL | 0 |
| 82 | 17.70 | 324.021 | 163.192 | 7.479 | 1.371 | 2.929 | 0.6127754 | 56.709 | 0.701 | 0.097 | 0.154 | 0.628 | L | 36.67 |
| 83 | 17.90 | 328.335 | 165.545 | 7.347 | 1.376 | 2.937 | 0.6040668 | 56.627 | 0.696 | 0.097 | 0.153 | 0.633 | L | 36.25 |
| 84 | 18.10 | 332.649 | 167.897 | 7.218 | 1.380 | 2.944 | 0.5956022 | 56.548 | 0.691 | 0.097 | 0.152 | 0.639 | L | 35.82 |
| 85 | 18.30 | 336.963 | 170.250 | 7.093 | 1.385 | 2.952 | 0.5873717 | 56.471 | 0.685 | 0.097 | 0.150 | 0.644 | L | 35.37 |
| 86 | 18.50 | 341.277 | 172.603 | 6.971 | 1.390 | 2.959 | 0.5793655 | 56.398 | 0.680 | 0.097 | 0.149 | 0.649 | L | 34.91 |
| 87 | 18.70 | 345.591 | 174.955 | 6.853 | 1.395 | 2.967 | 0.5715747 | 56.326 | 0.675 | 0.097 | 0.148 | 0.654 | L | 34.42 |
| 88 | 18.90 | 349.905 | 177.308 | 6.738 | 1.400 | 2.974 | 0.5639905 | 56.258 | 0.669 | 0.097 | 0.146 | 0.660 | L | 33.92 |
| 89 | 19.10 | 354.219 | 179.661 | 6.625 | 1.405 | 2.981 | 0.5566049 | 56.191 | 0.664 | 0.097 | 0.145 | 0.665 | L | 33.40 |
| 90 | 19.30 | 358.533 | 182.013 | 6.516 | 1.411 | 2.988 | 0.5494104 | 56.127 | 0.659 | 0.096 | 0.144 | 0.671 | L | 32.87 |
| 91 | 19.50 | 362.847 | 184.366 | 6.410 | 1.416 | 2.995 | 0.5423994 | 56.066 | 0.653 | 0.096 | 0.142 | 0.677 | L | 32.32 |
| 92 | 19.70 | 367.161 | 186.719 | 6.306 | 1.421 | 3.002 | 0.5355652 | 56.006 | 0.648 | 0.096 | 0.141 | 0.682 | L | 31.76 |
| 93 | 19.90 | 371.475 | 189.071 | 6.204 | 1.426 | 3.009 | 0.5289009 | 55.949 | 0.643 | 0.096 | 0.140 | 0.688 | L | 31.17 |

IPL (Sonmez)=2.75 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

7.17 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA



7.18 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.