



Società per la Geologia e l'Ambiente a.r.l.unip.

Sede legale: via Cosmè Tura, 29 * 44121 Ferrara * Tel./fax 0532713494 * P.I. 01717380388
e-mail : mail@sgaferrara.it web : www.sgaferrara.it

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI CENTO

PERIZIA GEOLOGICO - TECNICA

**RELATIVA ALL' INDAGINE GEOGNOSTICA ESEGUITA
PER LA MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI EDIFICIO
IN SEGUITO A DANNI DEL SISMA DEL 20 MAGGIO 2012**

COMMITTENTE : Sig.a L. Gallerani

LOCALITÀ : Corporeno - Fe

DATA : 18 . 12 . 2014

RIF. : LG/14



I N D I C E

1. Premessa.....	pag.	3
6.1 Riferimenti legislativi e normative attinenti.....	pag.	3
2. Indagine geognostica.....	pag.	3
6.1 prove penetrometriche statiche.....	pag.	3
6.2 stratigrafia e idrogeologia.....	pag.	3
6.3 parametri geotecnici.....	pag.	4
6.4 elaborazione dati.....	pag.	4
3. Modello geologico.....	pag.	4
6.1 Geologia.....	pag.	4
6.2 Geomorfologia.....	pag.	5
4. Indicazioni progettuali.....	pag.	5
6.1 classificazione suolo di fondazione.....	pag.	5
6.2 parametri sismici del sito.....	pag.	6
6.3 stabilità alla liquefazione.....	pag.	7
6.4 modello geotecnico del sottosuolo.....	pag.	8
5. Conclusioni.....	pag.	9
6. Allegati.....	pag.	10
6.1 area d'indagine.....	pag.	11
6.2 elaborazione prova penetrometrica statica.....	pag.	12
6.3 stima categoria suolo.....	pag.	14
6.4 stima suscettibilità alla liquefazione.....	pag.	14
6.5 grafico Qc/stratigrafia.....	pag.	17
6.6 grafico Qc/Vs.....	pag.	18
6.7 grafico Qc/fattore di sicurezza liquefazione.....	pag.	19
7. Clausola privacy.....	pag.	20

1. PREMESSA

Su richiesta della *Sig.a Loretta Gallerani*, presso gli edifici siti in via Paradisi, in località Corporeno, Ferrara è stata eseguita un'indagine geologico – tecnica del lotto al fine di determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni presenti.

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.

2. INDAGINE GEOGNOSTICA

2.1 prove penetrometriche statiche

Nella zona in esame è stata eseguita n. 1 prova penetrometrica statica spinta alla profondità di 30.00 m dal piano campagna attuale ed ubicata come indicato nella planimetria allegata. Come attrezzatura per le prove statiche è stato utilizzato un penetrometro meccanico Gouda con dispositivo idraulico di spinta da 200 kN fornito di punta telescopica tipo “Begemann” per il rilievo della resistenza alla punta Q_c e dell'attrito laterale locale F_s , avente un'area di 10 cmq, angolo 60° e velocità di avanzamento di 2 cm/sec.

2.2 stratigrafia e idrogeologia

Dall'esame della colonna stratigrafica ottenuta dalla prova penetrometrica si possono osservare le seguenti litologie:

- da 0.00 m a 8.40 m:
argilla da mediamente consistente a consistente;
- da 8.40 m a 9.40 m:
argilla sabbiosa da molto consistente a dura;
- da 9.40 m a 10.20 m:
sabbia mediamente addensata;
- da 10.20 m a 10.80 m:
sabbia argillosa poco addensata;
- da 10.80 m a 11.80 m:
argilla sabbiosa da consistente a molto consistente;
- da 11.80 m a 12.60 m:
sabbia argillosa poco addensata;
- da 12.60 m a 22.60 m:
argilla sabbiosa da consistente a dura;

- da 22.60 m a 23.20 m:
argilla dura;
- da 23.20 m a 24.80 m:
argilla sabbiosa dura;
- da 24.80 m a 26.00 m:
argilla molto consistente;
- da 26.00 m a 28.00 m:
argilla sabbiosa da molto consistente a dura;
- da 28.00 m a 30.00 m (termine della prova):
sabbia argillosa mediamente addensata.

Il livello dell'acqua misurato nel foro al termine della prova è risultato essere dal piano campagna attuale a profondità di -1.80 m. Tale misurazione fa riferimento al 17 dicembre 2014.

2.3 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_o (-).

2.4 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 , le 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 di consolidazione secondaria e c_u coesione non drenata.

3. Modello geologico

3.1 Geologia

Nel territorio in esame è presente un'unità costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose o da sabbie con livelli e lenti di ghiaie ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, in contesti di conoide alluvionale, canale fluviale e piana alluvionale intravalliva; da argille e limi, in contesti di piana inondabile; da alternanze di sabbie, limi ed argille, in contesti di piana deltizia; da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose, in contesti di piana litorale. Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro. In affioramento si hanno le alluvioni recenti dove nella parte più superficiale si hanno i terreni costituiti da argille limose (AL) di piana alluvionale in deposito di piana inondabile in area interfluviale e sabbie limo argillose (SLA) di piana alluvionale di depositi di tracimazioni

indifferenziata. In questa zona sono presenti paleoalvei di ubicazione incerta e depositi di rotte e di tracimazione.

3.2 Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico l'assetto del territorio su cui si interviene risulta determinato essenzialmente da una dinamica di tipo fluviale che ha generato nel corso del tempo e mediante il susseguirsi di eventi, il deposito e l'accumulo dei sedimenti prevalentemente distali. In particolare la sua evoluzione è legata al fiume Po di Primaro. Generalmente in quest'area prevalgono sedimenti alluvionali di catino interfluviale, depositatisi in ambiente di bassa energia idrodinamica, dunque prevalentemente si rinvengono terreni coesivi. Analizzando la figura 1, che riporta la Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara, si può notare come il sito allo studio sia ubicato in corrispondenza di un paleo alveo.

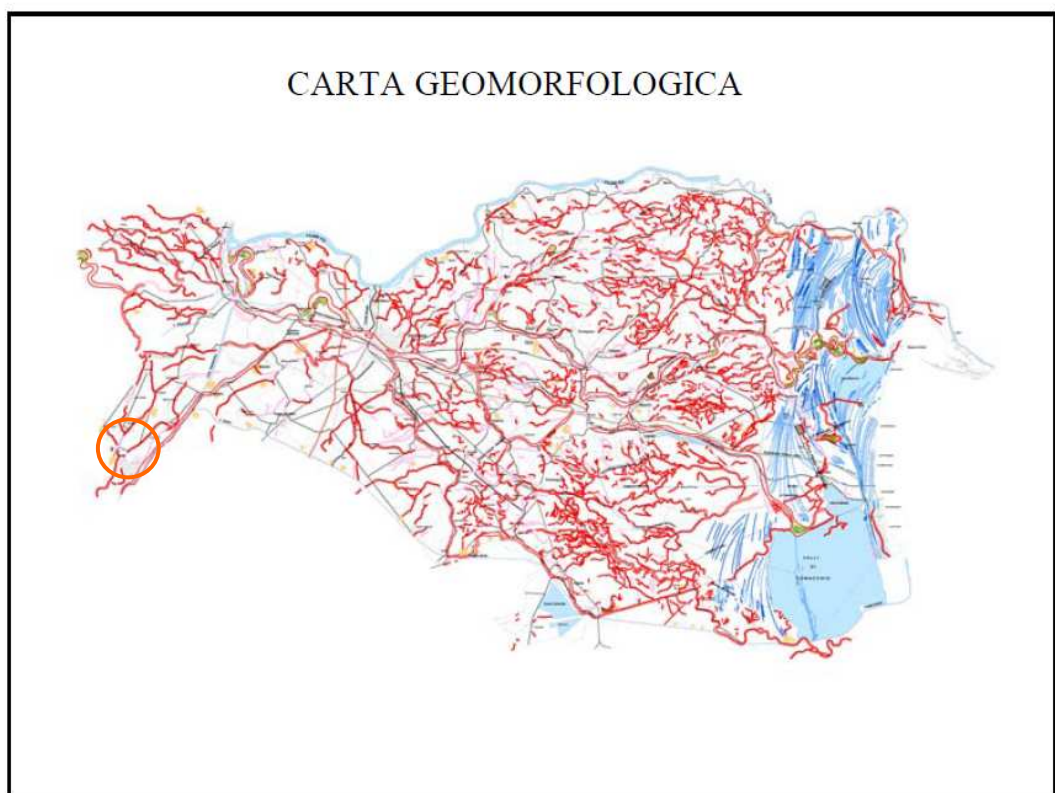


Figura 1 – carta geomorfologica della provincia di Ferrara

4. INDICAZIONI PROGETTUALI

Nell'area in esame è previsto l'adeguamento sismico degli edifici presenti in sito per i quali vengono analizzati i parametri geotecnici e sismici del sottosuolo necessari al Progettista per il dimensionamento delle opere da realizzare.

4.1 classificazione del suolo di fondazione

Il valore di V_{s30} viene di seguito calcolato anche attraverso una correlazione con la prova penetrometrica, che raggiunge la profondità di 30.00 m da piano campagna. Si ricorda che la V_{s30} va calcolata dal piano di posa della fondazione.

In letteratura esistono numerose correlazioni empiriche tra le misure di q_c e di V_{s30} anche se il livello deformativo indotto nel terreno dalla penetrazione della punta penetrometrica provoca la

rottura del materiale mentre le onde di taglio si propagano senza intaccare la struttura del terreno in condizioni di deformazioni praticamente elastiche.

La correlazione utilizzata è stata proposta da Andrus et al. (2001) ed utilizza valori di q_c e di V_{s30} normalizzati rispetto allo stato tensionale, in questa formula non viene tenuto conto dell'attrito laterale f_s e viene introdotto un coefficiente correttivo per l'età del deposito che viene indicato con ASF.

Questo coefficiente viene utilizzato per tenere conto delle diverse caratteristiche di deformabilità e tessitura dei terreni risalenti al periodo Pleistocenico rispetto ai più recenti depositi Olocenici. La correlazione è la seguente:

$$V_{s1} = ASF * A * (q_{c1n})^\alpha$$

dove:

$q_{c1N} = (q_c/p_a)(p_a/\sigma'_v)^{0.5}$ resistenza alla punta normalizzata alla tensione verticale
 $V_{s1} = V_s(p_a/\sigma'_v)^{0.25}$ velocità corretta per tenere in conto lo stato tensionale

ASF per depositi Olocenici = 1 (quali sono i depositi presenti nella pianura ferrarese alle profondità indagate) come suggerito da Andrus et al.; A e α sono coefficienti empirici da calibrare sulla base delle misure di q_c e di V_s disponibili; p_a pressione atmosferica.

Nella tabella seguente sono riportati i coefficienti A e α .

Coefficiente	Argilla	Limo	Sabbia
A	80.64	77.83	53.64
α	0.28	0.24	0.33

Il valore di V_{s30} calcolato risulta:

$$V_{s30} = 289.45 \text{ m/sec}$$

e quindi la categoria di suolo è C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} 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 N.T.C. 2008 viene determinato, per il sito in oggetto avente latitudine $44^\circ,76$ e longitudine $11^\circ,31$ (ED50), la categoria sottosuolo: C, categoria topografica: T1 e periodo di riferimento: 50 anni. In allegato vengono riportate le tabelle riassuntive dei valori calcolati e il grafico di riferimento.

4.2 parametri sismici del sito

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

Parametri sismici su sito di riferimento (da Spettri - NTC ver.1.0.3)				
S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30	0,042	2,526	0,257
S.L.D.	50	0,055	2,471	0,268
S.L.V.	475	0,156	2,590	0,272
S.L.C.	975	0,208	2,538	0,278

Coefficientsi 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.	0.620	0.200	0.013	0.006
S.L.D.	0.809	0.200	0.017	0.008
S.L.V.	2.231	0.240	0.055	0.027
S.L.C.	2.822	0.280	0.081	0.040

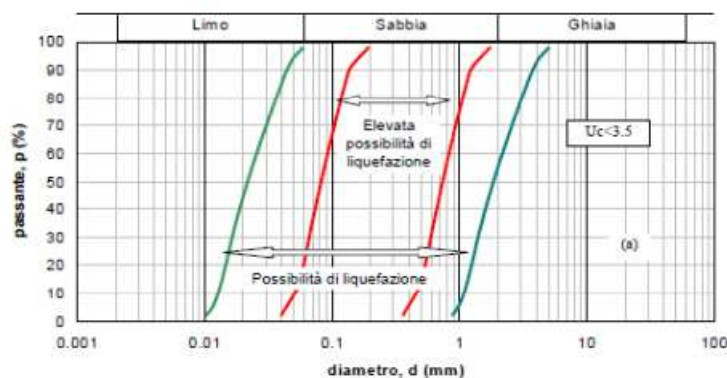
4.3 stabilità alla liquefazione

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 6 e durata inferiore a 15 sec. ("La Liquefazione del terreno in condizioni sismiche" – Crespellani, Nardi, Simoncini – Zanichelli 1988).
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,1g;
3. Accelerazioni massime al piano campagna in condizioni *free-field* minori di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - ✓ frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - ✓ $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N1)_{60} > 20$;
 - ✓ $FC \leq 35\%$ 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 2 da distinguere i materiali in funzione del coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.
5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15m dal piano campagna.
6. Copertura di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 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.



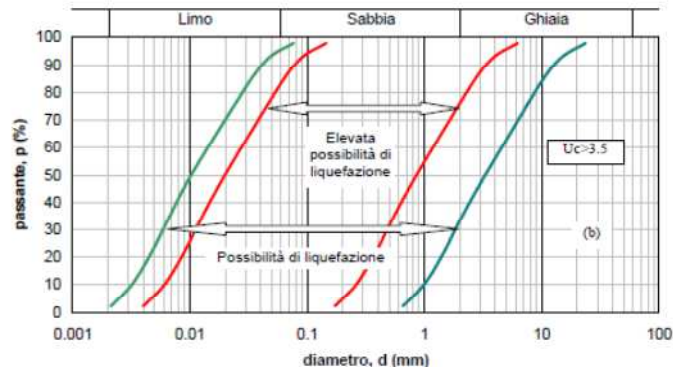


FIGURA 2 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno

Il metodo di Iwasaki et alii (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito. Il metodo si basa su due quantità: il fattore di resistenza (F_s) e l'indice di liquefazione (I_L). Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della tabella 1. Per questo sito si è considerata una magnitudo di 6.14 ed un fattore di amplificazione F_0 di 2.590.

Valori di I_L	Rischio di liquefazione
=0	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

TABELLA 1 – classi di pericolosità di liquefazione

Nel caso in esame si è ottenuto un indice di pericolosità alla liquefazione pari a zero con conseguente rischio di liquefazione molto basso se non nullo. In allegato vengono riportate le tabelle riassuntive dei valori calcolati.

4.4 modello geotecnico del sottosuolo

Le caratteristiche geotecniche del terreno ricavate dai risultati della penetrometrica statica sono riportate nella tabella sotto riportata.

CPT 1												
Prof.	Litologia	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
8,40	Argilla	C	0,8	612,4	47,3	157,5	>9	1,9	2,0	--	--	--
9,40	Argilla sabbiosa	CI	2,5	1804,0	98,2	302,3	<0.5	2,1	2,2	47,8	34,3	122,7
10,20	Sabbia	I	--	--	71,9	297,8	<0.5	1,9	2,2	44,8	33,8	119,8
10,80	Sabbia argillosa	CI	1,3	951,4	53,0	207,5	<0.5	2,0	2,1	23,1	30,6	66,3
11,80	Argilla sabbiosa	CI	1,1	750,0	42,5	181,1	<0.5	2,0	2,1	13,8	29,2	53,1
12,60	Sabbia argillosa	CI	1,6	1179,1	65,5	236,1	<0.5	2,0	2,1	27,0	31,2	81,9
22,60	Argilla sabbiosa	CI	1,9	1363,1	76,5	259,5	<0.5	2,1	2,2	23,5	30,6	95,6
23,20	Argilla	C	2,2	1577,3	89,1	284,9	6,9	2,1	2,2	--	--	--
24,80	Argilla sabbiosa	CI	2,2	1557,0	88,3	283,2	<0.5	2,1	2,2	20,8	30,1	110,3
26,00	Argilla	C	1,8	1236,2	71,5	248,9	5,0	2,1	2,1	--	--	--
28,00	Argilla sabbiosa	CI	2,1	1445,7	83,0	272,7	<0.5	2,1	2,2	15,8	29,3	103,7
30,00	Sabbia argillosa	CI	2,5	1785,3	101,5	308,5	<0.5	2,1	2,2	21,0	30,1	126,9

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)

5. CONCLUSIONI

Il sito in oggetto ha latitudine 44°,76 e longitudine 11°,31 (ED50), la categoria sottosuolo in base alla V_{s30} è di tipo C, la categoria topografica è T1, viene utilizzato un periodo di riferimento di 50 anni.

Dalla stratigrafia ottenuta dalla prova penetrometrica si evince un sottosuolo caratterizzato da terreni di argilla fino a circa 8.5 m per passare a argilla sabbiosa con livelli di sabbia /sabbia argillosa (spessore circa 1.0 m) fino a circa 28.0 m. Da 28.0 m fino al termine della perforazione è presente sabbia argillosa. I parametri geotecnici sono riportati, per facilitarne la lettura, in tabella al paragrafo 4.4.

Il livello dell'acqua misurato nel foro al termine della prova è risultato essere dal piano campagna attuale a profondità di -1.80 m. Tale misurazione fa riferimento al 17 dicembre 2014.

Per la verifica della liquefazione delle sabbie è stato utilizzato un software di calcolo che analizzando ogni strato da 20 cm individuato dalle prove CPT, ne verifica la potenzialità di liquefazione. In seguito agli eventi sismici verificatisi nel mese di maggio le considerazioni che seguiranno faranno riferimento ad una magnitudo massima attesa di 6.14 della zona sismogenetica 912 rilevata dall'I.n.g.v. durante il recente sisma. Utilizzando i dati di input quali magnitudo di 6.14 e un fattore di amplificazione di 2.590, se ne deduce che nell'area di studio si ha un indice di potenziale di liquefazione pari a zero con conseguente rischio alla liquefazione molto basso se non nullo.

Dalla analisi delle carte geologica, idrogeologica e geomorfologica non risultano elementi ostativi per l'intervento all'opera in oggetto.

Ferrara, 18 dicembre 2014.

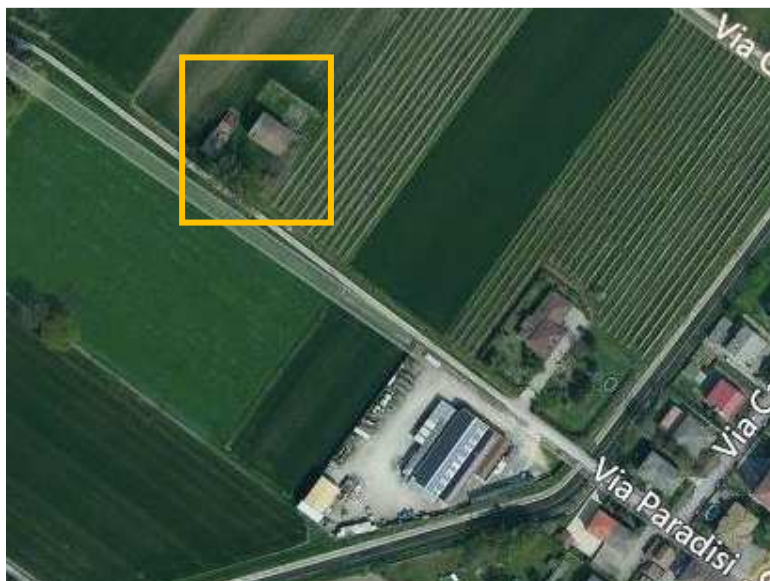
S.G.A. S.r.l.



6. ALLEGATI

6.1	area d'indagine	pag.	11
6.2	elaborazione prova penetrometrica statica	pag.	12
6.3	stima categoria suolo	pag.	14
6.4	stima suscettibilità alla liquefazione	pag.	14
6.5	grafico Qc/stratigrafia	pag.	17
6.6	grafico Qc/Vs	pag.	18
6.7	grafico Qc/fattore di sicurezza liquefazione	pag.	19

6.1 AREA D'INDAGINE



6.2 ELABORAZIONE PROVA Nr.1

Profondità (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	22,138	1,067	20,748	4,8
0,40	22,138	1,067	20,748	4,8
0,60	21,138	1,333	15,857	6,3
0,80	20,138	1,133	17,774	5,6
1,00	16,138	0,733	22,016	4,5
1,20	12,276	0,6	20,46	4,9
1,40	9,276	0,667	13,907	7,2
1,60	13,276	0,467	28,428	3,5
1,80	12,276	0,533	23,032	4,3
2,00	13,276	0,733	18,112	5,5
2,20	12,414	0,733	16,936	5,9
2,40	11,414	0,8	14,268	7,0
2,60	14,414	0,667	21,61	4,6
2,80	16,414	0,733	22,393	4,5
3,00	14,414	0,733	19,664	5,1
3,20	15,552	0,733	21,217	4,7
3,40	10,552	0,6	17,587	5,7
3,60	10,552	0,533	19,797	5,1
3,80	10,552	0,4	26,38	3,8
4,00	11,552	0,4	28,88	3,5
4,20	10,69	0,4	26,725	3,7
4,40	10,69	0,467	22,891	4,4
4,60	10,69	0,467	22,891	4,4
4,80	9,69	0,533	18,18	5,5
5,00	10,69	0,6	17,817	5,6
5,20	12,828	0,733	17,501	5,7
5,40	13,828	0,867	15,949	6,3
5,60	14,828	0,933	15,893	6,3
5,80	17,828	1,0	17,828	5,6
6,00	18,828	1,2	15,69	6,4
6,20	19,966	1,267	15,758	6,3
6,40	19,966	1,2	16,638	6,0
6,60	20,966	1,2	17,472	5,7
6,80	18,966	1,267	14,969	6,7
7,00	18,966	1,2	15,805	6,3
7,20	20,104	0,933	21,548	4,6
7,40	29,104	1,267	22,971	4,4
7,60	27,104	1,333	20,333	4,9
7,80	27,104	1,467	18,476	5,4
8,00	24,104	1,4	17,217	5,8
8,20	28,242	1,733	16,297	6,1
8,40	34,242	1,867	18,341	5,5
8,60	44,242	2,0	22,121	4,5
8,80	48,242	2,667	18,088	5,5
9,00	54,242	4,0	13,561	7,4
9,20	61,38	1,6	38,363	2,6
9,40	37,38	1,8	20,767	4,8
9,60	54,38	0,8	67,975	1,5
9,80	50,38	0,667	75,532	1,3
10,00	41,38	0,467	88,608	1,1
10,20	45,518	0,8	56,898	1,8
10,40	33,518	1,0	33,518	3,0
10,60	22,518	0,6	37,53	2,7
10,80	23,518	0,6	39,197	2,6
11,00	14,518	0,467	31,088	3,2
11,20	15,656	0,667	23,472	4,3
11,40	21,656	0,667	32,468	3,1
11,60	24,656	0,867	28,438	3,5
11,80	29,656	1,2	24,713	4,0
12,00	27,656	0,867	31,899	3,1
12,20	36,794	1,0	36,794	2,7
12,40	34,794	0,733	47,468	2,1
12,60	31,794	0,867	36,671	2,7
12,80	31,794	1,267	25,094	4,0
13,00	34,794	1,533	22,697	4,4
13,20	33,932	1,4	24,237	4,1
13,40	42,932	1,333	32,207	3,1
13,60	41,932	1,333	31,457	3,2
13,80	46,932	2,067	22,705	4,4
14,00	41,932	2,067	20,286	4,9
14,20	37,07	1,4	26,479	3,8
14,40	26,07	1,133	23,01	4,3
14,60	18,07	0,8	22,588	4,4
14,80	22,07	0,8	27,588	3,6
15,00	34,07	1,333	25,559	3,9
15,20	29,208	1,4	20,863	4,8
15,40	21,208	0,933	22,731	4,4

15,60	17,208	0,467	36,848	2,7
15,80	14,208	0,667	21,301	4,7
16,00	15,208	0,8	19,01	5,3
16,20	25,346	1,067	23,754	4,2
16,40	32,346	1,467	22,049	4,5
16,60	32,346	1,267	25,53	3,9
16,80	33,346	1,6	20,841	4,8
17,00	34,346	1,733	19,819	5,0
17,20	37,484	2,2	17,038	5,9
17,40	39,484	2,2	17,947	5,6
17,60	43,484	2,267	19,181	5,2
17,80	41,484	1,933	21,461	4,7
18,00	50,484	2,533	19,931	5,0
18,20	49,622	2,867	17,308	5,8
18,40	46,622	2,733	17,059	5,9
18,60	46,622	2,267	20,566	4,9
18,80	38,622	1,667	23,169	4,3
19,00	37,622	0,933	40,324	2,5
19,20	26,76	1,133	23,619	4,2
19,40	42,76	0,0		0,0
19,60	60,76	3,2	18,988	5,3
19,80	37,76	1,533	24,631	4,1
20,00	42,76	2,467	17,333	5,8
20,20	45,898	2,533	18,12	5,5
20,40	49,898	2,267	22,011	4,5
20,60	48,898	1,8	27,166	3,7
20,80	50,898	2,333	21,817	4,6
21,00	42,898	2,2	19,499	5,1
21,20	38,036	1,733	21,948	4,6
21,40	37,036	1,067	34,71	2,9
21,60	53,036	1,667	31,815	3,1
21,80	39,036	1,867	20,908	4,8
22,00	40,036	1,8	22,242	4,5
22,20	51,174	2,6	19,682	5,1
22,40	56,174	2,667	21,063	4,7
22,60	51,174	2,867	17,849	5,6
22,80	45,174	2,533	17,834	5,6
23,00	45,174	2,667	16,938	5,9
23,20	43,312	2,4	18,047	5,5
23,40	41,312	2,133	19,368	5,2
23,60	42,312	2,133	19,837	5,0
23,80	46,312	1,867	24,806	4,0
24,00	51,312	2,267	22,634	4,4
24,20	41,45	2,333	17,767	5,6
24,40	44,45	2,4	18,521	5,4
24,60	42,45	2,333	18,195	5,5
24,80	43,45	1,533	28,343	3,5
25,00	26,45	1,6	16,531	6,0
25,20	33,588	1,867	17,99	5,6
25,40	35,588	2,067	17,217	5,8
25,60	38,588	2,067	18,669	5,4
25,80	38,588	2,133	18,091	5,5
26,00	41,588	2,467	16,858	5,9
26,20	43,726	2,267	19,288	5,2
26,40	45,726	2,4	19,053	5,2
26,60	47,726	2,133	22,375	4,5
26,80	41,726	2,133	19,562	5,1
27,00	41,726	2,0	20,863	4,8
27,20	43,864	2,267	19,349	5,2
27,40	36,864	2,2	16,756	6,0
27,60	38,864	2,2	17,665	5,7
27,80	35,864	1,8	19,924	5,0
28,00	38,864	1,667	23,314	4,3
28,20	37,002	0,933	39,659	2,5
28,40	40,002	0,867	46,138	2,2
28,60	69,002	1,133	60,902	1,6
28,80	72,002	1,0	72,002	1,4
29,00	94,002	2,2	42,728	2,3
29,20	37,14	2,067	17,968	5,6
29,40	42,14	1,667	25,279	4,0
29,60	37,14	1,667	22,28	4,5
29,80	39,14	1,067	36,682	2,7
30,00	40,14	1,094	36,691	2,7

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
8,40	16,889	0,905	1,9	Coesivo	ARGILLA
9,40	49,097	2,413	2,1	Incoerente-Coesivo	ARGILLA SABBIOSA
10,20	47,915	0,684	1,9	Incoerente	SABBIA
10,80	26,518	0,733	2,0	Incoerente-Coesivo	SABBIA ARGILLOSA

11,80	21,228	0,774	2,0	Incoerente-Coesivo	ARGILLA SABBIOSA
12,60	32,76	0,867	2,0	Incoerente-Coesivo	SABBIA ARGILLOSA
22,60	38,258	1,704	2,1	Incoerente-Coesivo	ARGILLA SABBIOSA
23,20	44,553	2,533	2,1	Coesivo	ARGILLA
24,80	44,131	2,125	2,1	Incoerente-Coesivo	ARGILLA SABBIOSA
26,00	35,732	2,034	2,1	Coesivo	ARGILLA
28,00	41,495	2,107	2,1	Incoerente-Coesivo	ARGILLA SABBIOSA
30,00	50,771	1,37	2,1	Incoerente-Coesivo	SABBIA ARGILLOSA

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
8,40	C	0,8	612,4	47,3	157,5	>9	1,9	2,0	--	--	--	217,93
9,40	CI	2,5	1804,0	98,2	302,3	<0.5	2,1	2,2	47,8	34,3	122,7	324,87
10,20	I	--	--	71,9	297,8	<0.5	1,9	2,2	44,8	33,8	119,8	326,44
10,80	CI	1,3	951,4	53,0	207,5	<0.5	2,0	2,1	23,1	30,6	66,3	283,47
11,80	CI	1,1	750,0	42,5	181,1	<0.5	2,0	2,1	13,8	29,2	53,1	270,33
12,60	CI	1,6	1179,1	65,5	236,1	<0.5	2,0	2,1	27,0	31,2	81,9	304,10
22,60	CI	1,9	1363,1	76,5	259,5	<0.5	2,1	2,2	23,5	30,6	95,6	331,08
23,20	C	2,2	1577,3	89,1	284,9	6,9	2,1	2,2	--	--	--	329,76
24,80	CI	2,2	1557,0	88,3	283,2	<0.5	2,1	2,2	20,8	30,1	110,3	356,85
26,00	C	1,8	1236,2	71,5	248,9	5,0	2,1	2,1	--	--	--	322,19
28,00	CI	2,1	1445,7	83,0	272,7	<0.5	2,1	2,2	15,8	29,3	103,7	356,62
30,00	CI	2,5	1785,3	101,5	308,5	<0.5	2,1	2,2	21,0	30,1	126,9	378,53

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)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

6.3 STIMA CATEGORIA SUOLO

Profondità	Descrizione	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Autore Vs	Vs (m/s)	Autore Cu	Cu (Kg/cm ²)
8,4	ARGILLA	16,889	0,905	Baldi et.	217,93	Terzaghi	0,8
9,4	ARGILLA SABBIOSA	49,097	2,413	al. 1989	324,87		2,5
10,2	SABBIA	47,915	0,684	Andrus et.	326,44		2,4
10,8	SABBIA ARGILLOSA	26,518	0,733	al. 2001	283,47		1,3
11,8	ARGILLA SABBIOSA	21,228	0,774		270,33		1,1
12,6	SABBIA ARGILLOSA	32,76	0,867		304,1		1,6
22,6	ARGILLA SABBIOSA	38,258	1,704		331,08		1,9
23,2	ARGILLA	44,553	2,533		329,76		2,2
24,8	ARGILLA SABBIOSA	44,131	2,125		356,85		2,2
26	ARGILLA	35,732	2,034		322,19		1,8
28	ARGILLA SABBIOSA	41,495	2,107		356,62		2,1

Vs,30 289,45 m/s
 Cu,30 1,38 Kg/cm²

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

Stima categoria suolo Vs,30

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: **Vs,30**

Categoria suolo tipo:C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

6.4 STIMA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 1,25
 Profondità falda idrica 1,8 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15
 Fattore amplificazione 2,59

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<=15°

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 6,14
 Peak ground acceleration (PGA) 0,225

Robertson Wride (1998)

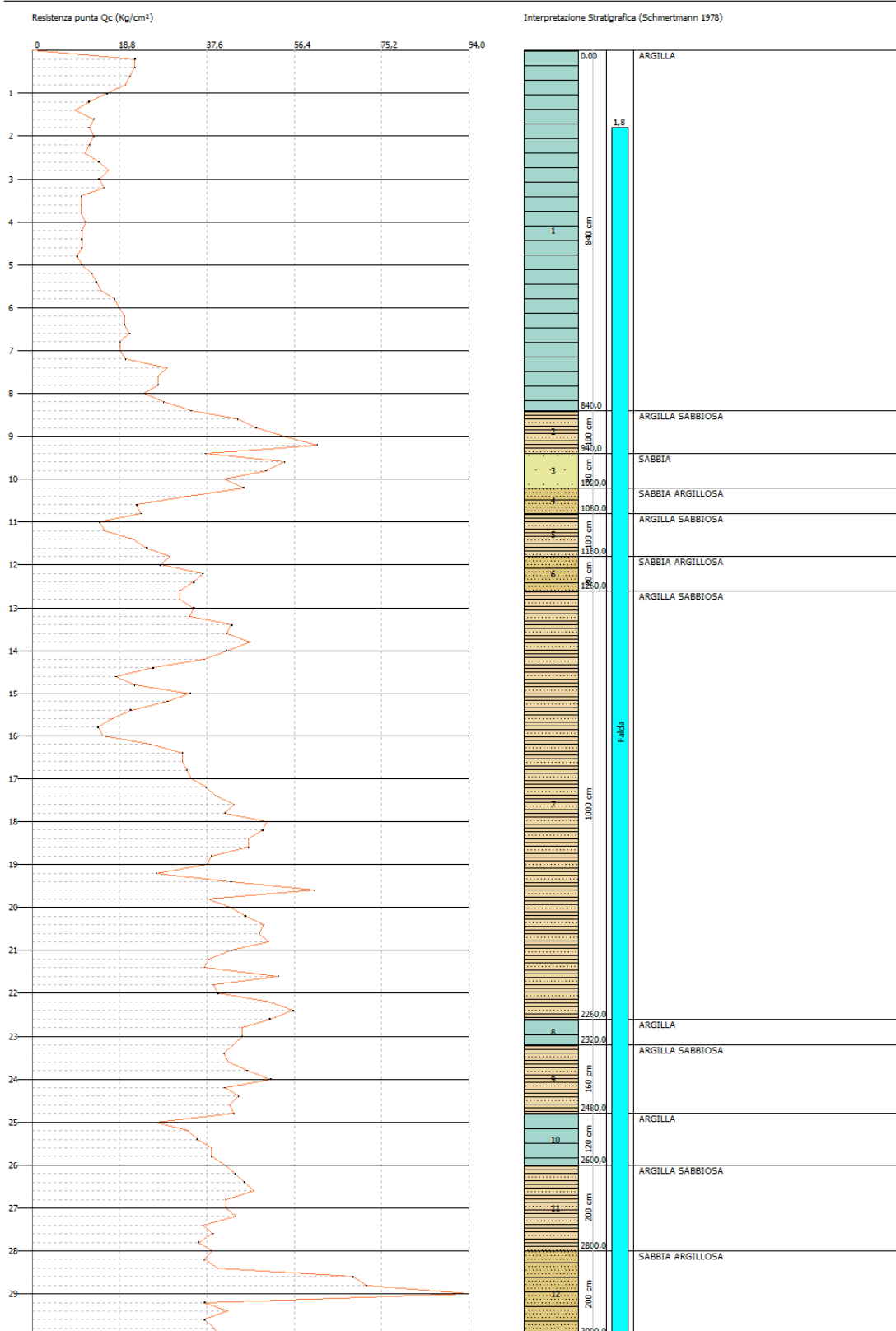
Correzione per la magnitudo (MSF) 1,32

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di compor tamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta a qcl (KPa)	Coefficiente ridotto (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
2,00	38,178	36,217									0	NL	0	Molto basso
2,20	42,138	38,215									0	NL	0	Molto basso
2,40	46,098	40,214									0	NL	0	Molto basso
2,60	50,058	42,213									0	NL	0	Molto basso
2,80	54,018	44,211									0	NL	0	Molto basso
3,00	57,978	46,210									0	NL	0	Molto basso
3,20	61,938	48,209									0	NL	0	Molto basso
3,40	65,898	50,207									0	NL	0	Molto basso
3,60	69,858	52,206									0	NL	0	Molto basso
3,80	73,818	54,205									0	NL	0	Molto basso
4,00	77,778	56,203									0	NL	0	Molto basso
4,20	81,738	58,202									0	NL	0	Molto basso
4,40	85,698	60,201									0	NL	0	Molto basso
4,60	89,658	62,199									0	NL	0	Molto basso
4,80	93,618	64,198									0	NL	0	Molto basso
5,00	97,578	66,197									0	NL	0	Molto basso
5,20	101,538	68,195									0	NL	0	Molto basso
5,40	105,498	70,194									0	NL	0	Molto basso
5,60	109,458	72,193									0	NL	0	Molto basso
5,80	113,418	74,191									0	NL	0	Molto basso
6,00	117,378	76,190									0	NL	0	Molto basso
6,20	121,338	78,189									0	NL	0	Molto basso
6,40	125,298	80,187									0	NL	0	Molto basso
6,60	129,258	82,186									0	NL	0	Molto basso
6,80	133,218	84,185									0	NL	0	Molto basso
7,00	137,178	86,183									0	NL	0	Molto basso
7,20	141,138	88,182									0	NL	0	Molto basso
7,40	145,098	90,181									0	NL	0	Molto basso
7,60	149,058	92,179									0	NL	0	Molto basso
7,80	153,018	94,178									0	NL	0	Molto basso
8,00	156,978	96,177									0	NL	0	Molto basso
8,20	160,938	98,175									0	NL	0	Molto basso
8,40	164,898	100,174									0	NL	0	Molto basso
8,60	169,232	102,547									0	NL	0	Molto basso
8,80	173,566	104,920									0	NL	0	Molto basso
9,00	177,900	107,292									0	NL	0	Molto basso
9,20	182,234	109,665									0	NL	0	Molto basso
9,40	186,568	112,038									0	NL	0	Molto basso
9,60	190,686	114,194	66,476	1,825	2,215	0,9357893	113,365	0,918	0,215	0,170	1,269	NL	0	Molto basso
9,80	194,804	116,351	65,857	1,826	2,219	0,927076	112,850	0,912	0,214	0,169	1,262	NL	0	Molto basso
10,00	198,922	118,508	65,255	1,827	2,222	0,9186015	112,350	0,907	0,212	0,169	1,256	NL	0	Molto basso
10,20	203,040	120,664	64,670	1,829	2,225	0,9103553	111,865	0,902	0,210	0,168	1,250	NL	0	Molto basso
10,40	207,398	123,061									0	NL	0	Molto basso
10,60	211,756	125,458									0	NL	0	Molto basso
10,80	216,114	127,854									0	NL	0	Molto basso
11,00	220,102	129,881									0	NL	0	Molto basso
11,20	224,090	131,908									0	NL	0	Molto basso
11,40	228,078	133,934									0	NL	0	Molto basso
11,60	232,066	135,961									0	NL	0	Molto basso
11,80	236,054	137,988									0	NL	0	Molto basso
12,00	240,190	140,162	25,893	3,764	2,730	0,7134593	116,566	0,854	0,227	0,162	1,402	NL	0	Molto basso
12,20	244,326	142,337	25,468	3,768	2,736	0,7025589	115,982	0,848	0,225	0,161	1,395	NL	0	Molto basso
12,40	248,462	144,512	25,057	3,772	2,742	0,6919864	115,413	0,843	0,223	0,161	1,389	NL	0	Molto basso
12,60	252,598	146,686	24,657	3,777	2,747	0,6817275	114,856	0,838	0,221	0,160	1,382	NL	0	Molto basso
12,80	256,796	148,923									0	NL	0	Molto basso
13,00	260,994	151,160									0	NL	0	Molto basso
13,20	265,192	153,396									0	NL	0	Molto basso
13,40	269,390	155,633									0	NL	0	Molto basso
13,60	273,588	157,870									0	NL	0	Molto basso
13,80	277,786	160,106									0	NL	0	Molto basso
14,00	281,984	162,343									0	NL	0	Molto basso
14,20	286,182	164,580									0	NL	0	Molto basso
14,40	290,380	166,816									0	NL	0	Molto basso
14,60	294,578	169,053									0	NL	0	Molto basso
14,80	298,776	171,290									0	NL	0	Molto basso
15,00	302,974	173,526									0	NL	0	Molto basso
15,20	307,172	175,763									0	NL	0	Molto basso
15,40	311,370	178,000									0	NL	0	Molto basso
15,60	315,568	180,236									0	NL	0	Molto basso

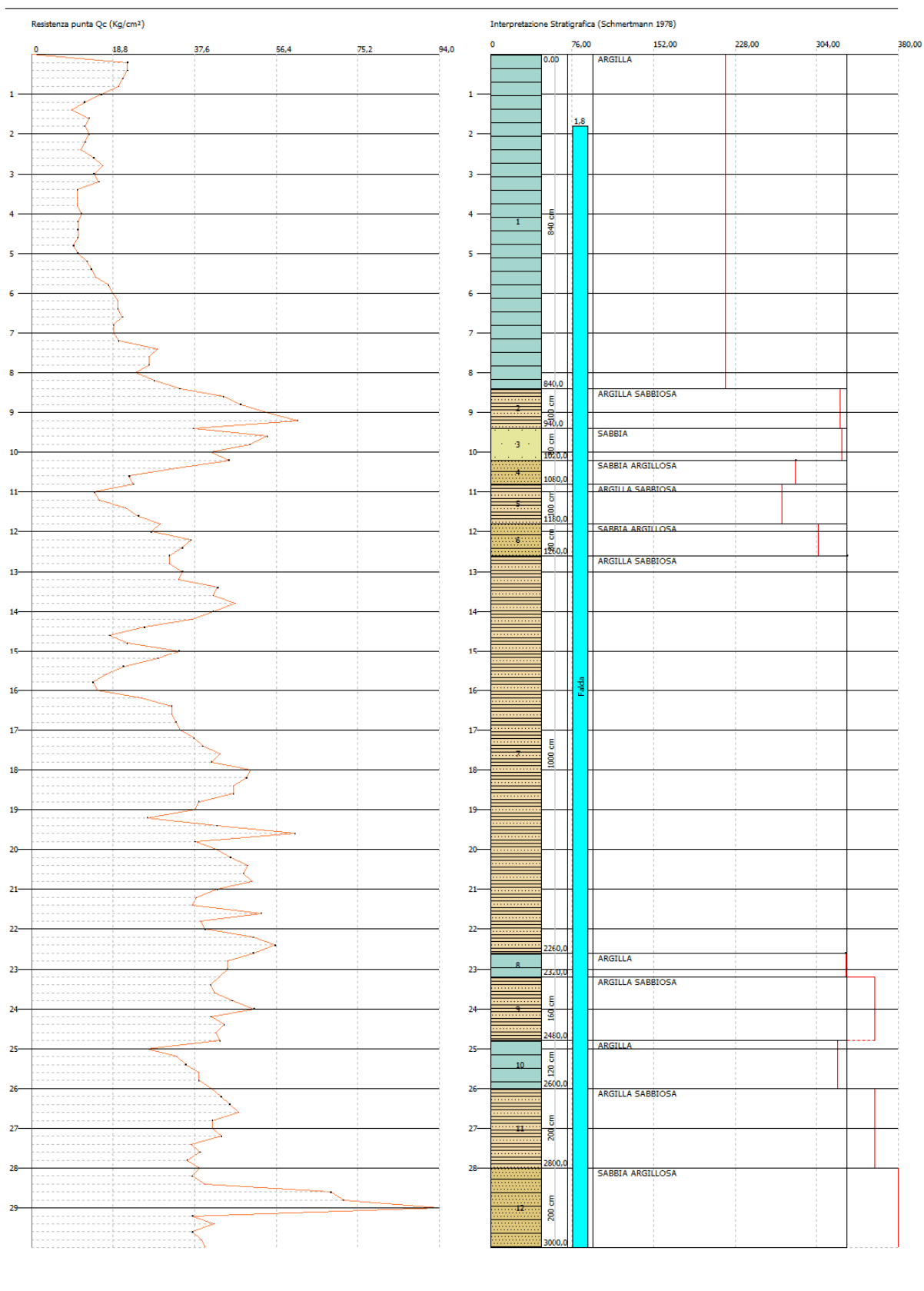


15,80	319,766	182,473									0	NL	0	Molto basso
16,00	323,964	184,710									0	NL	0	Molto basso
16,20	328,162	186,946									0	NL	0	Molto basso
16,40	332,360	189,183									0	NL	0	Molto basso
16,60	336,558	191,420									0	NL	0	Molto basso
16,80	340,756	193,656									0	NL	0	Molto basso
17,00	344,954	195,893									0	NL	0	Molto basso
17,20	349,152	198,130									0	NL	0	Molto basso
17,40	353,350	200,366									0	NL	0	Molto basso
17,60	357,548	202,603									0	NL	0	Molto basso
17,80	361,746	204,840									0	NL	0	Molto basso
18,00	365,944	207,076									0	NL	0	Molto basso
18,20	370,142	209,313									0	NL	0	Molto basso
18,40	374,340	211,550									0	NL	0	Molto basso
18,60	378,538	213,786									0	NL	0	Molto basso
18,80	382,736	216,023									0	NL	0	Molto basso
19,00	386,934	218,260									0	NL	0	Molto basso
19,20	391,132	220,496									0	NL	0	Molto basso
19,40	395,330	222,733									0	NL	0	Molto basso
19,60	399,528	224,970									0	NL	0	Molto basso
19,80	403,726	227,206									0	NL	0	Molto basso

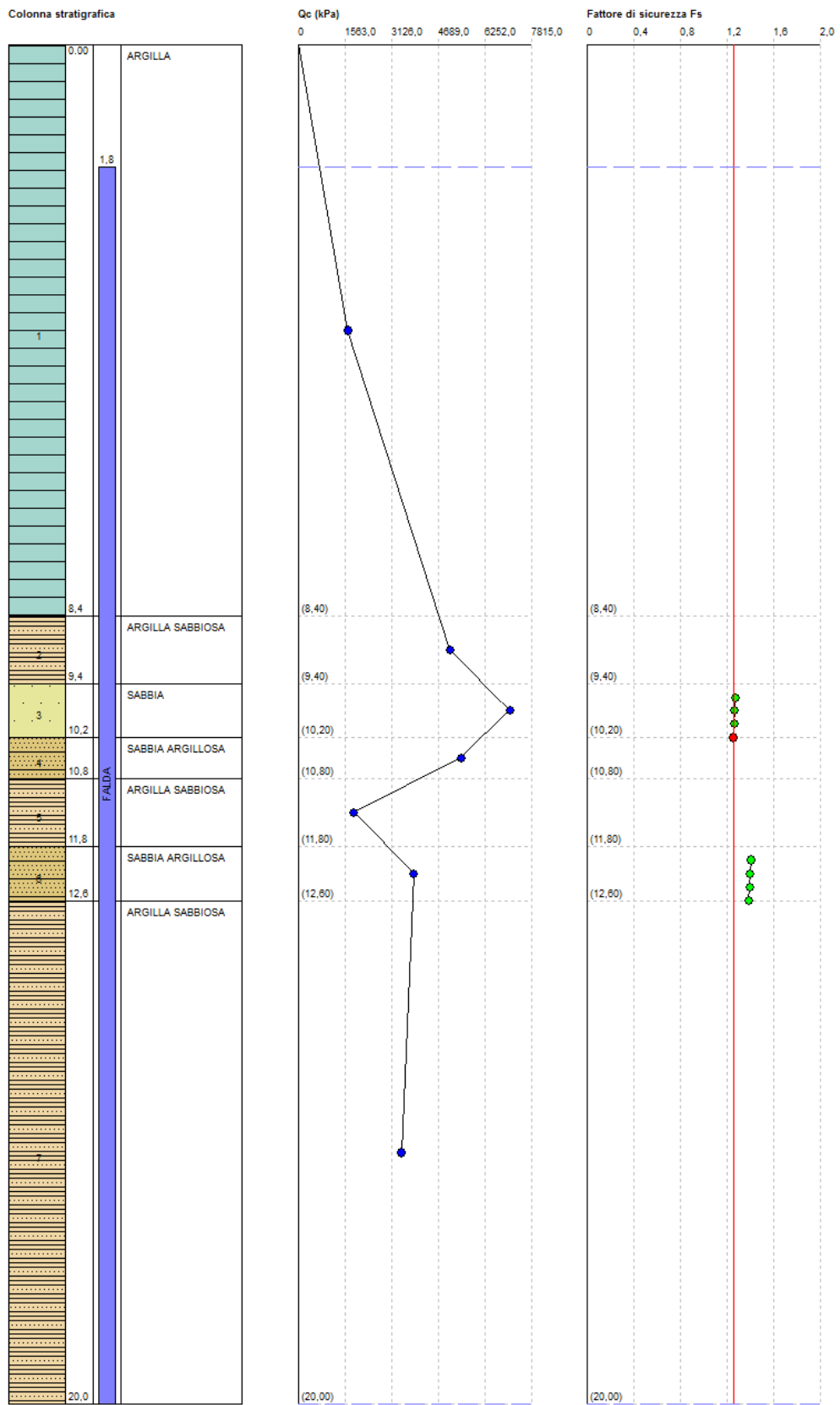
6.5 GRAFICO QC/STRATIGRAFIA



6.6 GRAFICO QC/VS



6.7 GRAFICO Qc/FATTORE SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE



7. 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.