



COMUNE DI FERRARA

P.U.A.

PROGETTO ATTUATIVO RELATIVO A:

(AREA POC) ACCORDO A NORMA DELL'ART. 18 L.R. 20/2000 RELATIVO AL COMPARTO:

“NUOVO INSEDIAMENTO RESIDENZIALE IN QUARTESANA, VIA COMACCHIO”

SCHEDA N.° 18ANS-03

Proprietà:

Dott. Andrea LAZZARI

Dott. Massimo LAZZARI

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA IN

OTTEMPERANZA ALLA DGR n°2193/ 2015



Luglio 2016

dr. Geol. Daniele Pettinau



PREMESSA

A seguito di specifica richiesta da parte del “Settore Pianificazione Territoriale del Comune di Ferrara” di adeguare alla DGR 2193/2015 gli elaborati geologici a supporto del progetto predisposto per il Piano Attuativo Urbanistico (PUA) in attuazione alla scheda “POC 18ANS-03”, di cui sono proponenti Massimo e Andrea Lazzari, sull’area situata in località Quartesana, ovvero:

- Relazione geologica e geotecnica “PUA Scheda POC n°18ANS-03 (2015)”.
- Relazione integrativa geotecnica sulle strade di accesso all’area (2016)

nel presente documento si procede a:

- ⇒ determinazione dell’accelerazione massima attesa al sito;
- ⇒ verifica della suscettibilità a liquefazione dei terreni di fondazione;

in ottemperanza a quanto indicato rispettivamente negli allegati n°2 e n°3 del suddetto DGR 2193/2015.

1) ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA AL SITO

Per quanto riguarda la determinazione del coefficiente d’amplificazione stratigrafica “FA” (Ss secondo il DM 14/01/2008), necessario per il calcolo dell’accelerazione massima attesa al sito (PGA o ag), si è fatto riferimento all’allegato 2 della DGR 2193/2015 ed in particolare alla tabella relativa al settore di “Pianura 2” (cfr fig. seguente) in quanto, secondo le indicazioni inerenti il modello litostratigrafico della zona, desumibili dal documento cartografico “Carta degli elementi del sottosuolo che possono influenzare il moto in superficie” dello studio di Microzonazione sismica facente parte del POC di Ferrara, la base dei depositi continentali” coincidenti con la “prima interfaccia risonante” si attesta a profondità dell’ordine di – 130 m. Su tali basi tenuto conto che la velocità delle onde di taglio determinata in ragione degli esiti delle indagini strumentali realizzate sull’area PUA risulta dell’ordine di 180 m/sec, il coefficiente di amplificazione stratigrafica (FA o Ss) dalla tabella seguente risulta pari a 1,7 (in Relazione geologica e geotecnica “PUA Scheda POC n°18ANS-03 -2015-) il valore del coefficiente d’amplificazione stratigrafica, calcolato dalla correlazione della velocità delle onde di taglio Vs30 con la tabella dei profili di suolo sismico di normativa del DM 14/01/2008, risulta sensibilmente maggiore in quanto pari a 1,8.

Tab. 1) Tabella tratta dall’allegato 2 del DGR 2193/2015

PIANURA 2: settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.;

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5
F.A. SI1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	2.0
F.A. SI3	3.6	3.3	2.9	2.5	2.2	2.0

Per la determinazione dell'accelerazione massima attesa al sito (ag) secondo il metodo "sito dipendente", ovvero utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento dell'allegato B, tab.1, del DM LL.PP 14/01/2008., è stato impiegato apposito software, inserendo latitudine e longitudine dell'area di costruzione nonché gli altri parametri necessari per il calcolo, ovvero: vita nominale e classe d'uso delle strutture, amplificazione stratigrafica (Ss) calcolata secondo l'allegato 2 del DGR 2193/2015, e topografica (ST). A tal riguardo si precisa che i parametri di risposta sismica sono stati calcolati nell'ipotesi di opere non superiori alla classe d'uso II e correlabili ad una Vita Nominale (VN) ≥ 50 anni.

In dettaglio i parametri considerati per il calcolo risultano:

- Latitudine e longitudine in valori decimali (ED 50) rispettivamente di 44.806282 e 11.745024
- Classe d'uso. II (come da Tab 3-A NTC). Costruzione il cui uso preveda normali affollamenti, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.....omissis ...opere infrastrutturaliomissis Non ricadenti in Classe d'uso III e IV reti (ved. Tab.2) cui corrisponde, secondo la tabella 3) un coefficiente d'uso (Cu) pari a uno.

Tab. 2) Classi d'uso

<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 3) Coefficienti d'uso

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita Nominale (Numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata). Sulla base della tabella di seguito riportata desunta dalla normativa del DM 2008, per il calcolo è stato considerata una vita nominale (VN) ≥ 50 anni;

Tab. 4) Vita nominale tipi di costruzione

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

- Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot c_u \geq 50$

Tab. 5) Valori di V_R (DM14/01/2008)

VITA NOMINALE V_N	VALORI DI V_R			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

- Amplificazione stratigrafica (procedura allegato 2 del DGR 2193/2015).

Il valore di S_s (FA) determinato secondo l'allegato 2 del DGR 2193/2015 risulta pari a 1,7

- Coefficiente di amplificazione Topografica (ST)

Essendo il sito caratterizzato da condizioni morfologiche pressoché pianeggianti, si correla la categoria topografica "T1" della tabella 3.II 4 del DM 2008 ("superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ "). Pertanto $ST = 1.0$, secondo i valori di amplificazione topografica riportati nella sottostante tabella 8.

Tab. 6) Amplificazione topografica (DM14/01/2008)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Dall'elaborazione effettuata, il cui tabulato è riportato nella pagina seguente, risulta un'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido $a_g = 0,132$ per $T_r = 475$ anni (SLV: stato limite salvaguardia vita).

Tenuto conto che nello specifico caso i fattori S_s (amplificazione stratigrafica) e ST (amplificazione topografica) sono rispettivamente pari a 1,7 e 1,0, in base alla normativa del DM 14/01/2008, risultano i seguenti parametri sismici:

- accelerazione massima (a_{max}/g)= $S_s \cdot S_T \cdot a_g = 1,7 \cdot 1,0 \cdot 0,132 = 0,224$;
- coefficienti sismici orizzontale (K_h)= 0,054 e verticale (K_v)=0,027.
- coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (β) = 0,24.

Il valore d'accelerazione massima attesa al sito a_g (a_{max}/g) = 0,224, in cui compare come fattore moltiplicativo il coefficiente FA (S_s) calcolato secondo la procedura dell'all 2 del DGR 2193/2015, risulta sensibilmente inferiore a quello determinato nel documento "Relazione geologica e geotecnica- PUA Scheda POC n°18ANS-03 -2015-", nel quale si era tenuto conto del profilo di suolo di normativo desunto dalla tabella del DM 14/01/2008.

Fig. 1) Tabulato determinazione accelerazione sismica attesa al suolo

Via n°

Comune Cap

Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Cu = 1

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a_d [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,037	2,543	0,253
Danno (SLD)	50	0,046	2,502	0,277
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,132	2,600	0,274
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,177	2,556	0,280
Periodo di riferimento per l'azione sismica:		50		

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,70"/>	<input type="text" value="1,70"/>	<input type="text" value="1,70"/>	<input type="text" value="1,70"/>
Cc * Coeff. funz categoria	<input type="text" value="2,48"/>	<input type="text" value="2,38"/>	<input type="text" value="2,39"/>	<input type="text" value="2,36"/>
St * Amplificazione topografica	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,016	0,054	0,072
kv	0,006	0,008	0,027	0,036
Amax [m/s²]	0,614	0,767	2,197	2,949
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

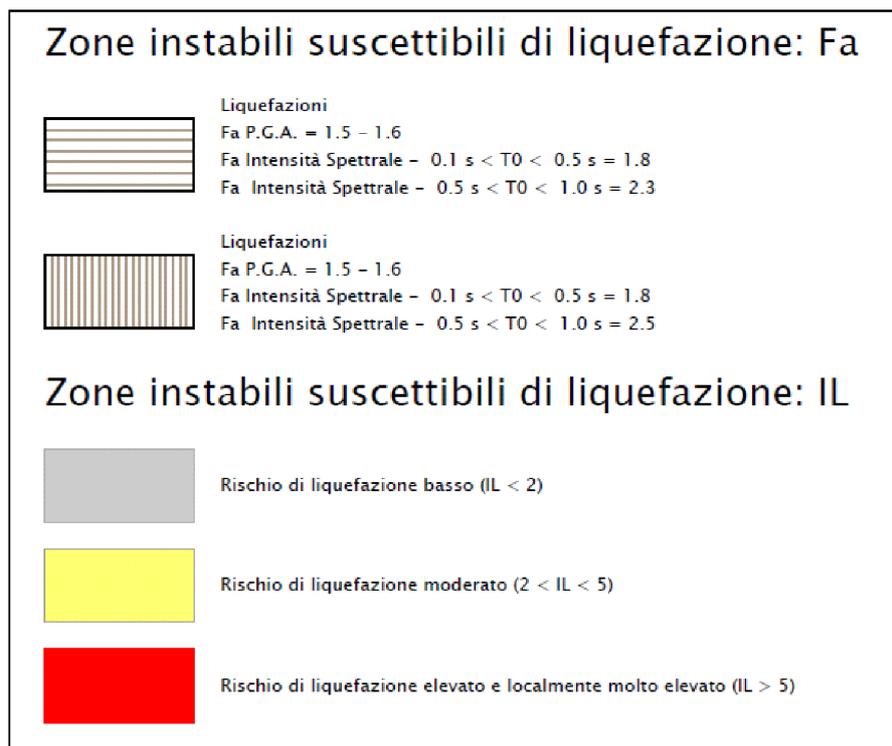
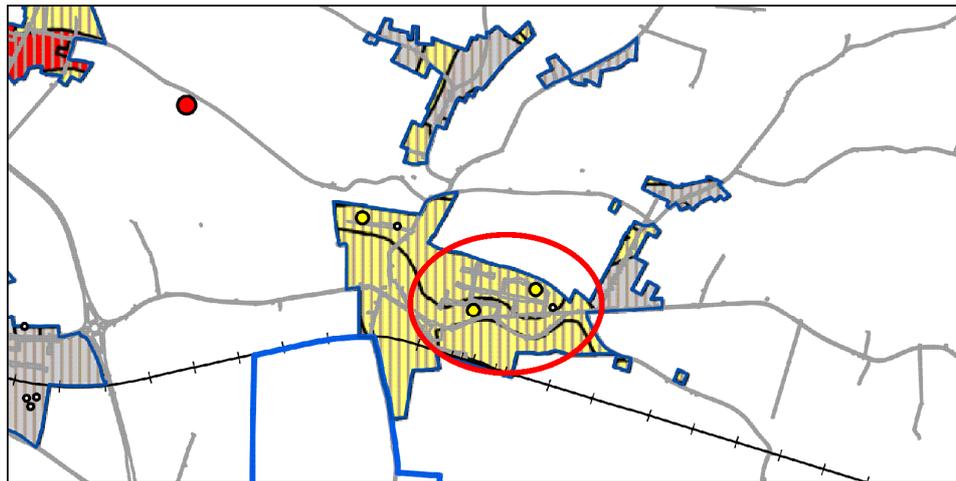
(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

2) SUSCETTIBILITA' LIQUEFAZIONE TERRENI DI FONDAZIONE

Con riferimento alla documentazione di microzonazione sismica, parte integrante dei documenti di POC vigente, ed in particolare alla "Carta di micro zonazione sismica di livello 3", l'area in esame rientra in "Zone instabili suscettibili di liquefazione" e più precisamente a "rischio di liquefazione (IL) moderato ($2 < IL < 5$)".

Fig. 2) Estratto "Carta di micro zonazione sismica di livello 3 (tavola 10_10)" del POC di Ferrara



Ai fini di determinare il coefficiente di liquefacibilità alla scala dell'area POC 18ANS-03 in ottemperanza all'allegato 3 del DGR 2193/2015 è stata impiegato, mediante specifico software di calcolo (GEOSTRU , Liquiter) il metodo semplificato di Boulanger-Idriss (2014).

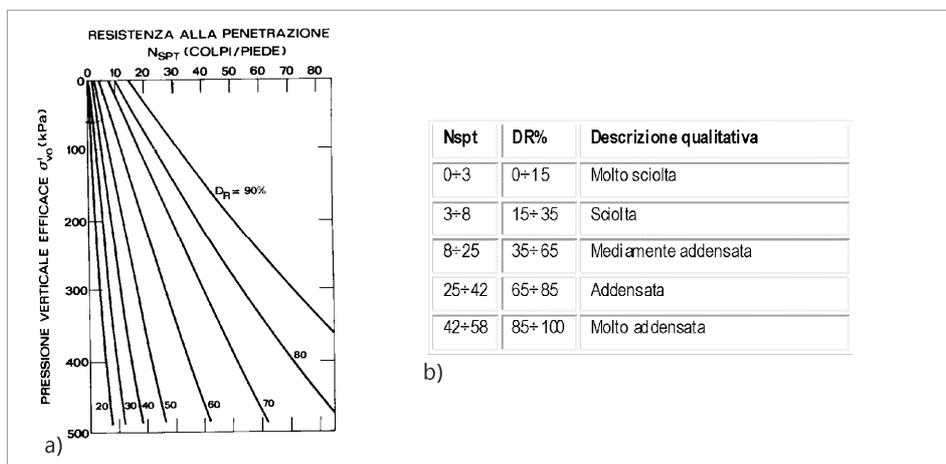
I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al

deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione $(1.0) FS = CCR / CSR$ dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma. Il parametro utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT.

Nello specifico caso, nel codice di calcolo impiegato quali dati di input sono stati inseriti:

- ⇒ Numero di colpi N_{spt} , stimato dagli esiti delle prove CPTU effettuate sull'area. Più precisamente da questi ultimi è stata valutata la densità relativa (DR%) per i singoli livelli stratigrafici analizzati e mediante correlazione con l'impiego del diagramma di Gibbs-Holtz e della tabella di figura 3 b) sono stati stimati i corrispondenti valori di N_{spt} .

Fig. 3 a-b) Correlazione tra valori N_{spt} e densità relativa (DR%)



- ⇒ Valore della magnitudo (M) pari a 5,9 corrispondente alla magnitudo massima registrata nel corso dell'evento sismico del 2012.
- ⇒ Azione sismica massima attesa al suolo con modulo di 0,224g di cui il fattore stratigrafico amplificativo (FA o S_s) è stato calcolato in conformità all'allegato 2 della DGR 2193/2015.
- ⇒ Quota della falda freatica a - 2,50 m da p.c.(come da indagini strumentali effettuate).

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche che sono state condotte prendendo in esame :

- livelli francamente sabbiosi con presenza e spessori significativi tra p.c e - 3 m, individuati mediante le due verticali d'indagine CPTU 1-2.. Non sono stati considerati i livelli sabbiosi che si sviluppano a profondità maggiori in quanto isolati e di spessore troppo esiguo nonché confinati da orizzonti di limi argillosi con potenza plurimetra.
- Livelli limosi sabbiosi e argillosi attestati a profondità comprese tra - 3,0 e -20 m da p.c che costituiscono la facies granulometrica predominante nella zona. Le verifiche nell'ambito di tale orizzonte stratigrafico sono state condotte considerando un valore medio di $N_{spt} = 8$, quantità della frazione argillosa del 30% e profondità di - 6 m, -12 e -18 m per la verticale CPTU1, di - 5 m, 10 m e 15 m per la CPTU2

In dettaglio i livelli sabbiosi per i quali è stata effettuata verifica son indicati nella tabella seguente.

Tab.7) Livelli stratigrafici per i quali è stata svolta la verifica a liquefazione

Verticale Indagine	Profondità livelli
CPTU 1	-1,17 m - 1,84 m - 2,11 m - 2,72 m - 6,0 m - 12,0 m - 18,0m
CPTU 2	- 0,81 m - 4,0 m - 13,0 m -17,0 m

2 a) VERTICALE CPTU-1

Livello a – 1,17 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	1.17	m
Profondità della falda dal p. c.	2.50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	10	-
Frazione argillosa	5	%
Accelerazione sismica massima	0.224	g
Magnitudo	5.9	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie sciolte	
Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	21.06	kPa
Pressione efficace del terreno	22.39	kPa
Numero di colpi standard corretto	17.0019	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.2341	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1413	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.6563	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 1,84 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	1.86	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³

Numero di colpi SPT	9	-
Frazione argillosa	5	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5,90	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	33.48	kPa
Pressione efficace del terreno	34.12	kPa
Numero di colpi standard corretto	15.3019	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.2025	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1455	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.3922	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 2,11 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	2,11	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	10	-
Frazione argillosa	5	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5,90	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	37.98	kPa
Pressione efficace del terreno	38.37	kPa
Numero di colpi standard corretto	15.9397	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.211	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.146	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.4449	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 2,72 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	2,72	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	15	-
Frazione argillosa	5	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5,90	-

Tipo di deposito: Sabbie limose
 Consistenza del deposito: Sabbie medio dense

Boulangier & Idriss 2014
 Pressione totale del terreno 48.96 kPa
 Pressione efficace del terreno 48.74 kPa
 Numero di colpi standard corretto 20.7003
 Resistenza alla liquefazione (CRR) 0.3002
 Sforzo di taglio normalizzato (CSR) 0.1462
 Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$) 2.0529

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 6,00 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo 6,00 m
 Profondità della falda dal p. c. 2,50 m
 Peso di volume del terreno 18 kN/m³
 Numero di colpi SPT 8 -
 Frazione argillosa 30 %
 Accelerazione sismica massima 0,224 g
 Magnitudo 5.9 -
 Fattore imposto dalla normativa 1.2 -
 Tipo di deposito: Sabbie limose
 Consistenza del deposito: Sabbie medio dense

Boulangier & Idriss 2014
 Pressione totale del terreno 108.00 kPa
 Pressione efficace del terreno 104.50 kPa
 Numero di colpi standard corretto 13.2381
 Resistenza alla liquefazione (CRR) 0.1663
 Sforzo di taglio normalizzato (CSR) 0.138
 Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$) 1.2051

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 12,00 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo 12,00 m
 Profondità della falda dal p. c. 2,50 m
 Peso di volume del terreno 18 kN/m³
 Numero di colpi SPT 8 -
 Frazione argillosa 30 %
 Accelerazione sismica massima 0,224 g
 Magnitudo 5.9 -
 Fattore imposto dalla normativa 1.2 -
 Tipo di deposito: Sabbie limose

Consistenza del deposito: Sabbie medio dense

Boulangier & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	216.00	kPa
Pressione efficace del terreno	206.50	kPa
Numero di colpi standard corretto	10.8096	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1364	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1135	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.2015	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 18,00 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	18,00	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	8	-
Frazione argillosa	30	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5.9	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulangier & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	324.00	kPa
Pressione efficace del terreno	308.50	kPa
Numero di colpi standard corretto	9.6996	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1242	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.0906	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.3714	

Il deposito non è liquefacibile

2 b) VERTICALE CPTU-2

Livello a – 0,81m da p.c

Input dati:

Profondità di calcolo	0,81	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	10	-
Frazione argillosa	5	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5.9	-

Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	14.58	kPa
Pressione efficace del terreno	16.27	kPa
Numero di colpi standard corretto	17.0019	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.2377	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1355	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.7537	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 4,00 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	4,00	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	8	-
Frazione argillosa	30	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5.9	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	72.00	kPa
Pressione efficace del terreno	70.50	kPa
Numero di colpi standard corretto	14.9191	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1905	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1441	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.3217	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 13 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	13,00	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	8	-
Frazione argillosa	30	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5.9	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	

Consistenza del deposito: Sabbie medio dense

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	234.00	kPa
Pressione efficace del terreno	223.50	kPa
Numero di colpi standard corretto	10.5818	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1338	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.1094	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.2234	

Il deposito non è liquefacibile

Livello a – 17 m da p.c.

Input dati:

Profondità di calcolo	17,00	m
Profondità della falda dal p. c.	2,50	m
Peso di volume del terreno	18	kN/m ³
Numero di colpi SPT	8	-
Frazione argillosa	30	%
Accelerazione sismica massima	0,224	g
Magnitudo	5.9	-
Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	Sabbie medio dense	

Boulanger & Idriss 2014		
Pressione totale del terreno	306.00	kPa
Pressione efficace del terreno	291.50	kPa
Numero di colpi standard corretto	9.8369	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1257	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.094	
Coefficiente di sicurezza ($F_s = CRR / CSR$)	1.3371	

Il deposito non è liquefacibile

3) NOTE DI SINTESI E VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il valore del coefficiente d'amplificazione stratigrafica calcolato secondo le tabelle indicate nell'allegato 2 del DGR del 2193/2015 risulta nello specifico caso leggermente inferiore ($FA= 1,7$) rispetto a quello ($FA=1,8$) riportato nel documento "Relazione geologica e geotecnica "PUA Scheda POC n°18ANS-03 -2015" desunto dalla Tabella di suolo sismico di normativa del DM 14/01/2008.

Tenuto conto che inevitabilmente anche il valore dell'accelerazione massima attesa al sito (ag o PGA), calcolando il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Ss o FA) secondo le indicazioni dell'allegato 2 del suddetto disposto normativo, risulta sensibilmente inferiore, si è ritenuto ragionevole considerare validi i calcoli preliminari delle verifiche di "Resistenza (Rd)" dei terreni di fondazione, svolti in "in Relazione geologica e geotecnica "PUA Scheda POC n°18ANS-03 -2015-in quanto più conservativa pertanto a favore delle sicurezza.

Relativamente alla suscettibilità di liquefazione dei terreni di fondazione, le verifiche svolte con il metodo semplificato di Boulanger-Idriss (2014) secondo l'allegato 3 della DGR del 2015, hanno fornito, sia per i livelli francamente sabbiosi che per quelli limosi sabbiosi ed argillosi coefficienti di sicurezza (FL) \geq a 1,2 a dimostrazione dell'assenza di rischio indotto da tale processo in presenza di sisma (come da normativa del DGR 2193/2015).

INDICE

PREMESSA 1

1) ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA AL SITO..... 1

2) SUSCETTIBILITA' LIQUEFAZIONE TERRENI DI FONDAZIONE..... 5

3) NOTE DI SINTESI E VALUTAZIONI CONCLUSIVE..... 13