



dott.
geol.

Cecilia Agostini

GEOLOGIA GEOTECNICA AMBIENTE

Via dei Carriolanti, 16
44047 Sant'Agostino FE
Cell. 333 2531114
info@demetrasrl.eu
P.IVA:01617290380
C.F.: GSTCCL69B43A944E

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

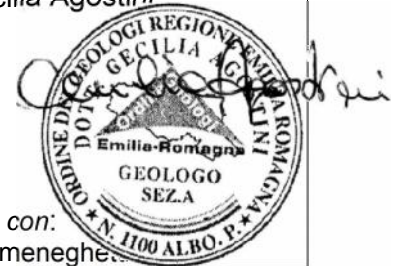
INDAGINE GEOTECNICA PREVENTIVA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI TERRENI SOTTOPOSTI A PIANO DELLA RICOSTRUZIONE

COMMITTENTI: TASSINARI ALBERTO E
BALBONI RITA

LOCALITÀ: RENAZZO FE
VIA LAMBORGHINI

PROGETTO: DELOCALIZZAZIONE
FABBRICATO AGRICOLO

Relatore:
Dott. Geol. Cecilia Agostini



In collaborazione con:
Dott. Geol. A. Domeneghe

sommario

n.		Pag.	n.		Pag.
1	Premessa	2	6	Verifica della stabilità globale	16
2	Prove geotecniche	4	7	Cedimenti	18
3	Caratterizzazione geologica	4	7.1	Cedimenti post-sismici	19
4	Caratterizzazione geotecnica	7	8	Considerazioni conclusive	21
5	Caratterizzazione sismica	11	<i>Allegati</i>	Prove geotecniche	
5.1	Verifica del rischio di liquefazione	14	<i>App.</i>	Verifica del rischio di liquefazione	

Sant'Agostino, li 17.12.2014

1. PREMESSA

Dietro incarico dello Studio Tecnico Associato Geomm. Giorgia Bruni e Dennis Montanari di Renazzo e per conto della proprietà Tassinari Alberto e Balboni Rita è stato eseguito uno studio geologico e geotecnico finalizzato alla definizione dei parametri fisico-meccanici e sismici dei terreni da inserire nel Piano della Ricostruzione del Comune di Cento.

L'area è interessata dalla costruzione di n. 1 fabbricato agricolo, in sostituzione di quello esistente da demolire in seguito ai danni subiti a causa degli eventi sismici del maggio 2012.

I terreni indagati sono ubicati in Comune di Cento, frazione Renazzo, Via Lamborghini al civico n. 24.

Dal punto di vista geografico l'area indagata è rappresentata nella sezione 202040 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000, della quale in Fig. 1 si fornisce uno stralcio, ed è individuata dalle coordinate ED50 lat. 44,766004 – long. 11,269052.

I terreni indagati sono censiti al Foglio 33, mappale 27 del Catasto del Comune di Cento.

Il territorio comunale di Cento è stato classificato sismico in zona 3, come area di nuova classificazione, dall'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 e successive modificazioni, la sismicità delle località italiane è stata poi definita in base a una griglia a maglie quadrate dall'OPCM 3519 del 28.04.2006, recepita dal DM del 14.01.2008, recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).

In base alle informazioni fornite dallo Studio Tecnico Associato Geomm. Dennis Montanari e Giorgia Bruni sull'area è prevista la costruzione n. 1 fabbricato ad uso agricolo con fondazioni superficiali. Al momento attuale non sono disponibili informazioni strutturali di dettaglio sul progetto delle opere da realizzare, ma si forniscono tutti i parametri geotecnici per valutare diverse soluzioni progettuali.

Il fabbricato è caratterizzato da vita nominale (V_N) di 50 anni e viene attribuito alla classe d'uso I.

L'indagine vuole determinare la natura e la litologia dei sedimenti, valutare la loro portanza ed il piano di posa fondale dei manufatti da porre in atto tramite verifica della stabilità globale; definire il tipo di falde, la loro giacenza e la distanza dal suolo; fornire indicazioni i cedimenti totali e differenziali; caratterizzare i terreni dal punto di vista sismico.

Fig. 1

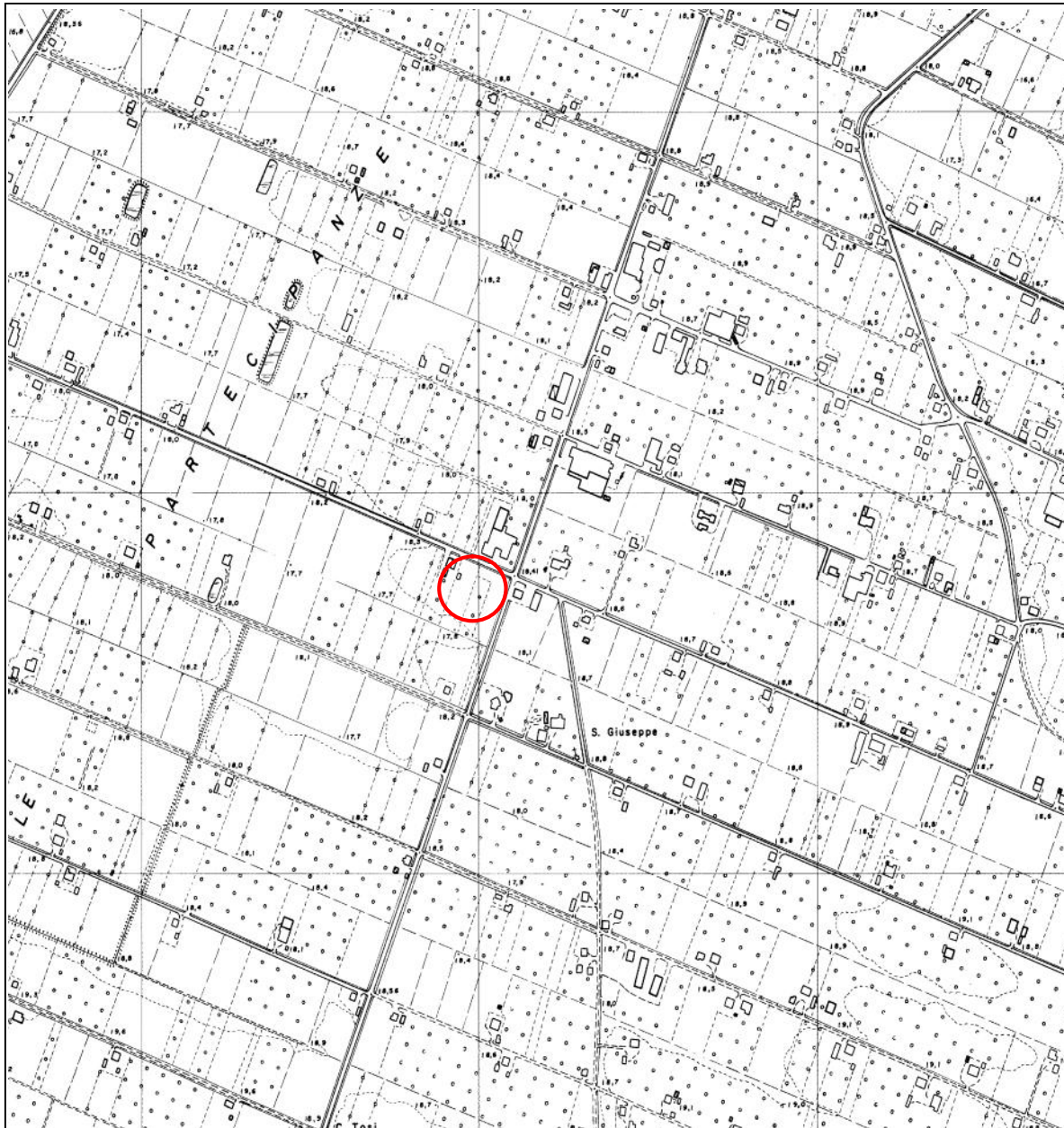
COROGRAFIA

BASE TOPOGRAFICA CTR
Sezione 202040
scala 1:10.000

Legenda



Area oggetto di studio



2. PROVE GEOTECNICHE

È stata effettuata n. 1 prova penetrometrica statica CPT spinta fino alla profondità di 30,00 m dal piano campagna (p.c.), assunto come livello di riferimento.

Per l'esecuzione della prova penetrometrica è stato utilizzato un penetrometro statico da t. 20 di spinta con punta conica tipo Begemann per la lettura della resistenza alla punta q_c (R_p) e la resistenza all'attrito laterale locale f_s (R_l). Maggiori dettagli sulla strumentazione e le modalità di prova sono forniti nella scheda tecnica allegata.

In corrispondenza del foro di prova sono state effettuate misure piezometriche per la determinazione del livello della falda acquifera tramite sonda piezometrica a segnalazione acustica e visiva.

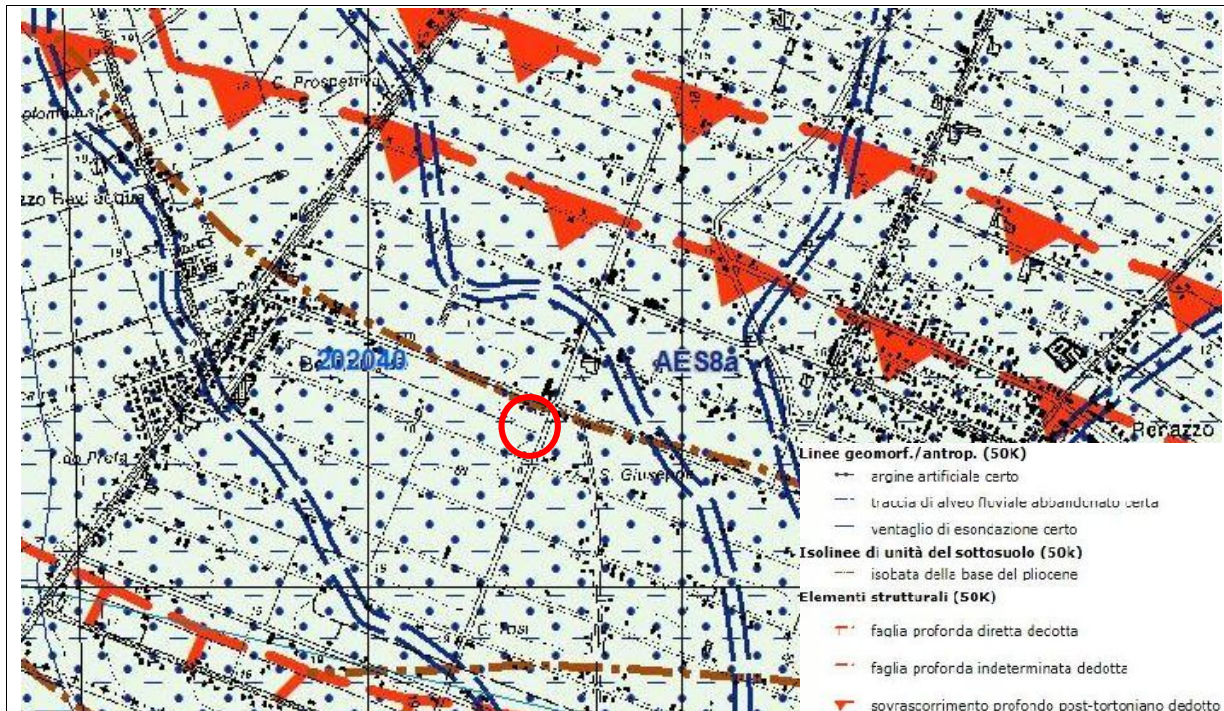
L'ubicazione della prova è riportata nell'allegato schizzo planimetrico.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

La Carta Geologica in scala 1:10.000 redatta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna rappresenta l'area in esame nella sezione 202040 (Fig. 2) e individua coperture quaternarie attribuite al Subsistema di Ravenna (AES8) e in particolare all'Unità di Modena (AES8a).

I sedimenti alluvionali del Subsistema di Ravenna (AES8) sono costituiti da depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma. Nella valle del F. Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2,5Y), spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7. Il Subsistema contiene un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20-25 metri.

L'età è fatta corrispondere al Pleistocene superiore – Olocene.



I depositi attribuiti all'Unità di Modena (AES8a) sono costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile; sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Il limite superiore è sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (2,5Y) al tetto, privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (es. argini e bacini interfluviali). Il limite inferiore è dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura. L'unità include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b1 che però, in

accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente. Lo spessore massimo è di 3-4 metri. Confinano con i depositi alluvionali in evoluzione (b1) e si trovano lungo i margini fluviali sia del Fiume Marecchia che del torrente Uso.

L'età è post - romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale; datazione archeologica), corrispondente all'Olocene.

La litologia superficiale in corrispondenza dell'area indagata è costituita da limo sabbioso di piana alluvionale.

Dal punto di vista strutturale l'area è caratterizzata a nord da due sovrascorrimenti profondi dedotti post-tortoniani, paralleli fra loro ed aventi direzione est-ovest, mentre a sud del suddetto sito si individua una faglia diretta profonda dedotta con direzione indicativamente nordovest-sudest (Fig. 2); tali strutture sono inquadrabili nell'assetto strutturale appenninico.

Dal punto di vista geomorfologico il sito risulta inserito in un territorio complessivamente pianeggiante, privo di fenomeni di dissesto e con quote topografiche comprese tra a 17,8 e 18,4 m s.l.m.m.


L'area in esame si trova in sinistra del Fiume Reno, il quale scorre a sud – est, oltre il centro abitato di Cento; in questo tratto il Reno è arginato artificialmente e risulta pensile rispetto alla campagna circostante fungendo da spartiacque.

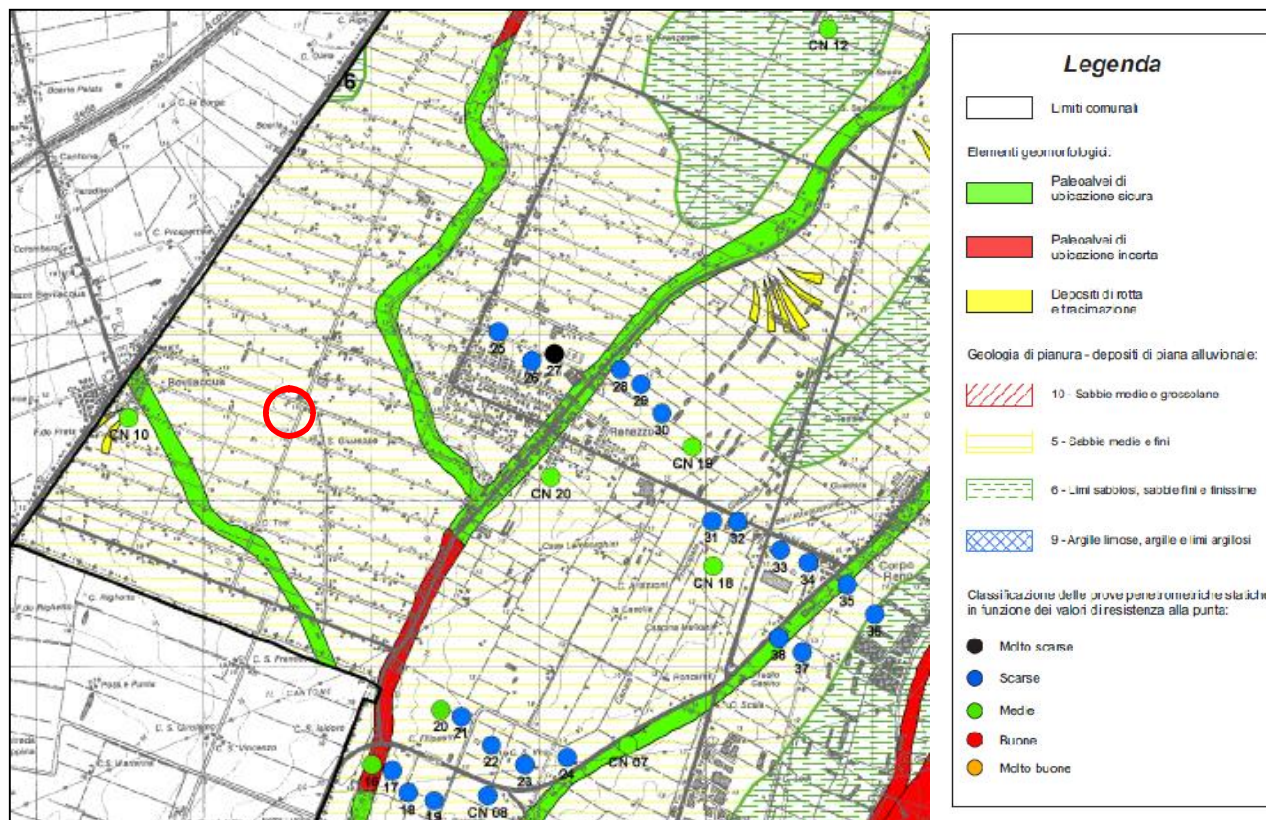
Dalla Carta geologica del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, il sito risulta trovarsi nelle vicinanze di n. 2 paleo-alvei fluviali, rispettivamente a nord e a sud del luogo d'indagine ed entrambi con direzione NW-SE; tali tracce sono riscontrate anche nella Carta Geomorfologica a corredo del PSC (Fig. 3).

Fig. 3

CARTA GEOMORFOLOGICA
Tav. B2.1
PSC Comuni Alto Ferrarese

Legenda

 Area oggetto di studio



4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'analisi della prova penetrometrica consente la ricostruzione del modello geologico e geotecnico del substrato, infatti permette di suddividere il terreno attraversato in intervalli a comportamento omogeneo per quanto riguarda la resistenza meccanica, per ogni intervallo vengono forniti i parametri geotecnici caratteristici ai sensi del DM del 14.01.2008.

Si può così delineare la seguente successione:

da m. 0,00 a m. 1,60 dal p.c.

Si registrano medi valori di q_c 30+/- daN/cm², con valori piuttosto dispersi di f_s 1,5+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 20+/- piuttosto disperso.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia uno strato di argille inorganiche consistenti e argille sabbio-limose. Le discrete resistenze riscontrate localmente non sono da considerare ai fini progettuali, perché soggette a fenomeni di essiccamento con variazioni volumetriche a ciclo stagionale.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,45+/-$ daN/m².

Mediocre la capacità portante, discreta e variabile la cedevolezza.

da m. 1,60 a m. 4,80 dal p.c.

Si registrano medio-bassi valori di q_c 12+/- daN/cm², con valori piuttosto dispersi di f_s 1,0 daN/cm², rapporto q_c/f_s 14+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia uno strato di terreni misti e argille organiche, con lente centimetrico di argilla inorganica consistente a 3,00 m.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,45+/-$ daN/m².

Scarsa la capacità portante, elevata la cedevolezza.

da m. 4,80 a m. 7,00 dal p.c.

Si registrano medi valori di q_c 24+/- daN/cm², con valori piuttosto dispersi di f_s 1,2+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 20+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia uno strato di argille inorganiche molto consistenti e argille sabbio limose.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,60+/-$ daN/m².

Discreta la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

da m. 7,00 a m. 12,60 dal p.c.

Si registrano medio-bassi valori di q_c 18+/- daN/cm², con valori piuttosto dispersi di f_s 0,8+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 16+/- abbastanza disperso.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia alternanze di argille inorganiche consistenti e molto consistenti, con argille organiche.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,50+/-$ daN/m².

Mediocre la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

da m. 12,60 a m. 17,40 dal p.c.

Si registrano medi valori di q_c 36+/- daN/cm² con trend crescente con la profondità, con simmetrici valori di f_s compresi tra 1,7+/- e 3,3+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 19+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia uno strato di argille inorganiche molto consistenti.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,85+/-$ daN/m².

Discreta la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

da m. 17,40 a m. 20,00 dal p.c.

Si registrano medio-bassi valori di q_c 20+/- daN/cm², con valori piuttosto dispersi di f_s 1,6+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 15+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia alternanze decimetriche di argille inorganiche molto consistenti ed argille organiche.

Coesione non drenata $Cu_k = 0,75+/-$ daN/m².

Mediocre la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

da m. 20,00 a m. 24,00 dal p.c.

Si registrano medio-alti valori di q_c 50+/- daN/cm² con picco di q_c 100+/- daN/cm², valori piuttosto dispersi di f_s 2,0+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 35+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia uno strato di argille sabbio-limose e sabbie argillo-limose, con lente centimetrica di sabbia addensata a 23,40 m da p.c..

Coesione non drenata $Cu_k = 1,00+/-$ daN/m².

Angolo di attrito $\phi = 28^\circ$.

Discreta la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

da m. 24,00 a m. 30,00 dal p.c.

Si registrano medio-alti valori di q_c 57+/- daN/cm², con simmetrici valori di f_s 2,6+/- daN/cm², rapporto q_c/f_s 18+/-.

La correlazione litologica di Schmertmann evidenzia alternanze di argille inorganiche molto consistenti ed argille sabbio-limose.

Coesione non drenata $Cu_k = 1,35+/-$ daN/m². Angolo di attrito $\phi = 27^\circ$.

Discreta la capacità portante, mediocre la cedevolezza.

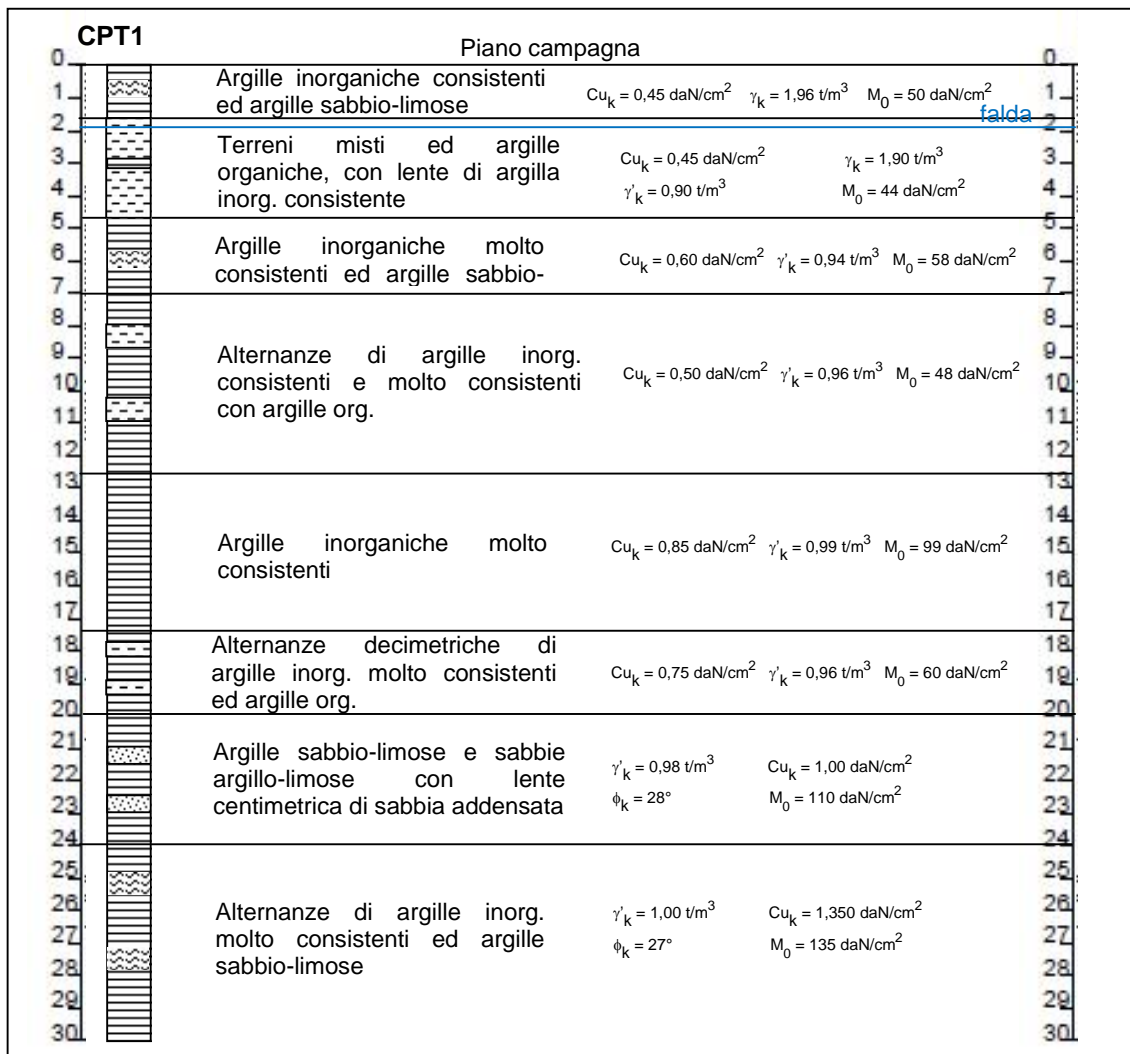
Si tratta di terreni di età olocenica con una buona omogeneità laterale; l'ambiente di sedimentazione è complessivamente di tipo interfluviale con prevalenza di sedimenti palustri.

Al momento della prova il livello statico della prima falda acquifera è stato registrato alla profondità di -1,90 m dal p.c.

Dall'osservazione dei dati storici reperiti presso le banche dati consultabili della Regione Emilia Romagna, si stima un'oscillazione stagionale della falda indicativamente compresa tra -1,50 m e -2,70 m da p.c.

Di seguito viene fornito uno schema del modello geotecnico.

Modello geotecnico schematico



5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio del Comune in oggetto è stato classificato sismico in zona 3 come area di nuova classificazione dall'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003.

Le zone previste sono n. 4 con sismicità decrescente dalla zona 1 alla zona 4, in base ad un valore di accelerazione di picco al suolo roccioso (a_g); in seguito all'OPCM 3519 del 28.04.2006 ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente.

ZONA	a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	a_g massima di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	0,25 < a_g 0,35 g	0,35 g
2	0,15 < a_g 0,25 g	0,25 g
3	0,05 < a_g 0,15 g	0,15 g
4	a_g 0,05 g	0,05 g

In Emilia Romagna non è presente la zona 1 e solo alcuni comuni della provincia di Piacenza, uno di Reggio Emilia e tre di Ferrara sono stati attribuiti alla zona 4; tutti gli altri comuni sono in zona 2 e soprattutto in zona 3.

Con il D.M. del 14.01.2008 recante le nuove "Norme Tecniche per le Costruzioni" le zone 1, 2 e 3 sono state suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli minimo e massimo della rispettiva zona su una griglia a maglie quadrate e passando quindi da una classificazione a livello comunale a una definizione puntuale dei valori di accelerazione di riferimento.

La nuova norma prevede una classificazione sismica dei terreni di fondazione, da eseguirsi in base ai valori della velocità media delle onde S in 30 m (V_{s30}) oppure in base ai dati di prove SPT o al valore medio della coesione non drenata Cu_{30} ; nonché alla valutazione dell'eventuale rischio di liquefazione in condizioni dinamiche.

Categorie di suolo di fondazione:

A	Ammassi rocciosi o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	Depositati 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 (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa, $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)
S1	Depositati di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Deposito di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

In ogni specifico sito il moto sismico è definito da uno spettro di risposta elastico la cui forma dipende dalla combinazione del tipo di terreno e della zona di appartenenza attraverso l'uso di definiti coefficienti (coefficiente stratigrafico S_s e periodi di oscillazione T_B , T_C e T_D), dal periodo di oscillazione della struttura T_0 , dall'accelerazione al suolo a_g e dal fattore che tiene conto dello smorzamento viscoso della struttura.

La caratterizzazione sismica del sito è stata basata sui dati stratigrafici forniti dalla prova CPT1 spinta fino a 30,00 m dal p.c.

In base a ormai diffuse e note correlazioni empiriche dai valori di resistenza forniti dalle prove CPT si possono ottenere i valori della coesione non drenata C_u , riportati nella tabella allegata "parametri geotecnici" e il valore medio di N_{spt} per gli strati granulari.

Nell'intervallo esaminato, i terreni sono prevalentemente coesivi e presentano un valore medio di coesione non drenata $C_u = 86$ kPa.

Il valore della velocità delle onde di taglio S si può ottenere attraverso varie correlazioni, tra cui:

$$V_{s1} = ASF \cdot A \cdot (q_{c1N})^\alpha \text{ (Giretti, D. et al., 2007);}$$

dove $q_{c1N} = (qc/pa)(pa/\sigma'v)^{0,5}$; pa = pressione atmosferica; $ASF = 1$, A e α = coefficienti empirici riferiti alle diverse litologie (Argilla: $A=80,64$, $\alpha=0,28$; Limo: $A=77,83$, $\alpha=0,24$; Sabbia:

$A=53,64$, $\alpha=0,33$).

Nell'intervallo esaminato, il banco di terreni compresi in uno spessore fino a 30,00 m dal p.c. è caratterizzato da $V_{s30} = 173$ m/s. Occorre evidenziare che questa correlazione risulta essere piuttosto cautelativa per i terreni argillosi.

Il valore della velocità delle onde di taglio S si può ottenere anche attraverso la correlazione: $V_s = 55,3 q_c^{0,377}$ (Iyisan, 1996).

Nell'intervallo esaminato risulta $V_{s30} = 184$ m/s.

In base a tali valutazioni e considerando che si tratta di sedimenti prevalentemente coesivi con C_u medio > 70 kPa, il suolo di fondazione viene attribuito alla **categoria 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 (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < C_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Ai sensi del DM del 14.01.2008 i parametri sismici per tempi di ritorno di 332 anni ovvero per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) e per classe d'uso I, calcolati tramite media ponderata, presentano i valori riportati sintetizzati di seguito (elaborazioni tramite INGV "Spettri NTC ver. 1.0.3"):

$$a_g (g) = 0,133 \quad F_0 = 2,589 \quad T_C = 0,270$$

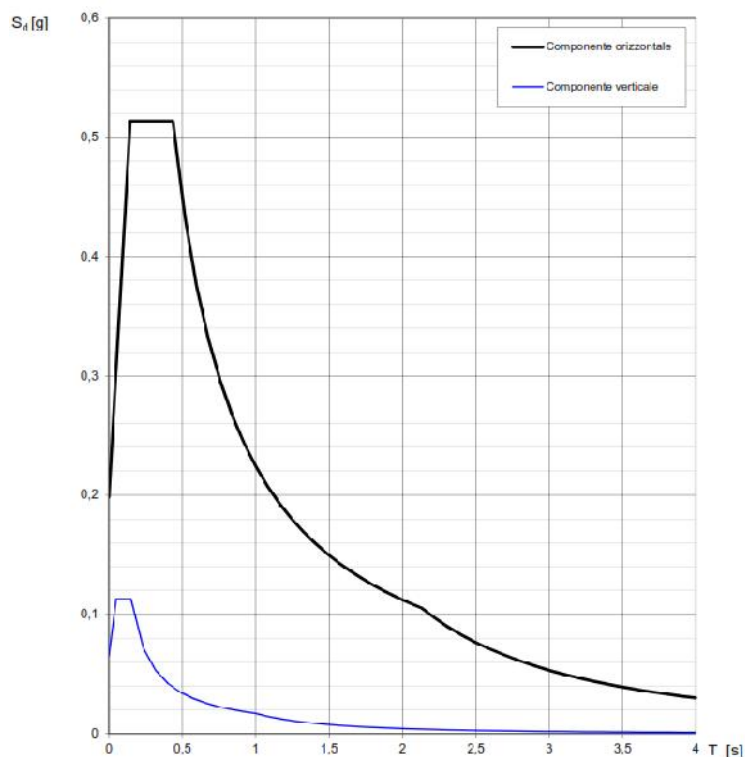
$$S_s = 1,494 \quad - \quad C_c = 1,618$$

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,041	2,538	0,255
SLD	35	0,045	2,517	0,259
SLV	332	0,133	2,589	0,270
SLC	682	0,179	2,564	0,274

Di seguito vengono forniti gli spettri di risposta relativi, ricavati considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni equivalente al tempo di ritorno di 332 anni, per la determinazione dell'azione sismica di progetto (elaborazione tramite INGV "Spettri NTC ver. 1.0.3"). Per la definizione dello spettro sono stati utilizzati valori di $q = 1,5$ e $q_0 = 3$, nella condizione di fabbricato regolare in altezza.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



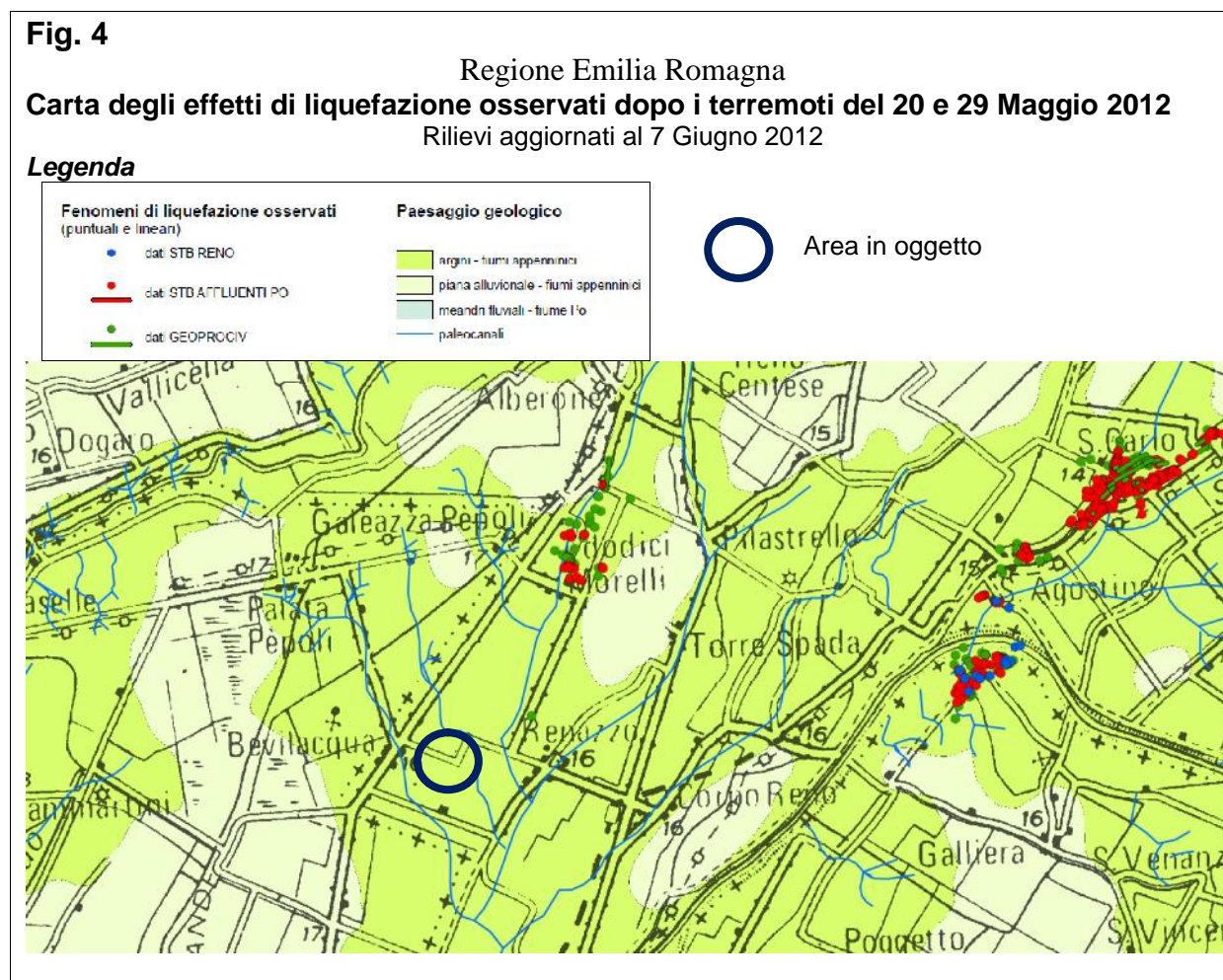
5.1 Verifica del rischio di liquefazione

I terreni granulari a granulometria monodimensionale immersi in acqua di falda potrebbero essere suscettibili a fenomeni di liquefazione in condizioni dinamiche¹; tale rischio va valutato entro i 20 m di profondità ai sensi degli atti di indirizzo della Regione Emilia Romagna (Del. Ass. Legisl. RER 112/2007).

La maggiore scossa sismica del 20.05.2012 ha innescato diversi fenomeni di liquefazione delle sabbie del sottosuolo soprattutto nei comuni dell'alto ferrarese, in corrispondenza di gran parte dei paleo-argini e dei paleo-alvei.

¹ Ad es.: Crespellani T., Nardi R. e Simoncini C., 1988 – La liquefazione del terreno in condizioni sismiche. Zanichelli, Bologna.

La Carta degli effetti della Liquefazione del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (Fig. 4) non individua fenomeni di questo tipo in un largo intorno del sito indagato, il quale non è stato interessato da emersioni di sabbie o da altri fenomeni riconducibili alla liquefazione dei terreni.



Le Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Ordinanza RER n. 70/2013, versione del 14.10.2013) non inseriscono il sito nelle aree sottoposte a Microzonazione Sismica e con presenza di strati liquefacibili: il sito si trova comunque tra due aree definite con presenza di strati liquefacibili tra 10 e 20 m (LQ2).

La stratigrafia nel lotto in esame evidenzia una scarsa presenza di terreni granulari saturi entro la profondità di 20 m dal p.c.

È stata eseguita in via preliminare una verifica della suscettibilità a liquefazione dei sedimenti granulari applicando il metodo di Robertson e Wride sulla verticale di indagine, fino

alla profondità di 20 m, utilizzando una magnitudo di riferimento $M = 6,14$ in conformità con quanto stabilito dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per la zona sismogenetica 912 della Dorsale Ferrarese e utilizzando i parametri sismici riferiti alla categoria C e alla classe d'uso I.

Come soglia del fattore di sicurezza si utilizza il valore di 1,0 definito dalla normativa vigente incrociandolo con il valore di 1,4 come invece suggerito recentemente da Facciorusso, J. (2008)², specificatamente per il metodo di Robertson e Wride e in base a studi eseguiti soprattutto nella zona costiera dell'Emilia Romagna (cfr. Appendice).

I dettagli teorici e i risultati della verifica effettuata sono esposti in appendice e permettono di escludere il rischio liquefazione in condizioni dinamiche nel sito indagato.

6. VERIFICA DELLA STABILITÀ GLOBALE

In base ad una valutazione complessiva del modello geomeccanico dei terreni investigati e considerando le caratteristiche dei manufatti su di essi fondati, il valore della resistenza dei terreni di fondazione viene determinato sulla base delle prove penetrometriche utilizzando la formula della capacità unitaria portante per fondazioni nastriformi e a plinto dovuta a Terzaghi ed altri:

$$qd = cNc (Sc dc) + \alpha D (Nq Sq dq) + 1/2 \times B N\alpha (1 - 0,2 B/L)$$

dove:

$N_i = D_i$	=	fattori di capacità legati al valore di w_l (angolo di attrito interno)	
$c = cu$	=	coesione non drenata ($R_p/20$ De Beer) ($(R_p - \tau_v)/14$ Begemann)	
α	=	peso di volume del terreno immerso in acqua 0,0007 daN/cm ³ - 0,00065 daN/cm ³	
α_l	=	peso di volume del terreno 0,0017 daN/cm ³	
D	=	incastro delle fondazioni	
Sc	=	$1 + B/L (Nq/Nc)$	fattori di correzione
dc	=	$1 + 0.2 D/B$	per fondazioni
Sq	=	1	a nastro e a plinto
dq	=	1	
B	=	larghezza della fondazione	
L	=	lunghezza della fondazione	

² Facciorusso J., 2008 – “Calcolo del Potenziale di Liquefazione su vasta scala: approccio deterministico e approccio probabilistico” – Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica.

Si prevede la posa in opera di fondazioni superficiali: nel caso di realizzazione di una platea i carichi saranno molto modesti e non comprometteranno la stabilità del complesso terreno-struttura, sempre che si mantenga il piano di posa fondale abbastanza profondo (almeno 80 cm) per evitare basculamenti provocati da riduzioni volumetriche dei terreni per essiccamento.

Nel caso di fondazioni a nastro impostate a 80-100 cm dal p.c., in base alla teoria delle tensioni ammissibili, utilizzata per puro riferimento storico e orientativo, sostituendo si ha:

$$q_d = 0,45 \times 5,14 \times 1,13 = 2,61 \text{ daN/cm}^2$$

$$q_a \text{ (pressione ammissibile)} = 2,61 / 3 \text{ (fattore di sicurezza)}$$

$$= 0,87 \text{ daN/cm}^2$$

La verifica di stabilità globale relativa allo stato limite ultimo (SLU) per il complesso terreno-opera ai sensi del D.M. del 14.01.2008 viene confermata qualora sia verificata la disequazione:

$$E_D > R_D$$

dove E_D è il valore di progetto dell'azione e R_D è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Per quanto riguarda la valutazione della resistenza del terreno agli stati limite R_D e dell'azione di progetto E_D ai sensi del DM del 14.01.2008, si opta per la valutazione allo stato limite ultimo (SLU) utilizzando l'approccio 1, che prevede n. 2 diverse combinazioni dei fattori di sicurezza (combinazione 1 -STR valida per lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione, combinazione 2 - GEO riferita allo stato limite di resistenza del terreno).

Si calcolano i valori di r_d , considerando che $R_D = r_d \times A$, dove A è l'area della fondazione.

Approccio 1 – combinazione 1 STR

$$r_d = (45 \times 5,14 \times 1,13) \text{ kPa} = 261,3 \text{ kPa}$$

Approccio 1 – combinazione 2 GEO

$$r_d = (45/1,4 \times 5,14 \times 1,13) / 1,8 \text{ kPa} = 103,7 \text{ kPa}$$

Approccio 2

$$r_d = (45 \times 5,14 \times 1,13) / 2,3 \text{ kPa} = 113,6 \text{ kPa}$$



In condizioni sismiche si utilizzano i coefficienti sismici orizzontale e verticale e i fattori riduttivi di Paolucci & Pecker (1997) per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma su R_D .

$$k_h = \beta_s \text{ ag } S; \quad z_c = 1 - 0,32 k_h$$

Nel caso considerato: $k_h = 0,0477$ e pertanto $z_c = 0,984$.

Tramite la combinazione 2 dell'approccio 1, più cautelativa nei riguardi del dimensionamento geotecnico, si ottiene:

$$r_d = (45/1,4 \times 5,14 \times 1,13 \times 0,984) / 1,8 \text{ kPa} = 102,06 \text{ kPa}$$

Si rimandano ad una valutazione dei carichi in seguito alle scelte progettuali la verifica della soddisfazione della relazione $E_D \geq R_D$, e la verifica allo slittamento per la quale la resistenza offerta dai terreni vale:

$$R_d = A_c \times c_{u_d} \text{ dove } c_{u_d} = 45/1,4 = 32,14 \text{ kPa.}$$

7. CEDIMENTI

Una valutazione dei cedimenti viene eseguita con carico di esercizio (SLE) quasi permanente, utilizzando la formula di Terzaghi - Buisman interrompendo il calcolo alla profondità dove viene soddisfatta la relazione $q_u = (1/10) \sigma_o$, indicando con σ_o il carico litostatico normale.

1

$$UH = H_o \text{ qu } mv$$

dove:

$UH =$ cedimento

$H_o =$ spessore dello strato considerato

$mv =$ coefficiente di compressibilità volumetrica legata al valore di R_p nella relazione $1/(r R_p)$ con r' dipendente dalla litologia e dai valori di R_p .

$qu =$ sovraccarico alle varie profondità prodotto in asse ad una superficie di carico rettangolare infinitamente rigida, secondo Jelinek

Si utilizza in via orientativa e cautelativa un carico massimo di esercizio agli SLE pari a $0,8 \text{ daN/cm}^2$ nell'ipotesi orientativa di una fondazione a nastro con $B = 140 \text{ cm}$.

CANTIERE: TASSINARI ALBERTO E BALBONI RITA - RENAZZO (FE)								
CEDIMENTO IN ASSE RELATIVO AD UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE A NASTRO								
B = cm. 140		qa =0,80Kg/cmq.		Falda -190		D = cm.80 dal p.c.		
profondità		spessore		CEDIMENTO			_____	
strato		strato		qu	mv.	DH	TOTALE	Sigma 0
da	cm	a	H0 cm	Kg/cmq		cm.	cm.	Kg/cmq
0	80	80	80	====	====	====	=	0,136
80	100	20	20	0,69	0,012	0,16		0,153
100	150	50	50	0,56	0,011	0,31	=	0,213
150	200	50	50	0,42	0,016	0,34	=	0,298
200	250	50	50	0,32	0,022	0,35	=	0,346
250	300	50	50	0,28	0,021	0,29	=	0,378
300	350	50	50	0,23	0,021	0,24	=	0,411
350	400	50	50	0,20	0,020	0,20	=	0,443
400	450	50	50	0,18	0,023	0,21	=	0,476
450	500	50	50	0,16	0,028	0,22	=	0,508
500	550	50	50	0,15	0,022	0,16	=	0,541
550	650	100	100	0,12	0,015	0,19	=	0,590
650	750	100	100	0,10	0,020	0,21	=	0,655
750	900	150	150	0,08	0,024	0,30	3,18	0,736
900	1000	100	100	0,01	0,019	0,01	====	0,817
1000	1100	100	100	0,00	0,021	0,00	====	0,882
1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,020	0,00	=	0,000

7.1 Cedimenti post-sismici

I cedimenti post-sismici sono stati valutati in base alle indicazioni dell' "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico" adottato con Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia - Romagna n. 112/2007.

La stratigrafia del sito in oggetto presenta dei terreni coesivi soffici ed il livello statico della falda freatica è stato individuato attorno a -1,90 m dal p.c.; pertanto sono stati valutati i cedimenti post-sismici di tali terreni saturi lungo la verticale di indagine della prova CPT1 fino alla profondità di 10,40 m dal p.c.

Il cedimento post-sismico dei terreni coesivi va valutato nel caso in cui questi siano caratterizzati da coesione non drenata $C_u = 70$ kPa e indice plastico $I_p = 30\%$ e risulta significativo ai fini progettuali solo se il rapporto dell'incremento delle pressioni interstiziali e della tensione verticale efficace ($ru = \Delta u / \sigma'_{vo}$) risulta maggiore o uguale a 0,3.

Tale rapporto può essere valutato in modo orientativo in funzione della deformazione indotta dal sisma negli strati di terreno secondo la correlazione di Dorby (1989).

Deformazione % $\gamma = 0,65 \cdot a_g \cdot S \cdot \sigma_{vo} \cdot r_d \cdot 1/G$

Dove:

a_g = accelerazione di riferimento

S = fattore di amplificazione sismica

σ_{vo} = carico litostatico dei terreni in termini di tensioni totali

r_d = fattore di profondità dello strato (1-0,00766z per $z < 9,15$ m; 1,174-0,0267z per $9,15 < z < 23$ m)

G = valore ridotto di G_0 in funzione dell'accelerazione (AGI, 2005)

G_0 = modulo di taglio alle piccole deformazioni = $406 (qc)^{0,695} e^{-1,13}$

Per il calcolo del cedimento post-sismico si utilizza l'equazione

$$\Delta H = H \frac{\alpha \cdot Cr}{1 + e_o} \log (1/(1-ru))$$

Dove:

α = costante sperimentale compresa tra 1 e 1,5, si assume 1,25

e_o = indice dei vuoti iniziale (valore desunto dal confronto con terreni simili)

Cr = indice di riconsolidazione post-ciclica = $0,225 C_c$ dove $C_c = 0,0348 + 0,0162 I_p$

ru = $\Delta u / \sigma'_{vo}$

CPT 1

prof.	H	α	Cr	e_o	$ru = \Delta u / \sigma'_{vo}$	ϵ_{vr}	UHI	
180	500	320	1,25	0,096	1,098	0,15	0,00405	1,30
660	1040	380	1,25	0,096	1,098	0,26	0,00751	2,85
								4,15

Le valutazioni sono significative ai fini ingegneristici qualora ru risulti maggiore a 0,3, ma si è optato di valutare in modo cautelativo il cedimento post-sismico anche quando il valore è inferiore a 0,3.

Non risultando terreni granulari saturi liquefacibili, non si è proceduto alla stima dei cedimenti post-sismici per tale tipo di litologia.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Si dà parere favorevole per la edificazione nell'area, con le precisazioni sopra esposte, con un carico massimo di $0,87 \text{ daN/cm}^2$ in termini di tensioni ammissibili a titolo orientativo in fase preliminare.

Per quanto riguarda la valutazione della resistenza unitaria del terreno r_d agli stati limite (SLU), le resistenze valgono:

Approccio 1 – combinazione 1 STR

$$r_d = (45 \times 5,14 \times 1,13) \text{ kPa} = 261,3 \text{ kPa}$$

Approccio 1 – combinazione 2 GEO

$$r_d = (45/1,4 \times 5,14 \times 1,13) / 1,8 \text{ kPa} = 103,7 \text{ kPa}$$

Approccio 2

$$r_d = (45 \times 5,14 \times 1,13) / 2,3 \text{ kPa} = 113,6 \text{ kPa}$$

Condizioni sismiche:

$$r_d = (45/1,4 \times 5,14 \times 1,13 \times 0,984) / 1,8 \text{ kPa} = 102,06 \text{ kPa}$$

Nel caso di una fondazione a platea i cedimenti saranno minimi, ma è opportuno mantenere il piano di posa abbastanza profondo (almeno 80 cm) per evitare basculamenti provocati da eventuali fenomeni di essiccamento dei terreni.

L'entità teorica dei cedimenti totali è stata valutata dell'ordine di 3 cm nelle ipotesi di carico pari a $0,8 \text{ daN/cm}^2$ trasmesso ai terreni tramite fondazioni a nastro con $B = 140 \text{ cm}$ e impostate a 80 cm dal p.c.

L'Ordinanza del PCM n. 3274/2003, così come recepita dal DM del 14.01.2008, ha attribuito il territorio comunale di Cento alla zona sismica 3: l'analisi sismica in base alla prova CPT spinta a 30 m di profondità permette di attribuire il deposito sedimentario alla **categoria C**.

I parametri sismici per la progettazione allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita e per un fabbricato di classe d'uso I, in base alla normativa attualmente vigente, assumono i seguenti valori:

$$\mathbf{ag (g) = 0,133} \quad F_0 = 2,589 \quad T_C = 0,270$$

$$S_s = 1,494 \quad - \quad C_c = 1,618$$

In base alle verifiche della suscettibilità a liquefazione dei terreni granulari in condizioni dinamiche, si conclude che nel sito indagato non sussiste il rischio di liquefazione.

Si rimanda ad un'eventuale indagine più approfondita in fase progettuale la quantificazione del carico limite e dell'effettiva entità dei cedimenti e l'esecuzione di una specifica prova sismica.

Sant'Agostino, li 17.12.2014

Dott. Geol. Cecilia Agostini



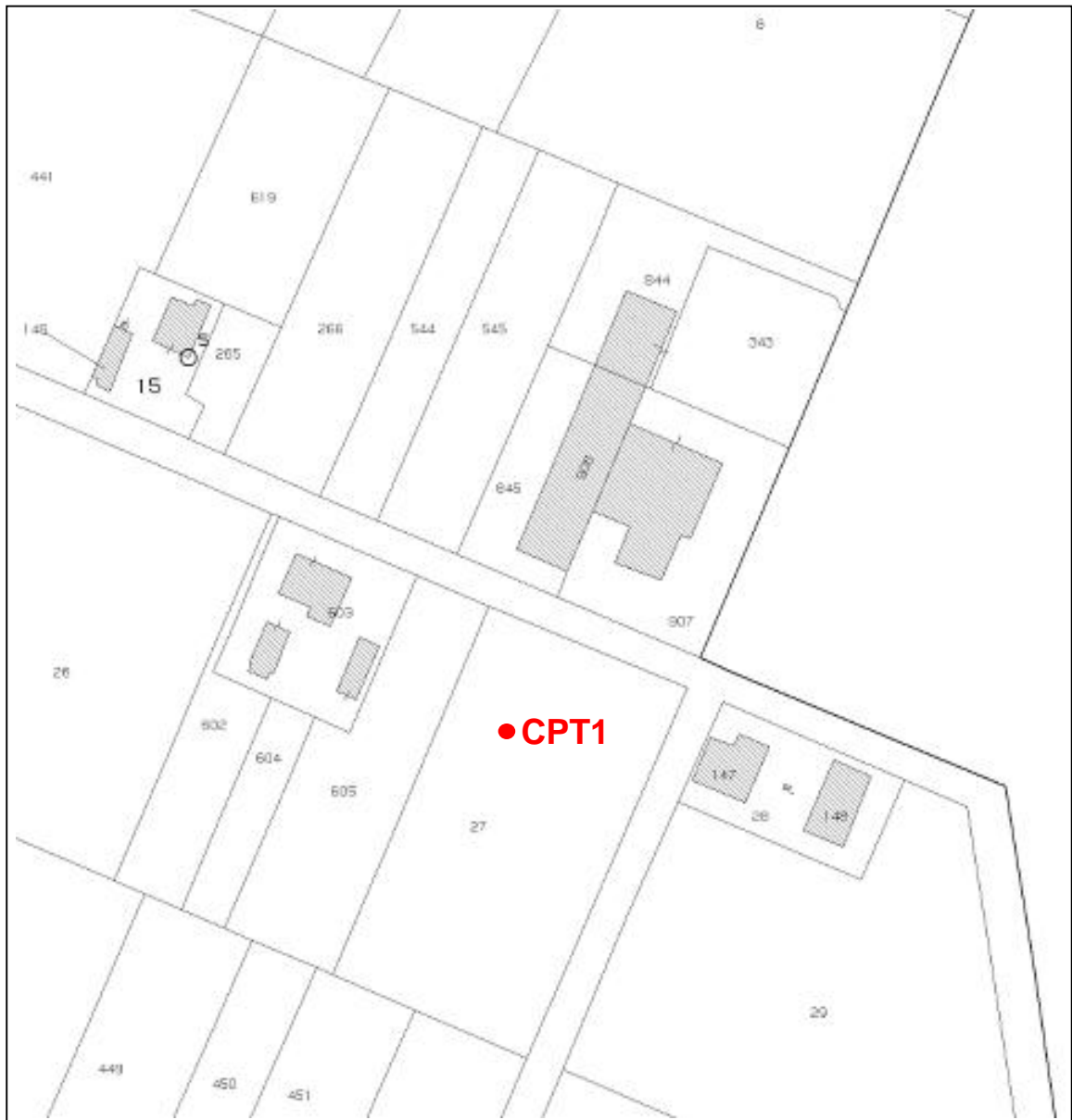
In collaborazione con:

Dott. Geol. Alessandro Domeneghetti

**SCHIZZO PLANIMETRICO
CON
UBICAZIONE DELLE PROVE**

Legenda

• **CPT1** Prova penetrometrica statica



**COMUNE DI CENTO
FOGLIO 33, MAPPALE 27**

METODOLOGIA E RISULTATI DELL'INDAGINE

Le prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/s} \pm 0.5 \text{ cm/s}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali) , alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l' infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell' attrito laterale (punta/manicotto tipo 'Begemann').

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\varnothing = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superf.laterale manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$.

Sulla batteria di aste esterne puo' essere installato un anello allargatore per diminuire l' attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento) :

- $q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = resistenza alla punta(conica)
- $f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ = resistenza laterale (manicotto)

(la resistenza alla punta q_c e la resistenza laterale f_s sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg) / LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta q_c (Kg / cm^2) = (L. punta) $C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale f_s (Kg / cm^2) = [(L. laterale) - (L. punta)] $C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale R_t (Kg) = (L. totale) C_t

q_c / f_s = 'rapporto Begemann'

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/ m^2 = 0,001 MN/ m^2 = 0,001 MPa \approx 0,1 t/ m^2 = 0,01 kg/ cm^2

1 MPa (MegaPascal) = 1 MN/ m^2 = 1000 kN/ m^2 = 1000 kPa \approx 100 t / m^2 = 10 kg/ cm^2

kg/ cm^2 = 10 t/ m^2 \approx 100 kN/ m^2 = 100 kPa = 0,1 MN/ m^2 = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (qc / fs)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

F = qc / fs	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
F < 15	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
15 < F ≤ 30	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
30 < F ≤ 60	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
F > 60	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di qc e di $FR = (fs / qc) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT

1

riferimento

108-2014

n° verb.accett.

Committente: **TASSINARI ALBERTO E BALBONI RITA**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **15/12/2014**

Cantiere: **PIANO DELLA RICOSTRUZIONE**

Pagina: **1**

Località: **RENAZZO**

Elaborato:

Falda: **-1,90 m da p.c.**

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20				0,00	0,67	0		15,20	36,0	68,0		36,00	2,20	16	6,1
0,40	12,0	22,0		12,00	0,67	18	5,6	15,40	42,0	75,0		42,00	2,40	18	5,7
0,60	12,0	22,0		12,00	1,60	8	13,3	15,60	41,0	77,0		41,00	2,40	17	5,9
0,80	29,0	53,0		29,00	1,07	27	3,7	15,80	42,0	78,0		42,00	2,40	18	5,7
1,00	39,0	55,0		39,00	1,87	21	4,8	16,00	44,0	80,0		44,00	2,67	16	6,1
1,20	32,0	60,0		32,00	2,13	15	6,7	16,20	48,0	88,0		48,00	3,33	14	6,9
1,40	21,0	53,0		21,00	1,53	14	7,3	16,40	43,0	93,0		43,00	3,13	14	7,3
1,60	19,0	42,0		19,00	1,47	13	7,7	16,60	47,0	94,0		47,00	3,27	14	7,0
1,80	16,0	38,0		16,00	1,40	11	8,8	16,80	48,0	97,0		48,00	2,87	17	6,0
2,00	12,0	33,0		12,00	1,27	9	10,6	17,00	43,0	86,0		43,00	1,93	22	4,5
2,20	14,0	33,0		14,00	1,47	10	10,5	17,20	26,0	55,0		26,00	1,67	16	6,4
2,40	13,0	35,0		13,00	1,47	9	11,3	17,40	17,0	42,0		17,00	1,07	16	6,3
2,60	15,0	37,0		15,00	1,40	11	9,3	17,60	14,0	30,0		14,00	1,13	12	8,1
2,80	12,0	33,0		12,00	1,13	11	9,4	17,80	15,0	32,0		15,00	1,00	15	6,7
3,00	13,0	30,0		13,00	0,80	16	6,2	18,00	16,0	31,0		16,00	1,13	14	7,1
3,20	13,0	25,0		13,00	0,93	14	7,2	18,20	20,0	37,0		20,00	1,33	15	6,7
3,40	15,0	29,0		15,00	1,07	14	7,1	18,40	18,0	38,0		18,00	1,40	13	7,8
3,60	14,0	30,0		14,00	1,00	14	7,1	18,60	23,0	44,0		23,00	1,60	14	7,0
3,80	11,0	26,0		11,00	1,00	11	9,1	18,80	33,0	57,0		33,00	2,07	16	6,3
4,00	11,0	26,0		11,00	0,87	13	7,9	19,00	28,0	59,0		28,00	1,47	19	5,3
4,20	10,0	23,0		10,00	0,73	14	7,3	19,20	21,0	43,0		21,00	1,67	13	8,0
4,40	8,0	19,0		8,00	0,60	13	7,5	19,40	30,0	55,0		30,00	1,67	18	5,6
4,60	6,0	15,0		6,00	0,53	11	8,8	19,60	28,0	53,0		28,00	1,93	15	6,9
4,80	8,0	16,0		8,00	0,60	13	7,5	19,80	22,0	51,0		22,00	2,33	9	10,6
5,00	12,0	21,0		12,00	0,73	16	6,1	20,00	38,0	73,0		38,00	2,40	16	6,3
5,20	19,0	30,0		19,00	0,80	24	4,2	20,20	32,0	68,0		32,00	2,73	12	8,5
5,40	21,0	33,0		21,00	1,53	14	7,3	20,40	54,0	95,0		54,00	2,60	21	4,8
5,60	23,0	46,0		23,00	1,27	18	5,5	20,60	55,0	94,0		55,00	2,20	25	4,0
5,80	28,0	47,0		28,00	1,47	19	5,3	20,80	57,0	90,0		57,00	2,33	24	4,1
6,00	25,0	47,0		25,00	1,13	22	4,5	21,00	63,0	98,0		63,00	1,60	39	2,5
6,20	20,0	37,0		20,00	1,07	19	5,4	21,20	62,0	86,0		62,00	1,80	34	2,9
6,40	19,0	35,0		19,00	0,93	20	4,9	21,40	37,0	64,0		37,00	1,93	19	5,2
6,60	12,0	26,0		12,00	0,87	14	7,3	21,60	48,0	77,0		48,00	2,20	22	4,6
6,80	8,0	21,0		8,00	0,47	17	5,9	21,80	64,0	97,0		64,00	1,40	46	2,2
7,00	9,0	16,0		9,00	0,47	19	5,2	22,00	30,0	51,0		30,00	0,93	32	3,1
7,20	9,0	16,0		9,00	0,73	12	8,1	22,20	24,0	38,0		24,00	0,93	26	3,9
7,40	10,0	21,0		10,00	0,73	14	7,3	22,40	28,0	42,0		28,00	1,73	16	6,2
7,60	11,0	22,0		11,00	0,93	12	8,5	22,60	31,0	57,0		31,00	1,73	18	5,6
7,80	13,0	27,0		13,00	1,13	12	8,7	22,80	34,0	60,0		34,00	1,60	21	4,7
8,00	15,0	32,0		15,00	1,00	15	6,7	23,00	37,0	61,0		37,00	1,67	22	4,5
8,20	16,0	31,0		16,00	1,13	14	7,1	23,20	59,0	84,0		59,00	2,33	25	3,9
8,40	15,0	32,0		15,00	0,93	16	6,2	23,40	111,0	146,0		111,00	2,07	54	1,9
8,60	14,0	28,0		14,00	0,93	15	6,6	23,60	39,0	70,0		39,00	2,20	18	5,6
8,80	16,0	30,0		16,00	1,00	16	6,3	23,80	39,0	72,0		39,00	2,07	19	5,3
9,00	16,0	31,0		16,00	0,87	18	5,4	24,00	31,0	62,0		31,00	1,53	20	4,9
9,20	14,0	27,0		14,00	0,87	16	6,2	24,20	25,0	48,0		25,00	1,73	14	6,9
9,40	14,0	27,0		14,00	0,80	18	5,7	24,40	22,0	48,0		22,00	1,93	11	8,8
9,60	12,0	24,0		12,00	0,87	14	7,3	24,60	28,0	57,0		28,00	1,93	15	6,9
9,80	13,0	26,0		13,00	0,80	16	6,2	24,80	37,0	66,0		37,00	2,60	14	7,0
10,00	13,0	25,0		13,00	0,87	15	6,7	25,00	44,0	83,0		44,00	2,33	19	5,3
10,20	15,0	28,0		15,00	0,93	16	6,2	25,20	38,0	73,0		38,00	2,20	17	5,8
10,40	15,0	29,0		15,00	2,00	8	13,3	25,40	35,0	68,0		35,00	2,13	16	6,1
10,60	29,0	59,0		29,00	1,47	20	5,1	25,60	41,0	73,0		41,00	2,80	15	6,8
10,80	32,0	54,0		32,00	1,20	27	3,8	25,80	44,0	86,0		44,00	2,93	15	6,7
11,00	15,0	33,0		15,00	0,87	17	5,8	26,00	49,0	93,0		49,00	3,40	14	6,9
11,20	14,0	27,0		14,00	0,93	15	6,6	26,20	54,0	105,0		54,00	3,20	17	5,9
11,40	18,0	32,0		18,00	0,93	19	5,2	26,40	57,0	105,0		57,00	2,80	20	4,9
11,60	19,0	33,0		19,00	0,93	20	4,9	26,60	55,0	97,0		55,00	2,60	21	4,7
11,80	19,0	33,0		19,00	1,00	19	5,3	26,80	49,0	88,0		49,00	2,80	18	5,7
12,00	18,0	33,0		18,00	1,20	15	6,7	27,00	56,0	98,0		56,00	2,60	22	4,6
12,20	13,0	31,0		13,00	1,13	12	8,7	27,20	56,0	95,0		56,00	3,53	16	6,3
12,40	12,0	29,0		12,00	1,00	12	8,3	27,40	63,0	116,0		63,00	3,80	17	6,0
12,60	19,0	34,0		19,00	1,27	15	6,7	27,60	69,0	126,0		69,00	3,47	20	5,0
12,80	25,0	44,0		25,00	1,53	16	6,1	27,80	63,0	115,0		63,00	2,53	25	4,0
13,00	25,0	48,0		25,00	1,20	21	4,8	28,00	52,0	90,0		52,00	3,00	17	5,8
13,20	18,0	36,0		18,00	1,93	9	10,7	28,20	45,0	90,0		45,00	2,87	16	6,4
13,40	32,0	61,0		32,00	1,67	19	5,2	28,40	51,0	94,0		51,00	3,00	17	5,9
13,60	33,0	58,0		33,00	1,67	20	5,1	28,60	54,0	99,0		54,00	3,00	18	5,6
13,80	31,0	56,0		31,00	1,60	19	5,2	28,80	48,0	93,0		48,00	3,00	16	6,3
14,00	30,0	54,0		30,00	1,73	17	5,8	29,00	41,0	86,0		41,00	2,80	15	6,8
14,20	26,0	52,0		26,00	1,60	16	6,2	29,20	46,0	88,0		46,00	3,00	15	6,5
14,40	27,0	51,0		27,00	1,73	16	6,4	29,40	51,0	96,0		51,00	2,73	19	5,4
14,60	22,0	48,0		22,00	1,73	13	7,9	29,60	51,0	92,0		51,00	2,67	19	5,2
14,80	37,0	63,0		37,00	1,93	19	5,2	29,80	49,0	89,0		49,00	2,73	18	5,6
15,00	33,0	62,0		33,00	2,13	15	6,5	30,00	47,0	88,0		47,00			

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT =10,00 costante di trasformazione

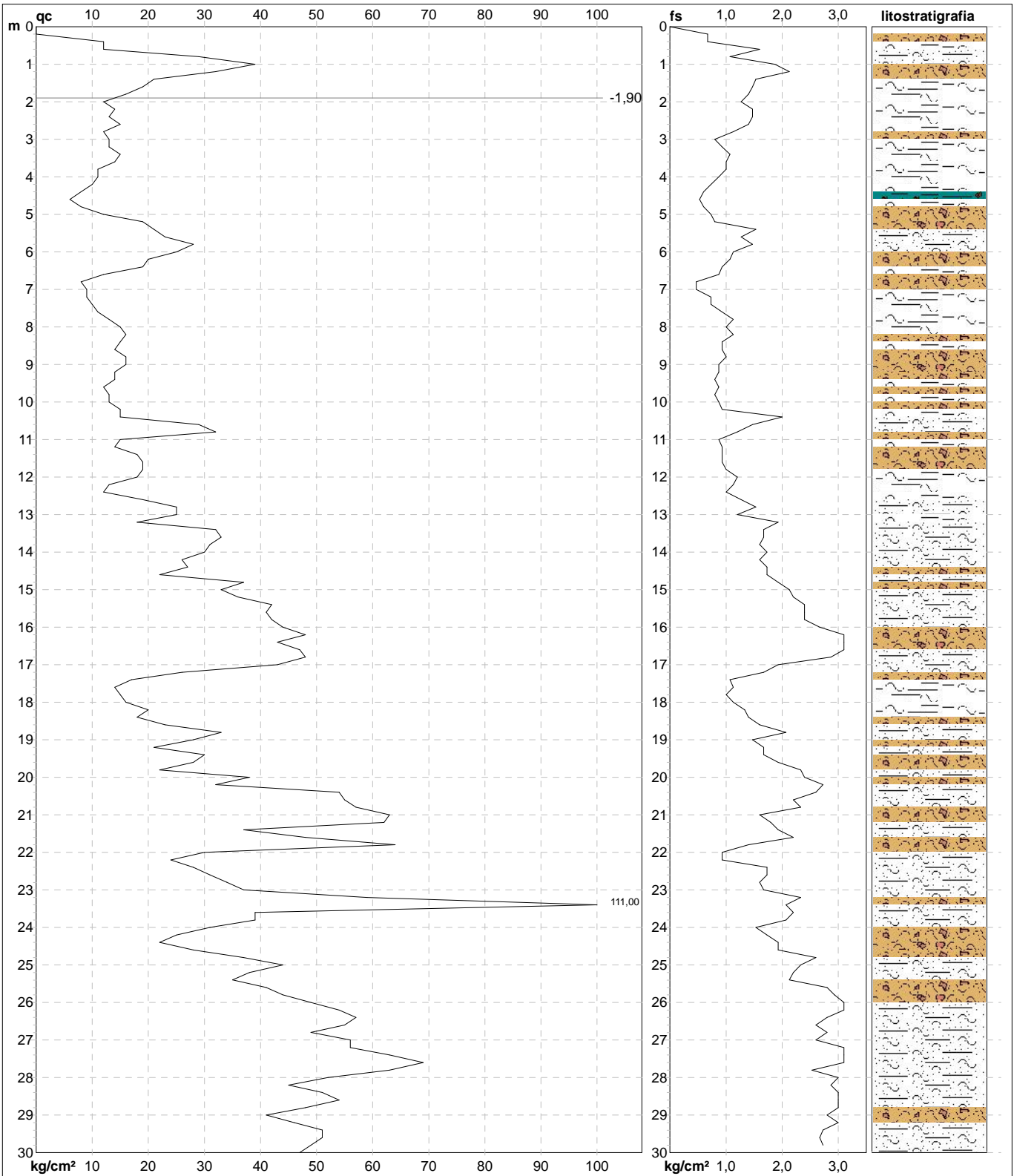
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
0,20 m sopra quota qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	108-2014
n° verb. accett.	

Committente: **TASSINARI ALBERTO E BALBONI RITA**
Cantiere: **PIANO DELLA RICOSTRUZIONE**
Località: **RENAZZO**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 15/12/2014
Scala: 1:150
Pagina: 1
Elaborato: Quota inizio:
Falda: -1,90 m da p.c.



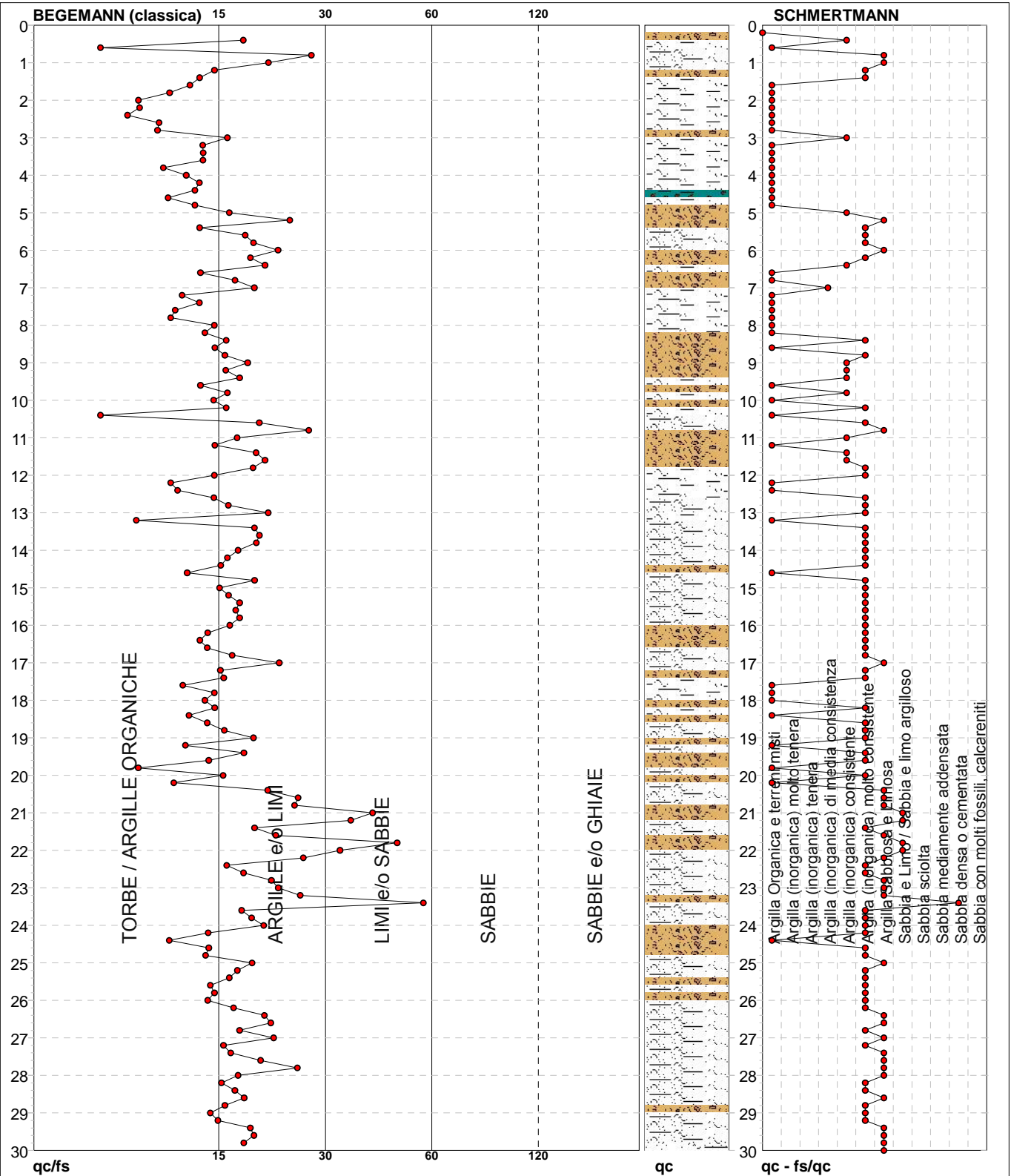
	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone Penetrometro: TG63-200S Responsabile: Assistente:	Preforo: m Corr.astine: kg/ml Cod. punta:
--	--	---

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	108-2014
n° verb.accett.	

Committente: **TASSINARI ALBERTO E BALBONI RITA**
Cantiere: **PIANO DELLA RICOSTRUZIONE**
Località: **RENAZZO**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **15/12/2014**
Scala: **1:150**
Pagina: **1**
Elaborato: Falda: **-1,90 m** da p.c.



Torbe / Argille org. :	55 punti, 36,91%	Argilla Organica e terreni misti:	42 punti, 28,19%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	26 punti, 17,45%
Argille e/o Limi :	89 punti, 59,73%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punti, 0,67%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	4 punti, 2,68%
Limi e/o Sabbie :	5 punti, 3,36%	Argilla (inorganica) consistente:	11 punti, 7,38%	Sabbia densa o cementata:	1 punti, 0,67%
		Argilla (inorganica) molto consist.:	63 punti, 42,28%		

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
PARAMETRI GEOTECNICI

CPT

1

riferimento

108-2014

n° verb.accett.

Committente: **TASSINARI ALBERTO E BALBONI RITA**

U.M.: **kg/cm²**

Data esec.: **15/12/2014**

Cantiere: **PIANO DELLA RICOSTRUZIONE**

Pagina: **2**

Località: **RENAZZO**

Elaborato:

Falda: **-1,90 m da p.c.**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	γ' t/m ³	σ'_{vo} U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FL1	FL2	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
20,00	38,00	15,83	4	0,99	2,09	218	1,27	3,4	586,1	879,1	114,0	21	34	24	21	20	27	30	--	--	63,3	95,0	114,0
20,20	32,00	11,72	4	0,97	2,11	204	1,07	2,7	552,0	828,1	96,0	15	33	23	20	19	26	29	--	--	53,3	80,0	96,0
20,40	54,00	20,77	4	1,01	2,13	249	1,80	5,1	585,5	878,2	162,0	32	35	26	23	21	29	31	--	--	90,0	135,0	162,0
20,60	55,00	25,00	4	1,01	2,15	251	1,83	5,2	589,9	884,9	165,0	33	35	26	23	21	29	31	--	--	91,7	137,5	165,0
20,80	57,00	24,46	4	1,01	2,17	254	1,90	5,3	591,8	887,7	171,0	34	35	26	23	21	30	31	--	--	95,0	142,5	171,0
21,00	63,00	39,38	3	0,94	2,19	264	--	--	--	--	--	37	36	26	23	22	30	32	--	--	105,0	157,5	189,0
21,20	62,00	34,44	3	0,94	2,21	262	--	--	--	--	--	36	36	26	23	22	30	32	--	--	103,3	155,0	186,0
21,40	37,00	19,17	4	0,99	2,23	216	1,23	3,0	608,3	912,4	111,0	18	33	24	20	19	27	30	--	--	61,7	92,5	111,0
21,60	48,00	21,82	4	1,01	2,25	238	1,60	4,1	626,9	940,4	144,0	27	34	25	22	20	28	31	--	--	80,0	120,0	144,0
21,80	64,00	45,71	3	0,94	2,26	265	--	--	--	--	--	37	36	26	23	22	30	32	--	--	106,7	160,0	192,0
22,00	30,00	32,26	3	0,88	2,28	199	--	--	--	--	--	10	33	23	19	18	26	29	--	--	50,0	75,0	90,0
22,20	24,00	25,81	4	0,94	2,30	183	0,89	1,9	501,8	752,8	72,0	3	32	21	18	17	25	28	--	--	40,0	60,0	72,0
22,40	28,00	16,19	4	0,96	2,32	194	0,97	2,1	535,5	803,2	84,0	8	32	22	19	18	25	28	--	--	46,7	70,0	84,0
22,60	31,00	17,92	4	0,97	2,34	202	1,03	2,3	563,3	845,0	93,0	11	33	23	19	18	26	29	--	--	51,7	77,5	93,0
22,80	34,00	21,25	4	0,98	2,36	209	1,13	2,5	599,8	899,7	102,0	14	33	23	20	19	26	29	--	--	56,7	85,0	102,0
23,00	37,00	22,16	4	0,99	2,38	216	1,23	2,8	630,9	946,4	111,0	17	33	23	20	19	27	30	--	--	61,7	92,5	111,0
23,20	59,00	25,32	4	1,02	2,40	257	1,97	4,9	663,9	995,9	177,0	33	35	26	22	21	29	32	--	--	98,3	147,5	177,0
23,40	111,00	53,62	3	1,02	2,42	326	--	--	--	--	--	54	38	29	26	24	33	34	--	--	185,0	277,5	333,0
23,60	39,00	17,73	4	1,00	2,44	220	1,30	2,9	655,6	983,4	117,0	18	33	24	20	19	27	30	--	--	65,0	97,5	117,0
23,80	39,00	18,84	4	1,00	2,46	220	1,30	2,8	658,5	987,7	117,0	18	33	24	20	19	27	30	--	--	65,0	97,5	117,0
24,00	31,00	20,26	4	0,97	2,48	202	1,03	2,1	572,8	859,2	93,0	10	32	22	19	18	25	29	--	--	51,7	77,5	93,0
24,20	25,00	14,45	4	0,94	2,50	186	0,91	1,8	519,4	779,1	75,0	2	31	21	18	17	25	28	--	--	41,7	62,5	75,0
24,40	22,00	11,40	4	0,93	2,52	177	0,85	1,6	489,8	734,7	66,0	--	31	21	17	16	25	28	--	--	36,7	55,0	66,0
24,60	28,00	14,51	4	0,96	2,53	194	0,97	1,9	546,8	820,1	84,0	6	32	22	18	17	25	28	--	--	46,7	70,0	84,0
24,80	37,00	14,23	4	0,99	2,55	216	1,23	2,5	651,5	977,2	111,0	15	33	23	20	19	26	30	--	--	61,7	92,5	111,0
25,00	44,00	18,88	4	1,00	2,57	230	1,47	3,1	710,8	1066,2	132,0	21	34	24	21	19	27	31	--	--	73,3	110,0	132,0
25,20	38,00	17,27	4	0,99	2,59	218	1,27	2,6	666,0	999,0	114,0	15	33	23	20	19	26	30	--	--	63,3	95,0	114,0
25,40	35,00	16,43	4	0,98	2,61	211	1,17	2,3	634,0	951,0	105,0	12	33	23	19	18	26	29	--	--	58,3	87,5	105,0
25,60	41,00	14,64	4	1,00	2,63	224	1,37	2,8	699,0	1048,4	123,0	18	33	23	20	19	27	30	--	--	68,3	102,5	123,0
25,80	44,00	15,02	4	1,00	2,65	230	1,47	3,0	724,6	1086,9	132,0	20	34	24	20	19	27	31	--	--	73,3	110,0	132,0
26,00	49,00	14,41	4	1,01	2,67	240	1,63	3,4	751,6	1127,3	147,0	23	34	24	21	20	27	31	--	--	81,7	122,5	147,0
26,20	54,00	16,88	4	1,01	2,69	249	1,80	3,8	759,0	1138,5	162,0	27	34	25	21	20	28	31	--	--	90,0	135,0	162,0
26,40	57,00	20,36	4	1,01	2,71	254	1,90	4,0	757,3	1136,0	171,0	28	35	25	22	20	28	31	--	--	95,0	142,5	171,0
26,60	55,00	21,15	4	1,01	2,74	251	1,83	3,8	770,0	1155,1	165,0	27	34	25	21	20	28	31	--	--	91,7	137,5	165,0
26,80	49,00	17,50	4	1,01	2,76	240	1,63	3,3	769,5	1154,3	147,0	23	34	24	21	20	27	31	--	--	81,7	122,5	147,0
27,00	56,00	21,54	4	1,01	2,78	252	1,87	3,8	781,0	1171,5	168,0	27	35	25	21	20	28	31	--	--	93,3	140,0	168,0
27,20	56,00	15,86	4	1,01	2,80	252	1,87	3,8	787,6	1181,4	168,0	27	34	25	21	20	28	31	--	--	93,3	140,0	168,0
27,40	63,00	16,58	4	1,02	2,82	264	2,10	4,4	786,4	1179,6	189,0	31	35	25	22	21	29	32	--	--	105,0	157,5	189,0
27,60	69,00	19,88	4	1,02	2,84	273	2,30	4,8	786,5	1179,7	207,0	34	35	26	22	21	29	32	--	--	115,0	172,5	207,0
27,80	63,00	24,90	4	1,02	2,86	264	2,10	4,3	798,0	1197,0	189,0	30	35	25	22	21	29	32	--	--	105,0	157,5	189,0
28,00	52,00	17,33	4	1,01	2,88	245	1,73	3,3	806,5	1209,8	156,0	24	34	24	21	20	27	31	--	--	86,7	130,0	156,0
28,20	45,00	15,68	4	1,00	2,90	232	1,50	2,8	768,0	1152,0	135,0	19	33	23	20	19	27	31	--	--	75,0	112,5	135,0
28,40	51,00	17,00	4	1,01	2,92	243	1,70	3,2	811,1	1216,7	153,0	23	34	24	21	20	27	31	--	--	85,0	127,5	153,0
28,60	54,00	18,00	4	1,01	2,94	249	1,80	3,4	826,0	1239,1	162,0	25	34	24	21	20	28	31	--	--	90,0	135,0	162,0
28,80	48,00	16,00	4	1,01	2,96	238	1,60	2,9	800,4	1200,6	144,0	20	34	24	20	19	27	31	--	--	80,0	120,0	144,0
29,00	41,00	14,64	4	1,00	2,98	224	1,37	2,4	735,7	1103,6	123,0	15	33	23	19	18	26	30	--	--	68,3	102,5	123,0
29,20	46,00	15,33	4	1,01	3,00	234	1,53	2,7	789,7	1184,6	138,0	19	33	23	20	19	27	31	--	--	76,7	115,0	138,0
29,40	51,00	18,68	4	1,01	3,02	243	1,70	3,1	830,0	1244,9	153,0	22	34	24	21	19	27	31	--	--	85,0	127,5	153,0
29,60	51,00	19,10	4	1,01	3,04	243	1,70	3,0	833,5	1250,2	153,0	22	34	24	20	19	27	31	--	--	85,0	127,5	153,0
29,80	49,00	17,95	4	1,01	3,06	240	1,63	2,9	822,9	1234,3	147,0	20	34	24	20	19	27	31	--	--	81,7	122,5	147,0
30,00	47,00	--	3	0,91	3,08	236	--	--	--	--	--	19	33	23	20	19	26	31	--	--	78,3	117,5	141,0

APPENDICE

Verifica del rischio di liquefazione dei terreni granulari

La verifica numerica del rischio di liquefazione dei terreni granulari in condizioni dinamiche è stata eseguita adottando il Metodo semplificato di Robertson & Wride (1997). Tale metodo è stato specificamente elaborato per dati di ingresso derivanti da prove penetrometriche statiche, previa determinazione di un valore di riferimento della Magnitudo di progetto. Di tale metodo di calcolo occorre ricordare che, al contrario della maggior parte dei metodi empirici, quelli semplificati richiedono che venga definito un sisma di progetto, attraverso l'introduzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo di riferimento. Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T). Cioè in pratica si avrà: $F_s = \frac{R}{T}$. Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza F_s sarà minore di 1,00 (o 1,4 come da Facciorusso, 2008).

R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche statiche. La grandezza T dipende invece dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto) e viene ricavata attraverso la

relazione: $T = 0.65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\tau_{v0}}{\tau_{v0}'} r_d MSF$. Dove:

- a_{\max} = accelerazione sismica massima
- G = accelerazione di gravità = 980,7 cm/s²
- σ_{v0} = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.
- σ_{v0}' = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.
- r_d = coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema:
 - $r_d = 1 - 0,00765z$ per $z \leq 9,15$ m
 - $r_d = 1,174 - 0,0267z$ per $9,15 < z \leq 23$ m
 - $r_d = 0,774 - 0,008z$ per $23 < z \leq 30$ m
 - $r_d = 0,5$ per $z > 30$ m
- MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, valutato secondo la relazione Di Idriss e Boulanger (2007).

Il Calcolo della resistenza al taglio mobilitata (R), tramite Il metodo di Robertson & Wride che permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati delle prove penetrometriche statiche (C.P.T.) avviene secondo le due seguenti equazioni:

$$R = 0.883 \left[\frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0.05 \text{ per } (q_{c1n})_{cs} < 50. \quad R = 93 \left[\frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \text{ per } 50 \leq (q_{c1n})_{cs} < 160$$

La grandezza $(q_{c1n})_{cs}$ rappresenta la resistenza alla punta normalizzata e corretta per tenere conto della percentuale di fine presente. Il calcolo di $(q_{c1n})_{cs}$ avviene attraverso i seguenti passaggi:

si calcola la resistenza alla punta e l'attrito laterale specifico normalizzati con le relazioni:

$$Q = \frac{q_c - \dagger_{v0}}{\dagger_{v0}'} \text{ e } F = 100 \frac{f_s}{q_c - \dagger_{v0}}. \text{ Dove:}$$

q_c (kg/cm²) = resistenza alla punta determinata dalla prova C.P.T.
 f_s (kg/cm²) = attrito laterale specifico determinato dalla prova C.P.T.
 σ_{v0} (kg/cm²) = pressione verticale totale
 σ_{v0}' (kg/cm²) = pressione verticale efficace

Si calcola l'indice di tipo dello strato sabbioso con la formula:

$$I_c = \sqrt{(\text{Log}_{10} F + 1.22)^2 + (\text{Log}_{10} Q - 3.47)^2}$$

Si applica una correzione che tenga conto dell'approfondimento della prova:

$$q_{c1n} = C_Q q_c \text{ dove } C_Q = \left(\frac{1}{\dagger_{v0}'} \right)^n$$

L'esponente n viene valutato come segue:

se $I_c > 2,6$ allora $n = 1$; se $I_c \leq 2,6$ si calcola un primo valore di q_{c1n} , utilizzando $n = 0,5$; quindi si ricalcola I_c con la relazione:

$$I_c = \sqrt{(\text{Log}_{10} F + 1.22)^2 + (\text{Log}_{10} q_{c1n} - 3.47)^2}$$

se il nuovo valore di I_c è ancora minore di 2,6 si conferma il valore $n = 0,5$, altrimenti si ricalcola q_{c1n} , utilizzando $n = 0,75$; se $q_{c1n} > 2q_c$ si pone $q_{c1n} = 2q_c$.

Si introduce la correzione dovuta alla presenza di fine nel livello sabbioso:

$$(q_{c1n})_{cs} = K_c q_{c1n},$$

dove K_c è uguale a 1, se $I_c \leq 1.64$, e in caso contrario è fornito dalla relazione:

$$K_c = -0.403I_c^4 + 5.581I_c^3 - 21.63I_c^2 + 33.75I_c - 17.88$$

VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE SECONDO ROBERTSON & WRIDE

CPT: 1
 PROPRIETA': Tassinari Alberto e Balboni Rita
 LOCALITA': Renazzo (FE) - Via Lamborghini, 24
 PROGETTO: DELOCALIZZAZIONE DI FABBRICATO AGRICOLO

M = 6,14
 MSF = 1,43 Idriss & Boulanger (2008)
 a_g = 0,133
 S = 1,494
 a_{max} = 0,199

lc > 2.6 NON liquefacibile: "-"
 FSL > 1 NON LIQUEFACIBILE

z	qc	fs	σ _v	σ' _v	n	n'	C _n	Q	F	condiz 2	lc	Kc	(q _{e1n}) _{es}	rd	CSR	CRR	FSL	F(z)	W(z)	FW	IL	
0,20	0,00	0,67		0,04																		
0,40	12,00	0,67	0,08	0,08	0,75	0,50	6,65	149,00	5,62	2,52	2,36	2,15	171,54	1,16	0,11	0,55	5,22	0,0000	9,80	0		
0,60	12,00	1,60	0,11	0,11	1,00	1,00	9,09	108,09	13,46	2,75	2,75	4,40	480,03	1,16	0,10	10,37	-	0,0000	9,70	0		
0,80	29,00	1,07	0,15	0,15	0,50	0,50	2,58	192,33	3,71	2,40	2,15	1,55	115,73	1,15	0,10	0,22	2,15	0,0000	9,60	0		
1,00	39,00	1,87	0,19	0,19	0,50	0,50	2,29	204,26	4,82	2,43	2,23	1,74	155,63	1,15	0,10	0,43	4,15	0,0000	9,50	0		
1,20	32,00	2,13	0,23	0,23	0,75	0,50	3,01	138,13	6,70	2,53	2,44	2,49	239,44	1,14	0,10	1,36	13,14	0,0000	9,40	0		
1,40	21,00	1,53	0,27	0,27	1,00	1,00	3,70	76,78	7,38	2,62	2,62	3,46	269,13	1,14	0,10	1,89	-	0,0000	9,30	0		
1,60	19,00	1,47	0,31	0,31	1,00	1,00	3,23	60,29	7,87	2,70	2,71	4,05	248,36	1,13	0,10	1,50	-	0,0000	9,20	0		
1,80	16,00	1,40	0,35	0,35	1,00	1,00	2,86	44,71	8,95	2,83	2,83	5,07	231,91	1,13	0,10	1,24	-	0,0000	9,10	0	Falda	
2,00	12,00	1,27	0,38	0,37	1,00	1,00	2,70	31,41	10,93	2,99	3,00	6,73	218,36	1,12	0,10	1,05	-	0,0000	9,00	0	0	
2,20	14,00	1,47	0,42	0,39	1,00	1,00	2,56	34,83	10,82	2,96	2,97	6,38	228,95	1,12	0,11	1,20	-	0,0000	8,90	0		
2,40	13,00	1,47	0,46	0,41	1,00	1,00	2,44	30,60	11,72	3,02	3,03	7,08	224,36	1,11	0,11	1,13	-	0,0000	8,80	0		
2,60	15,00	1,40	0,49	0,42	1,00	1,00	2,38	34,54	9,65	2,92	2,93	6,01	214,63	1,10	0,12	1,00	-	0,0000	8,70	0		
2,80	12,00	1,13	0,53	0,44	1,00	1,00	2,27	26,06	9,85	3,01	3,02	6,97	189,99	1,10	0,12	0,72	-	0,0000	8,60	0		
3,00	13,00	0,80	0,57	0,46	1,00	1,00	2,17	27,02	6,44	2,86	2,88	5,46	154,44	1,09	0,12	0,42	-	0,0000	8,50	0		
3,20	13,00	0,93	0,61	0,48	1,00	1,00	2,08	25,82	7,50	2,92	2,94	6,07	164,40	1,09	0,12	0,49	-	0,0000	8,40	0		
3,40	15,00	1,07	0,65	0,50	1,00	1,00	2,00	28,71	7,45	2,89	2,90	5,73	171,78	1,08	0,13	0,55	-	0,0000	8,30	0		
3,60	14,00	1,00	0,68	0,52	1,00	1,00	1,92	25,61	7,51	2,92	2,94	6,10	164,17	1,08	0,13	0,49	-	0,0000	8,20	0		
3,80	11,00	1,00	0,72	0,54	1,00	1,00	1,85	19,03	9,73	3,09	3,11	8,06	164,10	1,07	0,13	0,49	-	0,0000	8,10	0		
4,00	11,00	0,87	0,76	0,55	1,00	1,00	1,82	18,62	8,50	3,05	3,08	7,63	152,50	1,07	0,13	0,41	-	0,0000	8,00	0		
4,20	10,00	0,73	0,80	0,57	1,00	1,00	1,75	16,14	7,93	3,07	3,10	7,92	139,01	1,06	0,13	0,33	-	0,0000	7,90	0		
4,40	8,00	0,60	0,84	0,59	1,00	1,00	1,69	12,14	8,38	3,17	3,21	9,35	126,72	1,06	0,14	0,27	-	0,0000	7,80	0		
4,60	6,00	0,53	0,87	0,60	1,00	1,00	1,67	8,54	10,34	3,33	3,38	12,02	120,23	1,05	0,14	0,24	-	0,0000	7,70	0		
4,80	8,00	0,60	0,91	0,62	1,00	1,00	1,61	11,43	8,47	3,19	3,23	9,67	124,73	1,05	0,14	0,26	-	0,0000	7,60	0		
5,00	12,00	0,73	0,95	0,63	1,00	1,00	1,59	17,54	6,61	2,99	3,02	6,96	132,61	1,04	0,14	0,30	-	0,0000	7,50	0		
5,20	19,00	0,80	0,99	0,65	1,00	1,00	1,54	27,71	4,44	2,74	2,76	4,43	129,36	1,04	0,14	0,28	-	0,0000	7,40	0		
5,40	21,00	1,53	1,03	0,67	1,00	1,00	1,49	29,81	7,66	2,89	2,90	5,70	178,61	1,03	0,14	0,61	-	0,0000	7,30	0		
5,60	23,00	1,27	1,06	0,69	1,00	1,00	1,45	31,79	5,79	2,78	2,79	4,73	157,60	1,02	0,14	0,44	-	0,0000	7,20	0		
5,80	28,00	1,47	1,10	0,71	1,00	1,00	1,41	37,88	5,47	2,71	2,72	4,16	164,06	1,02	0,14	0,49	-	0,0000	7,10	0		
6,00	25,00	1,13	1,14	0,73	1,00	1,00	1,37	32,68	4,74	2,71	2,72	4,17	142,80	1,01	0,14	0,35	-	0,0000	7,00	0		
6,20	20,00	1,07	1,18	0,75	1,00	1,00	1,33	25,10	5,68	2,84	2,86	5,33	142,07	1,01	0,14	0,35	-	0,0000	6,90	0		
6,40	19,00	0,93	1,22	0,77	1,00	1,00	1,30	23,10	5,23	2,84	2,86	5,34	131,81	1,00	0,14	0,29	-	0,0000	6,80	0		
6,60	12,00	0,87	1,25	0,79	1,00	1,00	1,27	13,60	8,10	3,13	3,16	8,71	132,28	1,00	0,14	0,30	-	0,0000	6,70	0		
6,80	8,00	0,47	1,29	0,80	1,00	1,00	1,25	8,39	7,01	3,22	3,28	10,39	103,94	0,99	0,14	0,18	-	0,0000	6,60	0		
7,00	9,00	0,47	1,33	0,82	1,00	1,00	1,22	9,35	6,13	3,15	3,21	9,32	102,34	0,99	0,14	0,18	-	0,0000	6,50	0		
7,20	9,00	0,73	1,37	0,84	1,00	1,00	1,19	9,09	9,56	3,29	3,34	11,33	121,43	0,98	0,14	0,25	-	0,0000	6,40	0		
7,40	10,00	0,73	1,41	0,86	1,00	1,00	1,16	9,99	8,49	3,22	3,27	10,33	120,06	0,98	0,14	0,24	-	0,0000	6,30	0		
7,60	11,00	0,93	1,44	0,87	1,00	1,00	1,15	10,98	9,73	3,24	3,28	10,45	132,19	0,97	0,15	0,29	-	0,0000	6,20	0		
7,80	13,00	1,13	1,48	0,89	1,00	1,00	1,12	12,94	9,81	3,19	3,23	9,72	141,93	0,97	0,15	0,35	-	0,0000	6,10	0		
8,00	15,00	1,00	1,52	0,91	1,00	1,00	1,10	14,81	7,42	3,07	3,11	8,02	132,20	0,96	0,15	0,29	-	0,0000	6,00	0		
8,20	16,00	1,13	1,56	0,93	1,00	1,00	1,08	15,53	7,82	3,08	3,11	8,03	138,11	0,96	0,14	0,32	-	0,0000	5,90	0		
8,40	15,00	0,93	1,60	0,95	1,00	1,00	1,05	14,11	6,94	3,07	3,10	7,97	125,90	0,95	0,14	0,27	-	0,0000	5,80	0		
8,60	14,00	0,93	1,63	0,97	1,00	1,00	1,03	12,75	7,52	3,12	3,16	8,70	125,60	0,94	0,14	0,26	-	0,0000	5,70	0		
8,80	16,00	1,00	1,67	0,99	1,00	1,00	1,01	14,47	6,98	3,06	3,10	7,89	127,55	0,94	0,14	0,27	-	0,0000	5,60	0		
9,00	16,00	0,87	1,71	1,01	1,00	1,00	0,99	14,15	6,09	3,03	3,07	7,50	118,85	0,93	0,14	0,24	-	0,0000	5,50	0		
9,20	14,00	0,87	1,75	1,03	1,00	1,00	0,97	11,90	7,10	3,12	3,17	8,79	119,42	0,93	0,14	0,24	-	0,0000	5,40	0		
9,40	14,00	0,80	1,79	1,05	1,00	1,00	0,95	11,63	6,55	3,11	3,15	8,58	114,40	0,92	0,14	0,22	-	0,0000	5,30	0		
9,60	12,00	0,87	1,82	1,06	1,00	1,00	0,94	9,60	8,55	3,24	3,29	10,55	119,46	0,92	0,14	0,24	-	0,0000	5,20	0		
9,80	13,00	0,80	1,86	1,08	1,00	1,00	0,93	10,31	7,18	3,17	3,22	9,48	114,13	0,91	0,14	0,22	-	0,0000	5,10	0		
10,00	13,00	0,87	1,90	1,10	1,00	1,00	0,91	10,09	7,84	3,20	3,25	9,94	117,47	0,91	0,14	0,23	-	0,0000	5,00	0		
10,20	15,00	0,93	1,94	1,12	1,00	1,00	0,89	11,66	7,12	3,13	3,17	8,88	118,98	0,90	0,14	0,24	-	0,0000	4,90	0		
10,40	15,00	2,00	1,98	1,14	1,00	1,00	0,88	11,42	15,36	3,36	3,41	12,45	163,81	0,90	0,14	0,49	-	0,0000	4,80	0		
10,60	29,00	1,47	2,01	1,16	1,00	1,00	0,86	23,26	5,45	2,85	2,87	5,43	135,82	0,89	0,14	0,31	-	0,0000	4,70	0		
10,80	32,00	1,20	2,05	1,18	1,00	1,00	0,85	25,38	4,01	2,73	2,75	4,41	119,67	0,89	0,14	0,24	-	0,0000	4,60	0		
11,00	15,00	0,87	2,09	1,20	1,00	1,00	0,83	10,76	6,74	3,14	3,18	9,04	112,96	0,88	0,14	0,21	-	0,0000	4,50	0		
11,20	14,00	0,93	2,13	1,22	1,00	1,00	0,82	9,73	7,83	3,21	3,26	10,11	116,06	0,87	0,14	0,23	-	0,0000	4,40	0		
11,40	18,00	0,93	2,17	1,24	1,00	1,00	0,81	12,77	5,87	3,05	3,09	7,79	113,12	0,87	0,14	0,21	-	0,0000	4,30	0		
11,60	19,00	0,93	2,20	1,25	1,00	1,00	0,80	13,44	5,54	3,01	3,06	7,39	112,28	0,86	0,14	0,21	-	0,0000	4,20	0		
11,80	19,00	1,00	2,24	1,27	1,00	1,00	0,79	13,20	5,97	3,04	3,08	7,71	115,39	0,86	0,14	0,22	-	0,0000	4,10	0		
12,00	18,00	1,20	2,28	1,29	1,00	1,00	0,78	12,19	7,63	3,14	3,18	8,96	125,01	0,85	0,14	0,26	-	0,0000	4,00	0		
12,20	13,00																					