

Progetto

IPS

Italiadomani

PROGETTO DI RIFORMA DELLA SCUOLA

Ministero dell'Istruzione

Finanziato dall'Unione europea

NextGenerationEU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

PNRR, M2, C3, I1.1

CUP: J61B22000110006

ENTE PROPONENTE: PROVINCIA DI RAVENNA

LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI DUE CORPI DI FABBRICATO DELLA SEDE DELL'ISTITUTO PROFESSIONALE STATALE "OLIVETTI-CALLEGARI"

VIA UMAGO n.18 - RAVENNA

Committente

Provincia di Ravenna

Livello di progetto

PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato	Scala	Data
Relazione geologica	-	15/06/2023
Codice elaborato		
PE_GEN_02_REL.GEO_r.00		
Nome file sorgente		
Estensione		
PE_GEN_02_REL.GEO_r.00		
Nome file archiviazione		
Estensione		
Dim. Foglio		
PE_GEN_02_REL.GEO_r.00		
pdf		
210x297 mm		

Spazio per firme e timbri

<div>Progettista coordinatore:</div> <div>Arch. Filippo Pambianco</div> <div>Cavejastudio</div> <div>FIRMATO DIGITALMENTE</div> <div>Timbro e firma del Professionista</div>	<div>Responsabile unico del Procedimento:</div> <div>Ing. Paolo Nobile</div> <div>Provincia di Ravenna</div> <div>FIRMATO DIGITALMENTE</div> <div>Il Responsabile Unico del Procedimento Ing. Paolo Nobile</div>
--	--

Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data
00	Emissione	FP	PN	PN	15/06/2023
01	Revisione	--	--	--	00/00/0000
02	Revisione	--	--	--	00/00/0000
03	Revisione	--	--	--	00/00/0000
04	Revisione	--	--	--	00/00/0000
05	Revisione	--	--	--	00/00/0000
06	Revisione	--	--	--	00/00/0000

<div><div><div><div><div></div><div>PROVINCIA DI RAVENNA</div><div>Piazza dei Caduti per la Libertà 2</div><div>Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio</div></div></div><div><div>Presidente</div><div>Michele de Pascale</div></div><div><div>Consigliere con delega all'Edilizia Scolastica</div><div>Maria Luisa Martinez</div></div><div><div>Dirigente responsabile del Settore</div><div>Ing. Paolo Nobile</div></div></div></div>		PROFESSIONISTI RTP		
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO		Ing. Paolo Nobile		
PROGETTISTA COORDINATORE		Arch. Filippo Pambianco		
		Arch. Alessandro Pretolani		
		Arch. Giorgio Granatiero		
		Progettisti delle opere architettoniche	Progettista delle opere strutturali	Progettisti impianti elettrici e meccanici
		Ing. David Negrini	Ing. Gilberto Sarti	Structura Engineering
		Progettista antincendio	Progettista acustico	Coordinamento sicurezza
		NORUMORE		Ing. Emanuele Cantoni

PROVINCIA DI RAVENNA

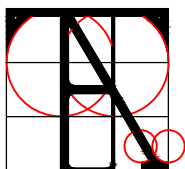


**OPERE STRUTTURALI DI CONSOLIDAMENTO SISMICO E DI
ELABORAZIONE DELLA VALUTAZIONE DI SICUREZZA
DELL'INTERA SEDE SCOLASTICA DELL'ISTITUTO
PROFESSIONALE STATALE "OLIVETTI-CALLEGARI"**

COMMITTENTE: Provincia di Ravenna - Settore Lavori Pubblici
Via Caduti per la libertà, 2 - 48121 Ravenna
Tel. 0544.25.87.50

PROGETTAZIONE: RTP tra:
**STUDIO BREDA
PATRIZI ZANDONA'**
Via Palestro n° 64/1 - PADOVA
Tel: 049 8723888 - Fax: 049 8724239
E - mail: info@studiobpz.it

COLLABORATORI: Ing. Francesca Cariolato
Ing. Giulia Mion
Ing. Elena Toson



STUDIO TECNA
Ing. Pierluigi Cristaldi
35138 PADOVA Via Palestro n° 64/2
tel. 049/65.62.17 - fax 049/877.66.90
E-Mail: info@studiotecna.it

Ing. Michele Sanvido

CONTENUTO:
RELAZIONE GEOTECNICA

	IL PROGETTISTA: Studio Breda Patrizi Zandonà	IL R.U.P.: Provincia di Ravenna Ing. Marco Conti	ELABORATO N°: V.R.03
DATA: ottobre 2018			
REVISIONE:			
FILE: REL_geotecnica_03e.doc			

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	2
2	LOCALIZZAZIONE	3
3	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA	4
3.1	Unità sedimentarie.....	4
3.2	Litologia	5
4	INDAGINI GEOTECNICHE	6
4.1	Prova penetrometrica statica.....	6
4.2	Litologia e stratigrafia dell'area	7
5	MODELLO GEOTECNICO	9
5.1	Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo	9
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO	11
6.1	Indagine sismica attiva: MASW	11
6.2	Indagine sismica passiva a stazione singola	12
7	VERIFICA DEL RISCHIO DI LIQUEFAZIONE	13

ALLEGATO 1: Carta geomorfologica AES8a – Unità di Modena

ALLEGATO 2: Certificati delle prove CPT

ALLEGATO 3:Elaborati della verifica di liquefazione

1 INTRODUZIONE

Il modello geologico del sito è finalizzato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

Il modello geologico sviluppato nella presente sezione risulta approfondito e corredato di indagini di superficie (rilevamenti di campagna) e profondi (prospezioni geognostiche) in funzione della tipologia dell'intervento di progetto.

Su incarico dello scrivente è stata quindi condotta, dallo Studio di geologia e geotecnica di Dott. Geol. Fabrizio Bassi e Dott. Geol. Mario Arena di Bologna, una campagna geognostica, finalizzata alla valutazione di vulnerabilità sismica del plesso scolastico. L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) ed ha consentito di analizzare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla profondità di -23 m dal piano campagna.

E' stata, inoltre, condotta un'indagine sismica del terreno dalla ditta Metralab Srl attraverso l'esecuzione di una prospezione sismica attiva MASW e una prova sismica passiva a stazione singola.

Il livello della falda, alla data attuale misurata nel fori delle prove penetrometriche, è stato individuato alla profondità di -2.50 m circa da p.c. Tale valore è puramente indicativo, data la metodologia di misura, e potrebbe subire delle variazioni a seconda delle condizioni meteorologiche.

IN ALLEGATO SONO RIPORTATI:

1. Carta geomorfologica AES8a – Unità di Modena
2. Certificati delle prove CPT
3. Verifica di liquefazione

2 LOCALIZZAZIONE

L'area interessata è collocata in una zona periferica ad est della città di Ravenna, lungo via Umago 18. Il sito ha le seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine ED50 44,4155° (44° 24' 56")
- Longitudine ED50 12,2191° (12° 13' 9")
- Altitudine s.l.m. 4 m



Localizzazione dell'Istituto Professionale "Olivetti-Callegari", Ravenna.

3 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA

L'unità geomorfologica in cui ricade il sito è di piana alluvionale. Essa rientra in un settore situato ai piedi della fascia collinare, caratterizzata dai corpi sedimentari, di varie dimensioni, depositati dai corsi d'acqua allo sbocco dalle valli montane, in conseguenza della diminuzione dell'energia di trasporto, per effetto della variazione del gradiente topografico.

L'area di studio ricade nella pianura alluvionale, costituita in prevalenza da terreni depositi sia dai corsi d'acqua appenninici sia da quelli della piana pedemontana e della pianura a meandri del fiume Po.

Il deposito alluvionale sepolto dalla Pianura Padana del margine appenninico è definito quaternario continentale (Qc, RICCI LUCCHI ET ALII, 1982). Esso ha uno spessore di oltre 300 metri ed è costituito da un'alternanza di corpi grossolani e fini, poggiante sulle unità marine plio-pleistoceniche.

Le principali strutture tettoniche della pianura sono costituite da sistemi di faglie inverse ed accavallamenti con piani di immersione verso SSW e vergenza verso NNE: le anticlinali così formate determinano rilievi sepolti e più blande ondulazioni superficiali (pieghe ferraresi).

Tra le pieghe sono interposte aree a forma concava (sinclinali), sedi di potenti accumuli di depositi plio-pleistocenici. La base del pliocene si trova sempre a notevole profondità, a conferma dell'ingente affossamento strutturale.

L'attività tettonica traslativa si riduce notevolmente con il pleistocene inferiore e nel quaternario si sviluppano movimenti di subsidenza tuttora attivi.

Dal punto di vista geologico nell'area interessata tali fenomeni possono derivare dal costipamento di detriti o dalla perdita di fluidi interstiziali con conseguente diminuzione di volume di sedimenti.

La successione superficiale dell'area è costituita da un'alternanza ciclica di corpi sedimentari medi e fini.

La zona di deposito è di canale, argine e rottura fluviale: si tratta di sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari, sovrastanti e contenenti suoli a diverso grado di evoluzione

In conclusione è possibile segnalare una successione tessiturale complessa, dovuta ad un'alternanza di terreni sabbiosi, argillosi, limosi e delle frazioni tessiturali intermedie, tipici dei depositi alluvionali cui appartengono.

3.1 UNITÀ SEDIMENTARIE

I terreni attraversati sono attribuibili all'Allomembro¹ di Modena (AES 8a), ossia a sabbie limose, caratterizzanti i depositi di piana alluvionale, aventi un'età di circa 10.000 anni (Olocene).

¹ Corpo stratificato di rango inferiore all'Alloformazione, cartografabile, formato da rocce sedimentarie, definito ed identificato sulla base delle discontinuità che li limitano. Nella cartografia geologica della pianura sostituisce

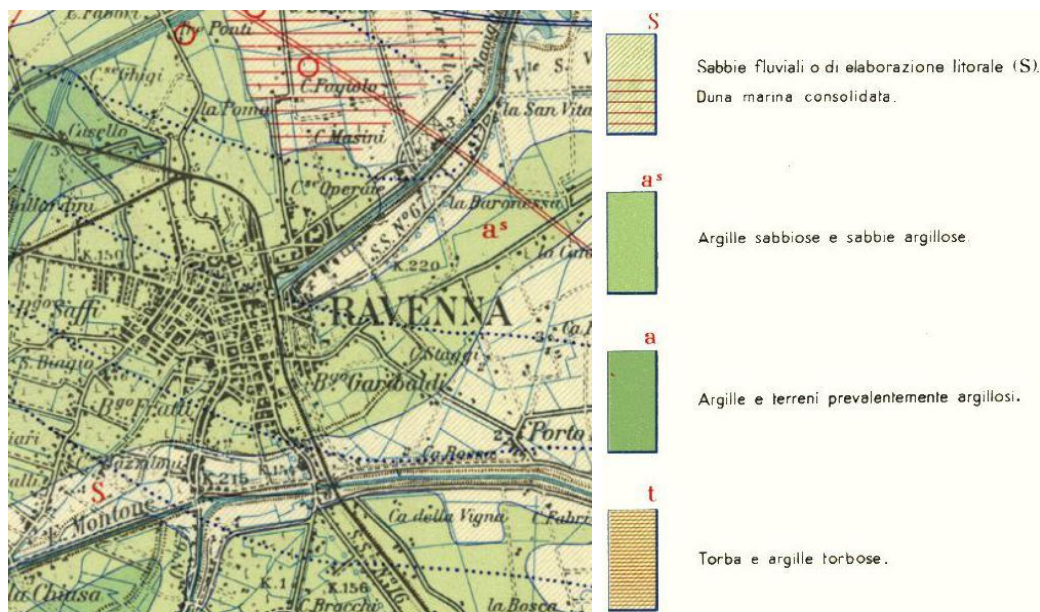
Per una visione di insieme della geologia dell'area di intervento e delle zone adiacenti si rimanda alla tavola in Allegato 1.

3.2 LITOLOGIA

Da un punto di vista strettamente litologico, nei pressi dell'area di studio affiorano:

- a «argille e terreni prevalentemente argillosi»
- a^s «argille sabbiose e sabbie argillose»
- S «sabbie fluviali»

come esposto nella legenda della Carta Geologica d'Italia.



Estratto della Carta Geologica d'Italia

l'Unconformity Bounded Stratigraphic Unit (UBSU) come unità stratigrafica da usarsi per il Quaternario continentale. La differenza tra USBU e Unità Allostratigrafiche risiede nella estensione laterale delle discontinuità, che devono essere tracciabili per le Unità Allostratigrafiche, visibili e identificabili per le USBU.

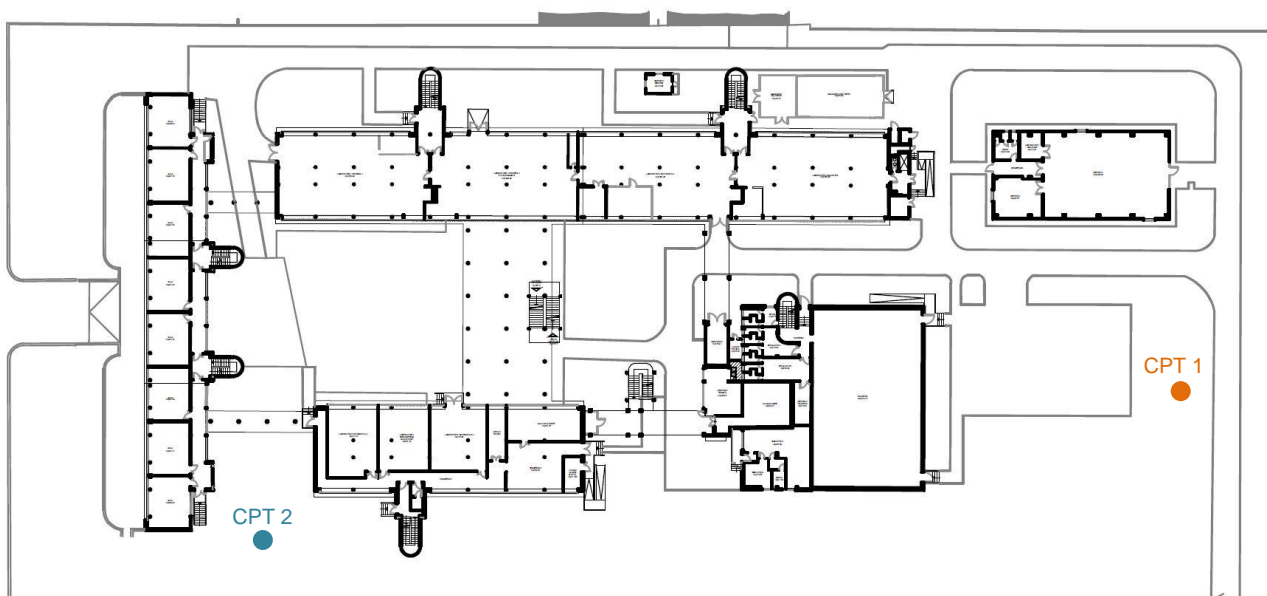
4 INDAGINI GEOTECNICHE

Lo scopo dell'indagine è stato quello di individuare le caratteristiche litologiche, i parametri fisico-meccanici e di resistenza al taglio dei terreni ai sensi del D.M. 14.01.2008.

A tal fine sono state eseguite:

- 2 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) spinte fino alla profondità massima di m 23,00.

Le prospezioni sono state ubicate come riportato nell'immagine seguente, limitatamente alle attuali condizioni del sito ed in maniera tale da essere il più possibile rappresentative dell'area oggetto di intervento.



Ubicazione prove CPT

4.1 PROVA PENETROMETRICA STATICA

Il sistema consente di spingere alternativamente la punta e il manicotto, a velocità costante di 2 cm/sec, ogni cm 20 di avanzamento nel terreno, eseguendo una misura della pressione della resistenza di punta e dell'attrito laterale locale.



CPT 1

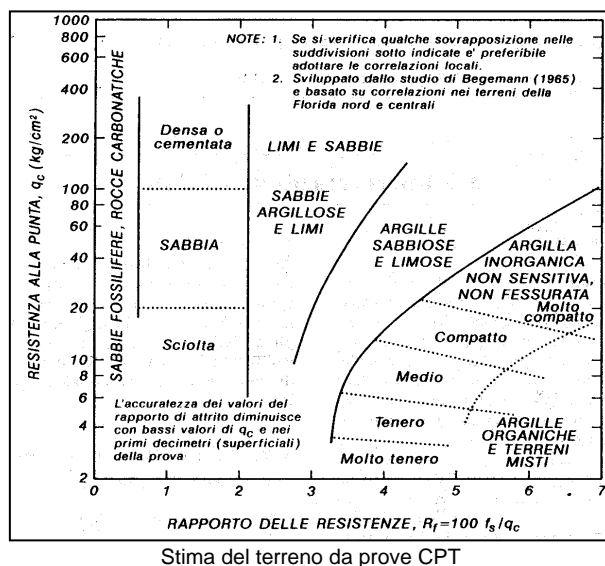


CPT 2

Nei certificati delle prove eseguite (Allegato 2) compaiono i diagrammi riportanti i seguenti dati, misurati ad intervalli di 20 cm di avanzamento:

- q_c (kg/cm^2): fornisce i valori della resistenza offerta dal terreno alla penetrazione di una punta conica con angolo di apertura di 60° ed area di 10 cm^2 , pari ad un diametro di 35,7 mm;
- f_s (kg/cm^2): fornisce i valori della resistenza specifica esercitata dal terreno sulla superficie laterale del manicotto che segue immediatamente la punta;
- q_c/f_s , R_p/RL , R_p-RL/R_p (adimensionali): mediante i quali, secondo la teoria di Begemann (1977) e l'abaco di Schmertmann (1978), si è proceduto alla classificazione del terreno ed a correlazioni per la stima dei parametri fisico-meccanici.

Nei diagrammi è inoltre rappresentata la litologia attraversata mediante una simbologia appropriata.



Stima del terreno da prove CPT

4.2 LITOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA

La letteratura geotecnica è ricca di indicazioni riguardo all'interpretazione delle prove penetrometriche statiche a punta meccanica. È riconosciuto che quella fornita da Schmertmann (1978) è quella più applicabile ed attendibile: essa si basa sulla correlazione tra la resistenza alla punta (q_c) e il rapporto tra quest'ultima e la misura della resistenza laterale espressa in percentuale (R_p/RL).

E' quindi descritta nelle seguenti tabelle la successione stratigrafica attraversata, considerando le indagini geognostiche eseguite; le prove eseguite hanno raggiunto la profondità massima di m 23,00 da p.c., attraversando terreni a granulometria variabile dai limi argillosi alle sabbie limose, come risulta dall'interpretazione litologica.

CPT1	Profondità (m)	Litologia	Comportamento
	0,00 – 1,80	Limo argilloso molto consistente	Coesivo
	1,80 – 4,00	Limo argilloso sabbioso addensato	Incoerente
	4,00 – 9,40	Sabbia argilloso-limosa	Incoerente
	9,40 – 11,80	Sabbie limose	Incoerente
	11,80 – 17,00	Sabbia argilloso-limosa	Incoerente
	17,00 – 17,60	Limo argilloso consistente	Coesivo
	17,60 – 20,00	Sabbia argilloso-limosa addensata	Incoerente
	20,00 – 21,40	Limo argilloso plastico	Coesivo
	21,40 – 23,00	Sabbia limosa addensata	Incoerente

CPT2	Profondità (m)	Litologia	Comportamento
	0,00 – 1,80	Limo argilloso molto consistente	Coesivo
	1,80 – 3,60	Limo argilloso sabbioso addensato	Incoerente
	3,60 – 4,80	Limo argilloso-sabbioso	Incoerente
	4,80 – 5,60	Sabbie limose	Incoerente
	5,60 – 19,80	Sabbia argilloso-limosa	Incoerente
	19,80 – 20,40	Limo argilloso plastico	Coesivo
	20,40 – 21,60	Sabbie limose	Incoerente

5 MODELLO GEOTECNICO

La modellazione geotecnica consiste nell'individuazione, in base al tipo di opera, delle caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche del terreno necessarie alla definizione del modello geotecnico, alla definizione della sicurezza, della funzionalità in connessione alle prestazioni attese, alla durabilità ed alla robustezza dell'opera.

In funzione delle verifiche e dei calcoli geotecnici che rappresentano il comportamento dei terreni interessati dall'intervento di progetto, si realizza la modellazione geotecnica del sito.

Nella presente sezione sono illustrate la verifica agli stati limite ultimo (SLU) e la verifica allo stato limite di esercizio (SLE): ossia i cedimenti e le distorsioni.

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

In funzione dell'indagine geognostica condotta è possibile definire le caratteristiche di resistenza al taglio e compressibilità in funzione delle prove eseguite in campo.

La penetrazione della punta conica, infatti, costituisce una prova rapida, pertanto, secondo i tipi di terreni incontrati, i parametri stimati sono in condizioni non drenate. Si ricavano, infatti, l'angolo di attrito interno " ϕ " per i terreni a tessitura media (sabbie), la coesione non drenata " C_u " per quelli a tessitura fine e finissima (limi e argille).

I risultati delle prove sono sufficientemente congruenti tra loro ed il terreno è stato suddiviso in strati omogenei per litologia, caratteristiche fisico-meccaniche, parametri di resistenza al taglio e di compressibilità. Nelle tabelle in seguito riportate sono illustrati alcuni parametri del sottosuolo in condizioni non drenate.

	Profondità (m)	Coesione non drenata c_u (Kg/cm²)	Angolo di attrito ϕ' (°)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)
CPT1	0,00 – 1,80	2,80	-	2,10	2,20
	1,80 – 4,00	-	30	1,80	2,10
	4,00 – 9,40	-	35	1,80	2,10
	9,40 – 11,80	-	34	1,80	2,10
	11,80 – 17,00	-	35	1,80	2,10
	17,00 – 17,60	1,30	-	2,00	2,10
	17,60 – 20,00	-	35	1,80	2,10
	20,00 – 21,40	0,90	-	1,90	2,00
	21,40 – 23,00	-	35	1,80	2,10

CPT2	Profondità (m)	Coesione non drenata cu (Kg/cm2)	Angolo di attrito ϕ' (°)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)
	0,00 – 1,80	2,90	-	2,20	2,20
	1,80 – 3,60	-	31	1,80	2,10
	3,60 – 4,80	-	36	1,80	2,10
	4,80 – 5,60	-	37	1,80	2,10
	5,60 – 19,80	-	34	1,80	2,10
	19,80 – 20,40	0,50	-	1,80	1,90
	20,40 – 21,60	-	33	1,80	2,10

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRENO

Le indagini eseguite presso il suddetto sito sono finalizzate allo studio della pericolosità sismica in termini di misura della frequenza naturale di sito, V_{s30} , analisi della curva dei rapporti spettrali (o curva H/V). Pertanto, sono state effettuate:

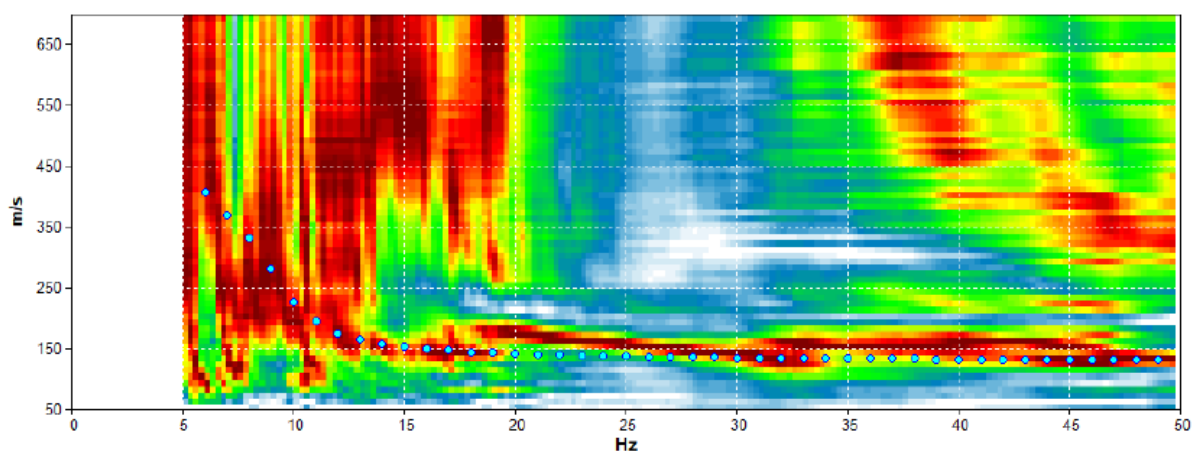
- n° 1 prospezione sismica attiva MASW per determinare il valore V_{s30} che consente di definire la categoria di suolo ai sensi dell'attuale normativa (NTC08);
- n° 1 prova sismica passiva a stazione singola per misurare la frequenza di risonanza del terreno e l'ampiezza del picco H/V dipendente dal contrasto d'impedenza sismica e quindi indicatore dell'amplificazione sismica.

Per i risultati completi delle prove di caratterizzazione sismica del terreno si rimanda all'Allegato 1 della *"Relazione generale e specialistica descrittiva delle opere interessate"*.

6.1 INDAGINE SISMICA ATTIVA: MASW

L'esecuzione della prova MASW consente di determinare il parametro V_{s30} che rappresenta la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo. Tale parametro può essere calcolato facilmente noti gli spessori degli strati presenti entro i primi 30 metri di profondità e la velocità di propagazione delle onde di taglio all'interno di ogni strato.

E' stato eseguito un profilo da 24 m con passo geofonico 2 m. Le tracce sismiche sono state acquisite mediante un tromografo digitale triassiale TROMINO, con trasduttore di velocità verticale con frequenza di centro-banda pari a 4.5 Hz, ed elaborate impiegando il software Grilla 5.9 in dotazione con la strumentazione. L'analisi dei dati ha consentito di determinare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh nel piano V_{fase} (m/s) in funzione della frequenza a partire da 5 Hz. Successivamente è stata prodotta la curva di dispersione teorica e quindi il modello di velocità V_s del sottosuolo con il rispettivo valore di **$V_{s30} = 304$ m/s**. Pertanto, secondo le NTC del 2008, **il suolo è classificabile in categoria C**.



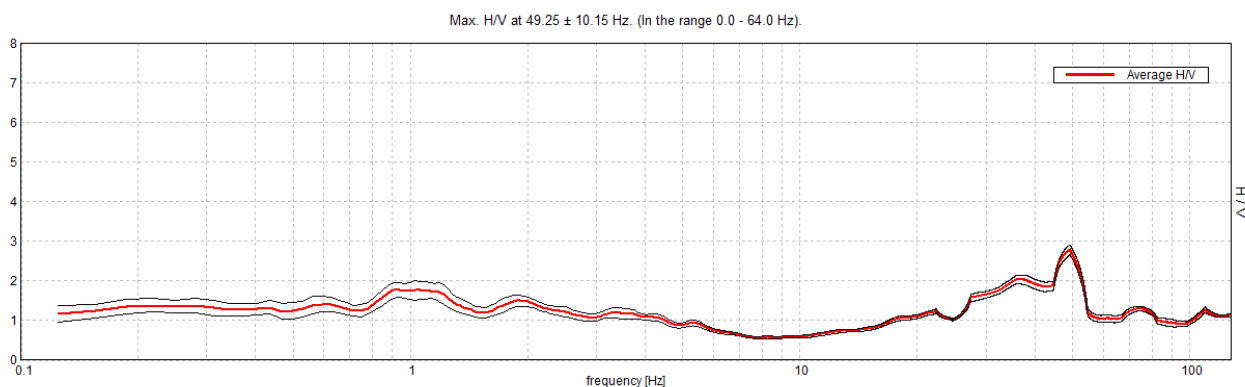
Curva di dispersione teorica. $V_{s(0.0-30.0)} = 304$ m/s

6.2 INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

Le prove sismiche passive consentono di misurare la frequenza di risonanza del terreno e l'ampiezza del picco H/V dipendente dal contrasto d'impedenza sismica e quindi indicatore dell'amplificazione sismica. Per studiare la risposta del terreno può essere utilizzato il *microtremore* prodotto dalla dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde marine, vento, ecc.) e dall'attività antropica, presente ovunque sulla superficie terrestre. È dimostrato infatti che forme di spettri H/V calcolati mediante registrazione di terremoti mostrano una considerevole coerenza con i rapporti spettrali definiti con misure di microtremore.

L'energia dei microtremori consiste in onde di Love e, soprattutto, in quelle di Rayleigh e l'effetto di amplificazione del sito è legato al contrasto d'impedenza sismica tra gli strati litologici attraversati.

Per l'esecuzione della prova è stata eseguita n° 1 registrazione di microtremore da 20 minuti sul terreno di fondazione mediante un tromografo digitale triassiale Tromino con frequenza caratteristica di 1 Hz. I dati di rumore ambientale, acquisiti alla frequenza di campionamento di 256 Hz, amplificati e digitalizzati a 24 bit, sono stati elaborati con il software Grilla 5.9 in dotazione con lo strumento. Il processing dei dati ha restituito sia le curve delle singole componenti spettrali (NS ed EW) del moto del suolo sia quelle dei rapporti medi tra le componenti orizzontali e verticali (curva H/V). La curva HVSR non mostra un picco significativo (ampiezza minima ≥ 2 , così come viene definito da SESAME Project 2004).



Curva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

7 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 dinamiche; tale rischio va valutato entro i 15/20 m di profondità ai sensi degli atti di indirizzo della Regione Emilia Romagna (Delibera dell'Assemblea Legislativa n.112/2007).

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 ingrasso 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). Si avrà quindi:

$$F_s = \frac{R}{T}$$

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:

$$T = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_v0}{\sigma_v0'} \text{ rd MSF}.$$

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.

rd = coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema:

rd=1- 0,00765z per $z \leq 9,15$ m

rd=1,174- 0,0267z per $9,15 < z \leq 23$ m

rd=0,774- 0,008z per $23 < z \leq 30$ m

rd=0,5 per $z > 30$ m

MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, ricavabile con la relazione

$$MSF = \left(\frac{M}{7,5}\right)^{-3,3} \text{ se } M \leq 7,5 \text{ o con la formula } MSF = \frac{10^{2,24}}{M^{2,56}} \text{ se } M > 7,5.$$

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:

$$R = 0.883 \left[\frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0.05 \quad \text{per } (q_{c1n})_{cs} < 50$$

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

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:

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{\sigma_{v0'}} \quad \text{e} \quad F = 100 \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}$$

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

$\sigma_{v0'}$ (kg/cm²) = pressione verticale efficace

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

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

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

$$q_{c1n} = C_Q q_c$$

Dove $C_Q = \left(\frac{1}{\sigma_{v0'}} \right)^n$

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:

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

- 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:

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

Le stratigrafie in esame evidenziano alternanza di depositi prevalentemente incoerenti, di natura sabbiosa e sabbioso-limosa, con rare intercalazioni limose-argillose.

All'intera colonna stratigrafica è stato applicato il metodo di Robertson e Wride per la verifica del rischio di liquefazione, 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 con i parametri sismici definiti per la categoria C.

I risultati della verifica sono esposti nell'Allegato 3 in appendice ed evidenziano che **non sono presenti significativi strati liquefacibili di terreno**, per questo motivo **si può mantenere la categoria di suolo C**.

Padova, ottobre 2018

Il Progettista incaricato

Ing. Massimo Patrizi



ALLEGATO 1:

Carta geomorfologica AES8a – Unità di Modena



ALLEGATO 2:
Certificati delle prove CPT

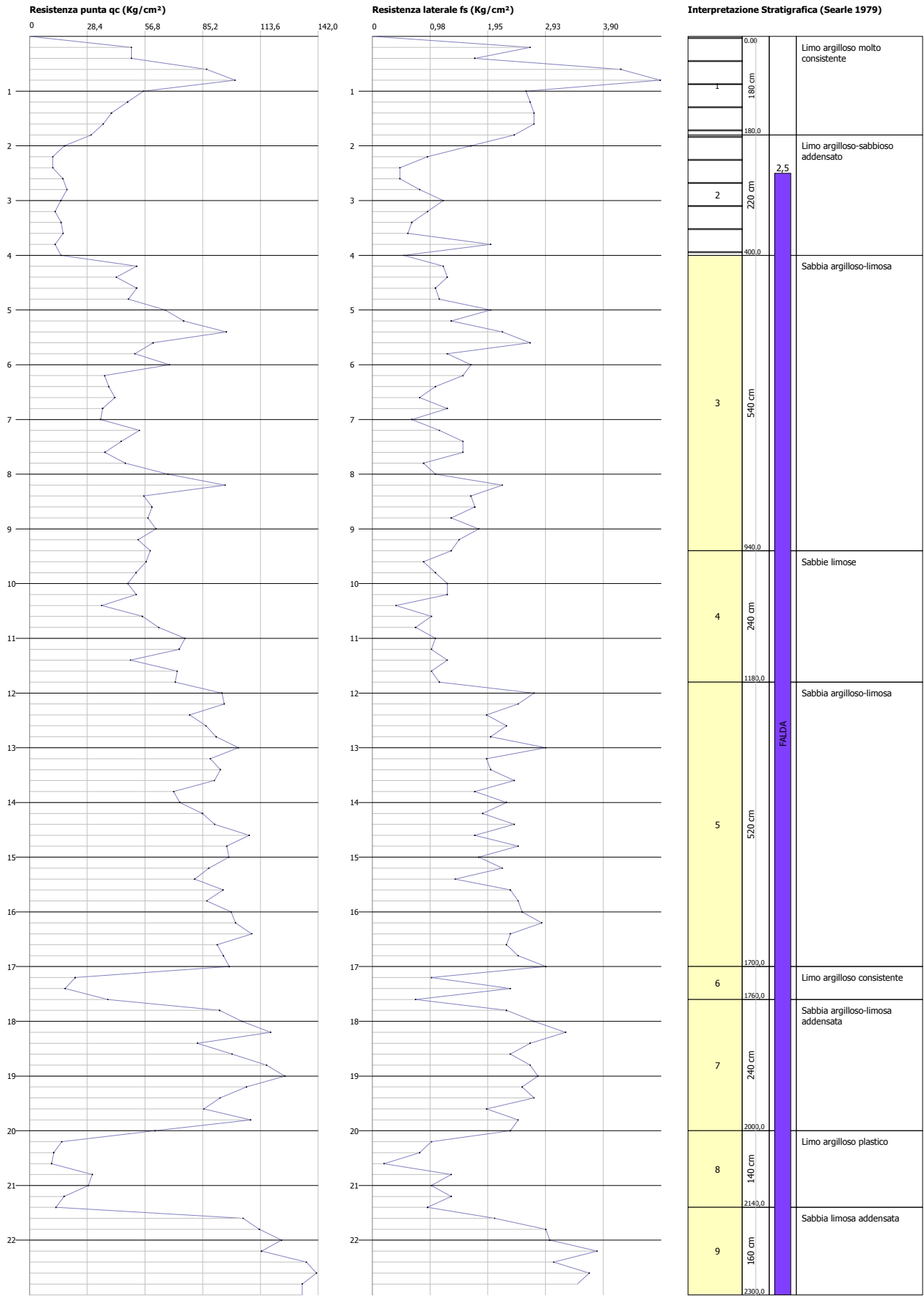
Probe CPT - Cone Penetration CPT 1
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Studio Breda Patrizi Zandonà
Cantiere : Via Umago 18
Località : Ravenna

Data :06/11/2017

Scala 1:99

Profondità



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Terzaghi	2,8
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Terzaghi	1,3
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Terzaghi	0,9

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Metodo generale del modulo Edometrico	111,1
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Metodo generale del modulo Edometrico	52,3
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Metodo generale del modulo Edometrico	45,3

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Cancelli 1980	2075,4
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Cancelli 1980	899,9
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Cancelli 1980	594,0

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Imai & Tomauchi	325,9
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Imai & Tomauchi	205,7
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Imai & Tomauchi	165,8

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Piacentini Righi 1978	4,34
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Piacentini Righi 1978	2,55

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Meyerhof	2,1
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Meyerhof	2,0
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Meyerhof	1,9

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	0,2	0,0
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	0,1	0,0
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	0,1	0,0
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	0,1	0,0
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	0,1	0,0
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	0,1	0,0

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Meyerhof	2,2
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Meyerhof	2,1
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Meyerhof	2,0

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Harman	20,0
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Harman	52,2
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Harman	45,6
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Harman	54,6
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Harman	51,7
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Harman	55,9

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Schmertmann	30,3
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Schmertmann	35,0
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Schmertmann	33,9
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Schmertmann	35,2
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Schmertmann	34,7
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Schmertmann	35,3

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6		

Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0		
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4		
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8		
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3		
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7		

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Buisman - Sanglerat	74,1
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Buisman - Sanglerat	83,6
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Buisman - Sanglerat	88,7
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Buisman - Sanglerat	138,3
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Buisman - Sanglerat	149,7
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Buisman - Sanglerat	187,9

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Imai & Tomauchi	145,4
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Imai & Tomauchi	326,5
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Imai & Tomauchi	338,6
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Imai & Tomauchi	444,1
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Imai & Tomauchi	466,3
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Imai & Tomauchi	535,7

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Larsson 1991 S.G.I.	2,2
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Larsson 1991 S.G.I.	4,2
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato	qc	fs	Tensione	Tensione	Correlazione	Ko
--	--------------	----	----	----------	----------	--------------	----

	(m)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	litostatica totale (Kg/cm ²)	litostatica efficace (Kg/cm ²)		
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Kulhawy-May ne (1990)	0,25
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Kulhawy-May ne (1990)	0,42
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Kulhawy-May ne (1990)	0,34
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Kulhawy-May ne (1990)	0,39
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Kulhawy-May ne (1990)	0,35
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Kulhawy-May ne (1990)	0,37

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	0,1567	0,02037
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	0,10316	0,01341
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	0,10189	0,01325
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	0,09515	0,01237
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	0,0945	0,01229
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	0,09394	0,01221

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Meyerhof	1,8
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Meyerhof	1,8
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Meyerhof	1,8
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Meyerhof	1,8
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Meyerhof	1,8
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Meyerhof	2,1
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Meyerhof	2,1
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Meyerhof	2,1
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Meyerhof	2,1
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Meyerhof	2,1
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Robertson e Wride 1997	1,51
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Robertson e Wride 1997	9,056
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Robertson e	2,741

						Wride 1997	
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Robertson e Wride 1997	14,867
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Robertson e Wride 1997	13,006
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Robertson e Wride 1997	22,268

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,00E-11
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Piacentini-Rig hi 1988	1,00E-11
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Piacentini-Rig hi 1988	3,14E-05
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Piacentini-Rig hi 1988	1,35E-03
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Piacentini-Rig hi 1988	4,13E-05
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,34E-10
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Piacentini-Rig hi 1988	2,16E-05
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Piacentini-Rig hi 1988	4,23E-10
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Piacentini-Rig hi 1988	1,16E-04

Coefficiente di consolidazione

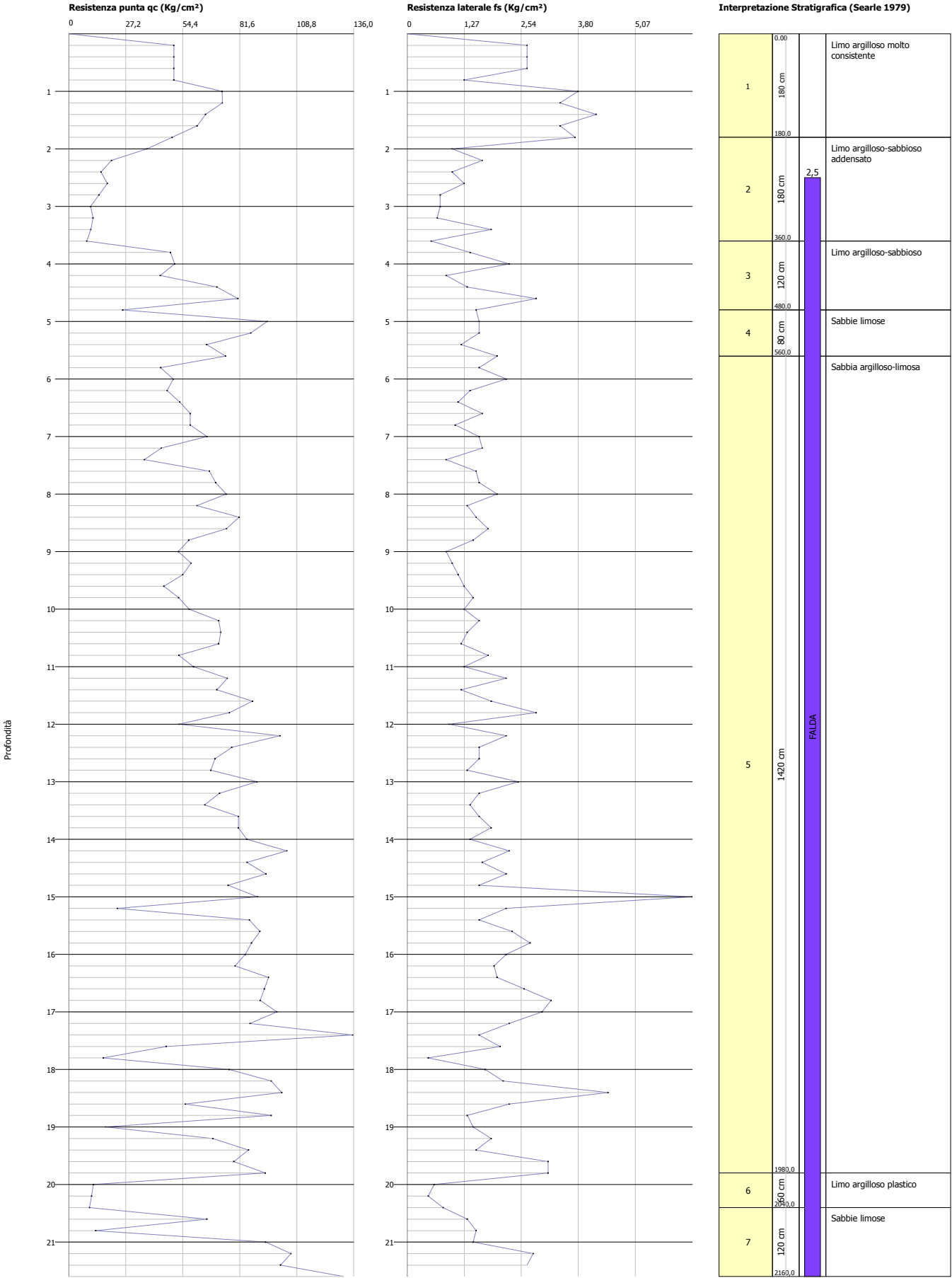
	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,80	55,533	2,956	0,2	0,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,66599E-06
Strato 2	4,00	14,828	0,933	0,6	0,6	Piacentini-Rig hi 1988	4,4484E-07
Strato 3	9,40	55,7	1,437	1,4	1,0	Piacentini-Rig hi 1988	5,252363
Strato 4	11,80	59,113	1,006	2,2	1,4	Piacentini-Rig hi 1988	--
Strato 5	17,00	92,169	2,259	3,0	1,8	Piacentini-Rig hi 1988	11,42239
Strato 6	17,60	26,151	1,355	3,6	2,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,047879E-05
Strato 7	20,00	99,823	2,561	3,9	2,3	Piacentini-Rig hi 1988	6,474638
Strato 8	21,40	18,366	0,943	4,3	2,5	Piacentini-Rig hi 1988	2,333029E-05
Strato 9	23,00	125,247	2,75	4,7	2,7	Piacentini-Rig hi 1988	--

Probe CPT - Cone Penetration CPT 2
Strumento utilizzato... PAGANI TG 63 (200 kN)
Diagramma Resistenze qc fs

Committente : Studio Breda Patrizi Zandonà
Cantiere : Via Umago 18
Località : Ravenna

Data :06/11/2017

Scala 1:93



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Terzaghi	2,9
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Terzaghi	0,5

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Metodo generale del modulo Edometrico	116,2
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Metodo generale del modulo Edometrico	45,2

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Cancelli 1980	2171,2
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Cancelli 1980	314,7

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Imai & Tomauchi	335,0
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Imai & Tomauchi	120,2

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Piacentini Righi 1978	1,71

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Meyerhof	2,2
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Meyerhof	1,8

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	0,1	0,0
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	0,1	0,0
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	0,1	0,0
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	0,1	0,0
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	0,1	0,0

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Meyerhof	2,2
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Meyerhof	1,9

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Harman	24,3
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Harman	58,6
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Harman	69,3
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Harman	48,5
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Harman	43,9

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Schmertmann	30,9
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Schmertmann	36,0
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Schmertmann	37,5
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Schmertmann	34,3
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Schmertmann	33,5

Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5		
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7		
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8		
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6		
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6		

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Buisman - Sanglerat	81,7
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Buisman - Sanglerat	80,0
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Buisman -	120,8

						Sanglerat	
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Buisman - Sanglerat	107,3
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Buisman - Sanglerat	127,7

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Imai & Tomauchi	154,3
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Imai & Tomauchi	317,9
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Imai & Tomauchi	409,0
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Imai & Tomauchi	380,5
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Imai & Tomauchi	423,1

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Larsson 1991 S.G.I.	1,6
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Larsson 1991 S.G.I.	1,3
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Kulhawy-Mayne (1990)	0,27
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Kulhawy-Mayne (1990)	0,50
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Kulhawy-Mayne (1990)	0,60
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Kulhawy-Mayne (1990)	0,35
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Kulhawy-Mayne (1990)	0,30

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	0,14843	0,0193
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	0,10415	0,01354
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	0,09667	0,01257

Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	0,09838	0,01279
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	0,09598	0,01248

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Meyerhof	1,8
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Meyerhof	1,8
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Meyerhof	1,8
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Meyerhof	1,8
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Meyerhof	1,8

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Meyerhof	2,1
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Meyerhof	2,1
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Meyerhof	2,1
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Meyerhof	2,1
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Meyerhof	2,1

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Robertson e Wride 1997	2,089
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Robertson e Wride 1997	17,743
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Robertson e Wride 1997	14,477
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Robertson e Wride 1997	8,454
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Robertson e Wride 1997	3,956

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm²)	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,00E-11
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Piacentini-Rig hi 1988	1,00E-11
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Piacentini-Rig hi 1988	1,58E-06
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Piacentini-Rig hi 1988	3,80E-04
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Piacentini-Rig hi 1988	2,42E-05
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Piacentini-Rig hi 1988	5,75E-11
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Piacentini-Rig hi 1988	5,03E-04

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	1,80	58,088	3,089	0,2	0,2	Piacentini-Rig hi 1988	1,74264E-06
Strato 2	3,60	16,334	1,052	0,6	0,5	Piacentini-Rig hi 1988	4,9002E-07
Strato 3	4,80	53,311	1,711	0,9	0,7	Piacentini-Rig hi 1988	0,2530037
Strato 4	5,60	80,544	1,6	1,1	0,8	Piacentini-Rig hi 1988	--
Strato 5	19,80	71,554	1,861	2,7	1,6	Piacentini-Rig hi 1988	5,194665
Strato 6	20,40	10,852	0,622	4,2	2,5	Piacentini-Rig hi 1988	1,873525E-06
Strato 7	21,60	85,134	1,633	4,4	2,6	Piacentini-Rig hi 1988	--

ALLEGATO 3:

Elaborati della verifica di liquefazione

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

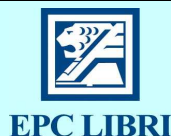
DATI INSERITI

$H_{falda} = 2,5$

$a_{max}/g = 0,15$

$R = 20$

$M = 6,14$



TEORIE DI CALCOLO

[ROBERTSON E WRIE \(1998\)](#)

DATI CPT INSERITI

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
1	0,20	50,138	2,67
2	0,40	50,138	1,73
3	0,60	87,138	4,20
4	0,80	101,138	4,87
5	1,00	56,138	2,60
6	1,20	48,276	2,67
7	1,40	40,276	2,73
8	1,60	36,276	2,73
9	1,80	30,276	2,40
10	2,00	17,276	1,67
11	2,20	11,414	0,93
12	2,40	11,414	0,47
13	2,60	16,414	0,47
14	2,80	18,414	0,80
15	3,00	15,414	1,20
16	3,20	12,552	0,93
17	3,40	15,552	0,67
18	3,60	16,552	0,60
19	3,80	12,552	2,00
20	4,00	15,552	0,53
21	4,20	52,69	1,20
22	4,40	42,69	1,27
23	4,60	52,69	1,07
24	4,80	48,69	1,13
25	5,00	66,69	2,00

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
26	5,20	75,828	1,33
26	5,40	96,828	2,20
28	5,60	60,828	2,67
29	5,80	51,828	1,27
30	6,00	68,828	1,67
31	6,20	36,966	1,53
32	6,40	38,966	1,07
33	6,60	41,966	0,80
34	6,80	35,966	1,27
35	7,00	34,966	0,67
36	7,20	54,104	1,13
37	7,40	45,104	1,53
38	7,60	37,104	1,53
39	7,80	47,104	0,87
40	8,00	68,104	1,07
41	8,20	96,242	2,20
42	8,40	56,242	1,67
43	8,60	60,242	1,73
44	8,80	58,242	1,33
45	9,00	62,242	1,80
46	9,20	53,38	1,47
47	9,40	59,38	1,33
48	9,60	57,38	0,87
49	9,80	52,38	1,07
50	10,00	48,38	1,27

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
51	10,20	52,518	1,27
52	10,40	35,518	0,40
53	10,60	55,518	1,00
54	10,80	63,518	0,73
55	11,00	76,518	1,07
56	11,20	73,656	1,00
57	11,40	49,656	1,27
58	11,60	72,656	1,00
59	11,80	71,656	1,13
60	12,00	94,656	2,73
61	12,20	95,794	2,47
62	12,40	78,794	1,93
63	12,60	86,794	2,27
64	12,80	91,794	2,00
65	13,00	102,794	2,93
66	13,20	88,932	1,93
67	13,40	93,932	2,00
68	13,60	90,932	2,40
69	13,80	70,932	1,73
70	14,00	73,932	2,27
71	14,20	85,07	1,87
72	14,40	91,07	2,40
73	14,60	108,07	1,73
74	14,80	97,07	2,47
75	15,00	98,07	1,80

Int.	0,2	γ	1,87
n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
76	15,20	88,208	2,20
77	15,40	81,208	1,40
78	15,60	95,208	2,33
79	15,80	87,208	2,47
80	16,00	99,208	2,53
81	16,20	101,346	2,87
82	16,40	109,346	2,33
83	16,60	92,346	2,27
84	16,80	95,346	2,47
85	17,00	98,346	2,93
86	17,20	22,484	1,00
87	17,40	17,484	2,33
88	17,60	38,484	0,73
89	17,80	93,484	2,27
90	18,00	104,484	2,73
91	18,20	118,622	3,27
92	18,40	82,622	2,67
93	18,60	99,622	2,33
94	18,80	116,622	2,67
95	19,00	125,622	2,80
96	19,20	106,76	2,53
97	19,40	93,76	2,73
98	19,60	85,76	1,93
99	19,80	108,76	2,47
100	20,00	61,76	2,33

Committente: **Studio Breda Patrizi Zandonà**

Riferimento: **Verifica rischio liquefazione**

Località: **Ravenna**

Oggetto: **Istituto Professionale Callegari**

Prov. **RA**

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

HOME

GRAFICI

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

INSERIMENTO DATI CPT:

Intervallo

0,2

γ

1,87

amax/g

0,15

H falda

2,5

n°	Prof. (m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)	qc1N CS	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
1	0,20	50,138	2,667	441,5	0,998	1,935	0,050	N.C.	N.C.
2	0,40	50,138	1,733	278,5	0,997	1,935	0,050	N.C.	N.C.
3	0,60	87,138	4,2	419,2	0,995	1,935	0,050	N.C.	N.C.
4	0,80	101,138	4,867	420,4	0,994	1,935	0,050	N.C.	N.C.
5	1,00	56,138	2,6	263,8	0,992	1,935	0,050	N.C.	N.C.
6	1,20	48,276	2,667	257,5	0,991	1,935	0,050	N.C.	N.C.
7	1,40	40,276	2,733	257,0	0,989	1,935	0,050	N.C.	N.C.
8	1,60	36,276	2,733	294,7	0,988	1,935	0,050	N.C.	N.C.
9	1,80	30,276	2,4	N.L.	0,986	1,935	0,050	N.L.	N.L.
10	2,00	17,276	1,667	N.L.	0,985	1,935	0,050	N.L.	N.L.
11	2,20	11,414	0,933	N.L.	0,983	1,935	0,050	N.L.	N.L.
12	2,40	11,414	0,467	N.L.	0,982	1,935	0,049	N.L.	N.L.
13	2,60	16,414	0,467	101,9	0,980	1,935	0,050	0,18	3,54
14	2,80	18,414	0,8	N.L.	0,979	1,935	0,052	N.L.	N.L.
15	3,00	15,414	1,2	N.L.	0,977	1,935	0,054	N.L.	N.L.
16	3,20	12,552	0,933	N.L.	0,976	1,935	0,056	N.L.	N.L.
17	3,40	15,552	0,667	N.L.	0,974	1,935	0,057	N.L.	N.L.
18	3,60	16,552	0,6	N.L.	0,972	1,935	0,059	N.L.	N.L.
19	3,80	12,552	2	N.L.	0,971	1,935	0,060	N.L.	N.L.
20	4,00	15,552	0,533	N.L.	0,969	1,935	0,061	N.L.	N.L.
21	4,20	52,69	1,2	128,1	0,968	1,935	0,062	0,28	4,43
22	4,40	42,69	1,267	133,1	0,966	1,935	0,063	0,30	4,73
23	4,60	52,69	1,067	119,6	0,965	1,935	0,064	0,24	3,72
24	4,80	48,69	1,133	122,7	0,963	1,935	0,065	0,25	3,86
25	5,00	66,69	2	161,3	0,962	1,935	0,066	N.C.	N.C.
26	5,20	75,828	1,333	134,0	0,960	1,935	0,067	0,30	4,54
27	5,40	96,828	2,2	171,0	0,959	1,935	0,068	N.C.	N.C.
28	5,60	60,828	2,667	188,6	0,957	1,935	0,068	N.C.	N.C.
29	5,80	51,828	1,267	126,2	0,956	1,935	0,069	0,27	3,86
30	6,00	68,828	1,667	142,9	0,954	1,935	0,070	0,35	5,03
31	6,20	36,966	1,533	149,5	0,953	1,935	0,070	0,39	5,54
32	6,40	38,966	1,067	118,0	0,951	1,935	0,071	0,23	3,27
33	6,60	41,966	0,8	100,6	0,950	1,935	0,072	0,17	2,44
34	6,80	35,966	1,267	130,3	0,948	1,935	0,072	0,29	3,96
35	7,00	34,966	0,667	93,5	0,946	1,935	0,073	0,16	2,15
36	7,20	54,104	1,133	115,6	0,945	1,935	0,073	0,22	3,06
37	7,40	45,104	1,533	138,1	0,943	1,935	0,074	0,32	4,42
38	7,60	37,104	1,533	N.L.	0,942	1,935	0,074	N.L.	N.L.
39	7,80	47,104	0,867	101,5	0,940	1,935	0,074	0,18	2,38
40	8,00	68,104	1,067	111,5	0,939	1,935	0,075	0,21	2,79
41	8,20	96,242	2,2	157,2	0,937	1,935	0,075	0,44	5,87
42	8,40	56,242	1,667	137,8	0,936	1,935	0,076	0,32	4,28
43	8,60	60,242	1,733	139,1	0,934	1,935	0,076	0,33	4,35
44	8,80	58,242	1,333	121,3	0,933	1,935	0,076	0,25	3,23
45	9,00	62,242	1,8	140,5	0,931	1,935	0,076	0,34	4,42
46	9,20	53,38	1,467	127,9	0,930	1,935	0,077	0,27	3,58
47	9,40	59,38	1,333	120,0	0,925	1,935	0,077	0,24	3,14
48	9,60	57,38	0,867	98,1	0,920	1,935	0,077	0,17	2,19
49	9,80	52,38	1,067	108,0	0,914	1,935	0,077	0,20	2,58
50	10,00	48,38	1,267	118,8	0,909	1,935	0,076	0,24	3,09

n°	z	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)	qc1N CS	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
51	10,20	52,518	1,267	117,1	0,904	1,935	0,076	0,23	3,01
52	10,40	35,518	0,4	71,6	0,898	1,935	0,076	0,11	1,50
53	10,60	55,518	1	103,1	0,893	1,935	0,076	0,18	2,39
54	10,80	63,518	0,733	90,8	0,888	1,935	0,076	0,15	1,97
55	11,00	76,518	1,067	106,7	0,883	1,935	0,076	0,19	2,55
56	11,20	73,656	1	103,2	0,877	1,935	0,076	0,18	2,41
57	11,40	49,656	1,267	116,5	0,872	1,935	0,075	0,23	3,01
58	11,60	72,656	1	102,3	0,867	1,935	0,075	0,18	2,39
59	11,80	71,656	1,133	107,1	0,861	1,935	0,075	0,19	2,59
60	12,00	94,656	2,733	162,4	0,856	1,935	0,075	N.C.	N.C.
61	12,20	95,794	2,467	153,5	0,851	1,935	0,075	0,42	5,59
62	12,40	78,794	1,933	136,1	0,845	1,935	0,074	0,31	4,23
63	12,60	86,794	2,267	146,5	0,840	1,935	0,074	0,37	5,03
64	12,80	91,794	2	137,4	0,835	1,935	0,074	0,32	4,35
65	13,00	102,794	2,933	165,6	0,830	1,935	0,074	N.C.	N.C.
66	13,20	88,932	1,933	134,3	0,824	1,935	0,073	0,31	4,16
67	13,40	93,932	2	136,3	0,819	1,935	0,073	0,32	4,32
68	13,60	90,932	2,4	148,6	0,814	1,935	0,073	0,39	5,29
69	13,80	70,932	1,733	127,6	0,808	1,935	0,072	0,27	3,77
70	14,00	73,932	2,267	146,2	0,803	1,935	0,072	0,37	5,14
71	14,20	85,07	1,867	130,4	0,798	1,935	0,072	0,29	3,98
72	14,40	91,07	2,4	147,1	0,792	1,935	0,072	0,38	5,26
73	14,60	108,07	1,733	128,2	0,787	1,935	0,071	0,28	3,88
74	14,80	97,07	2,467	148,1	0,782	1,935	0,071	0,38	5,39
75	15,00	98,07	1,8	127,5	0,777	1,935	0,071	0,27	3,87
76	15,20	88,208	2,2	139,6	0,771	1,935	0,070	0,33	4,74
77	15,40	81,208	1,4	112,5	0,766	1,935	0,070	0,21	3,04
78	15,60	95,208	2,333	142,7	0,761	1,935	0,070	0,35	5,03
79	15,80	87,208	2,467	147,4	0,755	1,935	0,069	0,38	5,46
80	16,00	99,208	2,533	147,8	0,750	1,935	0,069	0,38	5,53
81	16,20	101,346	2,867	157,1	0,745	1,935	0,068	0,44	6,43
82	16,40	109,346	2,333	141,6	0,739	1,935	0,068	0,34	5,05
83	16,60	92,346	2,267	139,2	0,734	1,935	0,068	0,33	4,89
84	16,80	95,346	2,467	144,8	0,729	1,935	0,067	0,36	5,38
85	17,00	98,346	2,933	158,0	0,724	1,935	0,067	0,45	6,67
86	17,20	22,484	1	N.L.	0,718	1,935	0,067	N.L.	N.L.
87	17,40	17,484	2,333	N.L.	0,713	1,935	0,066	N.L.	N.L.
88	17,60	38,484	0,733	N.L.	0,708	1,935	0,066	N.L.	N.L.
89	17,80	93,484	2,267	137,5	0,702	1,935	0,065	0,32	4,91
90	18,00	104,484	2,733	150,1	0,697	1,935	0,065	0,39	6,06
91	18,20	118,622	3,267	163,6	0,692	1,935	0,065	N.C.	N.C.
92	18,40	82,622	2,667	151,2	0,686	1,935	0,064	0,40	6,24
93	18,60	99,622	2,333	138,0	0,681	1,935	0,064	0,32	5,08
94	18,80	116,622	2,667	147,0	0,676	1,935	0,063	0,38	5,91
95	19,00	125,622	2,8	150,7	0,671	1,935	0,063	0,40	6,31
96	19,20	106,76	2,533	142,7	0,665	1,935	0,063	0,35	5,59
97	19,40	93,76	2,733	149,4	0,660	1,935	0,062	0,39	6,27
98	19,60	85,76	1,933	125,6	0,655	1,935	0,062	0,26	4,28
99	19,80	108,76	2,467	140,0	0,649	1,935	0,061	0,34	5,46
100	20,00	61,76	2,333	N.L.	0,644	1,935	0,061	N.L.	N.L.



EPC LIBRI

DATI CPT

ANALISI

GRAFICI

Committente: Studio Breda Patrizi Zandonà

Riferimento: Verifica rischio liquefazione

Località: Ravenna

Oggetto: Istituto Professionale Callegari

Prov.: RA

ANALISI

Metodi che utilizzano Prove	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento	Indice del Potenziale di Liquefazione (IP _L)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
Statiche (CPT)	(Fs)		(M)		
Robertson e Wride (1998)	> 1,0	> 1,25 (OPCM 3274)	6,1	0,000	Molto Basso



Prof. (m)	Ic (n=1)		Ic (n=0,5)		Ic (n=0,75)	Verificare campione in lab.	Ic utilizzato		Fs
	valore	Classificazione	valore	Classificazione	valore		valore	valore	
0,20	1,98	Granulare	2,21	NPGranulare	2,07	--	2,21	N.C.	
0,40	1,87	Granulare	2,13	NPGranulare	1,99	--	2,13	N.C.	
0,60	1,99	Granulare	2,18	NPGranulare	2,07	--	2,18	N.C.	
0,80	2,01	Granulare	2,17	NPGranulare	2,08	--	2,17	N.C.	
1,00	2,13	Granulare	2,33	NPGranulare	2,22	--	2,33	N.C.	
1,20	2,27	Granulare	2,45	NPGranulare	2,36	--	2,45	N.C.	
1,40	2,42	Granulare	2,59	NPGranulare	2,50	--	2,59	N.C.	
1,60	2,52	Granulare	2,67	PLimoso	2,59	C.Cinese	2,59	N.C.	
1,80	2,61	Argilloso	2,76	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2,00	2,86	Argilloso	3,00	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2,20	2,96	Argilloso	3,10	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2,40	2,78	Argilloso	2,92	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2,60	2,58	Granulare	2,70	PLimoso	2,64	C.Cinese	2,64	3,54	
2,80	2,67	Argilloso	2,79	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3,00	2,92	Argilloso	3,03	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3,20	2,99	Argilloso	3,09	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3,40	2,76	Argilloso	2,86	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3,60	2,70	Argilloso	2,80	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3,80	3,26	Argilloso	3,34	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4,00	2,73	Argilloso	2,82	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4,20	2,21	Granulare	2,29	NPGranulare	2,25	--	2,29	4,43	
4,40	2,37	Granulare	2,44	NPGranulare	2,40	--	2,44	4,73	
4,60	2,19	Granulare	2,26	NPGranulare	2,23	--	2,26	3,72	
4,80	2,27	Granulare	2,33	NPGranulare	2,30	--	2,33	3,86	
5,00	2,26	Granulare	2,32	NPGranulare	2,29	--	2,32	N.C.	
5,20	2,06	Granulare	2,11	NPGranulare	2,09	--	2,11	4,54	
5,40	2,08	Granulare	2,12	NPGranulare	2,10	--	2,12	N.C.	
5,60	2,44	Granulare	2,48	NPGranulare	2,46	--	2,48	N.C.	
5,80	2,31	Granulare	2,35	NPGranulare	2,33	--	2,35	3,86	
6,00	2,22	Granulare	2,26	NPGranulare	2,24	--	2,26	5,03	
6,20	2,59	Granulare	2,63	PLimoso	2,61	C.Cinese	2,61	5,54	
6,40	2,46	Granulare	2,49	NPGranulare	2,47	--	2,49	3,27	
6,60	2,33	Granulare	2,37	NPGranulare	2,35	--	2,37	2,44	
6,80	2,57	Granulare	2,60	NPGranulare	2,59	--	2,60	3,96	
7,00	2,41	Granulare	2,44	NPGranulare	2,43	--	2,44	2,15	
7,20	2,29	Granulare	2,32	NPGranulare	2,31	--	2,32	3,06	
7,40	2,51	Granulare	2,52	NPGranulare	2,52	--	2,52	4,42	
7,60	2,64	Argilloso	2,65	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
7,80	2,33	Granulare	2,34	NPGranulare	2,33	--	2,34	2,38	
8,00	2,16	Granulare	2,17	NPGranulare	2,16	--	2,17	2,79	
8,20	2,17	Granulare	2,17	NPGranulare	2,17	--	2,17	5,87	
8,40	2,42	Granulare	2,43	NPGranulare	2,43	--	2,43	4,28	
8,60	2,40	Granulare	2,40	NPGranulare	2,40	--	2,40	4,35	
8,80	2,35	Granulare	2,34	NPGranulare	2,35	--	2,34	3,23	
9,00	2,40	Granulare	2,40	NPGranulare	2,40	--	2,40	4,42	
9,20	2,44	Granulare	2,43	NPGranulare	2,44	--	2,43	3,58	
9,40	2,35	Granulare	2,34	NPGranulare	2,35	--	2,34	3,14	
9,60	2,26	Granulare	2,24	NPGranulare	2,25	--	2,24	2,19	
9,80	2,38	Granulare	2,36	NPGranulare	2,37	--	2,36	2,58	
10,00	2,48	Granulare	2,47	NPGranulare	2,47	--	2,47	3,09	

Prof. (m)	Ic (n=1)		Ic (n=0,5)		Ic (n=0,75)	Verificare campione in lab.	Ic utilizzato		Fs
	valore	Classificazione	valore	Classificazione	valore		valore	valore	
10,20	2,44	Granulare	2,42	NPGranulare	2,43	--	2,42	3,01	
10,40	2,39	Granulare	2,36	NPGranulare	2,38	--	2,36	1,50	
10,60	2,35	Granulare	2,32	NPGranulare	2,33	--	2,32	2,39	
10,80	2,18	Granulare	2,15	NPGranulare	2,17	--	2,15	1,97	
11,00	2,17	Granulare	2,14	NPGranulare	2,16	--	2,14	2,55	
11,20	2,18	Granulare	2,15	NPGranulare	2,17	--	2,15	2,41	
11,40	2,50	Granulare	2,47	NPGranulare	2,49	--	2,47	3,01	
11,60	2,20	Granulare	2,16	NPGranulare	2,18	--	2,16	2,39	
11,80	2,25	Granulare	2,21	NPGranulare	2,23	--	2,21	2,59	
12,00	2,34	Granulare	2,30	NPGranulare	2,32	--	2,30	N.C.	
12,20	2,30	Granulare	2,26	NPGranulare	2,28	--	2,26	5,59	
12,40	2,36	Granulare	2,31	NPGranulare	2,34	--	2,31	4,23	
12,60	2,35	Granulare	2,30	NPGranulare	2,33	--	2,30	5,03	
12,80	2,28	Granulare	2,23	NPGranulare	2,26	--	2,23	4,35	
13,00	2,33	Granulare	2,28	NPGranulare	2,31	--	2,28	N.C.	
13,20	2,30	Granulare	2,25	NPGranulare	2,27	--	2,25	4,16	
13,40	2,28	Granulare	2,22	NPGranulare	2,25	--	2,22	4,32	
13,60	2,36	Granulare	2,30	NPGranulare	2,33	--	2,30	5,29	
13,80	2,42	Granulare	2,36	NPGranulare	2,39	--	2,36	3,77	
14,00	2,48	Granulare	2,42	NPGranulare	2,45	--	2,42	5,14	
14,20	2,34	Granulare	2,27	NPGranulare	2,31	--	2,27	3,98	
14,40	2,37	Granulare	2,31	NPGranulare	2,34	--	2,31	5,26	
14,60	2,17	Granulare	2,10	NPGranulare	2,14	--	2,10	3,88	
14,80	2,35	Granulare	2,28	NPGranulare	2,31	--	2,28	5,39	
15,00	2,25	Granulare	2,18	NPGranulare	2,22	--	2,18	3,87	
15,20	2,38	Granulare	2,31	NPGranulare	2,35	--	2,31	4,74	
15,40	2,31	Granulare	2,23	NPGranulare	2,27	--	2,23	3,04	
15,60	2,36	Granulare	2,28	NPGranulare	2,32	--	2,28	5,03	
15,80	2,43	Granulare	2,36	NPGranulare	2,40	--	2,36	5,46	
16,00	2,36	Granulare	2,29	NPGranulare	2,33	--	2,29	5,53	
16,20	2,39	Granulare	2,31	NPGranulare	2,35	--	2,31	6,43	
16,40	2,28	Granulare	2,20	NPGranulare	2,24	--	2,20	5,05	
16,60	2,39	Granulare	2,30	NPGranulare	2,35	--	2,30	4,89	
16,80	2,40	Granulare	2,31	NPGranulare	2,35	--	2,31	5,38	
17,00	2,43	Granulare	2,35	NPGranulare	2,39	--	2,35	6,67	
17,20	3,10	Argilloso	3,01	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
17,40	3,54	Argilloso	3,45	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
17,60	2,66	Argilloso	2,56	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
17,80	2,40	Granulare	2,31	NPGranulare	2,35	--	2,31	4,91	
18,00	2,39	Granulare	2,30	NPGranulare	2,34	--	2,30	6,06	
18,20	2,36	Granulare	2,27	NPGranulare	2,32	--	2,27	N.C.	
18,40	2,54	Granulare	2,44	NPGranulare	2,49	--	2,44	6,24	
18,60	2,38	Granulare	2,28	NPGranulare	2,33	--	2,28	5,08	
18,80	2,32	Granulare	2,23	NPGranulare	2,27	--	2,23	5,91	
19,00	2,29	Granulare	2,19	NPGranulare	2,24	--	2,19	6,31	
19,20	2,37	Granulare	2,27	NPGranulare	2,32	--	2,27	5,59	
19,40	2,48	Granulare	2,38	NPGranulare	2,43	--	2,38	6,27	
19,60	2,44	Granulare	2,33	NPGranulare	2,38	--	2,33	4,28	
19,80	2,36	Granulare	2,25	NPGranulare	2,31	--	2,25	5,46	
20,00	2,71	Argilloso	2,60	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	

N.C. = Non Calcolabile
N.L. = Non Liquefacibile
Plimoso = Terreno Limoso e possibilmente Plastico
NPGranulare = Terreno non Plastico di natura granulare

Argilloso = Terreno Argilloso
C.Cinese = Criteri Cinese
Granulare = Terreno Granulare
-- = Nessun Criterio

HOME

INSERIMENTO DATI CPT

DATI CPT

GRAFICI

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI

FORMULE:

$$CRR = 0,883 \cdot \left[\frac{(q_{c1n})_{CS}}{1000} \right] + 0,05$$

Per $0 < (q_{c1n})_{CS} < 50$

Per $50 < (q_{c1n})_{CS} < 160$

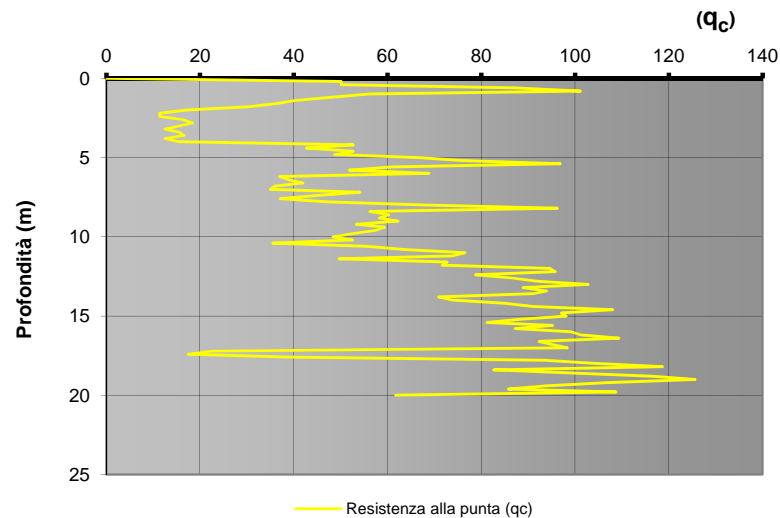
$$CRR = 93 \cdot \left[\frac{(q_{c1n})_{CS}}{1000} \right]^3 + 0,08$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

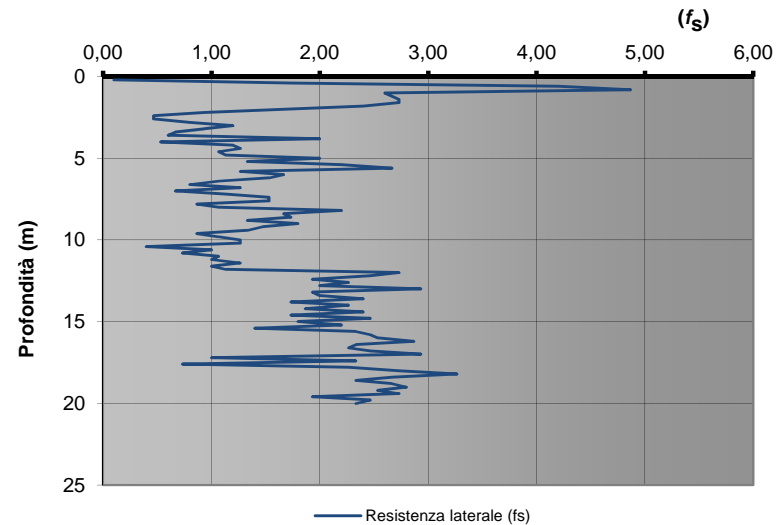
M =

6,14

ANDAMENTO DELLA RESISTENZA ALLA PUNTA



ANDAMENTO DELLA RESISTENZA LATERALE



Committente: Studio Breda Patrizi Zandonà
Riferimento: Verifica rischio liquefazione
Località: Ravenna
Oggetto: Istituto Professionale Callegari

Prov.: RA

DATI CPT

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

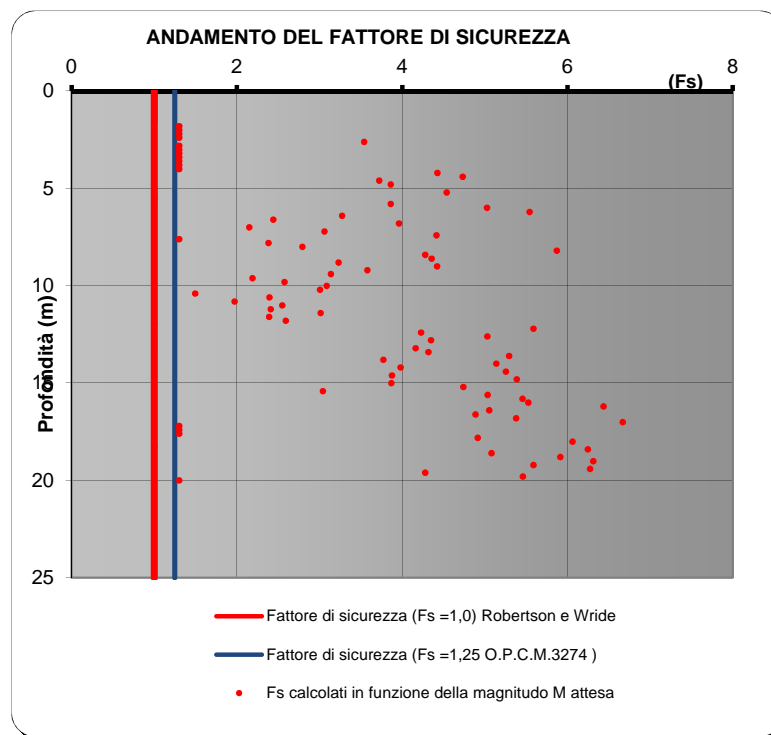
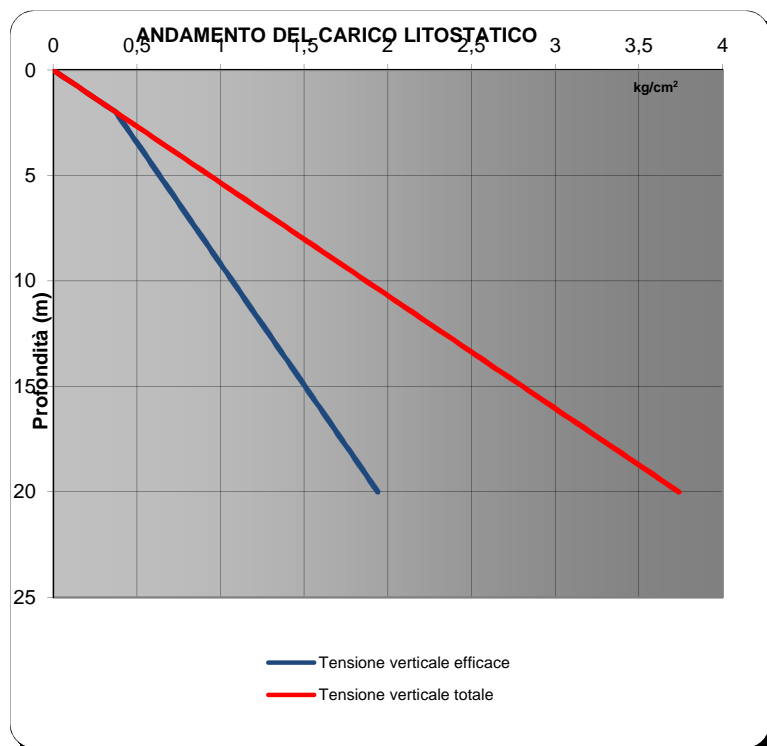
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI



Committente: Studio Breda Patrizi Zandonà
Riferimento: Verifica rischio liquefazione
Località: Ravenna
Oggetto: Istituto Professionale Callegari

Prov.: RA

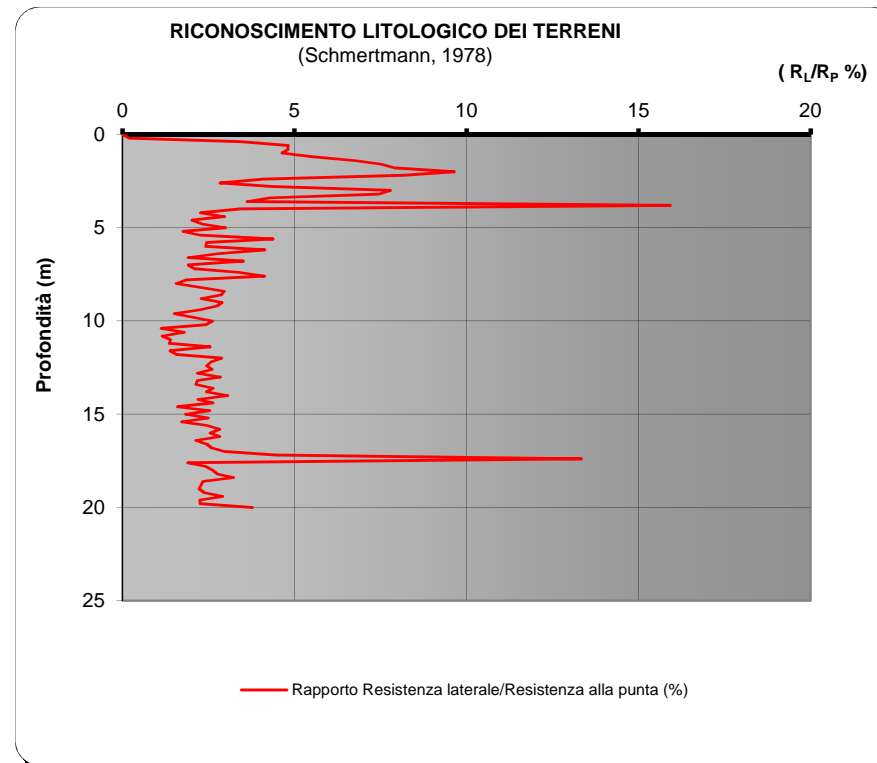
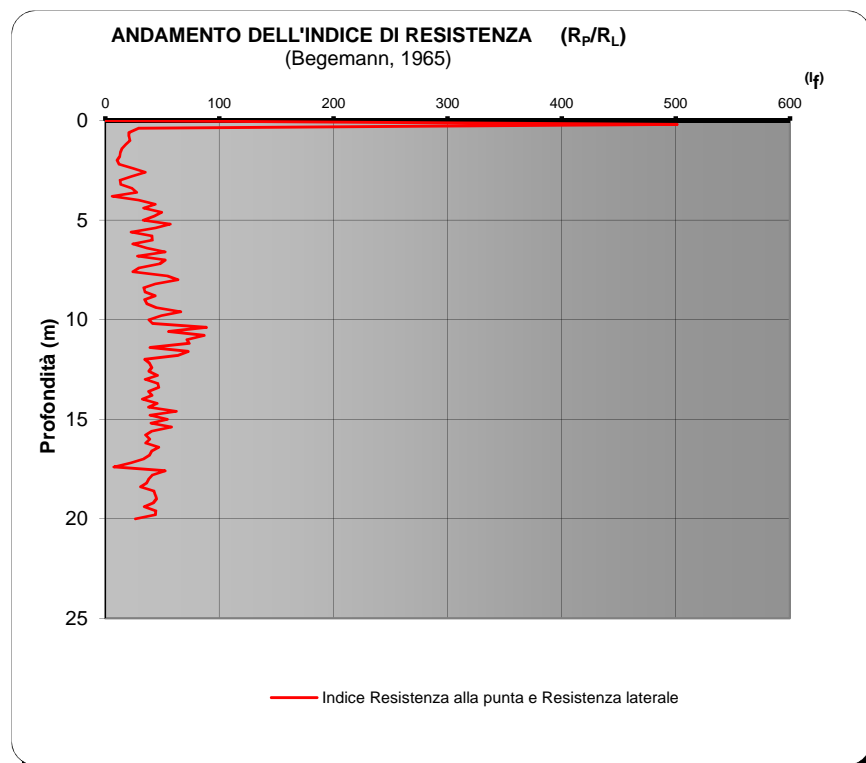
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI



Committente: Studio Breda Patrizi Zandonà
Riferimento: Verifica rischio liquefazione
Località: Ravenna
Oggetto: Istituto Professionale Callegari

Prov.: RA

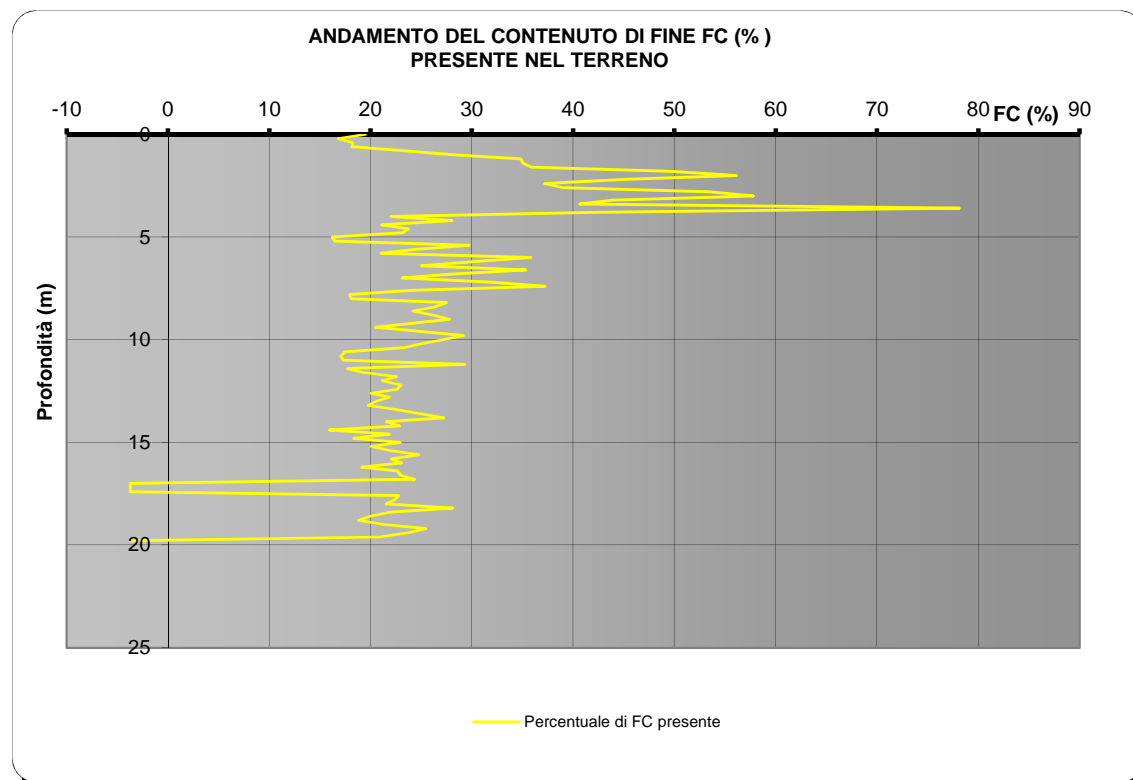
VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove penetrometriche CPT)

Metodo di Robertson e Wride (1998)



EPC LIBRI



Committente: Studio Breda Patrizi Zandonà
Riferimento: Verifica rischio liquefazione
Località: Ravenna
Oggetto: Istituto Professionale Callegari

Prov.: RA