



qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-EN ISO 45001:2018 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termografiche – termografia

**RIFERIMENTO: PERMESSO DI COSTRUIRE PER RICAVO
CAPANNONE AD USO ALLEVAMENTO
POLLI DA CARNE**

**OGGETTO: caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica
dei terreni di fondazione**

RELAZIONE GEOLOGICO E GEOTECNICA

Attuazione del D.M. 11 marzo 1988

L.R. 09/05/1988 n. 27

Legge 2 febbraio 1974, n. 64

L.R. 09/05/1988 n. 27

D.P.R. 380/01

O.C.M n. 3274 del 20/03/2003

D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni

D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni

Comune di Chioggia
Provincia di Venezia

Località

Sant'Anna di Chioggia

C.C. di Chioggia Fg. 76 mapp. 40, 85, 622, 623, 624

Codice sito:	Nome sito:
Data: 18 giugno 2019	Rif. Ns.: rel. geo.

COMMITTENTE:
Sig. Mattia BOSCARATO

TECNICO:
dott. PAOLO CHIARION
geologo e tecnico ambientale
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO



Tecnologica group srl
Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S
45100 ROVIGO
t.f. 0425.475453
www.tecnologicagroup.com
info@tecnologicagroup.com

INDICE

1. PREMESSE

- 1.1. Generalità
- 1.2. Normativa di riferimento

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

- 2.1. Assetto geologico
- 2.2. Assetto geomorfologico
- 2.3. Assetto idrogeologico

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI INTERVENTO

4. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI

- 4.1. Caratterizzazione stratigrafica dei terreni
- 4.2. Carico ammissibile sul substrato di fondazione
- 4.3. Metodo utilizzato per i cedimenti - CEDIMENTI EDOMETRICI

5. SISMICITA' LOCALE E DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

- 5.1. dati per la progettazione sismica
- 5.2. stima della liquefazione dei terreni

6. COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

7. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

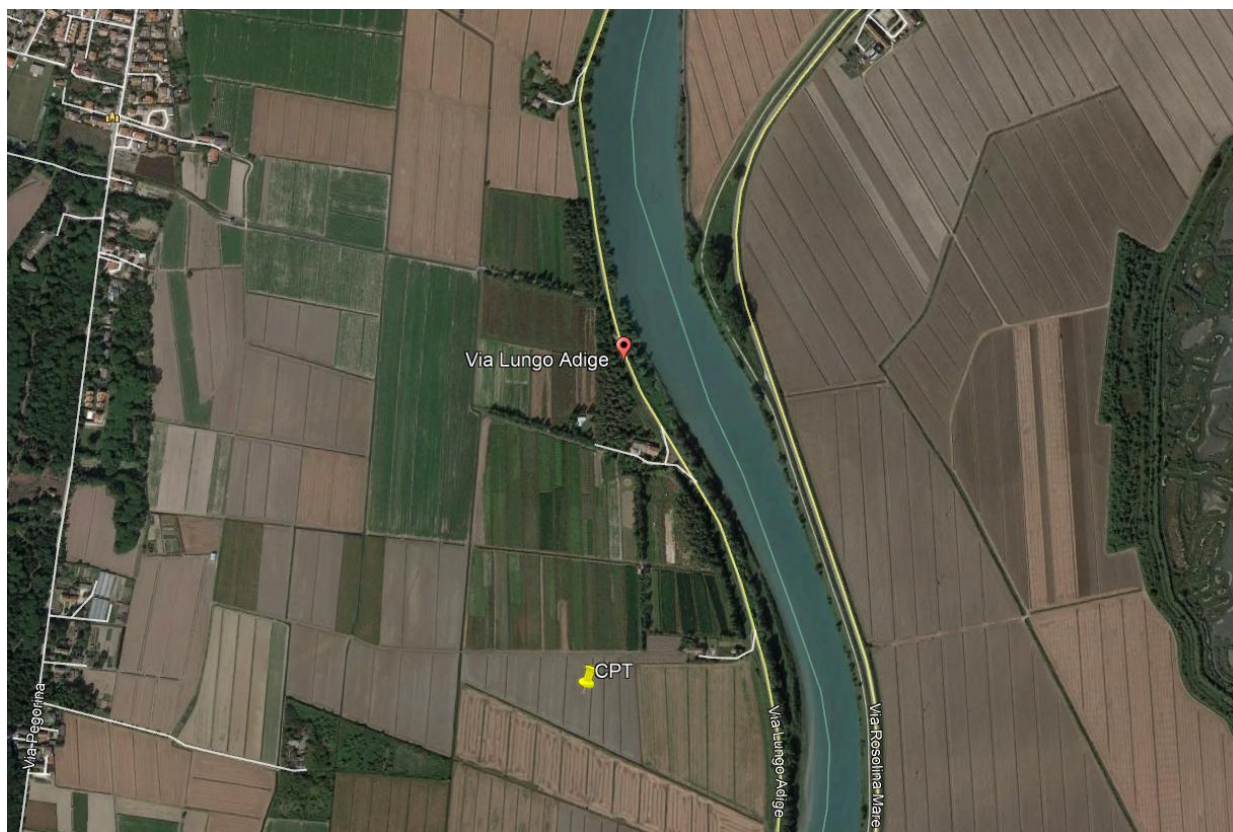
8. ALLEGATI

- planimetria generale
- Prove penetrometriche statiche

1. PREMESSA

1.1. Generalità

Si redige la relazione geologico-tecnica del terreno sito nel Comune di Chioggia (VE) località Sant'Anna Via Luongo Adige identificato al C.C. di Chioggia Foglio n. 76 mappali 40, 85, 622, 623, 624 nell'ambito del progetto di realizzazione di nuovi capannoni ad uso allevamento polli da carne.



L'indagine sul terreno è stata condotta mediante l'uso di un penetrometro statico/dinamico "Pagani" modello TG63-200.

In particolare, in relazione all'attuale fase progettuale, si esamina la situazione geotecnica locale, si analizzano i dati acquisiti in sito e si illustrano:

- Modello geologico, idrogeologico e geotecnico locale del terreno interessato dal progetto;
- Resistenza del terreno investigato in relazione alle prevedibili geometrie della struttura;
- Verifiche di stabilità e Valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni limite SLU, che si possono manifestare sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno;
- Valutazioni dei prevedibili spostamenti del complesso opera-terreno, dando un giudizio sull'ammissibilità di tali spostamenti in relazione alle condizioni di sicurezza, nonché alla funzionalità dell'edificio (SLE).

1.2. normativa di riferimento

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Circ. Dir. Centr. Tecn. n° 97/81 - "Istruzioni relative alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 - n°30483 Istruzioni applicative al D.M. 11/03/1988;
- A.G.I. Raccomandazione sulla esecuzione e programmazione delle indagini geognostiche 1977.
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri che detta i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche.
- D.M. 14.09.2005 – Norme Tecniche sulle Costruzioni.
- Consiglio Superiore di LL.PP.: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale – All. al voto n. 36 del 27.07.2007;
- Eurocodice 7: progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- Eurocodice 8: indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", pubblicato in G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, suppl. ord. N. 30, che entrano in vigore il 6 marzo 2008.
- Consiglio Superiore di LL.PP.: Circolare 617 del 02/02/09: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

2. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO LOCALE

2.1. Geologia generale

Il territorio, nel suo complesso, è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord-ovest verso sud-est, con valori che variano da 5-6m a 1-0m rispetto al livello medio mare.

L'aspetto del territorio è quello tipico di pianura, con vaste aree adibite alla coltivazione delimitate da una fitta rete di canali ad uso irriguo.

L'ambito si sviluppa nel bacino idrografico del Fiume Adige. Dal punto di vista geologico, come si vedrà più estesamente, l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale, depositati dai principali corsi d'acqua, che hanno determinato eventi alluvionali che si sono succeduti nel tempo ed ora non più possibili essendo gli alvei arginati.

Il sottosuolo è costituito da livelli limoso-argillosi generalmente a scarsa competenza in alternanza a livelli stratigrafici costituiti in prevalenza da sabbie fini a tratti ben addensate. In superficie, posto al di sotto del terreno vegetale, è diffuso un livello di terreno con prevalente frazione sabbiosa.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area si inserisce nel contesto del sistema multifalda, caratterizzato cioè da una sequenza di acquiferi alloggiati negli strati sabbiosi separati da livelli praticamente

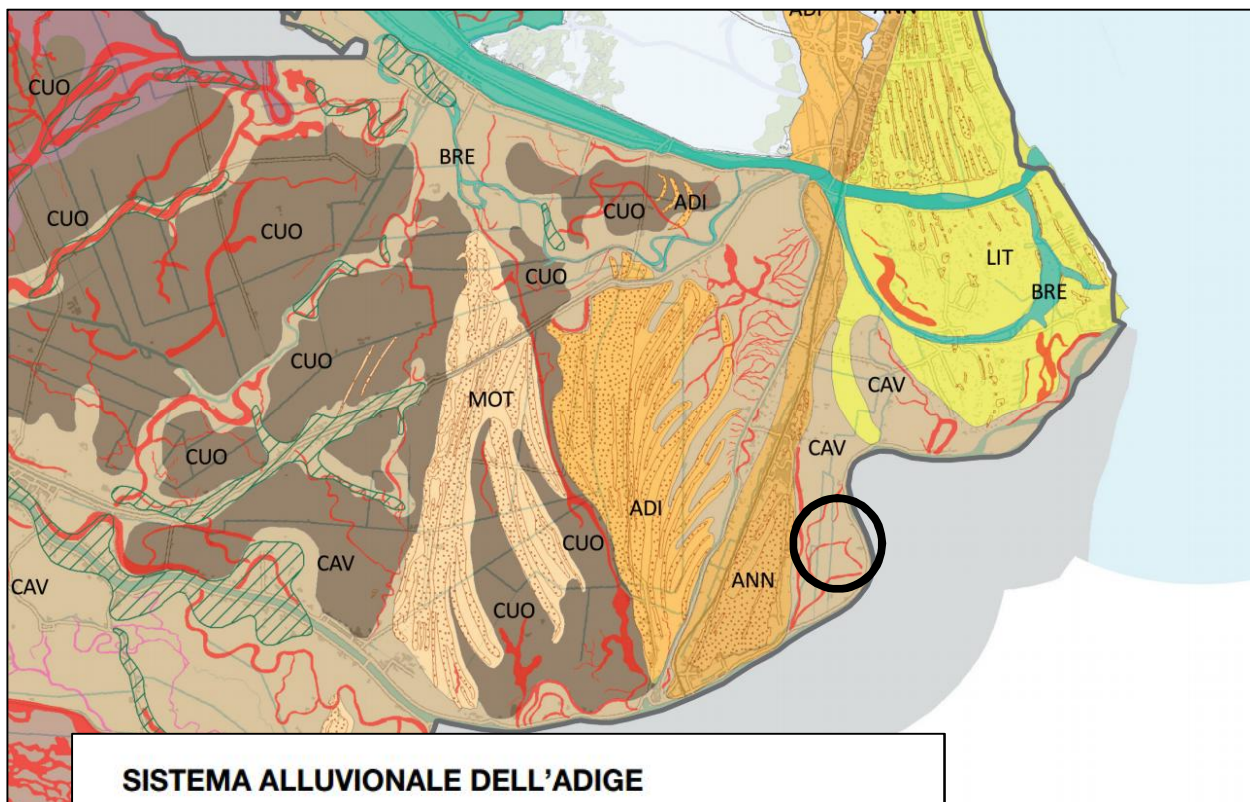
impermeabili (limoso argilloso) che ostacolano gli scambi idrici in senso verticale. La prima falda, quella freatica, è di norma prossima al piano campagna.

Come già in precedenza affermato, dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di origine alluvionale, depositati dai principali corsi d'acqua, che hanno determinato eventi alluvionali che si sono succeduti nel tempo ed ora non più possibili essendo gli alvei arginati.

Secondo le grafie inserite nella normativa regionale per questa porzione di pianura, sono applicabili due codifiche distinte per definire la litologia dei terreni alluvionali fini e cioè a tessitura prevalentemente limoso argillosa e a tessitura prevalentemente sabbiosa.

Il sottosuolo è costituito da livelli limoso-argillosi in prevalenza generalmente a scarsa competenza. Questi livelli si rinvencono al di sotto di uno strato superficiale di natura in prevalenza sabbioso-limosa che è piuttosto diffuso nell'ambito, ovviamente al di sotto dello strato vegetale.





SISTEMA ALLUVIONALE DELL'ADIGE

UNITÀ di CAVARZERE

OLOCENE sup. (I millennio a.C. – Attuale)

CAV

Depositi alluvionali costituiti da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi di canale attivo, argine e rotta fluviale per spessori fino a 12 m. Passano lateralmente e verticalmente a depositi di piana inondabile e di bacino interfluviale (limi argillosi, argille limose e argille, talora organiche) per spessori fino a 4 m. Localmente sono sovrapposti a depositi di palude dulcicola.

ANN

a) UNITÀ di S. ANNA

OLOCENE medio - sup. (I millennio a.C.)

ADI

b) UNITÀ di CAVANELLA D'ADIGE








OLOCENE medio (II millennio a.C.)

MOT

c) UNITÀ di MOTTE CUCCO

OLOCENE medio (III – II millennio a.C.)

FORME E DEPOSITI IN TERRAFERMA

-  • Traccia di corso fluviale olocenico estinto
-  • Traccia di corso fluviale pleistocenico estinto
-  • Traccia di corso fluviale di risorgiva estinto
-  • Traccia di canale lagunare estinto
-  • Dosso fluviale
-  • Cordone litoraneo
-  • Orlo di terrazzo

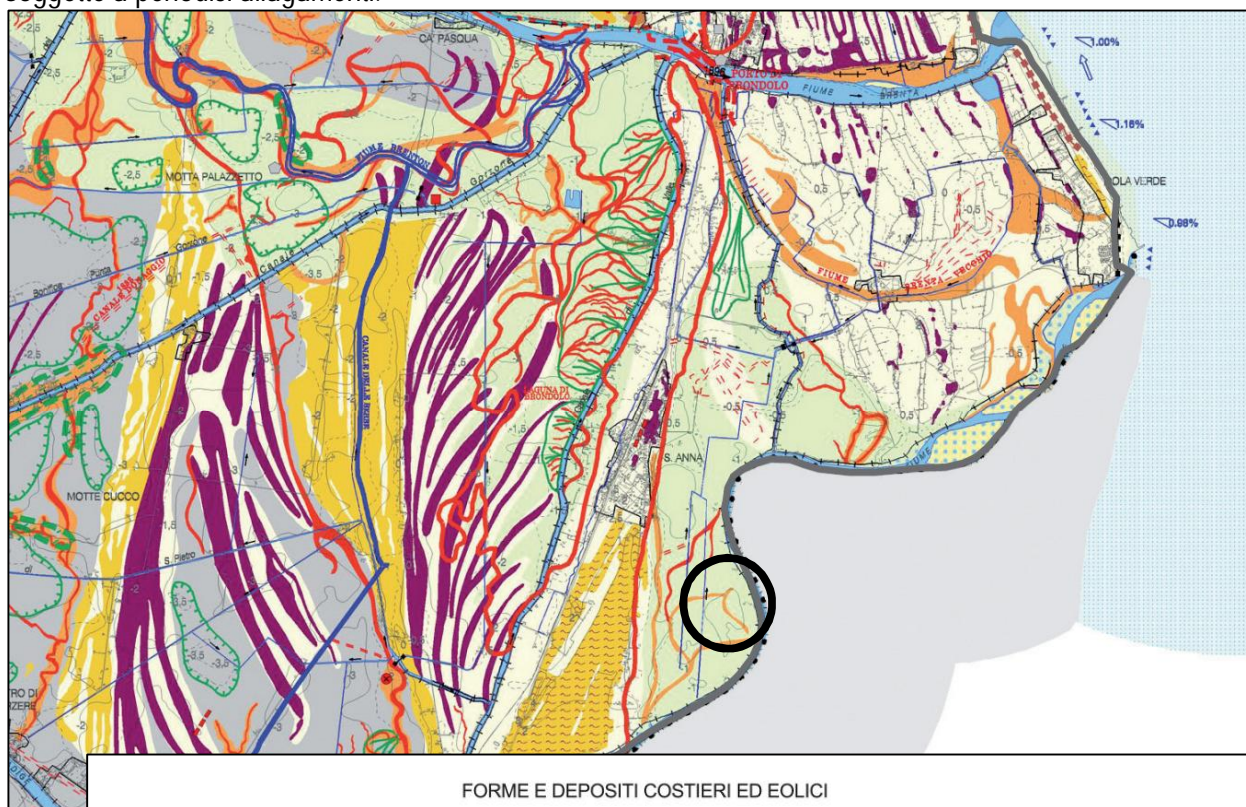
2.2. Geomorfologia

Il territorio ha carattere essenzialmente alluvionale con forme pianeggianti che presentano quote che variano da -3 m a -2m sul livello medio del mare.

Le antiche forme del territorio non sono più riconoscibili perché nascoste dagli interventi di urbanizzazione, dall'attività agricola o modificate dagli interventi sulla rete fluviale.

L'analisi della Carta permette di suddividere il territorio in porzioni omogenee e caratterizzanti.

Da un'analisi attenta dell'andamento altimetrico, si possono individuare alcune strutture naturali a forma di dosso, cioè caratterizzate da quote leggermente più elevate rispetto alla campagna circostante, in corrispondenza delle quali sono state realizzate le infrastrutture storiche, essendo per lo più zone non soggette a periodici allagamenti.



FORME E DEPOSITI COSTIERI ED EOLICI

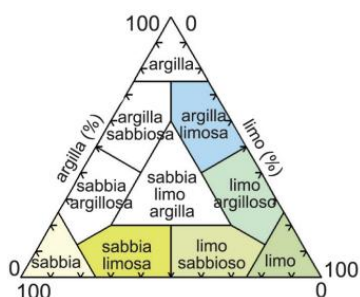
cordone litoraneo e complesso dunoso fossile spianato:

- ben definito / semplice
- mal definito / complesso
- avandune costiere

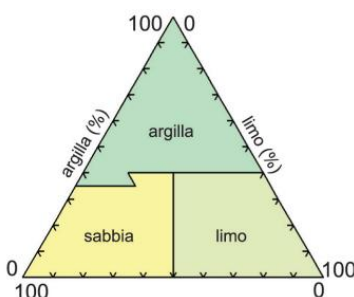
cordone litoraneo e complesso dunoso fossile rilevato:

- ben definito / semplice
- mal definito / complesso
- 0.71% pendenza percentuale dei fondali fino all'isobata -5 m

- linea di riva desunta da cartografia storica (1763)
- limite della spiaggia intertidale desunto da cartografia storica (1763)
- sabbia

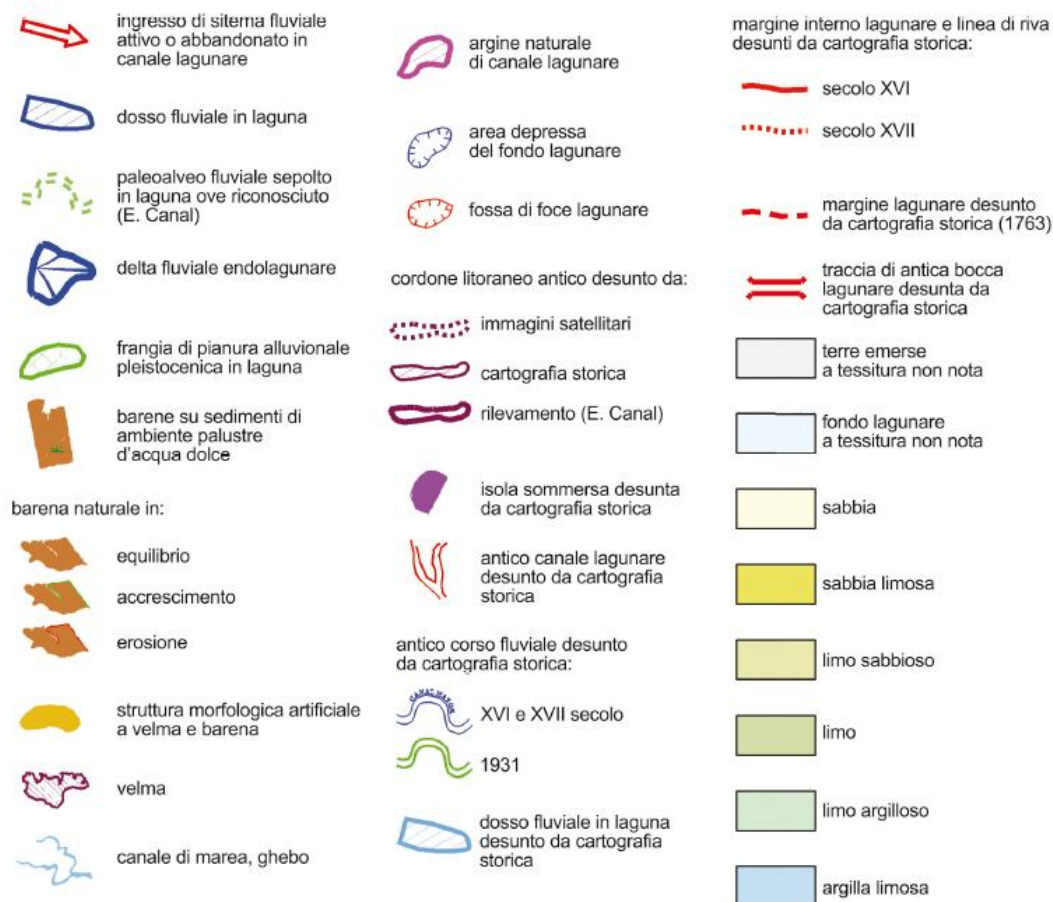


triangolo tessiturale utilizzato per la classificazione dei sedimenti lagunari (Shepard)



triangolo tessiturale utilizzato per la classificazione dei sedimenti superficiali in pianura (USDA semplificato)

FORME E DEPOSITI IN LAGUNA



2.3. Idrogeologia

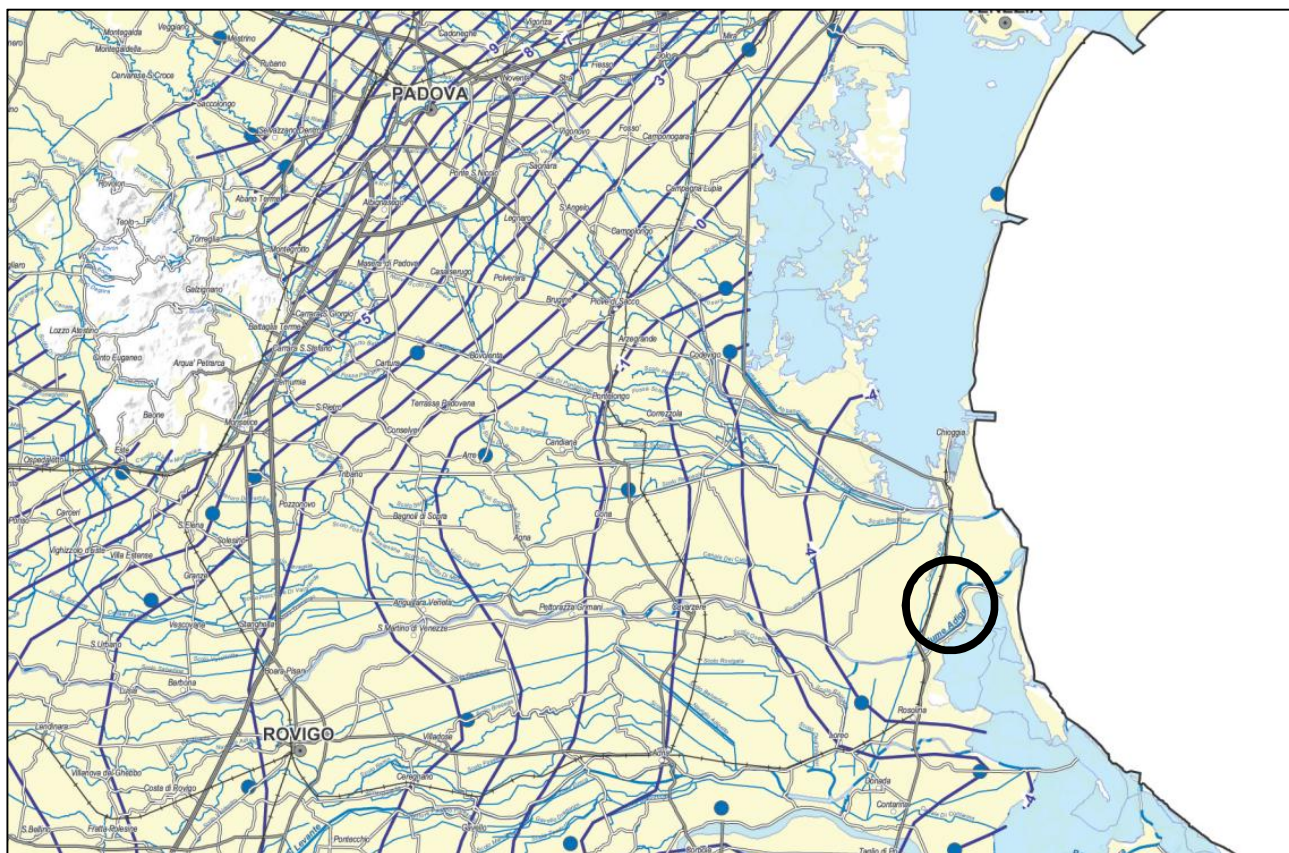
Da un punto di vista idrogeologico i litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata possono essere inquadrati nelle seguenti unità idrogeologiche, in successione dall'alto al basso:

- Depositi a granulometria medio-fine, prevalentemente limo sabbiosi - sabbia medio-fine, a permeabilità media (litotipo A) in cui ha sede il 1° acquifero della serie idrogeologica locale.

Il livello della falda freatica si attesta ad una profondità media di circa -0.8m da p.c. ed è variabile in funzione dell'alimentazione. La falda freatica, ovvero il più superficiale regime idrologico sotterraneo, risulta funzione diretta della piovosità locale (precipitazioni palesi - pioggia, neve, grandine - ed occulte - fenomeni di condensazione al suolo) anche se appare pesantemente influenzata dalle acque cedute o prelevate al terreno attraverso i canali artificiali della rete di scolo e di irrigazione della bonifica.

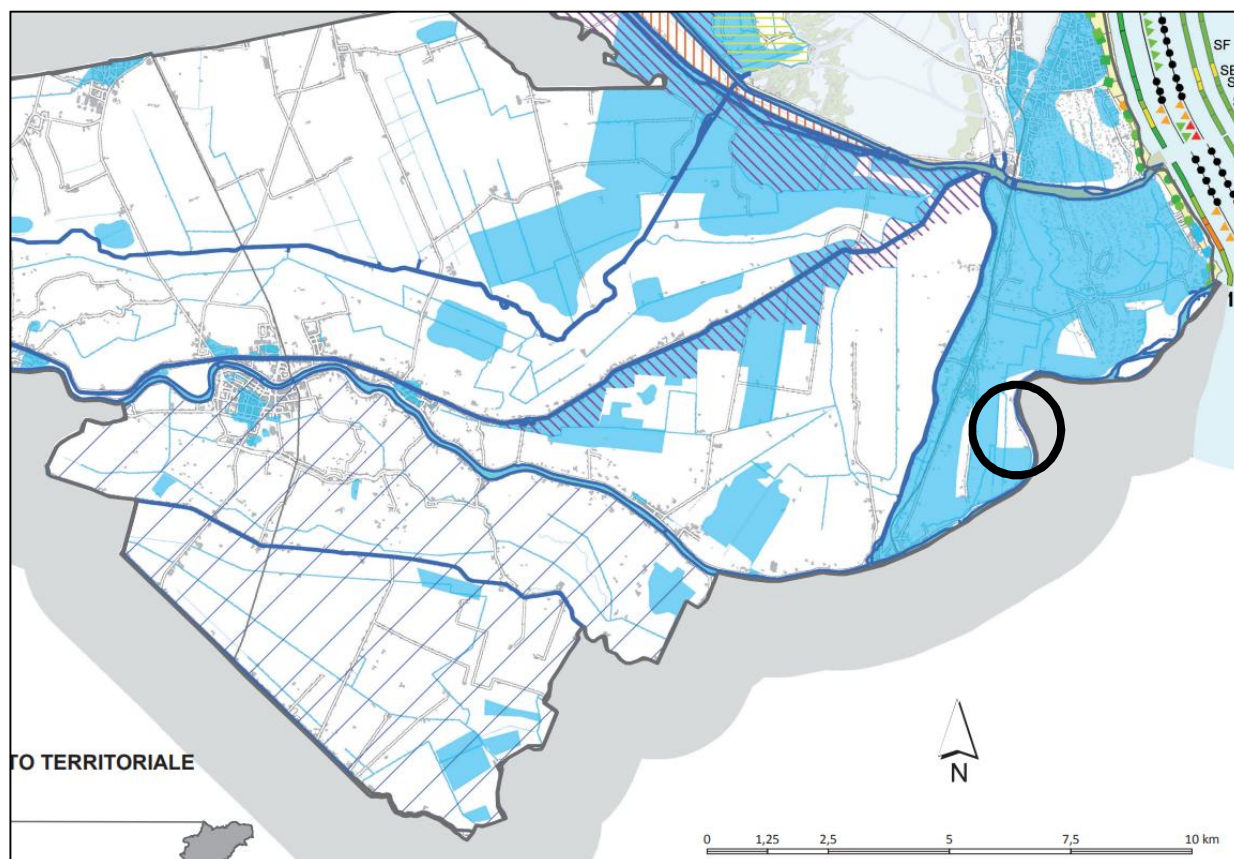
In particolare ciascun bacino idraulico, attraverso il drenaggio eseguito sulla falda dalla sua rete di scolo crea una propria falda, anche se interconnessa a quella dei bacini vicini, dotata di direzione di deflusso, gradienti e regimi propri.

Quest'ultimo aspetto mancando di dati completi meteorologici (piovosità), idrologici (altezza dei canali di bonifica), geologici di dettaglio (litologia di superficie, paleoalvei, corpi sedimentari ad elevata permeabilità) e da piezometri disposti regolarmente all'interno dei bacini non consente un'interpretazione esaustiva su direzioni di deflusso e gradienti dettagliati per ogni bacino idraulico.



La circolazione idrica sotterranea nella copertura quaternaria insatura è ad andamento verticale, e deriva dall'infiltrazione delle precipitazioni e dall'irrigazione. Lo spessore insaturo nella zona interessata oscilla mediamente, a seconda del periodo stagionale, da circa 0.6m a 1.0m. Possibili oscillazioni della superficie freatica, stimate attorno a 0.5m sono da attribuirsi alle variazioni delle condizioni meteorologiche locali e stagionali.

Le curve isofreatiche hanno direzione generale NE-SW, con locali orientazioni W-E e N-S. Il deflusso idrico ha direzione verso E-SE, secondo l'andamento dei corsi d'acqua superficiali. Il gradiente idraulico locale è pari a 0.2‰. Le curve delle isopieze presentano analoga direzione di deflusso.



RISCHIO IDRAULICO

a) dalla rete idrografica principale

CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

	PERICOLOSITA' P3 - ELEVATA (lama d'acqua superiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni)		PERICOLOSITA' P1 - MODERATA (allagamenti per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni)
	PERICOLOSITA' P2 - MEDIA (lama d'acqua inferiore al metro per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni)		PERICOLOSITA' P1 - MODERATA (aree soggette a scolo meccanico; indicata solo nei PPAI dei bacini di rilievo regionale ed interregionale)

I criteri adottati dall'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico per la determinazione della pericolosità nel bacino del Fiume Livenza sono diversi e si riferiscono sempre a portate centenarie; per tale bacino valgono le seguenti tre classi di pericolosità:

P3 elevata = fasce contigue agli argini storicamente sede di rotte o che presentano condizione di precaria stabilità, di larghezza orientativa pari a 150 m.

P2 media = aree contigue alle precedenti, eventualmente riconosciute come suscettibili di allagamento dalla modellazione idraulica, e fasce contigue agli argini, dove non si sono mai verificate rotte, ma che la modellazione riconosce come critiche.

P1 moderata = aree residuali alle aree P2, in quanto storicamente esondate, o alle fasce P2, in quanto segnalate dalla modellazione come suscettibili di un livello idrometrico > 1 m.

b) dalla rete idrografica minore e dalle reti di drenaggio urbane

Zone recentemente allagate

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE NELL'AREA DI INTERVENTO

Le indagini sono consistite in n. 3 (tre) prove penetrometriche statiche CPT (Cone Penetration Test) spinte fino alla profondità massima di 10.0 metri da p.c. mediante un penetrometro Pagani TG63-200.

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVE CPT - METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La 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 ($v = 2\text{ cm/sec} \pm 0,5 \text{ cm/sec}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del 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 Punta Conica meccanica $\varnothing = 35,7 \text{ mm}$
- area di punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo di apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $A_m = 150 \text{ cm}^2$

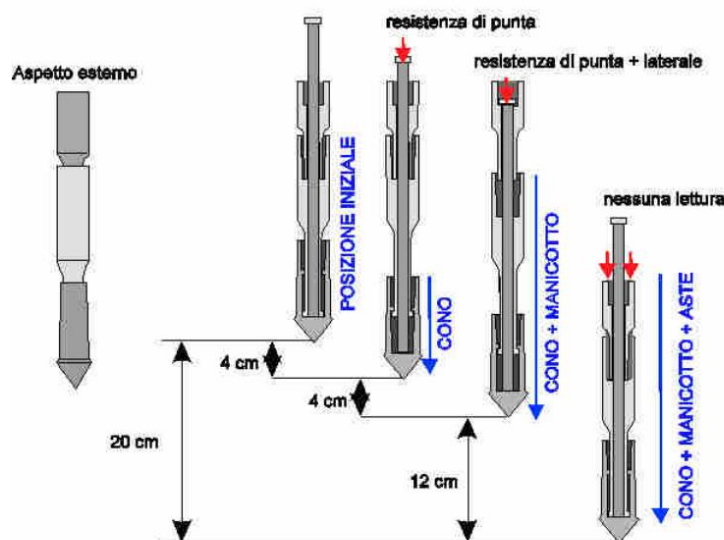


Fig.3 - Punta Begemann: caratteristiche e schema d'avanzamento La punta Begemann è probabilmente la più diffusa. E' dotata di manicotto d'attrito e viene impiegata in prove discontinue. La procedura, partendo dalla posizione di riposo, è la seguente: 1) avanzamento di 4 cm del solo cono, con spinta proveniente dalla batteria di aste interne: lettura della R_p 2) avanzamento di 4 cm di cono + manicotto, spinta dalle aste interne: lettura della R_t 3) avanzamento di 12 cm dell'intera punta, con spinta da parte della batteria di aste esterne, fino al ritorno alla posizione iniziale: nessuna lettura. IndicePiezocono (Prove CPTU):

Sulla batteria di aste esterne è stato installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico.

Le letture di campagna (rilevate dal sistema di acquisizione in Kg/cm^2) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta LP = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta.
- Lettura laterale LT = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto.
- Lettura totale LLTT = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "STATIC PROBING" della GeoStru.

La resistenze specifiche Q_c (Resistenza alla punta R_P) e Q_l (Resistenza Laterale R_L o f_s attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$$

$$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$$

$$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$$

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. I dati di uscita principali sono R_P (Resistenza alla punta) e R_L (Resistenza laterale o f_s , attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto R_P/R_L (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto R_L/R_P (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %-).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times Ct) / 10 \text{ cm}^2.$$

Resistenza alla punta

$$Q_l (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2.$$

Resistenza laterale

$$Q_c (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Q_l (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

N.B.

$$- A_p = 10 \text{ cm}^2 \quad \text{e} \quad A_m = 150 \text{ cm}^2$$

- la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta)

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la fs media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

I parametri ottenuti per i terreni investigati e adottati poi nelle verifiche, sono ricavati mediante correlazioni empiriche con le resistenze penetrometriche Q_c delle indagini condotte. Si veda tabella sottostante.

Metodi assunti per il calcolo dei parametri geotecnici

Terreni incoerenti	Formula	Autore	Note
Resistenza al taglio (φ)	$\varphi = 17.4 + 4.49 R_p$	Meyerhof	R_p (kg/cm ²) è la resistenza di punta media misurata nello strato
Densità relativa (Dr %)	$Dr = 34.36 \ln \left(\frac{R_p}{12.3 \sigma^{0.7}} \right)$	Harman	σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cm ² e R_p (kg/cm ²) la resistenza di punta media misurata nello strato
Modulo Deformazione (E_s) in Kg/cm ²	$E = 2.5 R_p$	Schmertmann	R_p (kg/cm ²) è la resistenza di punta media misurata nello strato
Modulo Edometrico (E_d) in Kg/cm ²	$M = 0.03 R_p + 11.7 \sigma + 0.79 Dr\%$	Robertson - Campanella	σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in kg/cm ² , R_p (kg/cm ²) la resistenza di punta media misurata nello strato e Dr la densità relativa in percentuale
Modulo Deformazione di Taglio (G_0) in Kg/cm ²	$G_0 = 28 R_p^{0.611}$	Imai - Tomauchi	R_p è la resistenza di punta media nello strato.
Velocità onde V_s (m/s)	$V_s = \alpha + \beta R_p$	Barrow e Stockoe	$\alpha = 50,6$ e $\beta = 2.1$, valida per ogni terreno
Terreni coesivi	Formula	Autore	Note
Coesione non drenata (c_u) in Kg/cm ²	$c_u = \frac{R_p - \sigma}{20.7 - 0.18 IP}$	Lunne e Eide	R_p (kg/cm ²) è la Resistenza alla punta media dello strato; IP è l'Indice di plasticità medio dello strato; σ (kg/cm ²) è la Pressione litostatica efficace a metà strato.
Modulo edometrico (E_d) in Kg/cm ²	$E_d = \alpha R_p$	Mitchell e Gardner	R_p è la resistenza alla punta media dello strato e α è un coefficiente variabile in funzione del tipo di terreno
Modulo Deformazione di Taglio (G_0) in Kg/cm ²	$G_0 = 28 R_p^{0.611}$	Imai - Tomauchi	R_p è la resistenza di punta media nello strato.
Indice di Compressione C_c	$C_c = 0.09 - 0.055 \log \left(\frac{2c_u}{\sigma} \right)$	Schmertmann	c_u è la coesione non drenata media dello strato e σ la pressione litostatica efficace media a metà strato

4. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI

4.1 Caratterizzazione stratigrafica dei terreni

I dati relativi alla stratigrafia ed alla capacità portante del terreno sono stati ricavati dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità massima di 10.0 metri e da un attento rilievo geologico-geomorfologico della zona circostante il sito in esame.

Il terreno si presenta omogeneo in senso verticale e laterale con comportamento geomeccanico sia coesivo che incoerente.

STRATIGRAFIA TERRENO - CPT02

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria
0.2	18.87	19.66	0.0	0.0	73.5499	0.0	4746.4	0.0	0.0	0.0
0.2	18.87	19.65	38.97	0.0	73.5499	2942.0	4746.4	0.0	0.0	0.0
0.2	17.65	20.59	40.43	0.0	0.0	5687.86	7070.6	0.0	0.0	0.0
0.2	19.5	20.28	37.72	0.0	107.8732	4314.93	4314.86	0.0	0.0	0.0
0.2	17.81	18.59	0.0	0.0	39.2266	0.0	3770.07	0.0	0.0	0.0
0.2	19.95	20.73	38.02	0.0	142.1964	5687.86	5687.77	0.0	0.0	0.0
0.4	19.7	20.49	36.68	0.0	122.5831	4903.33	4903.25	0.0	0.0	0.0
0.2	19.56	20.35	0.0	0.0	112.7765	0.0	4510.99	0.0	0.0	0.0
0.2	19.06	19.84	33.91	0.0	83.3565	3334.26	4627.21	0.0	0.0	0.0
0.2	18.73	19.51	0.0	0.0	68.6466	0.0	4739.64	0.0	0.0	0.0
0.2	19.56	20.34	34.96	0.0	112.7765	4511.06	4510.99	0.0	0.0	0.0
0.4	16.96	17.74	0.0	0.0	24.5166	0.0	2688.08	0.0	0.0	0.0
0.2	20.88	21.66	38.46	0.0	250.0696	10002.78	10002.62	0.0	0.0	0.0
0.2	20.97	21.76	38.52	0.0	264.7795	10591.18	10591.01	0.0	0.0	0.0
0.2	18.45	19.24	0.0	0.0	58.8399	0.0	4593.4	0.0	0.0	0.0
0.6	20.99	21.78	38.0	0.0	267.7216	10722.0	10721.83	0.0	0.0	0.0
0.2	21.33	22.11	38.66	0.0	328.5228	13140.91	13140.7	0.0	0.0	0.0
0.2	21.4	22.19	38.7	0.0	343.2328	13729.31	13729.09	0.0	0.0	0.0
0.6	17.65	20.59	39.27	0.0	0.0	16213.73	7097.07	0.0	0.0	0.0
0.2	21.87	22.65	39.61	0.0	456.0092	18240.37	18240.08	0.0	0.0	0.0
0.8	21.52	22.3	38.15	0.0	368.73	14759.01	14758.77	0.0	0.0	0.0
0.2	21.19	21.98	36.82	0.0	304.0062	12160.25	12160.05	0.0	0.0	0.0
0.6	21.26	22.05	36.78	0.0	316.7548	12683.33	12683.13	0.0	0.0	0.0
0.2	17.65	20.59	36.18	0.0	0.0	11767.98	5608.42	0.0	0.0	0.0
0.8	21.57	22.36	37.26	0.0	382.4594	15298.37	15298.13	0.0	0.0	0.0
0.4	20.84	21.63	34.73	0.0	247.1276	9904.72	9904.56	0.0	0.0	0.0
1.4	17.65	20.59	38.69	0.0	0.0	23003.66	7417.75	0.0	0.0	0.0
0.2	22.02	22.8	37.68	0.0	500.1392	20005.57	20005.25	0.0	0.0	0.0

4.2. Carico ammissibile sul substrato di fondazione – IPOTESI PLATEA

Nel caso in questione, fondazioni a platea con piano di imposta a -0.2m da p.c., la stabilità è regolata da terreni a comportamento coesivo ed incoerente.

DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	15.0 m
Lunghezza fondazione	16.4 m

Profondità piano di posa 0.2 m
 Profondità falda 0.7
 Correzione parametri
 =====

SISMA

=====

Accelerazione massima (amax/g)	0.037
Effetto sismico secondo NTC: Cascone Maugeri	
Fattore di comportamento [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0073
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.0921

=====

Le verifiche si sono fatte assumendo tali configurazioni per valutare il grado di stabilità globale. Non conoscendo i carichi di progetto né di esercizio, né gli eventuali momenti o sforzi laterali cui può essere soggetta la struttura e le fondazioni, si dà solo la pressione di progetto calcolata per i vari SL.

Si sono eseguite le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e alle condizioni di esercizio (SLE) nel rispetto dei principi e delle procedure citate nel paragrafo 6.2.3 delle NTC.

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) si è utilizzato il metodo dei coefficienti parziali che le NTC indicano, per ogni stato limite ultimo, nella condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione normale alla base della fondazione e dove Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nel calcolo di Ed e Rd è necessario moltiplicare le azioni di progetto per il coefficiente parziale γ_F e dividere i parametri di progetto per il coefficiente parziale γ_M , secondo le combinazioni fornite dalla normativa in relazione a ciascuna opera geotecnica.

Al paragrafo 6.2.3.1 delle NTC è scritto che *"la verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni ($A1$ e $A2$), per i parametri geotecnici ($M1$ e $M2$) e per le resistenze ($R1$, $R2$ e $R3$). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi".*

Per le verifiche della suddetta condizione si è utilizzato l'Approccio progettuale 2 con la Combinazione 1 ($A1+M1+R3$) come prevedono le NTC 2018. Si sono anche utilizzati gli approcci progettuali sisma, SLE e SLD forniti dal software Loadcap che permettono di ricavare i carichi di servizio ed i conseguenti cedimenti del sistema "terreno-fondazioni" tenendo conto dell'azioni del sisma di progetto precedentemente calcolate.

Il valore di progetto della resistenza Rd è stato determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella Tab. 6.2.II delle NTC (vedi tabella sottostante) e tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Il coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema è riportato nella tabella sottostante (da Tab. 6.4.1 NCT).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
A1+M1+R3	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
Sisma	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
SLE	No	1	1	1	1	1	1	1
SLD	No	1	1	1	1	1	1	1

Inoltre, il sistema geotecnico relativo all'opera in progetto è stato verificato anche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE). Infatti, "il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa. Il grado d'approfondimento dell'analisi di interazioni terreno-struttura è funzione dell'importanza dell'opera (par. 6.2.3.3 NTC). Per ciascun stato limite di esercizio la condizione da rispettare è

$$Ed \leq Cd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e Cd è il valore limite dell'effetto delle azioni stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

Le NTC – par. 6.4.2.2 – indicano che "si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7). Analogamente, forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Metodo utilizzato per il carico limite

Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$Vd \leq Rd$$

Dove Vd è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici. Nella valutazione analitica del carico limite di progetto Rd si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata.

q pressione litostatica totale sul piano di posa.

s_c Fattore di forma

$$s_c = 1 + 0,2 (B'/L') \quad \text{per fondazioni rettangolari}$$

$$s_c = 1,2 \quad \text{Per fondazioni quadrate o circolari.}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B' / L') \cdot \sin \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B' / L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H

$$i_q = \left[1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi') \right]^m$$

$$i_\gamma = \left[1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi') \right]^{m+1}$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Dove:

$$m = m_B = \frac{\left[2 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \right]}{\left[1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \right]} \quad \text{con } H/B'$$

$$m = m_L = \frac{\left[2 + \left(\frac{L'}{B'} \right) \right]}{\left[1 + \left(\frac{L'}{B'} \right) \right]} \quad \text{con } H/L'$$

Se H forma un angolo θ con la direzione di L', l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_{\theta} = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

VERIFICHE SLU e SLE

Si è adottata la condizione non drenata.

Assumendo le combinazioni di calcolo sopra citate si è ricavato il carico agente sul sottosuolo con *fondazione continua* per la struttura in progetto.

La tabella sottostante indica i risultati mentre di seguito vengono riportati il Carico limite (Q), la resistenza di progetto (Rd – paragonabile alla vecchia q_{amm}), il Fattore di sicurezza (F) tra il Carico Limite e la Pressione normale di progetto e la verifica o meno del rapporto $Ed \leq Rd$.

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	94.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	94.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	94.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	94.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult] 284.66 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 123.77 kN/m²

Tensione [Ed] 94.89 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 3.0

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 11386.46 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

=====	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.18
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	

Carico limite 303.4 kN/m²

Resistenza di progetto 131.91 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.18
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	303.4 kN/m ²
Resistenza di progetto	131.91 kN/m ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

4.3. Metodo utilizzato per i cedimenti - CEDIMENTI EDOMETRICI

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ricavati mediante correlazioni empiriche con qc delle prove condotte. Il tempo di calcolo per i cedimenti di consolidazione è stato preso pari a 15. Nel calcolo si è tenuto conto dello spessore di terreno asportato, fattore questo che riduce l'effettivo carico imposto. Il metodo usato è stato il metodo di consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ($OCR > 1$), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$).

Se invece il terreno è normalconsolidato ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR Rapporto di ricomprensione;

CR Rapporto di compressione;

H_0 Spessore iniziale dello strato;

σ'_{v0} Tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico;

$\Delta\sigma_v$ Incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri RR e CR si fa riferimento al modulo edometrico M ; in tal caso però occorre scegliere opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ($\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v$) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;
- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

Cedimento secondario

Il cedimento secondario è calcolato facendo riferimento alla relazione:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

in cui:

H_c E' l'altezza dello strato in fase di consolidazione;

C_α E' il coefficiente di consolidazione secondaria come pendenza nel tratto secondario della curva *cedimento-logaritmo tempo*;

T Tempo in cui si vuole il cedimento secondario;

T_{100} Tempo necessario all'esaurimento del processo di consolidazione primaria.

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Cedimento edometrico calcolato con il Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto 60.0 kN/m²

Cedimento dopo T anni 15.0

Cedimento totale al centro 6.58 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	0.3	5.661	56.226	Edometrico	0.2369	--	0.2369
3	0.5	9.313	56.223	Edometrico	0.159	--	0.159
4	0.7	13.028	56.215	Edometrico	0.2606	--	0.2606
5	0.9	14.954	56.196	Edometrico	0.2981	--	0.2981
6	1.1	16.925	56.162	Edometrico	0.1975	--	0.1975
7	1.4	20.153	56.077	Edometrico	0.4575	--	0.4575
8	1.7	23.343	55.941	Edometrico	0.248	--	0.248
9	1.9	25.401	55.817	Edometrico	0.2413	--	0.2413
10	2.1	27.374	55.663	Edometrico	0.2349	--	0.2349
11	2.3	29.398	55.478	Edometrico	0.246	--	0.246
12	2.6	32.039	55.139	Edometrico	0.8205	--	0.8205
13	2.9	34.811	54.724	Edometrico	0.1094	--	0.1094
14	3.1	37.192	54.404	Edometrico	0.1027	--	0.1027
15	3.3	39.33	54.05	Edometrico	0.2353	--	0.2353
16	3.7	43.864	53.242	Edometrico	0.2979	--	0.2979
17	4.1	48.685	52.307	Edometrico	0.0796	--	0.0796
18	4.3	51.154	51.796	Edometrico	0.0755	--	0.0755
19	4.7	55.628	50.695	Edometrico	0.4286	--	0.4286
20	5.1	60.149	49.501	Edometrico	0.0543	--	0.0543
21	5.6	66.431	47.902	Edometrico	0.2597	--	0.2597
22	6.1	72.647	46.217	Edometrico	0.076	--	0.076
23	6.5	77.536	44.826	Edometrico	0.2121	--	0.2121
24	6.9	82.287	43.412	Edometrico	0.1548	--	0.1548
25	7.4	88.386	41.633	Edometrico	0.2177	--	0.2177
26	8	95.77	39.508	Edometrico	0.1596	--	0.1596
27	8.9	105.685	36.4	Edometrico	0.687	--	0.687
28	9.7	114.536	33.768	Edometrico	0.0338	--	0.0338

I cedimenti calcolati riguardano fondazioni flessibili. Per ottenere il cedimento teorico totale con fondazioni rigide bisogna moltiplicare il valore ricavato per 0.75.

Per fondazioni a platea, Wilum e Starzewski (1974) fissano in 80÷100mm i cedimenti totali massimi ammissibili ed in 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$) e 0.005 ($\delta/L \approx 1/200$) il rapporto tra il cedimento differenziale di due punti e la loro distanza ossia la distorsione angolare.

Altri autori (Bowles, 1994) indicano, invece, in 50mm il cedimento totale atteso ed in 20mm quello differenziale per fondazioni a platea; mentre i valori di β (distorsione angolare) vengono fissati tra 0.002 ($\delta/L \approx 1/500$) e 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$), cioè tra il limite di sicurezza, per non avere fessurazioni, ed il limite inferiore, quando queste iniziano (Bjerrum, 1963).

Dall'analisi dei risultati emerge che con una pressione di progetto di 60kN/m² i valori limite fissati in termini di cedimenti totali, sia come fondazione flessibile che rigida, vengono rispettati.

La fondazione, al fine di contenere al minimo i cedimenti differenziali, deve essere adeguatamente irrigidita.

L'irrigidimento del sistema fondale deve avvenire sull'intero orizzonte fondale, per evitare che si creino zone di cerniera con conseguente richiamo delle distorsioni. Il grado di irrigidimento deve essere proporzionale non solo all'entità dei carichi totali, ma anche al grado della loro disomogeneità.

Carico ammissibile sul substrato di fondazione – IPOTESI TRAVE ROVESCIA

Nel caso in questione, fondazioni continue con piano di imposta a -0.4m da p.c., la stabilità è regolata da terreni a comportamento coesivo ed incoerente.

DATI GENERALI

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	0.6 m
Lunghezza fondazione	10.0 m
Profondità piano di posa	0.4 m
Profondità falda	0.7
Correzione parametri	

SISMA

Accelerazione massima (amax/g)	0.037
Effetto sismico secondo	NTC: Cascone Maugeri
Fattore di comportamento [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0.25
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.0073
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.0921

Le verifiche si sono fatte assumendo tali configurazioni per valutare il grado di stabilità globale. Non conoscendo i carichi di progetto né di esercizio, né gli eventuali momenti o sforzi laterali cui può essere soggetta la struttura e le fondazioni, si dà solo la pressione di progetto calcolata per i vari SL.

Si sono eseguite le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e alle condizioni di esercizio (SLE) nel rispetto dei principi e delle procedure citate nel paragrafo 6.2.3 delle NTC.

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) si è utilizzato il metodo dei coefficienti parziali che le NTC indicano, per ogni stato limite ultimo, nella condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione normale alla base della fondazione e dove Rd è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nel calcolo di E_d e R_d è necessario moltiplicare le azioni di progetto per il coefficiente parziale γ_F e dividere i parametri di progetto per il coefficiente parziale γ_M , secondo le combinazioni fornite dalla normativa in relazione a ciascuna opera geotecnica.

Al paragrafo 6.2.3.1 delle NTC è scritto che *"la verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi"*.

Per le verifiche della suddetta condizione si è utilizzato l'Approccio progettuale 2 con la Combinazione 1 (A1+M1+R3) come prevedono le NTC 2018. Si sono anche utilizzati gli approcci progettuali sisma, SLE e SLD forniti dal software Loadcap che permettono di ricavare i carichi di servizio ed i conseguenti cedimenti del sistema "terreno-fondazioni" tenendo conto dell'azioni del sisma di progetto precedentemente calcolate.

Il valore di progetto della resistenza R_d è stato determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M specificato nella Tab. 6.2.II delle NTC (vedi tabella sottostante) e tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Il coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema è riportato nella tabella sottostante (da Tab. 6.4.1 NCT).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
A1+M1+R3	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
Sisma	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
SLE	No	1	1	1	1	1	1	1
SLD	No	1	1	1	1	1	1	1

Inoltre, il sistema geotecnico relativo all'opera in progetto è stato verificato anche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE). Infatti, "il progetto deve esplicitare le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera stessa. Il grado d'approfondimento dell'analisi di interazioni terreno-struttura è funzione dell'importanza dell'opera (par. 6.2.3.3 NTC). Per ciascun stato limite di esercizio la condizione da rispettare è

$$E_d \leq C_d$$

Dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il valore limite dell'effetto delle azioni stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione.

Le NTC – par. 6.4.2.2 – indicano che "si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione (6.2.7). Analogamente, forma, dimensioni e rigidità della struttura di fondazione devono essere stabilite nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo presente che le verifiche agli stati limite di esercizio possono risultare più restrittive di quelle agli stati limite ultimi.

Metodo utilizzato per il carico limite

Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici. Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata.

q pressione litostatica totale sul piano di posa.

s_c Fattore di forma

$s_c = 1 + 0,2 (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

$s_c = 1,2$ Per fondazioni quadrate o circolari.

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H .

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \sin \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H

$$i_q = \left[1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi') \right]^m$$

$$i_\gamma = \left[1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi') \right]^{m+1}$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Dove:

$$m = m_B = \frac{\left[2 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \right]}{\left[1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \right]} \quad \text{con } H/B'$$

$$m = m_L = \frac{\left[2 + \left(\frac{L'}{B'} \right) \right]}{\left[1 + \left(\frac{L'}{B'} \right) \right]} \quad \text{con } H/L'$$

Se H forma un angolo θ con la direzione di L' , l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_\theta = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

VERIFICHE SLU e SLE

Si è adottata la condizione non drenata.

Assumendo le combinazioni di calcolo sopra citate si è ricavato il carico agente sul sottosuolo con *fondazione continua* per la struttura in progetto.

La tabella sottostante indica i risultati mentre di seguito vengono riportati il Carico limite (Q), la resistenza di progetto (Rd – paragonabile alla vecchia q_{amm}), il Fattore di sicurezza (F) tra il Carico Limite e la Pressione normale di progetto e la verifica o meno del rapporto $Ed \leq Rd$.

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	89.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	89.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	89.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	89.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 268.93 kN/m²Resistenza di progetto[Rd] 116.93 kN/m²Tensione [Ed] 89.64 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 3.0

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 10757.3 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Fattore forma [Sc] 1.01

Fattore profondità [Dc] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 268.93 kN/m²Resistenza di progetto 116.93 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq] 1.0

Fattore [Nc] 5.14

Fattore forma [Sc] 1.01

Fattore profondità [Dc] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 268.93 kN/m²Resistenza di progetto 116.93 kN/m²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

4.3. Metodo utilizzato per i cedimenti - CEDIMENTI EDOMETRICI

I parametri di deformabilità dei terreni sono stati ricavati mediante correlazioni empiriche con qc delle prove condotte. Il tempo di calcolo per i cedimenti di consolidazione è stato preso pari a 15. Nel calcolo si è tenuto conto dello spessore di terreno asportato, fattore questo che riduce l'effettivo carico imposto. Il metodo usato è stato il metodo di consolidazione monodimensionale di Terzaghi.

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- c) il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- d) la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ($OCR > 1$), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$).

Se invece il terreno è normalconsolidato ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR Rapporto di ricompressione;

CR Rapporto di compressione;

H_0 Spessore iniziale dello strato;

σ'_{v0} Tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico;

$\Delta \sigma_v$ Incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri RR e CR si fa riferimento al modulo edometrico M ; in tal caso però occorre scegliere opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v$) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;
- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

Cedimento secondario

Il cedimento secondario è calcolato facendo riferimento alla relazione:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

in cui:

H_c E' l'altezza dello strato in fase di consolidazione;

C_α E' il coefficiente di consolidazione secondaria come pendenza nel tratto secondario della curva *cedimento-logaritmo tempo*;

T Tempo in cui si vuole il cedimento secondario;

T_{100} Tempo necessario all'esaurimento del processo di consolidazione primaria.

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

Cedimento edometrico calcolato con il Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto 80.0 kN/m²

Cedimento dopo T anni 15.0

Cedimento totale al centro 1.87 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
3	0.5	9.313	71.449	Edometrico	0.2021	--	0.2021
4	0.7	13.028	59.288	Edometrico	0.2748	--	0.2748
5	0.9	14.954	45.273	Edometrico	0.2402	--	0.2402
6	1.1	16.924	35.37	Edometrico	0.1244	--	0.1244
7	1.4	20.153	26.123	Edometrico	0.2131	--	0.2131
8	1.7	23.344	20.534	Edometrico	0.091	--	0.091
9	1.9	25.402	17.926	Edometrico	0.0775	--	0.0775
10	2.1	27.375	15.883	Edometrico	0.067	--	0.067
11	2.3	29.399	14.238	Edometrico	0.0631	--	0.0631
12	2.6	32.039	12.295	Edometrico	0.183	--	0.183
13	2.9	34.811	10.787	Edometrico	0.0216	--	0.0216
14	3.1	37.191	9.954	Edometrico	0.0188	--	0.0188
15	3.3	39.33	9.227	Edometrico	0.0402	--	0.0402
16	3.7	43.865	8.016	Edometrico	0.0449	--	0.0449
17	4.1	48.687	7.044	Edometrico	0.0107	--	0.0107
18	4.3	51.156	6.626	Edometrico	0.0097	--	0.0097
19	4.7	55.629	5.897	Edometrico	0.0499	--	0.0499
20	5.1	60.148	5.281	Edometrico	0.0058	--	0.0058
21	5.6	66.43	4.636	Edometrico	0.0251	--	0.0251
22	6.1	72.644	4.098	Edometrico	0.0067	--	0.0067
23	6.5	77.534	3.73	Edometrico	0.0176	--	0.0176
24	6.9	82.286	3.406	Edometrico	0.0121	--	0.0121
25	7.4	88.385	3.055	Edometrico	0.016	--	0.016

26	8	95.771	2.697	Edometrico	0.0109	--	0.0109
27	8.9	105.684	2.262	Edometrico	0.0427	--	0.0427
28	9.7	114.531	1.954	Edometrico	0.002	--	0.002

I cedimenti calcolati riguardano fondazioni flessibili. Per ottenere il cedimento teorico totale con fondazioni rigide bisogna moltiplicare il valore ricavato per 0.75.

Per fondazioni a platea, Wilum e Starzewski (1974) fissano in 80÷100mm i cedimenti totali massimi ammissibili ed in 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$) e 0.005 ($\delta/L \approx 1/200$) il rapporto tra il cedimento differenziale di due punti e la loro distanza ossia la distorsione angolare.

Altri autori (Bowles, 1994) indicano, invece, in 50mm il cedimento totale atteso ed in 20mm quello differenziale per fondazioni a platea; mentre i valori di β (distorsione angolare) vengono fissati tra 0.002 ($\delta/L \approx 1/500$) e 0.003 ($\delta/L \approx 1/300$), cioè tra il limite di sicurezza, per non avere fessurazioni, ed il limite inferiore, quando queste iniziano (Bjerrum, 1963).

Dall'analisi dei risultati emerge che con una pressione di progetto di 80kN/m² i valori limite fissati in termini di cedimenti totali, sia come fondazione flessibile che rigida, vengono rispettati.

La fondazione, al fine di contenere al minimo i cedimenti differenziali, deve essere adeguatamente irrigidita.

L'irrigidimento del sistema fondale deve avvenire sull'intero orizzonte fondale, per evitare che si creino zone di cerniera con conseguente richiamo delle distorsioni. Il grado di irrigidimento deve essere proporzionale non solo all'entità dei carichi totali, ma anche al grado della loro disomogeneità.

5. SISMICITA' LOCALE E DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

5.1. DATI PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

Il calcolo dell'azione sismica di progetto, secondo l'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 30/03/2003 e NTC2018, è in relazione alla zonazione sismica ed alle categorie di suolo di fondazione.

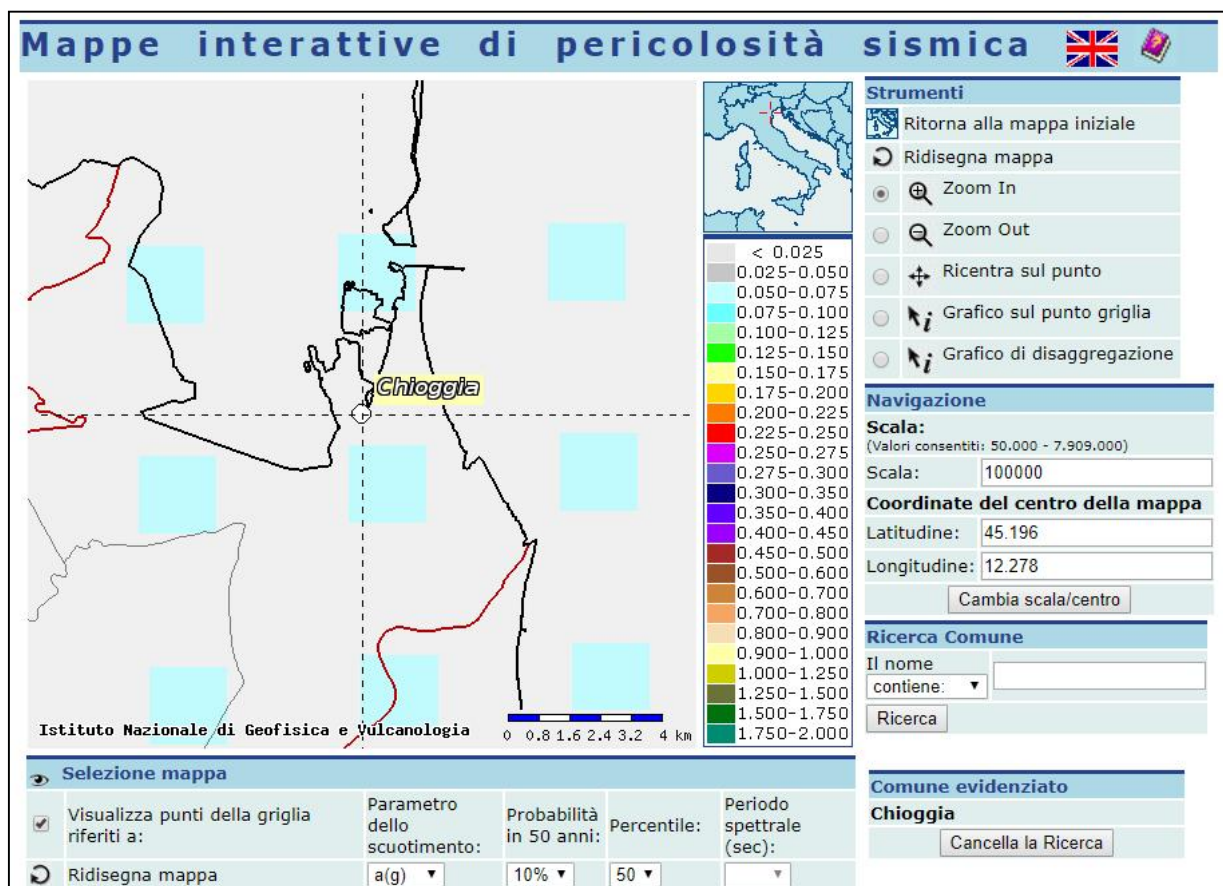
Il Comune di Chioggia (VE) viene inserito in Classe 4 (la precedente Normativa non lo classificava).

L'analisi del profilo stratigrafico del suolo di fondazione permette di inserirlo in Categoria C.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. 3519/2006 - "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"- recepita dal D.M. 17/01/2018, attribuisce al Comune di Chioggia (VE) un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo appartenente agli intervalli 0.050g-0.075g, con $T=0$, su suolo rigido $360 < V_{seq} < 800$ m/s e con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale. Nella figura seguente si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.



Per la scelta della strategia di progettazione, il progettista procede in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e definisce lo spettro di risposta. Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento ne periodo di riferimento P_{vr} a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

In allegato alla norma per tutti i siti italiani, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T^*C necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

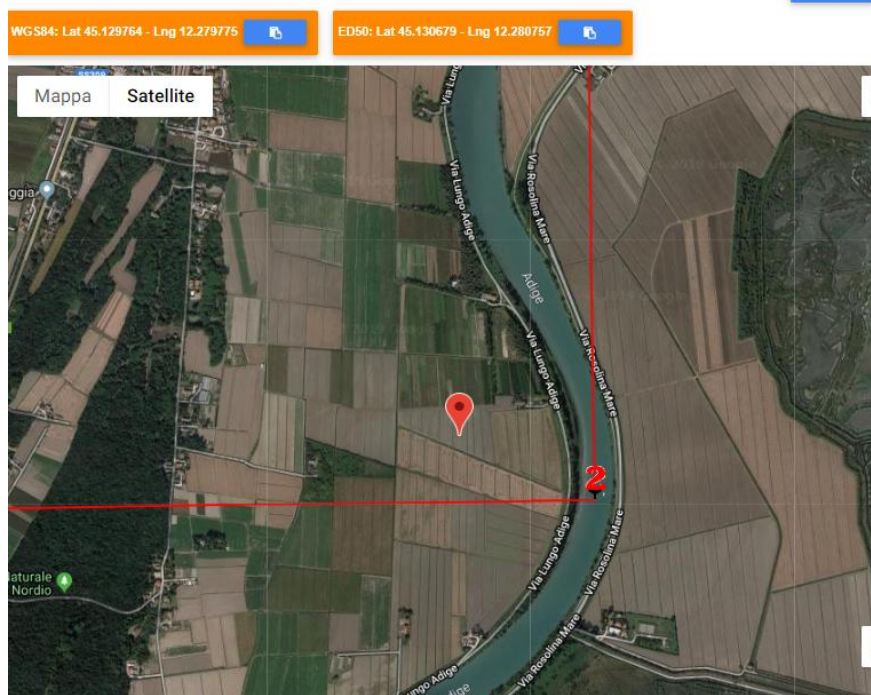
Nella Tabella che segue si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati limiti a cui si può spingere la progettazione.

Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio "sito indipendente". Come indicato nell'allegato A del D.M. 17 gennaio 2018, si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali (a_g , F_0 e T^*c) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Stati Limite	P_{vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento T_E	
Stati limite di esercizio	SLD	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Si valutano i parametri spettrali a_g , F_0 e T^*C per il sito di progetto (approccio "sito-dipendente") considerando l'amplificazione stratigrafica e topografica (T1) la categoria del sottosuolo C e la classe d'uso della costruzione (I).

Si ricava:



Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale

50

Interpolazione

Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.024	2.511	0.203
Danno (SLD)	35	0.026	2.508	0.211
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.051	2.679	0.347
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.061	2.772	0.370
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Coefficienti sismici

Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m)

us (m)

1

0.1

Cat. Sottosuolo

C

Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,78	1,76	1,49	1,46
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

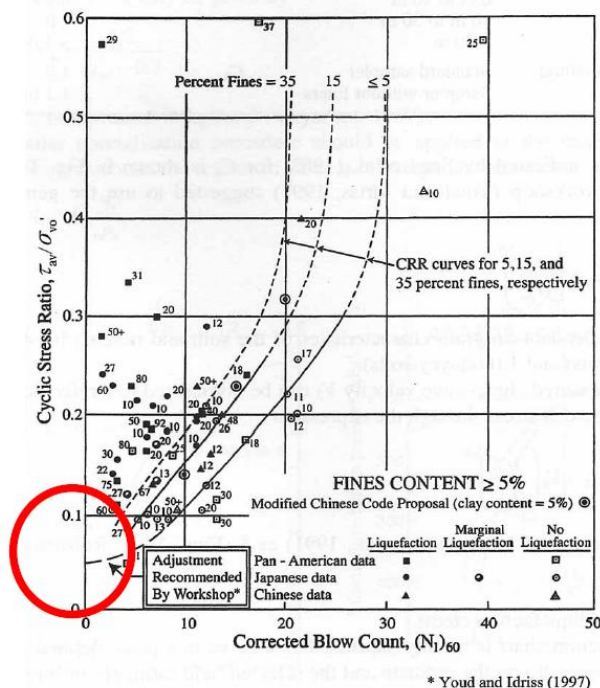
☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

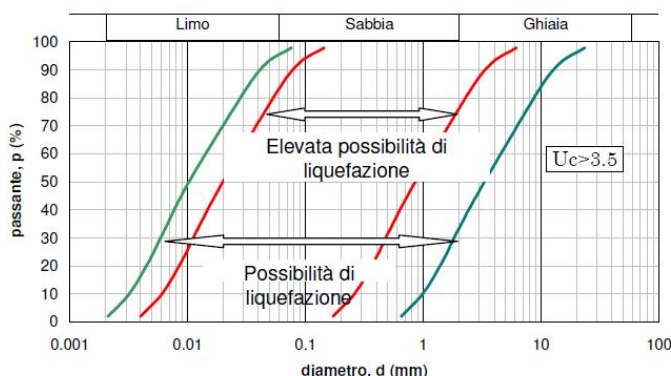
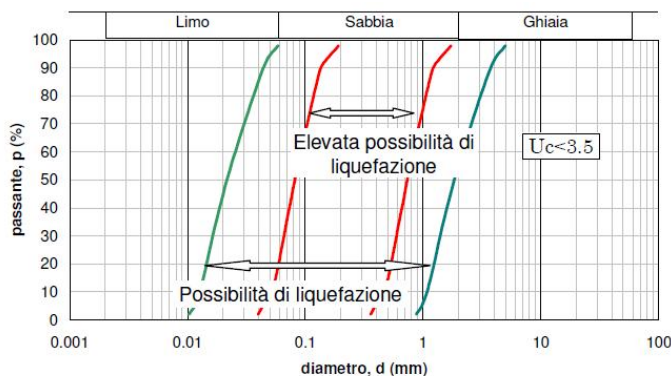
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.007	0.008	0.015	0.018
kv	0.004	0.004	0.008	0.009
Amax [m/s²]	0.355	0.377	0.744	0.892
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

5.2. Stima della liquefazione dei terreni

Il paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC afferma che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:



* Youd and Idriss (1997)



- Eventi sismici di Magnitudo inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c > 3,5$.

La stima della magnitudo del sisma di progetto è stata fatta mediante l'espressione del GNDT:

$$M = \frac{\log_{10} a_{gbedrock} + 2,544}{0,363}$$

SEED E IDRIS

Il metodo utilizzato dal software Loadcap per la valutazione della liquefacibilità di un terreno sabbioso saturo durante un evento sismico è quello proposto da Seed e Idriss, il più noto e utilizzato dei metodi semplificati.

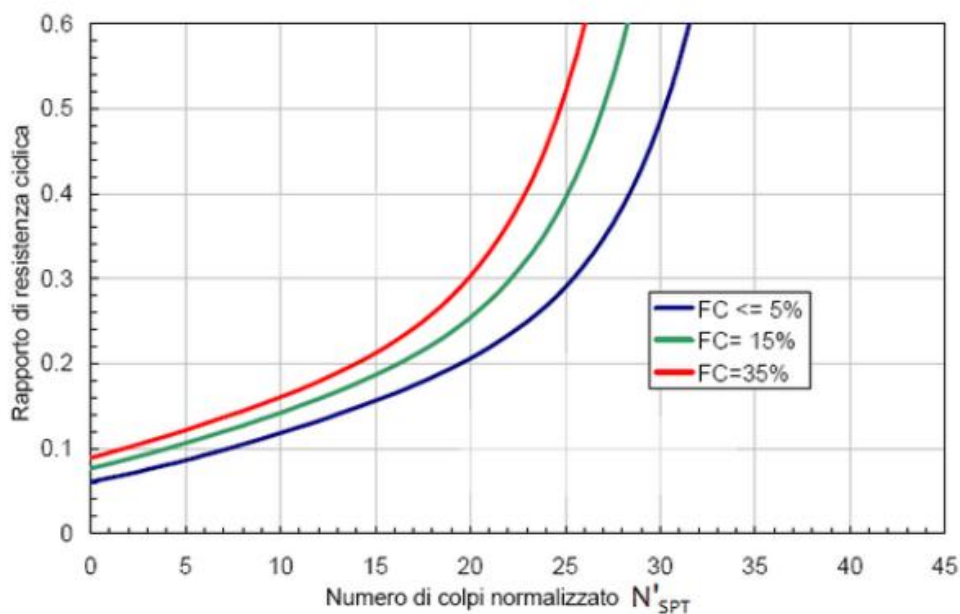
Si basa sul numero di colpi della prova Standard Penetration Test e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, la densità relativa, il peso di volume.

Con tale metodo il fattore di resistenza alla liquefazione FS viene valutato dal rapporto tra la capacità di resistenza normalizzata (R) e la domanda di resistenza ciclica (T), moltiplicato per un fattore di scala valutato considerando un evento sismico atteso di magnitudo M=6.5 che assume un valore costante pari a 1.19 (condizione peggiore).

La capacità di resistenza normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale viene espressa dalla seguente relazione:

$$R = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$$

e può essere determinata dal grafico rappresentato in figura, funzione di parametri desunti da prove SPT opportunamente corretti e normalizzati.



Correlazione fra capacità di resistenza ciclica e numeri di colpi corretto della prova penetrometrica dinamica (N'_{SPT})

La domanda di resistenza ciclica viene espressa dalla relazione:

$$T = 0.65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \cdot r_d$$

dove:

g accelerazione di gravità;

σ_v σ'_v rispettivamente la tensione verticale totale e quella efficace alla profondità considerata;

$r_d = 1 - 0.015z$ coefficiente correttivo che tiene conto della deformabilità del terreno al passaggio delle onde sismiche di taglio.

Nell'espressione della domanda di resistenza (T), per tenere conto del carattere sporadico dei picchi di accelerazione, si corregge lo sforzo massimo ciclico indotto dall'evento sismico del 35% ottenendo un valore di "sforzo equivalente uniforme".

Se $FS > 1.3$ il deposito viene considerato non liquefacibile.

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (kN/m ²)	S'vo (kN/m ²)	T	R	Fs	Condizione:
2	0.40	15.00	32.820	7.548	7.548	0.024	3.698	154.68	Livello non liquefacibile
3	0.60	29.00	60.642	11.078	11.078	0.024	254.689	10686.17	Livello non liquefacibile
4	0.80	22.00	44.338	15.056	14.075	0.025	28.686	1128.61	Livello non liquefacibile
5	1.00	8.00	15.788	18.774	15.832	0.028	0.186	6.62	Livello non liquefacibile
6	1.20	29.00	55.787	22.921	18.017	0.030	142.136	4730.83	Livello non liquefacibile
7	1.60	25.00	45.833	31.115	22.289	0.033	36.114	1102.11	Livello non liquefacibile
8	1.80	23.00	41.211	35.184	24.397	0.034	17.294	512.44	Livello non liquefacibile
9	2.00	17.00	29.817	39.152	26.403	0.035	1.994	57.66	Livello non liquefacibile
10	2.20	14.00	24.064	43.055	28.345	0.035	0.598	16.93	Livello non liquefacibile
11	2.40	23.00	38.693	47.123	30.451	0.036	11.210	312.46	Livello non liquefacibile
12	2.80	5.00	8.151	54.219	33.625	0.037	0.119	3.20	Livello non liquefacibile
13	3.00	51.00	81.251	58.552	35.996	0.037	1972.172	52788.70	Livello non liquefacibile
14	3.20	54.00	84.110	62.903	38.386	0.038	2512.087	66955.22	Livello non liquefacibile
15	3.40	12.00	18.367	66.751	40.272	0.038	0.238	6.29	Livello non

									liquefacibile
16	4.00	55.00	78.977	79.817	47.454	0.038	1616.696	42517.25	Livello non liquefacibile
17	4.20	67.00	94.211	84.239	49.915	0.038	5556.144	146095.80	Livello non liquefacibile
18	4.40	70.00	96.416	88.676	52.391	0.038	6532.925	171828.10	Livello non liquefacibile
19	5.00	83.00	108.519	101.032	58.863	0.038	14948.360	391487.60	Livello non liquefacibile
20	5.20	93.00	119.192	105.563	61.432	0.038	28824.950	756497.60	Livello non liquefacibile
21	6.00	75.00	89.263	123.405	71.428	0.038	3808.740	100731.20	Livello non liquefacibile
22	6.20	62.00	72.530	127.800	73.863	0.038	890.933	23605.63	Livello non liquefacibile
23	6.80	65.00	72.313	141.029	81.207	0.038	872.441	23261.08	Livello non liquefacibile
24	7.00	60.00	65.803	145.147	83.364	0.037	450.917	12031.74	Livello non liquefacibile
25	7.80	78.00	80.244	163.033	93.404	0.037	1807.278	48757.40	Livello non liquefacibile
26	8.20	50.00	49.980	171.684	98.133	0.037	66.003	1788.68	Livello non liquefacibile
27	9.60	117.00	107.243	200.515	113.234	0.036	13760.510	377465.00	Livello non liquefacibile
28	9.80	102.00	92.177	205.075	115.833	0.036	4769.058	131306.80	Livello non liquefacibile

6. COMPATIBILITA' GEOLOGICA

Le indagini eseguite e gli studi condotti hanno permesso di delineare in modo specifico la conoscenza del territorio e dell'ambiente superficiale e sotterraneo, permettendo la formulazione di un esaustivo quadro conoscitivo.

Le considerazioni finali sono le seguenti:

1. La quota dei terreni risulta superiore/uguale a quelli circostanti;
2. La natura dei terreni è prevalentemente a tessitura limo sabbiosa ed argillosa con permeabilità medio-bassa;
3. Le caratteristiche geotecniche risultano discrete e la portanza allo SLU risulta pari a 1.16Kg/cmq per la fondazione continua e di 1.23Kg/cmq per la fondazione a platea; il valore va sempre confrontato con i cedimenti indotti che risultano ammissibili per un carico di esercizio (SLE) rispettivamente di 0.8Kg/cmq e di 0.6Kg/cmq;
4. la profondità media della falda si attesta a -0.8/-1.0m da p.c.;

Date le considerazioni soprascritte si esprime un PARERE POSITIVO DI COMPATIBILITÀ ALL'INTERVENTO SOTTO L'ASPETTO GEOLOGICO, GEOTECNICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO.

7. CONCLUSIONI E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Le considerazioni finali sono le seguenti:

<u>sismicità</u>	Il sito investigato è inserito in Classe 4 e in Categoria C secondo quanto prescritto dall'O.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e smi.
<u>stratigrafia terreno</u>	Le indagini eseguite permettono di individuare orizzonti stratigrafici dalle seguenti caratteristiche geotecniche: limi e sabbie più o meno argillosi mediamente addensati.
<u>Capacità portante</u>	La portata ammissibile del terreno ove verrà realizzato l'intervento viene calcolata considerando una fondazione superficiale a <u>trave rovescia con profondità di 0.4m da p.c. ed a platea con profondità 0.2m da p.c.</u> . In accordo con quanto previsto dalle NTC 2018, le verifiche sono state condotte secondo l'Approccio 2, Combinazione 1 (A1+M2+R3). Il valore individuato risulta rispettivamente di 0.8 e 0.6Kg/cmq (SLE).
<u>Stabilità area</u>	Il rilevamento di campagna eseguito nell'intorno dell'area sede futura dell'impianto non presenta situazioni di instabilità potenziale. I processi morfogenetici sono limitati. Le aree non evidenziano tracce di cedimenti e deformazioni del terreno. In relazione al contesto morfologico e alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione si ritiene di definire come stabile l'area di edificazione.
<u>Cedimenti</u>	In base alle caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, all'omogeneità delle stesse in senso orizzontale e verticale, all'entità dei carichi indotti dall'opera e alla profondità di posa della fondazione (compensazione dei carichi applicati) si prevedono cedimenti sia assoluti che differenziali di valore ammissibile e contenuto.
<u>Accorgimenti</u>	La profondità di falda freatica, rilevata nel foro di prova penetrometrica al termine della stessa, è risultata di -0.8m da p.c.; si stima un'oscillazione di circa 0.5/0.8m tra il valore massimo e minimo.

giugno 2019

dott. geol. Paolo Chiarion

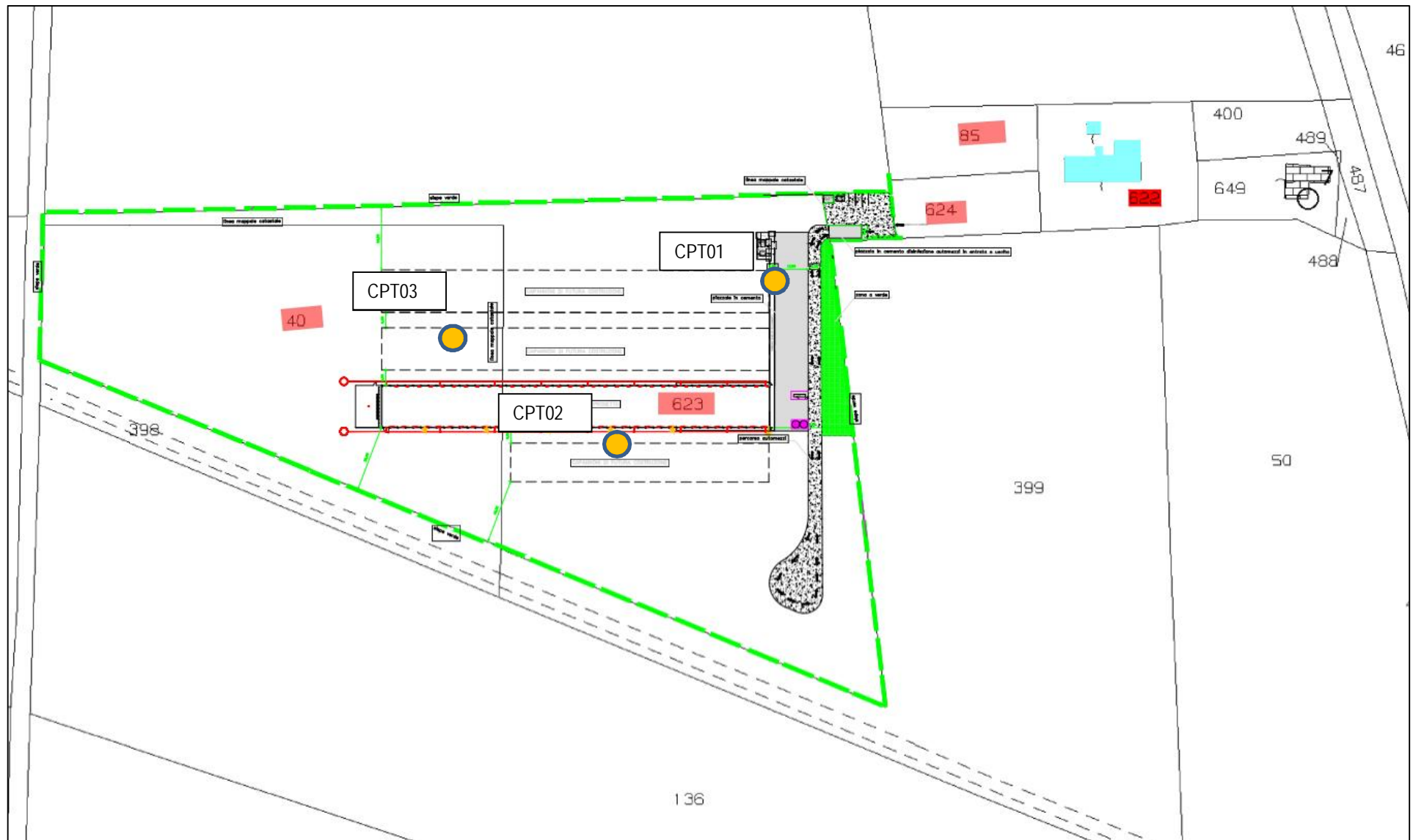


8. ALLEGATI

- planimetria generale

- Prova penetrometrica statica
 - Parametri geotecnici
 - Grafico valori di resistenza

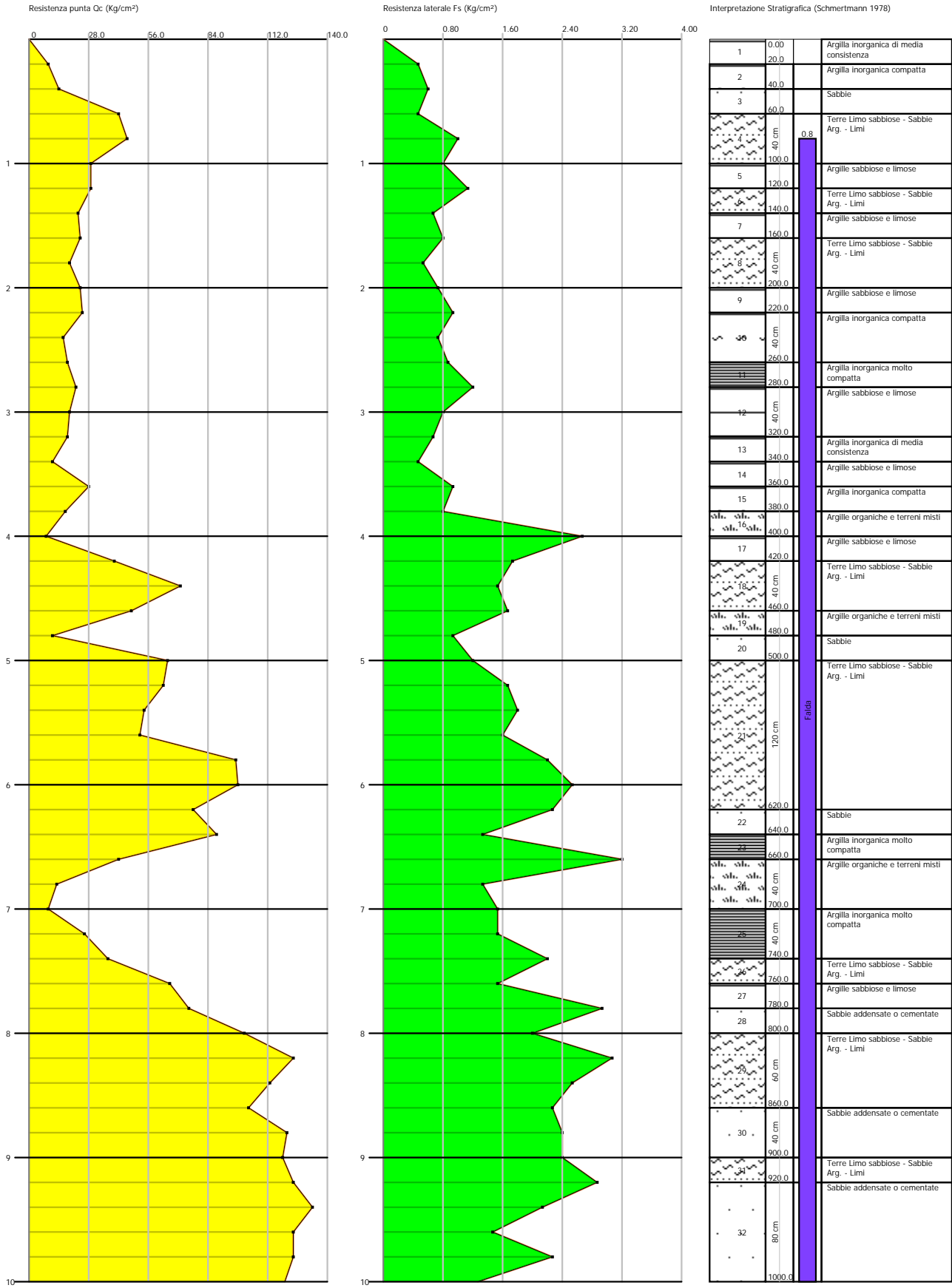
PLANIMETRIA GENERALE UBICAZIONE PROVE CPT



Probe CPT - Cone Penetration CPT01
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sig. Mattia Boscarato
Cantiere: Sant'Anna di Chioggia VE
Località: Via Lungo Adige

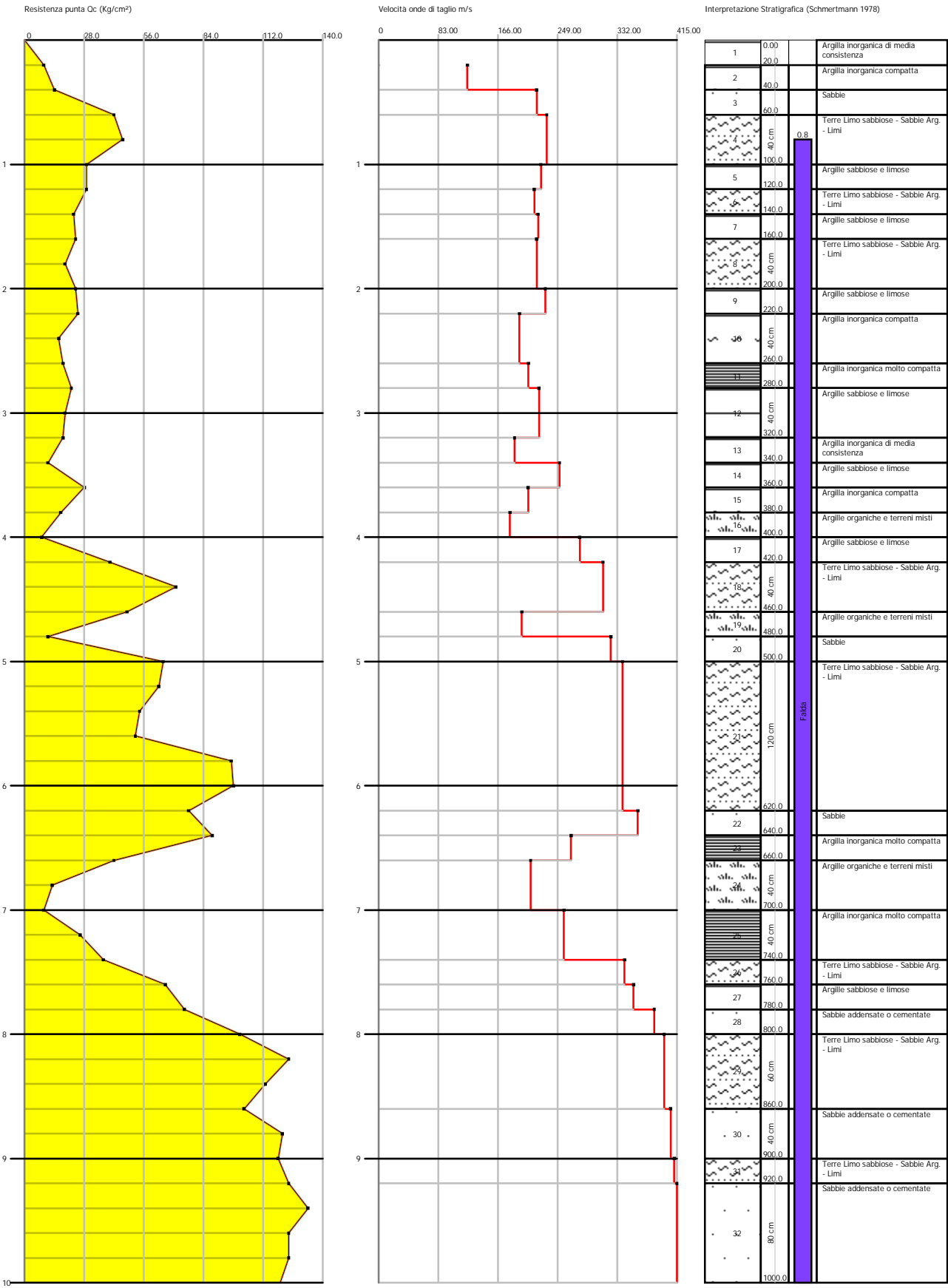
Data: 04/06/2019

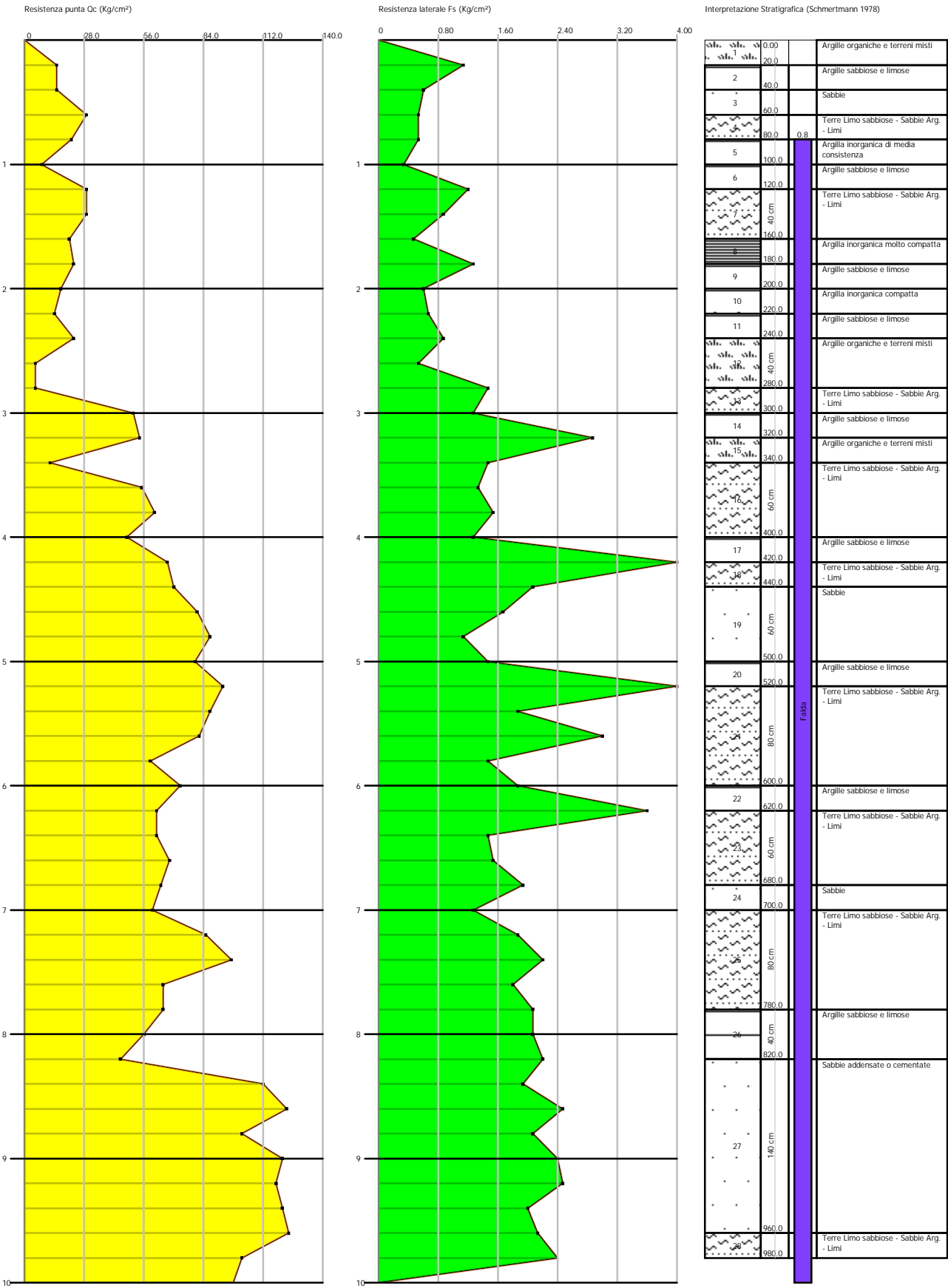


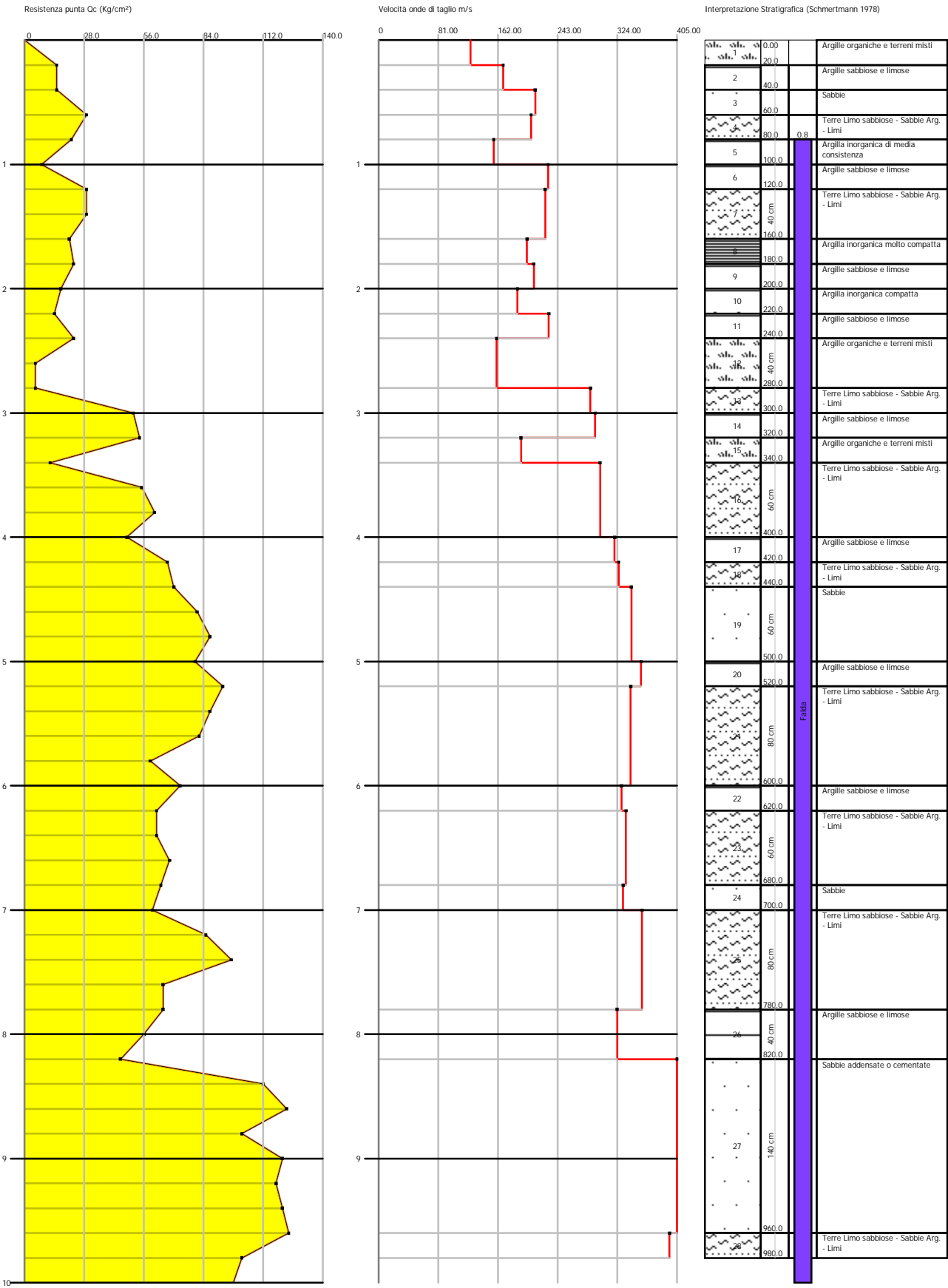
Probe CPT - Cone Penetration CPT01
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Sig. Mattia Boscarato
Caniliere: Sant'Anna di Chioggia VE
Località: Via Lungo Adige

Data: 04/06/2019



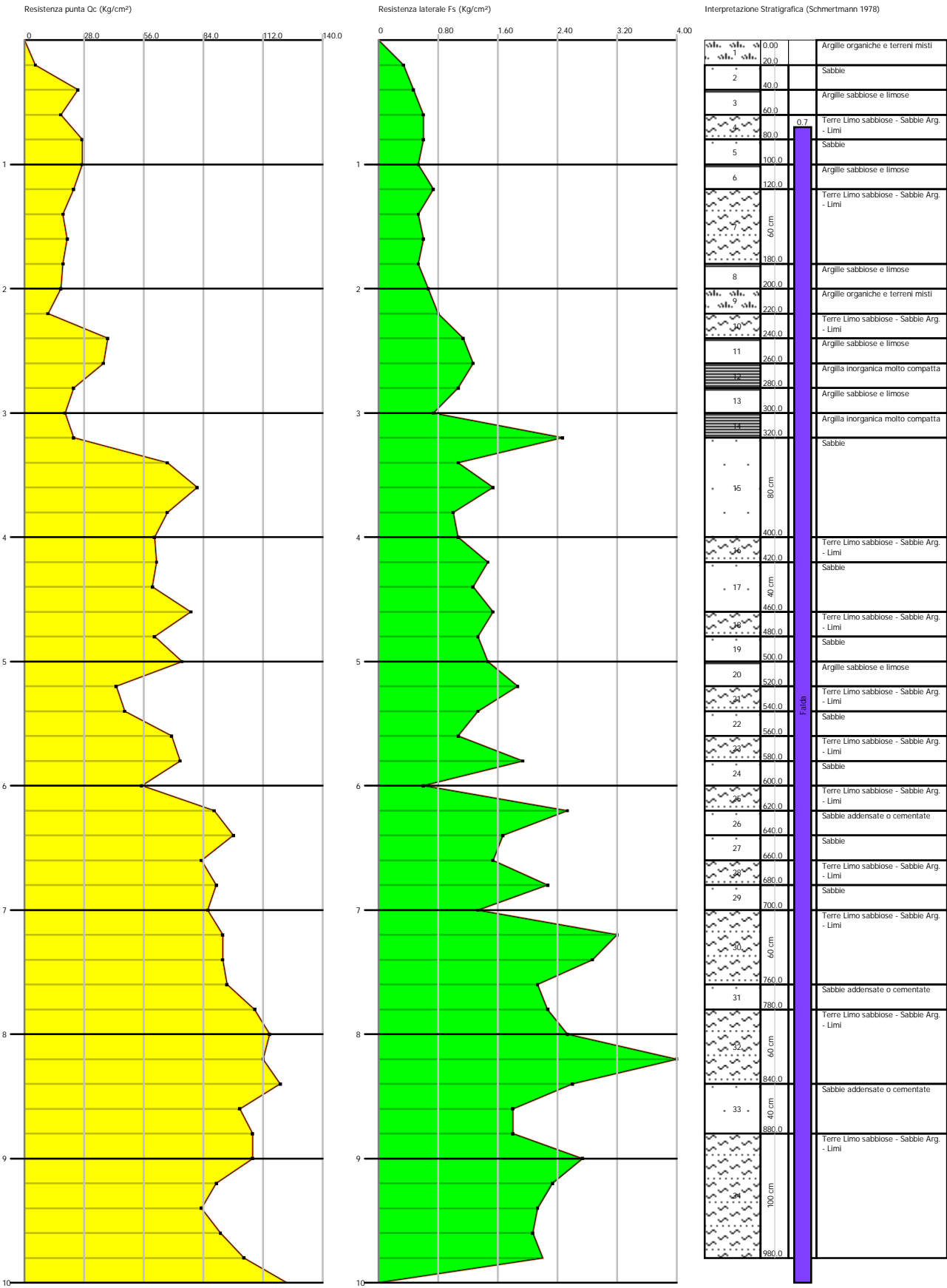




Probe CPT - Cone Penetration CPT03
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Sig. Mattia Boscarato
Caniliere: Sant'Anna di Chioggia VE
Località: Via Lungo Adige

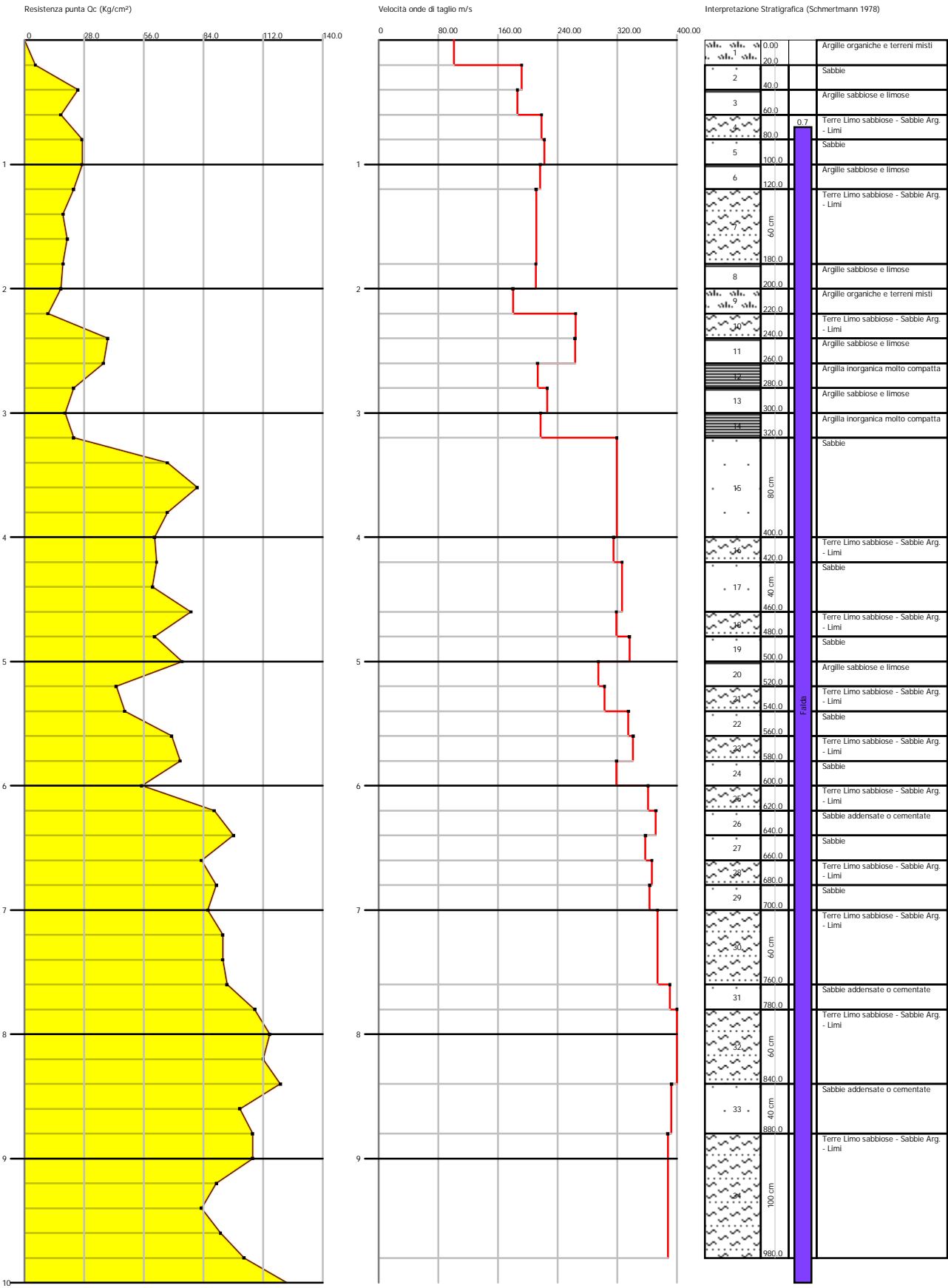
Data: 04/06/2019



Probe CPT - Cone Penetration CPT03
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente:
Sig. Mattia Boscarato
Caniliere: Sant'Anna di Chioggia VE
Località: Via Lungo Adige

Data: 04/06/2019



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Sig. Mattia Boscarato Cantiere: Sant'Anna di Chioggia VE Località: Via Lungo Adige	
---	--

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(CONE PENETRATION TEST)
CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE

La 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 viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del 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 Punta Conica meccanica	\varnothing	= 35,7 mm
- area di punta	A_p	= 10 cm ²
- angolo di apertura del cono	α	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	A_m	= 150 cm ²

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

REGISTRAZIONE DATI.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm²) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta

- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo “**STATIC PROBING**” della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$\begin{aligned} A_p &= \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2 \\ A_m &= \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2 \\ C_t &= \text{costante di trasformazione} = 10 \end{aligned}$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2.$$

Resistenza alla punta

$$Ql (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$Qc (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / \text{Superficie Punta } Ap$

$Ql (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / Am \text{ area del manicotto di frizione}$

N.B.

- $Ap = 10 \text{ cm}^2$ e $Am = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Medio

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (+) s

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media (-) s

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere $U1 - U2 - U3$ cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (Durgunoglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi
Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi
Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi
Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementare quarzose
Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate
Densità Relativa (Schmertmann)
Densità Relativa (Harman 1976)
Densità Relativa (Lancellotta 1983)
Densità Relativa (Jamolkowski 1985)
Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25) - E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione
Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) $E_y(25) - E_y(50)$ - per sabbie NC Quarzose.
Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann
Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC
Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)
Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie
Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

Peso di Volume

Peso di Volume (Meyerhof) -
Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cm².

Potenziale di Liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per $F_s \geq 1,25$, possibile per $F_s=1,0-1,25$ e molto probabile per $F_s < 1$

Fattori di compressibilità

Ramo di carico C (autori vari)
Ramo di carico medio C_{rm} (autori vari)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)
Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

Modulo Di Reazione Ko

(Kulhawy Maine, 1990).

Correlazione NSPT

Meardi – Meigh 1972
Meyerhof

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)
Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari
Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)
Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)
Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)
Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)
Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)
Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)
Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)
Coesione non drenata (Begemann)
Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Indice Di Compressione C

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann)
Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann 1978)
Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)
Fattore di compressibilità medio ramo di carico C_{rm} (Piacentini-Righi Inacos 1978).

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardnerr (1975) M_o (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.
Metodo generale del modulo edometrico.
Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)
Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille copatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

Modulo di deformazione non drenato

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)
Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore n $30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

Peso di Volume

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)
Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982)

OCR

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)
Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto
Grado di Sovraconsolidazione Schmertmannn 1978

Coefficiente Di Consolidazione Verticale

Coefficiente di Consolidazione C_v (Piacentini-Righi, 1988)

Permeabilità

Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988)
PROVA ...CPT01

Committente: Sig. Mattia Boscarato
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
Prova eseguita in data: 04/06/2019
Profondità prova: 10.00 mt
Località: Via Lungo Adige

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	9.00	15.0	9.0	0.467	19.272	5.2
0.40	14.00	21.0	14.0	0.6	23.333	4.3
0.60	42.00	51.0	42.0	0.467	89.936	1.1
0.80	46.00	53.0	46.0	1.0	46.0	2.2
1.00	29.00	44.0	29.0	0.8	36.25	2.8
1.20	29.00	41.0	29.0	1.133	25.596	3.9
1.40	23.00	40.0	23.0	0.667	34.483	2.9
1.60	24.00	34.0	24.0	0.8	30.0	3.3
1.80	19.00	31.0	19.0	0.533	35.647	2.8
2.00	24.00	32.0	24.0	0.733	32.742	3.1
2.20	25.00	36.0	25.0	0.933	26.795	3.7
2.40	16.00	30.0	16.0	0.733	21.828	4.6
2.60	18.00	29.0	18.0	0.867	20.761	4.8
2.80	22.00	35.0	22.0	1.2	18.333	5.5
3.00	19.00	37.0	19.0	0.8	23.75	4.2
3.20	18.00	30.0	18.0	0.667	26.987	3.7
3.40	11.00	21.0	11.0	0.467	23.555	4.2
3.60	28.00	35.0	28.0	0.933	30.011	3.3
3.80	17.00	31.0	17.0	0.8	21.25	4.7
4.00	8.00	20.0	8.0	2.667	3.0	33.3
4.20	40.00	80.0	40.0	1.733	23.081	4.3
4.40	71.00	97.0	71.0	1.533	46.314	2.2
4.60	48.00	71.0	48.0	1.667	28.794	3.5
4.80	11.00	36.0	11.0	0.933	11.79	8.5
5.00	65.00	79.0	65.0	1.2	54.167	1.8
5.20	63.00	81.0	63.0	1.667	37.792	2.6
5.40	54.00	79.0	54.0	1.8	30.0	3.3
5.60	52.00	79.0	52.0	1.6	32.5	3.1
5.80	97.00	121.0	97.0	2.2	44.091	2.3
6.00	98.00	131.0	98.0	2.533	38.689	2.6
6.20	77.00	115.0	77.0	2.267	33.966	2.9
6.40	88.00	122.0	88.0	1.333	66.017	1.5
6.60	42.00	62.0	42.0	3.2	13.125	7.6
6.80	13.00	61.0	13.0	1.333	9.752	10.3
7.00	9.00	29.0	9.0	1.533	5.871	17.0
7.20	26.00	49.0	26.0	1.533	16.96	5.9
7.40	37.00	60.0	37.0	2.2	16.818	5.9
7.60	66.00	99.0	66.0	1.533	43.053	2.3
7.80	75.00	98.0	75.0	2.933	25.571	3.9
8.00	101.00	145.0	101.0	2.0	50.5	2.0
8.20	124.00	154.0	124.0	3.067	40.43	2.5
8.40	113.00	159.0	113.0	2.533	44.611	2.2
8.60	103.00	141.0	103.0	2.267	45.434	2.2
8.80	121.00	155.0	121.0	2.4	50.417	2.0
9.00	119.00	155.0	119.0	2.4	49.583	2.0
9.20	124.00	160.0	124.0	2.867	43.251	2.3
9.40	133.00	176.0	133.0	2.133	62.353	1.6
9.60	124.00	156.0	124.0	1.467	84.526	1.2
9.80	124.00	146.0	124.0	2.267	54.698	1.8
10.00	120.00	154.0	120.0	1.267	94.712	1.1

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnicc	Descrizione
---------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	------------------	-------------

0.20	0.0	0.0	0.0	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
0.40	14.0	0.6	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
0.60	42.0	0.467	1.9	Incoerente	Sabbie
1.00	37.5	0.9	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.20	29.0	1.133	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
1.40	23.0	0.667	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.60	24.0	0.8	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.00	21.5	0.633	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.20	25.0	0.933	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.60	17.0	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
2.80	22.0	1.2	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.20	18.5	0.734	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3.40	11.0	0.467	1.9	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
3.60	28.0	0.933	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3.80	17.0	0.8	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
4.00	8.0	2.667	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.20	40.0	1.733	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.60	59.5	1.6	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4.80	11.0	0.933	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5.00	65.0	1.2	1.9	Incoerente	Sabbie
6.20	73.5	2.011	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
6.40	88.0	1.333	1.9	Incoerente	Sabbie
6.60	42.0	3.2	2.1	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7.00	11.0	1.433	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
7.40	31.5	1.867	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
7.60	66.0	1.533	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
7.80	75.0	2.933	2.2	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
8.00	101.0	2.0	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
8.60	113.333	2.622	2.3	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
9.00	120.0	2.4	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
9.20	124.0	2.867	2.3	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
10.00	125.25	1.784	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT01

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimenta e	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	0.80	0.99	0.93	0.82	0.74	0.70
Strato 4	1.00	37.5	0.9	2.14	2.12	2.49	2.20	1.97	1.88
Strato 5	1.20	29.0	1.133	1.65	1.76	1.92	1.70	1.52	1.45
Strato 6	1.40	23.0	0.667	1.31	1.47	1.52	1.34	1.20	1.15
Strato 7	1.60	24.0	0.8	1.36	1.52	1.58	1.40	1.25	1.20
Strato 8	2.00	21.5	0.633	1.22	1.39	1.41	1.25	1.11	1.08
Strato 9	2.20	25.0	0.933	1.42	1.56	1.64	1.45	1.30	1.25
Strato 10	2.60	17.0	0.8	0.96	1.14	1.10	0.97	0.87	0.85
Strato 11	2.80	22.0	1.2	1.24	1.41	1.43	1.26	1.13	1.10
Strato 12	3.20	18.5	0.734	1.04	1.21	1.20	1.06	0.94	0.92
Strato 13	3.40	11.0	0.467	0.61	0.76	0.69	0.61	0.55	0.55
Strato 14	3.60	28.0	0.933	1.58	1.69	1.82	1.61	1.44	1.40
Strato 15	3.80	17.0	0.8	0.95	1.12	1.09	0.96	0.86	0.85
Strato 16	4.00	8.0	2.667	0.43	0.55	0.48	0.43	0.38	0.40
Strato 17	4.20	40.0	1.733	2.27	2.18	2.62	2.31	2.06	2.00
Strato 18	4.60	59.5	1.6	3.38	2.80	3.91	3.45	3.09	2.98
Strato 19	4.80	11.0	0.933	0.60	0.74	0.67	0.59	0.53	0.55
Strato 21	6.20	73.5	2.011	4.17	3.15	4.83	4.26	3.81	3.68
Strato 23	6.60	42.0	3.2	2.37	2.23	2.71	2.40	2.14	2.10
Strato 24	7.00	11.0	1.433	0.59	0.71	0.64	0.57	0.51	0.55
Strato 25	7.40	31.5	1.867	1.76	1.80	2.01	1.77	1.58	1.58
Strato 26	7.60	66.0	1.533	3.73	2.95	4.30	3.80	3.40	3.30
Strato 27	7.80	75.0	2.933	4.25	3.16	4.90	4.32	3.87	3.75
Strato 29	8.60	113.333	2.622	6.44	3.85	7.45	6.57	5.88	5.67
Strato 31	9.20	124.0	2.867	7.05	3.99	8.15	7.19	6.43	6.20

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	70.00	48.33	84.00	42.00
Strato 4	1.00	37.5	0.9	93.75	75.00	112.50	112.50
Strato 5	1.20	29.0	1.133	72.50	58.00	87.00	87.00
Strato 6	1.40	23.0	0.667	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 7	1.60	24.0	0.8	60.00	48.00	72.00	72.00
Strato 8	2.00	21.5	0.633	53.75	43.00	64.50	64.50
Strato 9	2.20	25.0	0.933	62.50	50.00	75.00	75.00
Strato 10	2.60	17.0	0.8	85.00	47.18	102.00	51.00
Strato 11	2.80	22.0	1.2	55.00	44.00	66.00	66.00
Strato 12	3.20	18.5	0.734	92.50	45.09	111.00	55.50
Strato 13	3.40	11.0	0.467	55.00	45.42	66.00	33.00
Strato 14	3.60	28.0	0.933	70.00	56.00	84.00	84.00
Strato 15	3.80	17.0	0.8	85.00	47.18	102.00	51.00
Strato 16	4.00	8.0	2.667	40.00	38.44	48.00	24.00
Strato 17	4.20	40.0	1.733	100.00	80.00	120.00	120.00
Strato 18	4.60	59.5	1.6	148.75	119.00	178.50	89.25
Strato 19	4.80	11.0	0.933	55.00	45.42	66.00	33.00
Strato 21	6.20	73.5	2.011	183.75	147.00	220.50	110.25
Strato 23	6.60	42.0	3.2	105.00	84.00	126.00	126.00
Strato 24	7.00	11.0	1.433	55.00	45.42	66.00	33.00
Strato 25	7.40	31.5	1.867	78.75	63.00	94.50	94.50
Strato 26	7.60	66.0	1.533	165.00	132.00	198.00	99.00
Strato 27	7.80	75.0	2.933	187.50	150.00	225.00	112.50
Strato 29	8.60	113.333	2.622	283.33	226.66	340.00	170.00
Strato 31	9.20	124.0	2.867	310.00	248.00	372.00	186.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------	----------------

Strato 1	0.20	0.0	0.0	0.00	0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	524.29	21.00
Strato 4	1.00	37.5	0.9	1401.82	56.40
Strato 5	1.20	29.0	1.133	1081.87	43.50
Strato 6	1.40	23.0	0.667	856.12	34.50
Strato 7	1.60	24.0	0.8	892.88	36.00
Strato 8	2.00	21.5	0.633	798.00	32.40
Strato 9	2.20	25.0	0.933	928.12	37.50
Strato 10	2.60	17.0	0.8	627.07	25.50
Strato 11	2.80	22.0	1.2	813.52	33.00
Strato 12	3.20	18.5	0.734	681.15	27.60
Strato 13	3.40	11.0	0.467	398.81	16.50
Strato 14	3.60	28.0	0.933	1035.60	42.00
Strato 15	3.80	17.0	0.8	622.39	25.50
Strato 16	4.00	8.0	2.667	284.25	12.00
Strato 17	4.20	40.0	1.733	1483.54	60.00
Strato 18	4.60	59.5	1.6	2213.48	89.40
Strato 19	4.80	11.0	0.933	393.49	16.50
Strato 21	6.20	73.5	2.011	2733.52	110.40
Strato 23	6.60	42.0	3.2	1548.49	63.00
Strato 24	7.00	11.0	1.433	384.90	16.50
Strato 25	7.40	31.5	1.867	1152.22	47.40
Strato 26	7.60	66.0	1.533	2444.78	99.00
Strato 27	7.80	75.0	2.933	2781.37	112.50
Strato 29	8.60	113.333	2.622	4216.20	170.10
Strato 31	9.20	124.0	2.867	4612.76	186.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.20	0.0	0.0	Imai & Tomauch	0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	Imai & Tomauch	140.42
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Imai & Tomauch	256.38
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Imai & Tomauch	219.12
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Imai & Tomauch	190.18
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Imai & Tomauch	195.19
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Imai & Tomauch	182.51
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Imai & Tomauch	200.12
Strato 10	2.60	17.0	0.8	Imai & Tomauch	158.11
Strato 11	2.80	22.0	1.2	Imai & Tomauch	185.09
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Imai & Tomauch	166.49
Strato 13	3.40	11.0	0.467	Imai & Tomauch	121.19
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Imai & Tomauch	214.47
Strato 15	3.80	17.0	0.8	Imai & Tomauch	158.11
Strato 16	4.00	8.0	2.667	Imai & Tomauch	99.76
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Imai & Tomauch	266.70
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Imai & Tomauch	339.93
Strato 19	4.80	11.0	0.933	Imai & Tomauch	121.19
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Imai & Tomauch	386.78
Strato 23	6.60	42.0	3.2	Imai & Tomauch	274.77
Strato 24	7.00	11.0	1.433	Imai & Tomauch	121.19
Strato 25	7.40	31.5	1.867	Imai & Tomauch	230.48
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Imai & Tomauch	362.16
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Imai & Tomauch	391.58
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Imai & Tomauch	503.93
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Imai & Tomauch	532.40

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.20	0.0	0.0	<0.5
Strato 2	0.40	14.0	0.6	>9
Strato 4	1.00	37.5	0.9	7.39
Strato 5	1.20	29.0	1.133	4.5
Strato 6	1.40	23.0	0.667	3.15
Strato 7	1.60	24.0	0.8	2.94

Strato 8	2.00	21.5	0.633	2.27
Strato 9	2.20	25.0	0.933	2.33
Strato 10	2.60	17.0	0.8	1.42
Strato 11	2.80	22.0	1.2	1.67
Strato 12	3.20	18.5	0.734	1.28
Strato 13	3.40	11.0	0.467	0.7
Strato 14	3.60	28.0	0.933	1.7
Strato 15	3.80	17.0	0.8	0.98
Strato 16	4.00	8.0	2.667	<0.5
Strato 17	4.20	40.0	1.733	2.12
Strato 18	4.60	59.5	1.6	2.92
Strato 19	4.80	11.0	0.933	0.5
Strato 21	6.20	73.5	2.011	2.82
Strato 23	6.60	42.0	3.2	1.38
Strato 24	7.00	11.0	1.433	<0.5
Strato 25	7.40	31.5	1.867	0.95
Strato 26	7.60	66.0	1.533	1.9
Strato 27	7.80	75.0	2.933	2.1
Strato 29	8.60	113.333	2.622	2.93
Strato 31	9.20	124.0	2.867	2.9

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.20	0.0	0.0	Meyerhof	0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	Meyerhof	1.91
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Meyerhof	2.08
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Meyerhof	2.03
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Meyerhof	2.00
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Meyerhof	2.00
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Meyerhof	1.98
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Meyerhof	2.01
Strato 10	2.60	17.0	0.8	Meyerhof	1.94
Strato 11	2.80	22.0	1.2	Meyerhof	1.99
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Meyerhof	1.96
Strato 13	3.40	11.0	0.467	Meyerhof	1.87
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Meyerhof	2.03
Strato 15	3.80	17.0	0.8	Meyerhof	1.94
Strato 16	4.00	8.0	2.667	Meyerhof	1.81
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Meyerhof	2.09
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Meyerhof	2.15
Strato 19	4.80	11.0	0.933	Meyerhof	1.86
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Meyerhof	2.19
Strato 23	6.60	42.0	3.2	Meyerhof	2.09
Strato 24	7.00	11.0	1.433	Meyerhof	1.86
Strato 25	7.40	31.5	1.867	Meyerhof	2.05
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Meyerhof	2.17
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Meyerhof	2.19
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Meyerhof	2.26
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Meyerhof	2.28

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.20	0.0	0.0		0.00
Strato 2	0.40	14.0	0.6	Meyerhof	1.99
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Meyerhof	2.16
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Meyerhof	2.11
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Meyerhof	2.08
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Meyerhof	2.08
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Meyerhof	2.06
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Meyerhof	2.09
Strato 10	2.60	17.0	0.8	Meyerhof	2.02
Strato 11	2.80	22.0	1.2	Meyerhof	2.07
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Meyerhof	2.04
Strato 13	3.40	11.0	0.467	Meyerhof	1.95

Strato 14	3.60	28.0	0.933	Meyerhof	2.11
Strato 15	3.80	17.0	0.8	Meyerhof	2.02
Strato 16	4.00	8.0	2.667	Meyerhof	1.89
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Meyerhof	2.17
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Meyerhof	2.23
Strato 19	4.80	11.0	0.933	Meyerhof	1.94
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Meyerhof	2.27
Strato 23	6.60	42.0	3.2	Meyerhof	2.17
Strato 24	7.00	11.0	1.433	Meyerhof	1.94
Strato 25	7.40	31.5	1.867	Meyerhof	2.13
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Meyerhof	2.25
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Meyerhof	2.27
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Meyerhof	2.34
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Meyerhof	2.36

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertma nn 1976	Schmertma nn	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkows ki 1985
Strato 3	0.60	42.0	0.467	81.95	100	100	82.91	100
Strato 4	1.00	37.5	0.9	68.38	92.34	89.7	69.23	100
Strato 5	1.20	29.0	1.133	57.67	76.48	75.1	58.43	80.95
Strato 6	1.40	23.0	0.667	49.3	64.62	64.12	49.99	68.55
Strato 7	1.60	24.0	0.8	48.93	63.19	62.91	49.62	64.99
Strato 8	2.00	21.5	0.633	43.72	55.22	55.61	44.36	55.88
Strato 9	2.20	25.0	0.933	46.19	57.3	57.71	46.85	55.28
Strato 12	3.20	18.5	0.734	33.43	38.33	40.26	33.98	35.74
Strato 14	3.60	28.0	0.933	43.31	49.91	51.29	43.95	42.96
Strato 17	4.20	40.0	1.733	51.55	59.36	60.32	52.25	48.54
Strato 18	4.60	59.5	1.6	61.74	71.83	72.12	62.54	57.6
Strato 20	5.00	65.0	1.2	62.8	72.32	72.7	63.61	56.86
Strato 21	6.20	73.5	2.011	64.26	72.95	73.47	65.07	56.09
Strato 22	6.40	88.0	1.333	67.59	76.17	76.64	68.44	57.52
Strato 26	7.60	66.0	1.533	57.15	61.34	62.91	57.9	44.21
Strato 27	7.80	75.0	2.933	60.36	65.23	66.6	61.14	47.03
Strato 28	8.00	101.0	2.0	68.45	75.42	76.2	69.3	54.78
Strato 29	8.60	113.333	2.622	70.93	78.13	78.81	71.8	56.5
Strato 30	9.00	120.0	2.4	71.65	78.52	79.25	72.53	56.3
Strato 31	9.20	124.0	2.867	72.1	78.81	79.56	72.99	56.23
Strato 32	10.00	125.25	1.784	71.65	77.78	78.66	72.53	54.95

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durguno uglu-Mit chell 1973	Caquot	Koppeja n	De Beer	Schmert mann	Roberts on & Campan ella 1983	Herminie r	Meyerho f 1951
Strato 3	0.60	42.0	0.467	45	42.55	40.2	37.33	42	45	41.17	35.86
Strato 4	1.00	37.5	0.9	41.41	38.38	35.82	33.32	40.93	45	38.12	33.84
Strato 5	1.20	29.0	1.133	39.1	35.91	33.23	30.96	38.71	44.02	32.8	30.02
Strato 6	1.40	23.0	0.667	37.42	34.14	31.37	29.26	37.05	42.27	29.64	27.33
Strato 7	1.60	24.0	0.8	37.13	33.8	31.01	28.93	36.85	41.92	29.13	27.78
Strato 8	2.00	21.5	0.633	35.94	32.53	29.67	27.71	35.73	40.59	27.41	26.65
Strato 9	2.20	25.0	0.933	36.09	32.64	29.79	27.82	36.02	40.71	27.58	28.22
Strato 12	3.20	18.5	0.734	33.31	29.68	26.68	24.98	33.37	37.4	24.69	25.31
Strato 14	3.60	28.0	0.933	34.7	31.08	28.15	26.32	34.99	39	25.93	29.57
Strato 17	4.20	40.0	1.733	35.81	32.18	29.31	27.38	36.31	40.21	27.15	34.96
Strato 18	4.60	59.5	1.6	37.37	33.77	30.98	28.9	38.06	41.89	29.29	43.72
Strato 20	5.00	65.0	1.2	37.34	33.7	30.91	28.84	38.12	41.82	29.21	45
Strato 21	6.20	73.5	2.011	37.28	33.6	30.8	28.74	38.21	41.71	29.09	45
Strato 22	6.40	88.0	1.333	37.58	33.87	31.08	29	38.66	41.99	29.51	45

22											
Strato	7.60	66.0	1.533	35.48	31.65	28.75	26.87	36.59	39.64	26.67	45
26											
Strato	7.80	75.0	2.933	35.96	32.14	29.26	27.34	37.13	40.17	27.22	45
27											
Strato	8.00	101.0	2.0	37.27	33.49	30.68	28.63	38.56	41.6	28.97	45
28											
Strato	8.60	113.333	2.622	37.57	33.78	30.99	28.91	38.94	41.9	29.41	45
29											
Strato	9.00	120.0	2.4	37.56	33.75	30.96	28.88	38.99	41.87	29.37	45
30											
Strato	9.20	124.0	2.867	37.57	33.74	30.95	28.88	39.03	41.86	29.37	45
31											
Strato	10.00	125.25	1.784	37.38	33.54	30.73	28.68	38.89	41.65	29.06	45
32											

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 3	0.60	42.0	0.467	105.00	84.00	168.00
Strato 4	1.00	37.5	0.9	93.75	75.00	184.47
Strato 5	1.20	29.0	1.133	72.50	58.00	197.85
Strato 6	1.40	23.0	0.667	57.50	46.00	189.65
Strato 7	1.60	24.0	0.8	60.00	48.00	202.01
Strato 8	2.00	21.5	0.633	53.75	43.00	201.53
Strato 9	2.20	25.0	0.933	62.50	50.00	228.10
Strato 12	3.20	18.5	0.734	46.25	37.00	210.91
Strato 14	3.60	28.0	0.933	70.00	56.00	280.30
Strato 17	4.20	40.0	1.733	100.00	80.00	355.07
Strato 18	4.60	59.5	1.6	148.75	119.00	439.13
Strato 20	5.00	65.0	1.2	162.50	130.00	475.90
Strato 21	6.20	73.5	2.011	183.75	147.00	532.58
Strato 22	6.40	88.0	1.333	220.00	176.00	603.64
Strato 26	7.60	66.0	1.533	165.00	132.00	570.19
Strato 27	7.80	75.0	2.933	187.50	150.00	612.93
Strato 28	8.00	101.0	2.0	252.50	202.00	701.91
Strato 29	8.60	113.333	2.622	283.33	226.67	750.76
Strato 30	9.00	120.0	2.4	300.00	240.00	789.31
Strato 31	9.20	124.0	2.867	310.00	248.00	811.31
Strato 32	10.00	125.25	1.784	313.13	250.50	834.97

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-M ayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 3	0.60	42.0	0.467	80.93	164.75	337.78	84.00	126.00
Strato 4	1.00	37.5	0.9	75.45	147.10	300.15	75.00	112.50
Strato 5	1.20	29.0	1.133	63.04	113.76	227.86	58.00	145.00
Strato 6	1.40	23.0	0.667	53.73	90.22	177.26	46.00	115.00
Strato 7	1.60	24.0	0.8	52.86	94.14	184.57	48.00	120.00
Strato 8	2.00	21.5	0.633	46.84	84.34	162.74	43.00	107.50
Strato 9	2.20	25.0	0.933	48.94	98.07	190.57	50.00	125.00
Strato 12	3.20	18.5	0.734	34.77	72.57	134.39	37.00	92.50
Strato 14	3.60	28.0	0.933	44.76	109.83	211.55	56.00	140.00
Strato 17	4.20	40.0	1.733	53.23	156.91	309.20	80.00	120.00
Strato 18	4.60	59.5	1.6	64.08	233.40	469.48	101.15	89.25
Strato 20	5.00	65.0	1.2	65.23	254.97	513.84	110.50	97.50
Strato 21	6.20	73.5	2.011	66.93	288.32	582.63	124.95	110.25
Strato 22	6.40	88.0	1.333	70.85	345.19	700.94	149.60	132.00
Strato 26	7.60	66.0	1.533	59.87	258.90	517.22	112.20	99.00
Strato 27	7.80	75.0	2.933	63.49	294.20	591.10	127.50	112.50
Strato 28	8.00	101.0	2.0	72.58	396.19	805.24	151.50	151.50
Strato 29	8.60	113.333	2.622	75.66	242.28	906.26	170.00	170.00
Strato 30	9.00	120.0	2.4	76.86	255.36	960.35	180.00	180.00

Strato 31	9.20	124.0	2.867	77.60	263.20	992.81	186.00	186.00
Strato 32	10.00	125.25	1.784	77.44	265.66	1002.23	187.88	187.88

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Imai & Tomauchi	274.77
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Imai & Tomauchi	256.38
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Imai & Tomauchi	219.12
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Imai & Tomauchi	195.19
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Imai & Tomauchi	182.51
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Imai & Tomauchi	200.12
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Imai & Tomauchi	166.49
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Imai & Tomauchi	214.47
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Imai & Tomauchi	266.70
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Imai & Tomauchi	339.93
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Imai & Tomauchi	358.80
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Imai & Tomauchi	386.78
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Imai & Tomauchi	431.75
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Imai & Tomauchi	362.16
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Imai & Tomauchi	391.58
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Imai & Tomauchi	469.68
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Imai & Tomauchi	503.93
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Imai & Tomauchi	521.84
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Imai & Tomauchi	532.40
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Imai & Tomauchi	535.67

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-Histor y	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 3	0.60	42.0	0.467	>9	>9	<0.5	>9
Strato 4	1.00	37.5	0.9	7.39	>9	0.58	>9
Strato 5	1.20	29.0	1.133	4.5	>9	0.86	>9
Strato 6	1.40	23.0	0.667	3.15	>9	1.1	>9
Strato 7	1.60	24.0	0.8	2.94	>9	1.15	>9
Strato 8	2.00	21.5	0.633	2.27	>9	1.38	>9
Strato 9	2.20	25.0	0.933	2.33	>9	1.35	>9
Strato 12	3.20	18.5	0.734	1.28	>9	3.3	>9
Strato 14	3.60	28.0	0.933	1.7	>9	1.72	>9
Strato 17	4.20	40.0	1.733	2.12	>9	1.42	>9
Strato 18	4.60	59.5	1.6	2.92	>9	1.13	>9
Strato 20	5.00	65.0	1.2	2.88	>9	1.14	>9
Strato 21	6.20	73.5	2.011	2.82	>9	1.16	>9
Strato 22	6.40	88.0	1.333	2.98	>9	1.11	>9
Strato 26	7.60	66.0	1.533	1.9	>9	1.51	>9
Strato 27	7.80	75.0	2.933	2.1	>9	1.4	>9
Strato 28	8.00	101.0	2.0	2.76	>9	1.17	>9
Strato 29	8.60	113.333	2.622	2.93	>9	1.12	>9
Strato 30	9.00	120.0	2.4	2.91	>9	1.13	>9
Strato 31	9.20	124.0	2.867	2.9	>9	1.13	>9
Strato 32	10.00	125.25	1.784	2.78	>9	1.16	>9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Kulhawy & Mayne (1990)	1.28
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Kulhawy & Mayne (1990)	0.93
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Kulhawy & Mayne (1990)	0.74
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Kulhawy & Mayne (1990)	0.71
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Kulhawy & Mayne (1990)	0.60

Strato 9	2.20	25.0	0.933	Kulhawy & Mayne (1990)	0.61
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Kulhawy & Mayne (1990)	0.41
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Kulhawy & Mayne (1990)	0.49
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Kulhawy & Mayne (1990)	0.57
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Kulhawy & Mayne (1990)	0.69
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Kulhawy & Mayne (1990)	0.71
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.53
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Kulhawy & Mayne (1990)	0.57
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Kulhawy & Mayne (1990)	0.68
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Kulhawy & Mayne (1990)	0.70
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Kulhawy & Mayne (1990)	0.68

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 3	0.60	42.0	0.467	0.11039	0.01435
Strato 4	1.00	37.5	0.9	0.11386	0.0148
Strato 5	1.20	29.0	1.133	0.11286	0.01467
Strato 6	1.40	23.0	0.667	0.12483	0.01623
Strato 7	1.60	24.0	0.8	0.12242	0.01591
Strato 8	2.00	21.5	0.633	0.12886	0.01675
Strato 9	2.20	25.0	0.933	0.1202	0.01563
Strato 12	3.20	18.5	0.734	0.13889	0.01806
Strato 14	3.60	28.0	0.933	0.1145	0.01488
Strato 17	4.20	40.0	1.733	0.11184	0.01454
Strato 18	4.60	59.5	1.6	0.10175	0.01323
Strato 20	5.00	65.0	1.2	0.10004	0.013
Strato 21	6.20	73.5	2.011	0.09796	0.01274
Strato 22	6.40	88.0	1.333	0.09561	0.01243
Strato 26	7.60	66.0	1.533	0.09976	0.01297
Strato 27	7.80	75.0	2.933	0.09766	0.0127
Strato 28	8.00	101.0	2.0	0.09442	0.01228
Strato 29	8.60	113.333	2.622	0.09392	0.01221
Strato 30	9.00	120.0	2.4	0.09387	0.0122
Strato 31	9.20	124.0	2.867	0.09391	0.01221
Strato 32	10.00	125.25	1.784	0.09394	0.01221

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Meyerhof	1.90
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Meyerhof	1.80
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Meyerhof	1.80
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Meyerhof	1.80
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Meyerhof	1.80
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Meyerhof	1.80
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Meyerhof	1.80
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Meyerhof	1.80

Strato 14	3.60	28.0	0.933	Meyerhof	1.80
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Meyerhof	1.80
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Meyerhof	1.80
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Meyerhof	1.80
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Meyerhof	1.80
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Meyerhof	1.90
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Meyerhof	1.80
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Meyerhof	1.80
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Meyerhof	1.80
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Meyerhof	1.80
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Meyerhof	1.80
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Meyerhof	1.80
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Meyerhof	1.90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Meyerhof	2.20
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Meyerhof	2.10
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Meyerhof	2.10
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Meyerhof	2.10
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Meyerhof	2.10
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Meyerhof	2.10
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Meyerhof	2.10
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Meyerhof	2.10
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Meyerhof	2.10
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Meyerhof	2.10
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Meyerhof	2.10
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Meyerhof	2.10
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Meyerhof	2.10
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Meyerhof	2.20
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Meyerhof	2.10
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Meyerhof	2.10
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Meyerhof	2.10
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Meyerhof	2.10
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Meyerhof	2.10
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Meyerhof	2.10
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Meyerhof	2.20

Liquefazione - **Accelerazione sismica massima (g)=0.05**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Robertson & Wride 1997	12.29
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Robertson & Wride 1997	27.033
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Robertson & Wride 1997	35.44
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Robertson & Wride 1997	17.368
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Robertson & Wride 1997	20.781
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Robertson & Wride 1997	15.181
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Robertson & Wride 1997	23.309
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Robertson & Wride 1997	9.103
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Robertson & Wride 1997	20.573
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Robertson & Wride 1997	44.186
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Robertson & Wride 1997	32.925
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Robertson & Wride 1997	21.727

Strato 21	6.20	73.5	2.011	Robertson & Wride 1997	44.58
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Robertson & Wride 1997	27.65
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Robertson & Wride 1997	30.315
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Robertson & Wride 1997	81.895
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Robertson & Wride 1997	46.883
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Robertson & Wride 1997	69.791
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Robertson & Wride 1997	65.492
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Robertson & Wride 1997	82.603
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Robertson & Wride 1997	52.934

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.20	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.40	14.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	3.6605E-08
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	0.001
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Piacentini-Righi 1988	8.1565E-05
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	1.01553E-07
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.153874E-05
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	1.739158E-06
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Piacentini-Righi 1988	9.805148E-06
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	2.757669E-07
Strato 10	2.60	17.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	4.172368E-09
Strato 11	2.80	22.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	4.633089E-11
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Piacentini-Righi 1988	1.216961E-07
Strato 13	3.40	11.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	5.21807E-08
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	1.582722E-06
Strato 15	3.80	17.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	4.172368E-09
Strato 16	4.00	8.0	2.667	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Piacentini-Righi 1988	5.861847E-09
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Piacentini-Righi 1988	1.817453E-05
Strato 19	4.80	11.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	7.327095E-04
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Piacentini-Righi 1988	1.222046E-05
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Piacentini-Righi 1988	2.756731E-03
Strato 23	6.60	42.0	3.2	Piacentini-Righi 1988	1E-11

Strato 24	7.00	11.0	1.433	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 25	7.40	31.5	1.867	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Piacentini-Righi 1988	9.2432E-05
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Piacentini-Righi 1988	1.343226E-08
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Piacentini-Righi 1988	3.598333E-04
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Piacentini-Righi 1988	6.936239E-05
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Piacentini-Righi 1988	3.03932E-04
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Piacentini-Righi 1988	6.488816E-05
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Piacentini-Righi 1988	3.808094E-03

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.20	0.0	0.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	0.40	14.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	1.53741E-03
Strato 3	0.60	42.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	1.00	37.5	0.9	Piacentini-Righi 1988	9.176063
Strato 5	1.20	29.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	8.835114E-03
Strato 6	1.40	23.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	0.7961733
Strato 7	1.60	24.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	0.1252193
Strato 8	2.00	21.5	0.633	Piacentini-Righi 1988	0.632432
Strato 9	2.20	25.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	2.068252E-02
Strato 10	2.60	17.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	2.127908E-04
Strato 11	2.80	22.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	3.057839E-06
Strato 12	3.20	18.5	0.734	Piacentini-Righi 1988	6.754135E-03
Strato 13	3.40	11.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	1.721963E-03
Strato 14	3.60	28.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	0.1329487
Strato 15	3.80	17.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	2.127908E-04
Strato 16	4.00	8.0	2.667	Piacentini-Righi 1988	2.4E-07
Strato 17	4.20	40.0	1.733	Piacentini-Righi 1988	7.034217E-04
Strato 18	4.60	59.5	1.6	Piacentini-Righi 1988	3.244153
Strato 19	4.80	11.0	0.933	Piacentini-Righi 1988	3.3E-07
Strato 20	5.00	65.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 21	6.20	73.5	2.011	Piacentini-Righi 1988	2.694612
Strato 22	6.40	88.0	1.333	Piacentini-Righi 1988	0

Strato 23	6.60	42.0	3.2	Piacentini-Righi 1988	1.26E-06
Strato 24	7.00	11.0	1.433	Piacentini-Righi 1988	3.3E-07
Strato 25	7.40	31.5	1.867	Piacentini-Righi 1988	9.45E-07
Strato 26	7.60	66.0	1.533	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 27	7.80	75.0	2.933	Piacentini-Righi 1988	3.022259E-03
Strato 28	8.00	101.0	2.0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 29	8.60	113.333	2.622	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 30	9.00	120.0	2.4	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 31	9.20	124.0	2.867	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 32	10.00	125.25	1.784	Piacentini-Righi 1988	0

PROVA ...CPT02

Committente: Sig. Mattia Boscarato
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 04/06/2019
 Profondità prova: 10.00 mt
 Località: Via Lungo Adige

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	15.00	23.0	15.0	1.133	13.239	7.6
0.40	15.00	32.0	15.0	0.6	25.0	4.0
0.60	29.00	38.0	29.0	0.533	54.409	1.8
0.80	22.00	30.0	22.0	0.533	41.276	2.4
1.00	8.00	16.0	8.0	0.333	24.024	4.2
1.20	29.00	34.0	29.0	1.2	24.167	4.1
1.40	29.00	47.0	29.0	0.867	33.449	3.0
1.60	21.00	34.0	21.0	0.467	44.968	2.2
1.80	23.00	30.0	23.0	1.267	18.153	5.5
2.00	17.00	36.0	17.0	0.6	28.333	3.5
2.20	14.00	23.0	14.0	0.667	20.99	4.8
2.40	23.00	33.0	23.0	0.867	26.528	3.8
2.60	5.00	18.0	5.0	0.533	9.381	10.7
2.80	5.00	13.0	5.0	1.467	3.408	29.3
3.00	51.00	73.0	51.0	1.267	40.253	2.5
3.20	54.00	73.0	54.0	2.867	18.835	5.3
3.40	12.00	55.0	12.0	1.467	8.18	12.2
3.60	55.00	77.0	55.0	1.333	41.26	2.4
3.80	61.00	81.0	61.0	1.533	39.791	2.5
4.00	48.00	71.0	48.0	1.267	37.885	2.6
4.20	67.00	86.0	67.0	4.067	16.474	6.1
4.40	70.00	131.0	70.0	2.067	33.866	3.0
4.60	81.00	112.0	81.0	1.667	48.59	2.1
4.80	87.00	112.0	87.0	1.133	76.787	1.3
5.00	80.00	97.0	80.0	1.467	54.533	1.8
5.20	93.00	115.0	93.0	4.2	22.143	4.5
5.40	87.00	150.0	87.0	1.867	46.599	2.1
5.60	82.00	110.0	82.0	3.0	27.333	3.7
5.80	59.00	104.0	59.0	1.467	40.218	2.5
6.00	73.00	95.0	73.0	1.867	39.1	2.6
6.20	62.00	90.0	62.0	3.6	17.222	5.8
6.40	62.00	116.0	62.0	1.467	42.263	2.4
6.60	68.00	90.0	68.0	1.533	44.357	2.3
6.80	64.00	87.0	64.0	1.933	33.109	3.0
7.00	60.00	89.0	60.0	1.267	47.356	2.1
7.20	85.00	104.0	85.0	1.867	45.528	2.2

7.40	97.00	125.0	97.0	2.2	44.091	2.3
7.60	65.00	98.0	65.0	1.8	36.111	2.8
7.80	65.00	92.0	65.0	2.067	31.447	3.2
8.00	56.00	87.0	56.0	2.067	27.092	3.7
8.20	45.00	76.0	45.0	2.2	20.455	4.9
8.40	112.00	145.0	112.0	1.933	57.941	1.7
8.60	123.00	152.0	123.0	2.467	49.858	2.0
8.80	102.00	139.0	102.0	2.067	49.347	2.0
9.00	121.00	152.0	121.0	2.4	50.417	2.0
9.20	118.00	154.0	118.0	2.467	47.831	2.1
9.40	121.00	158.0	121.0	2.0	60.5	1.7
9.60	124.00	154.0	124.0	2.133	58.134	1.7
9.80	102.00	134.0	102.0	2.4	42.5	2.4
10.00	98.00	134.0	98.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm²)	fs Media (Kg/cm²)	Gamma Medio (t/m³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	15.0	1.133	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0.40	15.0	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
0.60	29.0	0.533	1.9	Incoerente	Sabbie
0.80	22.0	0.533	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.00	8.0	0.333	1.8	Coesivo	Argilla inorganica di media consistenza
1.20	29.0	1.2	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
1.60	25.0	0.667	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.80	23.0	1.267	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2.00	17.0	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.20	14.0	0.667	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
2.40	23.0	0.867	2.0	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
2.80	5.0	1.0	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.00	51.0	1.267	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
3.20	54.0	2.867	2.1	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
3.40	12.0	1.467	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.00	54.667	1.378	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4.20	67.0	4.067	2.2	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
4.40	70.0	2.067	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5.00	82.667	1.422	1.9	Incoerente	Sabbie
5.20	93.0	4.2	2.2	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
6.00	75.25	2.05	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
6.20	62.0	3.6	2.2	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
6.80	64.667	1.644	2.2	Incoerente-Coesivo	Terre Limo

					o	sabbiose - Sabbie
	7.00	60.0	1.267	1.9		Arg. - Limi
	7.80	78.0	1.984	2.2	Incoerente	Sabbie
					Incoerente-Coesiv	Terre Limo
					o	sabbiose - Sabbie
	8.20	50.5	2.134	2.1	Incoerente-Coesiv	Arg. - Limi
					o	Argille sabbiose e
9.60		117.286	2.21	2.0	Incoerente	limose
						Sabbie addensate
	9.80	102.0	2.4	2.2	Incoerente-Coesiv	o cementate
					o	Terre Limo
						sabbiose - Sabbie
						Arg. - Limi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT02

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.20	15.0	1.133	0.86	1.05	1.00	0.88	0.79	0.75
Strato 2	0.40	15.0	0.6	0.86	1.05	1.00	0.88	0.79	0.75
Strato 4	0.80	22.0	0.533	1.25	1.43	1.46	1.29	1.15	1.10
Strato 5	1.00	8.0	0.333	0.45	0.59	0.52	0.46	0.41	0.40
Strato 6	1.20	29.0	1.2	1.65	1.76	1.92	1.69	1.52	1.45
Strato 7	1.60	25.0	0.667	1.42	1.57	1.65	1.45	1.30	1.25
Strato 8	1.80	23.0	1.267	1.30	1.47	1.51	1.33	1.19	1.15
Strato 9	2.00	17.0	0.6	0.96	1.14	1.11	0.98	0.88	0.85
Strato 10	2.20	14.0	0.667	0.79	0.96	0.91	0.80	0.72	0.70
Strato 11	2.40	23.0	0.867	1.30	1.46	1.50	1.33	1.19	1.15
Strato 12	2.80	5.0	1.0	0.27	0.35	0.30	0.26	0.24	0.25
Strato 13	3.00	51.0	1.267	2.90	2.57	3.36	2.97	2.66	2.55
Strato 14	3.20	54.0	2.867	3.07	2.66	3.56	3.14	2.81	2.70
Strato 15	3.40	12.0	1.467	0.67	0.82	0.76	0.67	0.60	0.60
Strato 16	4.00	54.667	1.378	3.11	2.67	3.60	3.17	2.84	2.73
Strato 17	4.20	67.0	4.067	3.81	3.00	4.41	3.89	3.48	3.35
Strato 18	4.40	70.0	2.067	3.98	3.07	4.61	4.07	3.64	3.50
Strato 20	5.20	93.0	4.2	5.29	3.55	6.13	5.41	4.84	4.65
Strato 21	6.00	75.25	2.05	4.27	3.18	4.94	4.36	3.90	3.76
Strato 22	6.20	62.0	3.6	3.51	2.85	4.05	3.57	3.20	3.10
Strato 23	6.80	64.667	1.644	3.66	2.92	4.22	3.73	3.33	3.23
Strato 25	7.80	78.0	1.984	4.42	3.23	5.10	4.50	4.03	3.90
Strato 26	8.20	50.5	2.134	2.84	2.50	3.26	2.87	2.57	2.52
Strato 28	9.80	102.0	2.4	5.78	3.66	6.67	5.88	5.26	5.10

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	0.20	15.0	1.133	75.00	48.40	90.00	45.00
Strato 2	0.40	15.0	0.6	75.00	48.40	90.00	45.00
Strato 4	0.80	22.0	0.533	55.00	44.00	66.00	66.00
Strato 5	1.00	8.0	0.333	40.00	38.44	48.00	24.00
Strato 6	1.20	29.0	1.2	72.50	58.00	87.00	87.00
Strato 7	1.60	25.0	0.667	62.50	50.00	75.00	75.00
Strato 8	1.80	23.0	1.267	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 9	2.00	17.0	0.6	85.00	47.18	102.00	51.00
Strato 10	2.20	14.0	0.667	70.00	48.33	84.00	42.00
Strato 11	2.40	23.0	0.867	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 12	2.80	5.0	1.0	40.00	27.41	75.00	15.00
Strato 13	3.00	51.0	1.267	127.50	102.00	153.00	76.50

Strato 14	3.20	54.0	2.867	135.00	108.00	162.00	81.00
Strato 15	3.40	12.0	1.467	60.00	46.84	72.00	36.00
Strato 16	4.00	54.667	1.378	136.67	109.33	164.00	82.00
Strato 17	4.20	67.0	4.067	167.50	134.00	201.00	100.50
Strato 18	4.40	70.0	2.067	175.00	140.00	210.00	105.00
Strato 20	5.20	93.0	4.2	232.50	186.00	279.00	139.50
Strato 21	6.00	75.25	2.05	188.13	150.50	225.75	112.88
Strato 22	6.20	62.0	3.6	155.00	124.00	186.00	93.00
Strato 23	6.80	64.667	1.644	161.67	129.33	194.00	97.00
Strato 25	7.80	78.0	1.984	195.00	156.00	234.00	117.00
Strato 26	8.20	50.5	2.134	126.25	101.00	151.50	75.75
Strato 28	9.80	102.0	2.4	255.00	204.00	306.00	153.00

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	561.79	22.50
Strato 2	0.40	15.0	0.6	560.36	22.50
Strato 4	0.80	22.0	0.533	819.97	33.00
Strato 5	1.00	8.0	0.333	293.93	12.00
Strato 6	1.20	29.0	1.2	1080.75	43.50
Strato 7	1.60	25.0	0.667	929.63	37.50
Strato 8	1.80	23.0	1.267	853.50	34.50
Strato 9	2.00	17.0	0.6	627.79	25.50
Strato 10	2.20	14.0	0.667	514.61	21.00
Strato 11	2.40	23.0	0.867	851.40	34.50
Strato 12	2.80	5.0	1.0	175.50	7.50
Strato 13	3.00	51.0	1.267	1899.56	76.50
Strato 14	3.20	54.0	2.867	2011.24	81.00
Strato 15	3.40	12.0	1.467	435.49	18.00
Strato 16	4.00	54.667	1.378	2033.92	81.90
Strato 17	4.20	67.0	4.067	2494.73	100.50
Strato 18	4.40	70.0	2.067	2606.33	105.00
Strato 20	5.20	93.0	4.2	3465.90	139.50
Strato 21	6.00	75.25	2.05	2798.03	112.80
Strato 22	6.20	62.0	3.6	2298.90	93.00
Strato 23	6.80	64.667	1.644	2397.11	96.90
Strato 25	7.80	78.0	1.984	2893.27	117.00
Strato 26	8.20	50.5	2.134	1859.40	75.60
Strato 28	9.80	102.0	2.4	3784.13	153.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	Imai & Tomauchi	146.47
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Imai & Tomauchi	146.47
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Imai & Tomauchi	185.09
Strato 5	1.00	8.0	0.333	Imai & Tomauchi	99.76
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Imai & Tomauchi	219.12
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Imai & Tomauchi	200.12
Strato 8	1.80	23.0	1.267	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 10	2.20	14.0	0.667	Imai & Tomauchi	140.42
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 12	2.80	5.0	1.0	Imai & Tomauchi	74.86
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Imai & Tomauchi	309.37
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Imai & Tomauchi	320.37
Strato 15	3.40	12.0	1.467	Imai & Tomauchi	127.80
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Imai & Tomauchi	322.78
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Imai & Tomauchi	365.50
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Imai & Tomauchi	375.42
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Imai & Tomauchi	446.58
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Imai & Tomauchi	392.38
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Imai & Tomauchi	348.59
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Imai & Tomauchi	357.67
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Imai & Tomauchi	401.08

Strato 26	8.20	50.5	2.134	Imai & Tomauchi	307.52
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Imai & Tomauchi	472.51

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.20	15.0	1.133	>9
Strato 2	0.40	15.0	0.6	6.12
Strato 4	0.80	22.0	0.533	3.82
Strato 5	1.00	8.0	0.333	1.15
Strato 6	1.20	29.0	1.2	3.75
Strato 7	1.60	25.0	0.667	2.77
Strato 8	1.80	23.0	1.267	2.23
Strato 9	2.00	17.0	0.6	1.53
Strato 10	2.20	14.0	0.667	1.18
Strato 11	2.40	23.0	0.867	1.81
Strato 12	2.80	5.0	1.0	<0.5
Strato 13	3.00	51.0	1.267	3.44
Strato 14	3.20	54.0	2.867	3.42
Strato 15	3.40	12.0	1.467	0.72
Strato 16	4.00	54.667	1.378	2.96
Strato 17	4.20	67.0	4.067	3.29
Strato 18	4.40	70.0	2.067	3.27
Strato 20	5.20	93.0	4.2	3.75
Strato 21	6.00	75.25	2.05	2.75
Strato 22	6.20	62.0	3.6	2.07
Strato 23	6.80	64.667	1.644	2.02
Strato 25	7.80	78.0	1.984	2.14
Strato 26	8.20	50.5	2.134	1.28
Strato 28	9.80	102.0	2.4	2.18

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	Meyerhof	1.92
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Meyerhof	1.92
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Meyerhof	1.99
Strato 5	1.00	8.0	0.333	Meyerhof	1.82
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Meyerhof	2.03
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Meyerhof	2.01
Strato 8	1.80	23.0	1.267	Meyerhof	1.99
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Meyerhof	1.94
Strato 10	2.20	14.0	0.667	Meyerhof	1.91
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Meyerhof	1.99
Strato 12	2.80	5.0	1.0	Meyerhof	1.73
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Meyerhof	2.13
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Meyerhof	2.14
Strato 15	3.40	12.0	1.467	Meyerhof	1.88
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Meyerhof	2.14
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Meyerhof	2.17
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Meyerhof	2.18
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Meyerhof	2.23
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Meyerhof	2.19
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Meyerhof	2.16
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Meyerhof	2.17
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Meyerhof	2.20
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Meyerhof	2.13
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Meyerhof	2.24

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	Meyerhof	2.00
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Meyerhof	2.00
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Meyerhof	2.07
Strato 5	1.00	8.0	0.333	Meyerhof	1.90

Strato 6	1.20	29.0	1.2	Meyerhof	2.11
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Meyerhof	2.09
Strato 8	1.80	23.0	1.267	Meyerhof	2.07
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Meyerhof	2.02
Strato 10	2.20	14.0	0.667	Meyerhof	1.99
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Meyerhof	2.07
Strato 12	2.80	5.0	1.0	Meyerhof	1.81
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Meyerhof	2.21
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Meyerhof	2.22
Strato 15	3.40	12.0	1.467	Meyerhof	1.96
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Meyerhof	2.22
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Meyerhof	2.25
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Meyerhof	2.26
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Meyerhof	2.31
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Meyerhof	2.27
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Meyerhof	2.24
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Meyerhof	2.25
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Meyerhof	2.28
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Meyerhof	2.21
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Meyerhof	2.32

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertma nn 1976	Schmertma nn	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkows ki 1985
Strato 2	0.40	15.0	0.6	52.68	78.38	75.72	53.4	95.01
Strato 3	0.60	29.0	0.533	64.16	88.76	86.09	64.97	99.27
Strato 4	0.80	22.0	0.533	51.42	69.4	68.32	52.13	81.49
Strato 6	1.20	29.0	1.2	55.08	71.57	70.71	55.81	76.53
Strato 7	1.60	25.0	0.667	48.67	61.99	61.91	49.35	65.07
Strato 9	2.00	17.0	0.6	34.73	42.24	43.61	35.29	45.07
Strato 11	2.40	23.0	0.867	41.42	49.71	50.79	42.04	48.3
Strato 13	3.00	51.0	1.267	61.88	74.73	74.46	62.67	64.86
Strato 14	3.20	54.0	2.867	62.62	75.16	74.94	63.42	64.4
Strato 16	4.00	54.667	1.378	60.75	71.41	71.61	61.54	59.43
Strato 17	4.20	67.0	4.067	65.12	76.17	76.2	65.94	62.05
Strato 18	4.40	70.0	2.067	65.66	76.45	76.52	66.49	61.78
Strato 19	5.00	82.667	1.422	69.32	80.51	80.42	70.17	64
Strato 20	5.20	93.0	4.2	71.67	82.93	82.78	72.55	65.03
Strato 21	6.00	75.25	2.05	64.24	72.52	73.12	65.06	55.98
Strato 22	6.20	62.0	3.6	57.45	63	64.3	58.21	47.74
Strato 23	6.80	64.667	1.644	57.7	62.75	64.14	58.46	46.96
Strato 24	7.00	60.0	1.267	54.74	58.43	60.15	55.47	43.01
Strato 25	7.80	78.0	1.984	61.21	66.15	67.49	62	48.42
Strato 26	8.20	50.5	2.134	47.72	48.1	50.64	48.39	33.59
Strato 27	9.60	117.286	2.21	70.31	76.37	77.29	71.18	54.72
Strato 28	9.80	102.0	2.4	65.23	69.16	70.61	66.05	48.27

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durguno uglu-Mit chell 1973	Caquot	Koppeja n	De Beer	Schmert mann	Roberts on & Campan ella 1983	Herminie r	Meyerho f 1951
Strato 2	0.40	15.0	0.6	40.29	37.44	34.83	32.43	38.97	45	35.64	23.74
Strato 3	0.60	29.0	0.533	41.16	38.18	35.61	33.13	40.43	45	37.6	30.02
Strato 4	0.80	22.0	0.533	38.28	35.1	32.38	30.18	37.72	43.23	31.29	26.88
Strato 6	1.20	29.0	1.2	38.28	35.01	32.28	30.09	38.02	43.14	31.17	30.02
Strato 7	1.60	25.0	0.667	36.87	33.51	30.7	28.65	36.68	41.62	28.76	28.22
Strato 9	2.00	17.0	0.6	34.08	30.55	27.6	25.82	33.91	38.41	25.37	24.63
Strato 11	2.40	23.0	0.867	34.93	31.39	28.48	26.62	34.96	39.35	26.21	27.33
Strato 13	3.00	51.0	1.267	38.06	34.58	31.83	29.68	38.46	42.71	30.53	39.9
Strato 14	3.20	54.0	2.867	38.06	34.56	31.81	29.66	38.52	42.69	30.51	41.25
Strato	4.00	54.667	1.378	37.41	33.84	31.06	28.97	38	41.96	29.4	41.55

16											
Strato	4.20	67.0	4.067	37.94	34.36	31.6	29.47	38.66	42.49	30.23	45
17											
Strato	4.40	70.0	2.067	37.93	34.33	31.57	29.44	38.7	42.46	30.19	45
18											
Strato	5.00	82.667	1.422	38.39	34.78	32.04	29.87	39.27	42.91	30.96	45
19											
Strato	5.20	93.0	4.2	38.64	35.02	32.29	30.1	39.61	43.15	31.38	45
20											
Strato	6.00	75.25	2.05	37.18	33.48	30.67	28.62	38.15	41.59	28.92	45
21											
Strato	6.20	62.0	3.6	35.84	32.07	29.19	27.27	36.82	40.09	27.11	44.84
22											
Strato	6.80	64.667	1.644	35.74	31.95	29.06	27.15	36.78	39.96	26.98	45
23											
Strato	7.00	60.0	1.267	35.12	31.28	28.37	26.52	36.18	39.23	26.28	43.94
24											
Strato	7.80	78.0	1.984	36.06	32.24	29.37	27.43	37.26	40.28	27.34	45
25											
Strato	8.20	50.5	2.134	33.62	29.69	26.69	24.99	34.73	37.41	24.9	39.67
26											
Strato	9.60	117.286	2.21	37.23	33.39	30.58	28.54	38.69	41.5	28.86	45
27											
Strato	9.80	102.0	2.4	36.21	32.31	29.45	27.5	37.68	40.36	27.46	45
28											

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	0.40	15.0	0.6	37.50	30.00	98.92
Strato 3	0.60	29.0	0.533	72.50	58.00	155.12
Strato 4	0.80	22.0	0.533	55.00	44.00	168.78
Strato 6	1.20	29.0	1.2	72.50	58.00	214.94
Strato 7	1.60	25.0	0.667	62.50	50.00	214.03
Strato 9	2.00	17.0	0.6	42.50	34.00	185.83
Strato 11	2.40	23.0	0.867	57.50	46.00	230.80
Strato 13	3.00	51.0	1.267	127.50	102.00	358.65
Strato 14	3.20	54.0	2.867	135.00	108.00	376.96
Strato 16	4.00	54.667	1.378	136.67	109.33	406.22
Strato 17	4.20	67.0	4.067	167.50	134.00	459.59
Strato 18	4.40	70.0	2.067	175.00	140.00	477.82
Strato 19	5.00	82.667	1.422	206.67	165.33	524.01
Strato 20	5.20	93.0	4.2	232.50	186.00	562.50
Strato 21	6.00	75.25	2.05	188.13	150.50	549.14
Strato 22	6.20	62.0	3.6	155.00	124.00	523.28
Strato 23	6.80	64.667	1.644	161.67	129.33	547.73
Strato 24	7.00	60.0	1.267	150.00	120.00	539.30
Strato 25	7.80	78.0	1.984	195.00	156.00	628.84
Strato 26	8.20	50.5	2.134	126.25	101.00	516.51
Strato 27	9.60	117.286	2.21	293.22	234.57	801.72
Strato 28	9.80	102.0	2.4	255.00	204.00	785.48

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Chris toffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-M ayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	0.40	15.0	0.6	63.04	58.84	115.03	30.00	75.00
Strato 3	0.60	29.0	0.533	72.10	113.76	230.22	58.00	145.00
Strato 4	0.80	22.0	0.533	57.05	86.30	172.14	44.00	110.00
Strato 6	1.20	29.0	1.2	59.52	113.76	227.89	58.00	145.00
Strato 7	1.60	25.0	0.667	52.18	98.07	193.42	50.00	125.00
Strato 9	2.00	17.0	0.6	36.91	66.69	125.45	34.00	85.00
Strato 11	2.40	23.0	0.867	43.42	90.22	173.64	46.00	115.00
Strato 13	3.00	51.0	1.267	64.60	200.06	402.90	86.70	76.50

Strato 14	3.20	54.0	2.867	65.29	211.82	427.15	91.80	81.00
Strato 16	4.00	54.667	1.378	63.07	214.44	431.24	92.93	82.00
Strato 17	4.20	67.0	4.067	67.73	262.82	532.12	113.90	100.50
Strato 18	4.40	70.0	2.067	68.32	274.59	556.46	119.00	105.00
Strato 19	5.00	82.667	1.422	72.37	324.27	660.11	140.53	124.00
Strato 20	5.20	93.0	4.2	75.04	364.81	744.54	158.10	139.50
Strato 21	6.00	75.25	2.05	66.99	295.18	597.13	127.93	112.88
Strato 22	6.20	62.0	3.6	59.77	243.20	486.85	105.40	93.00
Strato 23	6.80	64.667	1.644	60.22	253.67	508.09	109.93	97.00
Strato 24	7.00	60.0	1.267	57.19	235.36	468.83	102.00	90.00
Strato 25	7.80	78.0	1.984	64.50	305.97	616.39	132.60	117.00
Strato 26	8.20	50.5	2.134	50.23	198.09	388.39	85.85	75.75
Strato 27	9.60	117.286	2.21	75.64	250.04	937.73	175.93	175.93
Strato 28	9.80	102.0	2.4	70.45	220.06	810.18	153.00	153.00

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Imai & Tomauchi	146.47
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Imai & Tomauchi	219.12
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Imai & Tomauchi	185.09
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Imai & Tomauchi	219.12
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Imai & Tomauchi	200.12
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Imai & Tomauchi	309.37
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Imai & Tomauchi	320.37
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Imai & Tomauchi	322.78
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Imai & Tomauchi	365.50
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Imai & Tomauchi	375.42
Strato 19	5.00	82.667	1.422	Imai & Tomauchi	415.57
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Imai & Tomauchi	446.58
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Imai & Tomauchi	392.38
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Imai & Tomauchi	348.59
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Imai & Tomauchi	357.67
Strato 24	7.00	60.0	1.267	Imai & Tomauchi	341.67
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Imai & Tomauchi	401.08
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Imai & Tomauchi	307.52
Strato 27	9.60	117.286	2.21	Imai & Tomauchi	514.60
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Imai & Tomauchi	472.51

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-Histor y	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	0.40	15.0	0.6	6.12	>9	0.71	>9
Strato 3	0.60	29.0	0.533	7.1	>9	0.61	>9
Strato 4	0.80	22.0	0.533	3.82	>9	0.97	>9
Strato 6	1.20	29.0	1.2	3.75	>9	0.97	>9
Strato 7	1.60	25.0	0.667	2.77	>9	1.19	>9
Strato 9	2.00	17.0	0.6	1.53	>9	1.98	>9
Strato 11	2.40	23.0	0.867	1.81	>9	1.63	>9
Strato 13	3.00	51.0	1.267	3.44	>9	1.02	>9
Strato 14	3.20	54.0	2.867	3.42	>9	1.02	>9
Strato 16	4.00	54.667	1.378	2.96	>9	1.12	>9
Strato 17	4.20	67.0	4.067	3.29	>9	1.05	>9
Strato 18	4.40	70.0	2.067	3.27	>9	1.05	>9
Strato 19	5.00	82.667	1.422	3.58	>9	0.99	>9
Strato 20	5.20	93.0	4.2	3.75	>9	0.96	>9
Strato 21	6.00	75.25	2.05	2.75	>9	1.17	>9
Strato 22	6.20	62.0	3.6	2.07	>9	1.42	>9
Strato 23	6.80	64.667	1.644	2.02	>9	1.45	>9
Strato 24	7.00	60.0	1.267	1.77	>9	1.61	>9
Strato 25	7.80	78.0	1.984	2.14	>9	1.38	>9
Strato 26	8.20	50.5	2.134	1.28	>9	2.41	8.64
Strato 27	9.60	117.286	2.21	2.71	>9	1.18	>9
Strato 28	9.80	102.0	2.4	2.18	>9	1.36	>9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Kulhawy & Mayne (1990)	1.14
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Kulhawy & Mayne (1990)	1.25
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.84
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Kulhawy & Mayne (1990)	0.83
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Kulhawy & Mayne (1990)	0.68
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.46
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Kulhawy & Mayne (1990)	0.51
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Kulhawy & Mayne (1990)	0.78
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Kulhawy & Mayne (1990)	0.78
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Kulhawy & Mayne (1990)	0.71
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Kulhawy & Mayne (1990)	0.76
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Kulhawy & Mayne (1990)	0.76
Strato 19	5.00	82.667	1.422	Kulhawy & Mayne (1990)	0.80
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Kulhawy & Mayne (1990)	0.83
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Kulhawy & Mayne (1990)	0.68
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.56
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Kulhawy & Mayne (1990)	0.55
Strato 24	7.00	60.0	1.267	Kulhawy & Mayne (1990)	0.51
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Kulhawy & Mayne (1990)	0.57
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Kulhawy & Mayne (1990)	0.41
Strato 27	9.60	117.286	2.21	Kulhawy & Mayne (1990)	0.67
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.58

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	0.40	15.0	0.6	0.15567	0.02024
Strato 3	0.60	29.0	0.533	0.11286	0.01467
Strato 4	0.80	22.0	0.533	0.12745	0.01657
Strato 6	1.20	29.0	1.2	0.11286	0.01467
Strato 7	1.60	25.0	0.667	0.1202	0.01563
Strato 9	2.00	17.0	0.6	0.14524	0.01888
Strato 11	2.40	23.0	0.867	0.12483	0.01623
Strato 13	3.00	51.0	1.267	0.1052	0.01368
Strato 14	3.20	54.0	2.867	0.10385	0.0135
Strato 16	4.00	54.667	1.378	0.10357	0.01346
Strato 17	4.20	67.0	4.067	0.09949	0.01293
Strato 18	4.40	70.0	2.067	0.09874	0.01284
Strato 19	5.00	82.667	1.422	0.09633	0.01252
Strato 20	5.20	93.0	4.2	0.09507	0.01236
Strato 21	6.00	75.25	2.05	0.09761	0.01269
Strato 22	6.20	62.0	3.6	0.10093	0.01312
Strato 23	6.80	64.667	1.644	0.10013	0.01302
Strato 24	7.00	60.0	1.267	0.10158	0.01321

Strato 25	7.80	78.0	1.984	0.0971	0.01262
Strato 26	8.20	50.5	2.134	0.10544	0.01371
Strato 27	9.60	117.286	2.21	0.09387	0.0122
Strato 28	9.80	102.0	2.4	0.09436	0.01227

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Meyerhof	1.80
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Meyerhof	1.80
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Meyerhof	1.80
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Meyerhof	1.80
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Meyerhof	1.80
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Meyerhof	1.80
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Meyerhof	1.80
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Meyerhof	1.80
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Meyerhof	1.80
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Meyerhof	1.80
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Meyerhof	1.80
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Meyerhof	1.80
Strato 19	5.00	82.667	1.422	Meyerhof	1.80
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Meyerhof	1.80
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Meyerhof	1.80
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Meyerhof	1.80
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Meyerhof	1.80
Strato 24	7.00	60.0	1.267	Meyerhof	1.80
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Meyerhof	1.80
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Meyerhof	1.80
Strato 27	9.60	117.286	2.21	Meyerhof	1.80
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Meyerhof	2.10
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Meyerhof	2.10
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Meyerhof	2.10
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Meyerhof	2.10
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Meyerhof	2.10
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Meyerhof	2.10
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Meyerhof	2.10
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Meyerhof	2.10
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Meyerhof	2.10
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Meyerhof	2.10
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Meyerhof	2.10
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Meyerhof	2.10
Strato 19	5.00	82.667	1.422	Meyerhof	2.10
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Meyerhof	2.10
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Meyerhof	2.10
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Meyerhof	2.10
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Meyerhof	2.10
Strato 24	7.00	60.0	1.267	Meyerhof	2.10
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Meyerhof	2.10
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Meyerhof	2.10
Strato 27	9.60	117.286	2.21	Meyerhof	2.10
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Meyerhof	2.10

Liquefazione - **Accelerazione sismica massima (g)=0.05**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Robertson & Wride 1997	21.359
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Robertson & Wride 1997	15.035
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Robertson &	16.69

Strato 6	1.20	29.0	1.2	Wride 1997 Robertson & Wride 1997	39.697
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Robertson & Wride 1997	16.963
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Robertson & Wride 1997	11.249
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Robertson & Wride 1997	22.033
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Robertson & Wride 1997	25.979
Strato 14	3.20	54.0	2.867	Robertson & Wride 1997	95.26
Strato 16	4.00	54.667	1.378	Robertson & Wride 1997	28.033
Strato 17	4.20	67.0	4.067	Robertson & Wride 1997	158.064
Strato 18	4.40	70.0	2.067	Robertson & Wride 1997	48.33
Strato 19	5.00	82.667	1.422	Robertson & Wride 1997	29.298
Strato 20	5.20	93.0	4.2	Robertson & Wride 1997	145.217
Strato 21	6.00	75.25	2.05	Robertson & Wride 1997	46.649
Strato 22	6.20	62.0	3.6	Robertson & Wride 1997	129.972
Strato 23	6.80	64.667	1.644	Robertson & Wride 1997	34.497
Strato 24	7.00	60.0	1.267	Robertson & Wride 1997	24.09
Strato 25	7.80	78.0	1.984	Robertson & Wride 1997	44.688
Strato 26	8.20	50.5	2.134	Robertson & Wride 1997	39.012
Strato 27	9.60	117.286	2.21	Robertson & Wride 1997	60.659
Strato 28	9.80	102.0	2.4	Robertson & Wride 1997	61.707

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	0.40	15.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	1.238225E-07
Strato 3	0.60	29.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	8.47929E-04
Strato 4	0.80	22.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	8.405962E-05
Strato 5	1.00	8.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	8.780749E-08
Strato 6	1.20	29.0	1.2	Piacentini-Righi 1988	3.189117E-08
Strato 7	1.60	25.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	2.976579E-05
Strato 8	1.80	23.0	1.267	Piacentini-Righi 1988	2.929641E-11
Strato 9	2.00	17.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	8.949723E-07
Strato 10	2.20	14.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	4.075595E-09
Strato 11	2.40	23.0	0.867	Piacentini-Righi 1988	2.497525E-07
Strato 12	2.80	5.0	1.0	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 13	3.00	51.0	1.267	Piacentini-Righi	5.054521E-05

Strato 14	3.20	54.0	2.867	1988 Piacentini-Righi	1E-11
Strato 15	3.40	12.0	1.467	1988 Piacentini-Righi	1E-11
Strato 16	4.00	54.667	1.378	1988 Piacentini-Righi	4.153317E-05
Strato 17	4.20	67.0	4.067	1988 Piacentini-Righi	1E-11
Strato 18	4.40	70.0	2.067	1988 Piacentini-Righi	4.288047E-06
Strato 19	5.00	82.667	1.422	1988 Piacentini-Righi	1.184267E-03
Strato 20	5.20	93.0	4.2	1988 Piacentini-Righi	4.322744E-11
Strato 21	6.00	75.25	2.05	1988 Piacentini-Righi	1.268235E-05
Strato 22	6.20	62.0	3.6	1988 Piacentini-Righi	1E-11
Strato 23	6.80	64.667	1.644	1988 Piacentini-Righi	3.421499E-05
Strato 24	7.00	60.0	1.267	1988 Piacentini-Righi	2.42321E-04
Strato 25	7.80	78.0	1.984	1988 Piacentini-Righi	2.989E-05
Strato 26	8.20	50.5	2.134	1988 Piacentini-Righi	5.945318E-09
Strato 27	9.60	117.286	2.21	1988 Piacentini-Righi	5.231143E-04
Strato 28	9.80	102.0	2.4	1988 Piacentini-Righi	6.187867E-05

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.20	15.0	1.133	1988 Piacentini-Righi	4.5E-07
Strato 2	0.40	15.0	0.6	1988 Piacentini-Righi	5.572011E-03
Strato 3	0.60	29.0	0.533	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 4	0.80	22.0	0.533	1988 Piacentini-Righi	5.547935
Strato 5	1.00	8.0	0.333	1988 Piacentini-Righi	2.10738E-03
Strato 6	1.20	29.0	1.2	1988 Piacentini-Righi	2.774531E-03
Strato 7	1.60	25.0	0.667	1988 Piacentini-Righi	2.232434
Strato 8	1.80	23.0	1.267	1988 Piacentini-Righi	2.021452E-06
Strato 9	2.00	17.0	0.6	1988 Piacentini-Righi	4.564359E-02
Strato 10	2.20	14.0	0.667	1988 Piacentini-Righi	1.71175E-04
Strato 11	2.40	23.0	0.867	1988 Piacentini-Righi	1.723292E-02
Strato 12	2.80	5.0	1.0	1988 Piacentini-Righi	1.5E-07
Strato 13	3.00	51.0	1.267	1988 Piacentini-Righi	7.733417
Strato 14	3.20	54.0	2.867	1988 Piacentini-Righi	1.62E-06
Strato 15	3.40	12.0	1.467	1988 Piacentini-Righi	3.6E-07
Strato 16	4.00	54.667	1.378	1988 Piacentini-Righi	6.811482

Strato 17	4.20	67.0	4.067	1988 Piacentini-Righi	2.01E-06
Strato 18	4.40	70.0	2.067	1988 Piacentini-Righi	0.9004899
Strato 19	5.00	82.667	1.422	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 20	5.20	93.0	4.2	1988 Piacentini-Righi	1.206045E-05
Strato 21	6.00	75.25	2.05	1988 Piacentini-Righi	2.863041
Strato 22	6.20	62.0	3.6	1988 Piacentini-Righi	1.86E-06
Strato 23	6.80	64.667	1.644	1988 Piacentini-Righi	6.637743
Strato 24	7.00	60.0	1.267	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 25	7.80	78.0	1.984	1988 Piacentini-Righi	6.994259
Strato 26	8.20	50.5	2.134	1988 Piacentini-Righi	9.007157E-04
Strato 27	9.60	117.286	2.21	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 28	9.80	102.0	2.4	1988 Piacentini-Righi	0

PROVA ...CPT03

Committente: Sig. Mattia Boscarato
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)
 Prova eseguita in data: 04/06/2019
 Profondità prova: 10.00 mt
 Località: Via Lungo Adige

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	5.00	21.0	5.0	0.333	15.015	6.7
0.40	25.00	30.0	25.0	0.467	53.533	1.9
0.60	17.00	24.0	17.0	0.6	28.333	3.5
0.80	27.00	36.0	27.0	0.6	45.0	2.2
1.00	27.00	36.0	27.0	0.533	50.657	2.0
1.20	23.00	31.0	23.0	0.733	31.378	3.2
1.40	18.00	29.0	18.0	0.533	33.771	3.0
1.60	20.00	28.0	20.0	0.6	33.333	3.0
1.80	18.00	27.0	18.0	0.533	33.771	3.0
2.00	17.00	25.0	17.0	0.667	25.487	3.9
2.20	11.00	21.0	11.0	0.8	13.75	7.3
2.40	39.00	51.0	39.0	1.133	34.422	2.9
2.60	37.00	54.0	37.0	1.267	29.203	3.4
2.80	23.00	42.0	23.0	1.067	21.556	4.6
3.00	19.00	35.0	19.0	0.733	25.921	3.9
3.20	23.00	34.0	23.0	2.467	9.323	10.7
3.40	67.00	104.0	67.0	1.067	62.793	1.6
3.60	81.00	97.0	81.0	1.533	52.838	1.9
3.80	67.00	90.0	67.0	1.0	67.0	1.5
4.00	61.00	76.0	61.0	1.067	57.17	1.7
4.20	62.00	78.0	62.0	1.467	42.263	2.4
4.40	60.00	82.0	60.0	1.267	47.356	2.1
4.60	78.00	97.0	78.0	1.533	50.881	2.0
4.80	61.00	84.0	61.0	1.333	45.761	2.2
5.00	74.00	94.0	74.0	1.467	50.443	2.0
5.20	43.00	65.0	43.0	1.867	23.032	4.3
5.40	47.00	75.0	47.0	1.333	35.259	2.8
5.60	69.00	89.0	69.0	1.067	64.667	1.5
5.80	73.00	89.0	73.0	1.933	37.765	2.6
6.00	55.00	84.0	55.0	0.6	91.667	1.1
6.20	89.00	98.0	89.0	2.533	35.136	2.8

6.40	98.00	136.0	98.0	1.667	58.788	1.7
6.60	83.00	108.0	83.0	1.533	54.142	1.8
6.80	90.00	113.0	90.0	2.267	39.7	2.5
7.00	86.00	120.0	86.0	1.333	64.516	1.6
7.20	93.00	113.0	93.0 3.2		29.063	3.4
7.40	93.00	141.0	93.0	2.867	32.438	3.1
7.60	95.00	138.0	95.0	2.133	44.538	2.2
7.80	108.00	140.0	108.0	2.267	47.64	2.1
8.00	115.00	149.0	115.0	2.533	45.401	2.2
8.20	112.00	150.0	112.0	4.0	28.0	3.6
8.40	120.00	180.0	120.0 2.6		46.154	2.2
8.60	101.00	140.0	101.0 1.8		56.111	1.8
8.80	107.00	134.0	107.0 1.8		59.444	1.7
9.00	107.00	134.0	107.0	2.733	39.151	2.6
9.20	90.00	131.0	90.0	2.333	38.577	2.6
9.40	83.00	118.0	83.0	2.133	38.912	2.6
9.60	92.00	124.0	92.0	2.067	44.509	2.2
9.80	103.00	134.0	103.0 2.2		46.818	2.1
10.00	123.00	156.0	123.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.20	5.0	0.333	1.7	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
0.40	25.0	0.467 1.9		Incoerente	Sabbie
0.60	17.0	0.6 1.9		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
0.80	27.0	0.6 2.0		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.00	27.0	0.533 1.9		Incoerente	Sabbie
1.20	23.0	0.733 2.0		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
1.80	18.667	0.555 2.0		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.00	17.0	0.667 1.9		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
2.20	11.0	0.8 1.9		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
2.40	39.0	1.133 2.1		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2.60	37.0	1.267 2.1		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
2.80	23.0	1.067 2.0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.00	19.0	0.733 2.0		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
3.20	23.0	2.467 2.0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
4.00	69.0	1.167 1.9		Incoerente	Sabbie
4.20	62.0	1.467 2.2		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
4.60	69.0	1.4 1.9		Incoerente	Sabbie
4.80	61.0	1.333 2.2		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5.00	74.0	1.467 1.9		Incoerente	Sabbie
5.20	43.0	1.867 2.1		Incoerente-Coesiv o	Argille sabbiose e limose
5.40	47.0	1.333 2.1		Incoerente-Coesiv o	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
5.60	69.0	1.067 1.9		Incoerente	Sabbie
5.80	73.0	1.933 2.2		Incoerente-Coesiv	Terre Limo

				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
6.00	55.0	0.6	1.9	Incoerente	Sabbie
6.20	89.0	2.533	2.2	Incoerente-Coesiv	Terre Limo
				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
6.40	98.0	1.667	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
6.60	83.0	1.533	1.9	Incoerente	Sabbie
6.80	90.0	2.267	2.2	Incoerente-Coesiv	Terre Limo
				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
7.00	86.0	1.333	1.9	Incoerente	Sabbie
7.60	93.667	2.733	2.2	Incoerente-Coesiv	Terre Limo
				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
7.80	108.0	2.267	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
8.40	115.667	3.044	2.3	Incoerente-Coesiv	Terre Limo
				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
8.80	104.0	1.8	2.0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate
9.80	95.0	2.293	2.2	Incoerente-Coesiv	Terre Limo
				o	sabbiose - Sabbie Arg. - Limi

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPT03

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	0.20	5.0	0.333	0.29	0.39	0.33	0.29	0.26	0.25
Strato 3	0.60	17.0	0.6	0.97	1.16	1.13	0.99	0.89	0.85
Strato 4	0.80	27.0	0.6	1.54	1.67	1.79	1.58	1.41	1.35
Strato 6	1.20	23.0	0.733	1.31	1.48	1.52	1.34	1.20	1.15
Strato 7	1.80	18.667	0.555	1.06	1.24	1.23	1.08	0.97	0.93
Strato 8	2.00	17.0	0.667	0.96	1.14	1.11	0.98	0.88	0.85
Strato 9	2.20	11.0	0.8	0.61	0.78	0.71	0.62	0.56	0.55
Strato 10	2.40	39.0	1.133	2.22	2.16	2.57	2.27	2.03	1.95
Strato 11	2.60	37.0	1.267	2.10	2.08	2.43	2.15	1.92	1.85
Strato 12	2.80	23.0	1.067	1.30	1.45	1.50	1.32	1.18	1.15
Strato 13	3.00	19.0	0.733	1.07	1.24	1.23	1.08	0.97	0.95
Strato 14	3.20	23.0	2.467	1.30	1.45	1.49	1.32	1.18	1.15
Strato 16	4.20	62.0	1.467	3.52	2.87	4.08	3.60	3.22	3.10
Strato 18	4.80	61.0	1.333	3.46	2.84	4.01	3.53	3.16	3.05
Strato 20	5.20	43.0	1.867	2.43	2.28	2.80	2.47	2.21	2.15
Strato 21	5.40	47.0	1.333	2.66	2.41	3.06	2.70	2.42	2.35
Strato 23	5.80	73.0	1.933	4.15	3.13	4.79	4.23	3.78	3.65
Strato 25	6.20	89.0	2.533	5.06	3.46	5.85	5.16	4.62	4.45
Strato 28	6.80	90.0	2.267	5.11	3.48	5.91	5.22	4.67	4.50
Strato 30	7.60	93.667	2.733	5.32	3.54	6.15	5.42	4.85	4.68
Strato 32	8.40	115.667	3.044	6.57	3.89	7.60	6.71	6.00	5.78
Strato 34	9.80	95.0	2.293	5.38	3.55	6.21	5.48	4.90	4.75

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buisman	Buisman Sanglerat
Strato 1	0.20	5.0	0.333	40.00	27.41	75.00	15.00

Strato 3	0.60	17.0	0.6	85.00	47.18	102.00	51.00
Strato 4	0.80	27.0	0.6	67.50	54.00	81.00	81.00
Strato 6	1.20	23.0	0.733	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 7	1.80	18.667	0.555	93.34	44.79	112.00	56.00
Strato 8	2.00	17.0	0.667	85.00	47.18	102.00	51.00
Strato 9	2.20	11.0	0.8	55.00	45.42	66.00	33.00
Strato 10	2.40	39.0	1.133	97.50	78.00	117.00	117.00
Strato 11	2.60	37.0	1.267	92.50	74.00	111.00	111.00
Strato 12	2.80	23.0	1.067	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 13	3.00	19.0	0.733	95.00	44.16	114.00	57.00
Strato 14	3.20	23.0	2.467	57.50	46.00	69.00	69.00
Strato 16	4.20	62.0	1.467	155.00	124.00	186.00	93.00
Strato 18	4.80	61.0	1.333	152.50	122.00	183.00	91.50
Strato 20	5.20	43.0	1.867	107.50	86.00	129.00	129.00
Strato 21	5.40	47.0	1.333	117.50	94.00	141.00	70.50
Strato 23	5.80	73.0	1.933	182.50	146.00	219.00	109.50
Strato 25	6.20	89.0	2.533	222.50	178.00	267.00	133.50
Strato 28	6.80	90.0	2.267	225.00	180.00	270.00	135.00
Strato 30	7.60	93.667	2.733	234.17	187.33	281.00	140.50
Strato 32	8.40	115.667	3.044	289.17	231.33	347.00	173.50
Strato 34	9.80	95.0	2.293	237.50	190.00	285.00	142.50

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	186.86	7.50
Strato 3	0.60	17.0	0.6	634.09	25.50
Strato 4	0.80	27.0	0.6	1007.63	40.50
Strato 6	1.20	23.0	0.733	856.20	34.50
Strato 7	1.80	18.667	0.555	692.21	27.90
Strato 8	2.00	17.0	0.667	628.24	25.50
Strato 9	2.20	11.0	0.8	402.56	16.50
Strato 10	2.40	39.0	1.133	1451.81	58.50
Strato 11	2.60	37.0	1.267	1375.99	55.50
Strato 12	2.80	23.0	1.067	850.20	34.50
Strato 13	3.00	19.0	0.733	699.45	28.50
Strato 14	3.20	23.0	2.467	848.70	34.50
Strato 16	4.20	62.0	1.467	2307.68	93.00
Strato 18	4.80	61.0	1.333	2267.93	91.50
Strato 20	5.20	43.0	1.867	1591.39	64.50
Strato 21	5.40	47.0	1.333	1740.56	70.50
Strato 23	5.80	73.0	1.933	2714.03	109.50
Strato 25	6.20	89.0	2.533	3312.45	133.50
Strato 28	6.80	90.0	2.267	3347.63	135.00
Strato 30	7.60	93.667	2.733	3482.66	140.40
Strato 32	8.40	115.667	3.044	4304.10	173.40
Strato 34	9.80	95.0	2.293	3523.88	142.50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	Imai & Tomauchi	74.86
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Imai & Tomauchi	209.76
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Imai & Tomauchi	167.41
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 9	2.20	11.0	0.8	Imai & Tomauchi	121.19
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Imai & Tomauchi	262.60
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Imai & Tomauchi	254.29
Strato 12	2.80	23.0	1.067	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Imai & Tomauchi	169.23
Strato 14	3.20	23.0	2.467	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Imai & Tomauchi	348.59
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Imai & Tomauchi	345.14
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Imai & Tomauchi	278.75

Strato 21	5.40	47.0	1.333	Imai & Tomauchi	294.31
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Imai & Tomauchi	385.17
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Imai & Tomauchi	434.75
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Imai & Tomauchi	437.72
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Imai & Tomauchi	448.54
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Imai & Tomauchi	510.25
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Imai & Tomauchi	452.43

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-History
Strato 1	0.20	5.0	0.333	6.84
Strato 3	0.60	17.0	0.6	4.34
Strato 4	0.80	27.0	0.6	4.83
Strato 6	1.20	23.0	0.733	3.18
Strato 7	1.80	18.667	0.555	2.09
Strato 8	2.00	17.0	0.667	1.6
Strato 9	2.20	11.0	0.8	0.97
Strato 10	2.40	39.0	1.133	3.18
Strato 11	2.60	37.0	1.267	2.8
Strato 12	2.80	23.0	1.067	1.63
Strato 13	3.00	19.0	0.733	1.27
Strato 14	3.20	23.0	2.467	1.45
Strato 16	4.20	62.0	1.467	3.12
Strato 18	4.80	61.0	1.333	2.72
Strato 20	5.20	43.0	1.867	1.78
Strato 21	5.40	47.0	1.333	1.87
Strato 23	5.80	73.0	1.933	2.71
Strato 25	6.20	89.0	2.533	3.1
Strato 28	6.80	90.0	2.267	2.87
Strato 30	7.60	93.667	2.733	2.74
Strato 32	8.40	115.667	3.044	3.02
Strato 34	9.80	95.0	2.293	2.14

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	Meyerhof	1.74
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Meyerhof	1.94
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Meyerhof	2.02
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Meyerhof	2.00
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Meyerhof	1.96
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Meyerhof	1.94
Strato 9	2.20	11.0	0.8	Meyerhof	1.87
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Meyerhof	2.08
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Meyerhof	2.07
Strato 12	2.80	23.0	1.067	Meyerhof	1.99
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Meyerhof	1.96
Strato 14	3.20	23.0	2.467	Meyerhof	1.99
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Meyerhof	2.16
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Meyerhof	2.16
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Meyerhof	2.10
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Meyerhof	2.11
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Meyerhof	2.19
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Meyerhof	2.22
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Meyerhof	2.22
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Meyerhof	2.23
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Meyerhof	2.27
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Meyerhof	2.23

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	Meyerhof	1.82
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Meyerhof	2.02
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Meyerhof	2.10

Strato 6	1.20	23.0	0.733	Meyerhof	2.08
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Meyerhof	2.04
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Meyerhof	2.02
Strato 9	2.20	11.0	0.8	Meyerhof	1.95
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Meyerhof	2.16
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Meyerhof	2.15
Strato 12	2.80	23.0	1.067	Meyerhof	2.07
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Meyerhof	2.04
Strato 14	3.20	23.0	2.467	Meyerhof	2.07
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Meyerhof	2.24
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Meyerhof	2.24
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Meyerhof	2.18
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Meyerhof	2.19
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Meyerhof	2.27
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Meyerhof	2.30
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Meyerhof	2.30
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Meyerhof	2.31
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Meyerhof	2.35
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Meyerhof	2.31

TERRENI INCOERENT I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Baldi 1978 - Schmertma nn 1976	Schmertma nn	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkows ki 1985
Strato 2	0.40	25.0	0.467	68.23	99.03	95.02	69.08	100
Strato 3	0.60	17.0	0.6	49.59	70.37	68.77	50.28	85.19
Strato 4	0.80	27.0	0.6	57.67	77.71	76.09	58.43	88.23
Strato 5	1.00	27.0	0.533	55.73	74.04	72.81	56.48	80.71
Strato 6	1.20	23.0	0.733	49.47	64.94	64.41	50.16	70.16
Strato 7	1.80	18.667	0.555	40.5	51.56	52.1	41.12	54.85
Strato 8	2.00	17.0	0.667	35.4	43.51	44.75	35.97	45.22
Strato 10	2.40	39.0	1.133	56.97	70.05	69.84	57.72	63.5
Strato 11	2.60	37.0	1.267	54.41	66.13	66.24	55.15	59.4
Strato 13	3.00	19.0	0.733	33.69	38.36	40.33	34.25	35.89
Strato 15	4.00	69.0	1.167	67.88	80.89	80.47	68.72	66.7
Strato 16	4.20	62.0	1.467	63.28	74.03	74.15	64.08	59.9
Strato 17	4.60	69.0	1.4	65.42	76.25	76.31	66.25	60.9
Strato 18	4.80	61.0	1.333	61.08	70.15	70.66	61.87	55.44
Strato 19	5.00	74.0	1.467	66.01	76.16	76.35	66.84	59.73
Strato 20	5.20	43.0	1.867	50.07	55.31	56.82	50.76	43
Strato 21	5.40	47.0	1.333	52.05	57.54	58.96	52.76	44.38
Strato 22	5.60	69.0	1.067	62.49	70.69	71.34	63.29	54.31
Strato 23	5.80	73.0	1.933	63.6	71.83	72.46	64.41	54.86
Strato 24	6.00	55.0	0.6	55.09	60.58	61.93	55.82	45.72
Strato 25	6.20	89.0	2.533	68.31	77.34	77.7	69.16	58.52
Strato 26	6.40	98.0	1.667	70.59	79.99	80.23	71.46	60.3
Strato 27	6.60	83.0	1.533	65.48	73.18	73.87	66.31	54.66
Strato 28	6.80	90.0	2.267	67.37	75.36	75.95	68.21	56.09
Strato 29	7.00	86.0	1.333	65.67	72.93	73.71	66.5	53.91
Strato 30	7.60	93.667	2.733	67.27	74.49	75.24	68.11	54.64
Strato 31	7.80	108.0	2.267	70.52	78.19	78.78	71.39	57.07
Strato 32	8.40	115.667	3.044	71.67	79.18	79.78	72.55	57.43
Strato 33	8.80	104.0	1.8	67.73	73.56	74.59	68.58	52.53
Strato 34	9.80	95.0	2.293	64.01	68.08	69.53	64.83	47.56

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Durguno uglu-Mit chell 1973	Caquot	Koppeja n	De Beer	Schmert mann	Roberts on & Campan ella 1983	Herminie r	Meyerho f 1951
Strato 2	0.40	25.0	0.467	43.07	40.34	37.87	35.2	41.86	45	41.72	28.22
Strato 3	0.60	17.0	0.6	38.79	35.74	33.05	30.8	37.85	43.85	32.31	24.63
Strato 4	0.80	27.0	0.6	39.4	36.27	33.6	31.3	38.88	44.35	33.54	29.12
Strato 5	1.00	27.0	0.533	38.79	35.59	32.89	30.65	38.37	43.71	32.2	29.12
Strato 6	1.20	23.0	0.733	37.48	34.2	31.43	29.32	37.09	42.33	29.75	27.33
Strato 7	1.80	18.667	0.555	35.51	32.1	29.23	27.31	35.22	40.13	26.89	25.38

Strato 8	2.00	17.0	0.667	34.29	30.79	27.85	26.04	34.09	38.67	25.55	24.63
Strato 10	2.40	39.0	1.133	37.63	34.2	31.43	29.31	37.81	42.33	29.86	34.51
Strato 11	2.60	37.0	1.267	37.05	33.57	30.77	28.71	37.26	41.68	28.91	33.61
Strato 13	3.00	19.0	0.733	33.28	29.64	26.64	24.94	33.37	37.35	24.67	25.53
Strato 15	4.00	69.0	1.167	38.69	35.18	32.45	30.25	39.32	43.3	31.61	45
Strato 16	4.20	62.0	1.467	37.69	34.1	31.33	29.22	38.36	42.23	29.8	44.84
Strato 17	4.60	69.0	1.4	37.92	34.32	31.56	29.43	38.67	42.45	30.16	45
Strato 18	4.80	61.0	1.333	37.06	33.41	30.6	28.56	37.82	41.52	28.79	44.39
Strato 19	5.00	74.0	1.467	37.81	34.18	31.41	29.29	38.66	42.3	29.95	45
Strato 20	5.20	43.0	1.867	35.04	31.3	28.39	26.54	35.74	39.25	26.25	36.31
Strato 21	5.40	47.0	1.333	35.29	31.56	28.65	26.78	36.06	39.53	26.51	38.1
Strato 22	5.60	69.0	1.067	36.99	33.29	30.48	28.45	37.9	41.4	28.65	45
Strato 23	5.80	73.0	1.933	37.1	33.4	30.59	28.55	38.06	41.51	28.81	45
Strato 24	6.00	55.0	0.6	35.59	31.84	28.95	27.05	36.48	39.84	26.83	41.7
Strato 25	6.20	89.0	2.533	37.76	34.06	31.29	29.19	38.83	42.19	29.81	45
Strato 26	6.40	98.0	1.667	38.08	34.38	31.62	29.49	39.2	42.51	30.32	45
Strato 27	6.60	83.0	1.533	37.16	33.42	30.61	28.57	38.25	41.53	28.86	45
Strato 28	6.80	90.0	2.267	37.42	33.68	30.88	28.82	38.55	41.8	29.23	45
Strato 29	7.00	86.0	1.333	37.07	33.31	30.5	28.47	38.21	41.42	28.71	45
Strato 30	7.60	93.667	2.733	37.22	33.45	30.64	28.6	38.43	41.56	28.91	45
Strato 31	7.80	108.0	2.267	37.65	33.88	31.09	29.01	38.95	42	29.55	45
Strato 32	8.40	115.667	3.044	37.72	33.94	31.15	29.06	39.09	42.06	29.65	45
Strato 33	8.80	104.0	1.8	36.92	33.09	30.26	28.25	38.3	41.18	28.43	45
Strato 34	9.80	95.0	2.293	36.13	32.24	29.37	27.44	37.53	40.28	27.36	45

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	0.40	25.0	0.467	62.50	50.00	102.91
Strato 3	0.60	17.0	0.6	42.50	34.00	128.45
Strato 4	0.80	27.0	0.6	67.50	54.00	180.22
Strato 5	1.00	27.0	0.533	67.50	54.00	192.11
Strato 6	1.20	23.0	0.733	57.50	46.00	188.77
Strato 7	1.80	18.667	0.555	46.67	37.33	183.18
Strato 8	2.00	17.0	0.667	42.50	34.00	183.24
Strato 10	2.40	39.0	1.133	97.50	78.00	296.17
Strato 11	2.60	37.0	1.267	92.50	74.00	298.38
Strato 13	3.00	19.0	0.733	47.50	38.00	216.54
Strato 15	4.00	69.0	1.167	172.50	138.00	434.23
Strato 16	4.20	62.0	1.467	155.00	124.00	441.22
Strato 17	4.60	69.0	1.4	172.50	138.00	472.65
Strato 18	4.80	61.0	1.333	152.50	122.00	462.50
Strato 19	5.00	74.0	1.467	185.00	148.00	507.70
Strato 20	5.20	43.0	1.867	107.50	86.00	402.60

Strato 21	5.40	47.0	1.333	117.50	94.00	427.47
Strato 22	5.60	69.0	1.067	172.50	138.00	518.69
Strato 23	5.80	73.0	1.933	182.50	146.00	538.77
Strato 24	6.00	55.0	0.6	137.50	110.00	480.17
Strato 25	6.20	89.0	2.533	222.50	178.00	598.01
Strato 26	6.40	98.0	1.667	245.00	196.00	627.32
Strato 27	6.60	83.0	1.533	207.50	166.00	599.13
Strato 28	6.80	90.0	2.267	225.00	180.00	626.11
Strato 29	7.00	86.0	1.333	215.00	172.00	623.36
Strato 30	7.60	93.667	2.733	234.17	187.33	661.40
Strato 31	7.80	108.0	2.267	270.00	216.00	714.66
Strato 32	8.40	115.667	3.044	289.17	231.33	751.65
Strato 33	8.80	104.0	1.8	260.00	208.00	745.97
Strato 34	9.80	95.0	2.293	237.50	190.00	743.89

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Robertson & Campanella da Schmertma nn	Lunne-Chris toffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-M ayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	0.40	25.0	0.467	79.60	98.07	197.56	50.00	125.00
Strato 3	0.60	17.0	0.6	57.17	66.69	131.25	34.00	85.00
Strato 4	0.80	27.0	0.6	63.72	105.91	213.43	54.00	135.00
Strato 5	1.00	27.0	0.533	61.04	105.91	212.00	54.00	135.00
Strato 6	1.20	23.0	0.733	53.96	90.22	177.82	46.00	115.00
Strato 7	1.80	18.667	0.555	43.73	73.22	140.20	37.33	93.33
Strato 8	2.00	17.0	0.667	37.77	66.69	124.96	34.00	85.00
Strato 10	2.40	39.0	1.133	59.84	152.98	305.20	78.00	117.00
Strato 11	2.60	37.0	1.267	56.94	145.14	288.15	74.00	111.00
Strato 13	3.00	19.0	0.733	34.95	74.53	138.60	38.00	95.00
Strato 15	4.00	69.0	1.167	70.82	270.66	549.41	117.30	103.50
Strato 16	4.20	62.0	1.467	65.75	243.20	490.56	105.40	93.00
Strato 17	4.60	69.0	1.4	68.06	270.66	547.68	117.30	103.50
Strato 18	4.80	61.0	1.333	63.36	239.28	481.07	103.70	91.50
Strato 19	5.00	74.0	1.467	68.74	290.28	587.92	125.80	111.00
Strato 20	5.20	43.0	1.867	51.57	168.67	331.78	86.00	129.00
Strato 21	5.40	47.0	1.333	53.71	184.37	364.39	94.00	70.50
Strato 22	5.60	69.0	1.067	64.99	270.66	545.50	117.30	103.50
Strato 23	5.80	73.0	1.933	66.26	286.35	578.12	124.10	109.50
Strato 24	6.00	55.0	0.6	57.08	215.75	429.24	93.50	82.50
Strato 25	6.20	89.0	2.533	71.58	349.12	709.36	151.30	133.50
Strato 26	6.40	98.0	1.667	74.21	384.42	783.24	166.60	147.00
Strato 27	6.60	83.0	1.533	68.60	325.58	659.12	141.10	124.50
Strato 28	6.80	90.0	2.267	70.78	353.04	716.50	153.00	135.00
Strato 29	7.00	86.0	1.333	68.98	337.35	683.13	146.20	129.00
Strato 30	7.60	93.667	2.733	70.97	367.42	745.65	159.23	140.50
Strato 31	7.80	108.0	2.267	74.86	231.82	863.17	162.00	162.00
Strato 32	8.40	115.667	3.044	76.45	246.86	925.70	173.50	173.50
Strato 33	8.80	104.0	1.8	72.35	223.98	828.53	156.00	156.00
Strato 34	9.80	95.0	2.293	68.68	372.65	753.02	161.50	142.50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Imai & Tomauchi	200.12
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Imai & Tomauchi	209.76
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Imai & Tomauchi	209.76
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Imai & Tomauchi	190.18
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Imai & Tomauchi	167.41
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Imai & Tomauchi	158.11
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Imai & Tomauchi	262.60
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Imai & Tomauchi	254.29
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Imai & Tomauchi	169.23
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Imai & Tomauchi	372.13
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Imai & Tomauchi	348.59

Strato 17	4.60	69.0	1.4	Imai & Tomauchi	372.13
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Imai & Tomauchi	345.14
Strato 19	5.00	74.0	1.467	Imai & Tomauchi	388.38
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Imai & Tomauchi	278.75
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Imai & Tomauchi	294.31
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Imai & Tomauchi	372.13
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Imai & Tomauchi	385.17
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Imai & Tomauchi	323.98
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Imai & Tomauchi	434.75
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Imai & Tomauchi	461.10
Strato 27	6.60	83.0	1.533	Imai & Tomauchi	416.60
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Imai & Tomauchi	437.72
Strato 29	7.00	86.0	1.333	Imai & Tomauchi	425.73
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Imai & Tomauchi	448.54
Strato 31	7.80	108.0	2.267	Imai & Tomauchi	489.31
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Imai & Tomauchi	510.25
Strato 33	8.80	104.0	1.8	Imai & Tomauchi	478.15
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Imai & Tomauchi	452.43

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Stress-Histor y	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	0.40	25.0	0.467	>9	>9	<0.5	>9
Strato 3	0.60	17.0	0.6	4.34	>9	0.9	>9
Strato 4	0.80	27.0	0.6	4.83	>9	0.82	>9
Strato 5	1.00	27.0	0.533	4.21	>9	0.9	>9
Strato 6	1.20	23.0	0.733	3.18	>9	1.09	>9
Strato 7	1.80	18.667	0.555	2.09	>9	1.47	>9
Strato 8	2.00	17.0	0.667	1.6	>9	1.88	>9
Strato 10	2.40	39.0	1.133	3.18	>9	1.08	>9
Strato 11	2.60	37.0	1.267	2.8	>9	1.18	>9
Strato 13	3.00	19.0	0.733	1.27	>9	3.54	>9
Strato 15	4.00	69.0	1.167	3.88	>9	0.94	>9
Strato 16	4.20	62.0	1.467	3.12	>9	1.09	>9
Strato 17	4.60	69.0	1.4	3.26	>9	1.05	>9
Strato 18	4.80	61.0	1.333	2.72	>9	1.19	>9
Strato 19	5.00	74.0	1.467	3.17	>9	1.07	>9
Strato 20	5.20	43.0	1.867	1.78	>9	1.62	>9
Strato 21	5.40	47.0	1.333	1.87	>9	1.55	>9
Strato 22	5.60	69.0	1.067	2.65	>9	1.2	>9
Strato 23	5.80	73.0	1.933	2.71	>9	1.19	>9
Strato 24	6.00	55.0	0.6	1.98	>9	1.48	>9
Strato 25	6.20	89.0	2.533	3.1	>9	1.08	>9
Strato 26	6.40	98.0	1.667	3.3	>9	1.04	>9
Strato 27	6.60	83.0	1.533	2.72	>9	1.18	>9
Strato 28	6.80	90.0	2.267	2.87	>9	1.14	>9
Strato 29	7.00	86.0	1.333	2.66	>9	1.2	>9
Strato 30	7.60	93.667	2.733	2.74	>9	1.17	>9
Strato 31	7.80	108.0	2.267	2.98	>9	1.11	>9
Strato 32	8.40	115.667	3.044	3.02	>9	1.1	>9
Strato 33	8.80	104.0	1.8	2.55	>9	1.23	>9
Strato 34	9.80	95.0	2.293	2.14	>9	1.38	>9

Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Ko
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.91
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.97
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.89
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Kulhawy & Mayne (1990)	0.74
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Kulhawy & Mayne (1990)	0.57

Strato 8	2.00	17.0	0.667	Kulhawy & Mayne (1990)	0.48
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Kulhawy & Mayne (1990)	0.74
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Kulhawy & Mayne (1990)	0.68
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Kulhawy & Mayne (1990)	0.41
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Kulhawy & Mayne (1990)	0.84
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Kulhawy & Mayne (1990)	0.73
Strato 17	4.60	69.0	1.4	Kulhawy & Mayne (1990)	0.75
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Kulhawy & Mayne (1990)	0.67
Strato 19	5.00	74.0	1.467	Kulhawy & Mayne (1990)	0.74
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Kulhawy & Mayne (1990)	0.51
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Kulhawy & Mayne (1990)	0.53
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Kulhawy & Mayne (1990)	0.66
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Kulhawy & Mayne (1990)	0.67
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Kulhawy & Mayne (1990)	0.55
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.73
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Kulhawy & Mayne (1990)	0.76
Strato 27	6.60	83.0	1.533	Kulhawy & Mayne (1990)	0.67
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Kulhawy & Mayne (1990)	0.69
Strato 29	7.00	86.0	1.333	Kulhawy & Mayne (1990)	0.66
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Kulhawy & Mayne (1990)	0.67
Strato 31	7.80	108.0	2.267	Kulhawy & Mayne (1990)	0.71
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Kulhawy & Mayne (1990)	0.72
Strato 33	8.80	104.0	1.8	Kulhawy & Mayne (1990)	0.64
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Kulhawy & Mayne (1990)	0.57

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	C	Crm
Strato 2	0.40	25.0	0.467	0.1202	0.01563
Strato 3	0.60	17.0	0.6	0.14524	0.01888
Strato 4	0.80	27.0	0.6	0.11626	0.01511
Strato 5	1.00	27.0	0.533	0.11626	0.01511
Strato 6	1.20	23.0	0.733	0.12483	0.01623
Strato 7	1.80	18.667	0.555	0.13825	0.01797
Strato 8	2.00	17.0	0.667	0.14524	0.01888
Strato 10	2.40	39.0	1.133	0.11262	0.01464
Strato 11	2.60	37.0	1.267	0.1143	0.01486
Strato 13	3.00	19.0	0.733	0.137	0.01781
Strato 15	4.00	69.0	1.167	0.09898	0.01287
Strato 16	4.20	62.0	1.467	0.10093	0.01312
Strato 17	4.60	69.0	1.4	0.09898	0.01287
Strato 18	4.80	61.0	1.333	0.10125	0.01316
Strato 19	5.00	74.0	1.467	0.09786	0.01272
Strato 20	5.20	43.0	1.867	0.10971	0.01426

Strato 21	5.40	47.0	1.333	0.10726	0.01394
Strato 22	5.60	69.0	1.067	0.09898	0.01287
Strato 23	5.80	73.0	1.933	0.09807	0.01275
Strato 24	6.00	55.0	0.6	0.10344	0.01345
Strato 25	6.20	89.0	2.533	0.0955	0.01241
Strato 26	6.40	98.0	1.667	0.09464	0.0123
Strato 27	6.60	83.0	1.533	0.09629	0.01252
Strato 28	6.80	90.0	2.267	0.09538	0.0124
Strato 29	7.00	86.0	1.333	0.09587	0.01246
Strato 30	7.60	93.667	2.733	0.095	0.01235
Strato 31	7.80	108.0	2.267	0.09407	0.01223
Strato 32	8.40	115.667	3.044	0.09388	0.0122
Strato 33	8.80	104.0	1.8	0.09425	0.01225
Strato 34	9.80	95.0	2.293	0.09488	0.01233

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Meyerhof	1.80
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Meyerhof	1.80
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Meyerhof	1.80
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Meyerhof	1.80
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Meyerhof	1.80
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Meyerhof	1.80
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Meyerhof	1.80
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Meyerhof	1.80
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Meyerhof	1.80
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Meyerhof	1.80
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Meyerhof	1.80
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Meyerhof	1.80
Strato 17	4.60	69.0	1.4	Meyerhof	1.80
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Meyerhof	1.80
Strato 19	5.00	74.0	1.467	Meyerhof	1.80
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Meyerhof	1.80
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Meyerhof	1.80
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Meyerhof	1.90
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Meyerhof	1.80
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Meyerhof	1.90
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Meyerhof	1.80
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Meyerhof	1.80
Strato 27	6.60	83.0	1.533	Meyerhof	1.80
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Meyerhof	1.80
Strato 29	7.00	86.0	1.333	Meyerhof	1.90
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Meyerhof	1.80
Strato 31	7.80	108.0	2.267	Meyerhof	1.80
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Meyerhof	1.80
Strato 33	8.80	104.0	1.8	Meyerhof	1.80
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Meyerhof	1.80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Meyerhof	2.10
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Meyerhof	2.10
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Meyerhof	2.10
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Meyerhof	2.10
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Meyerhof	2.10
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Meyerhof	2.10
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Meyerhof	2.10
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Meyerhof	2.10
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Meyerhof	2.10
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Meyerhof	2.10
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Meyerhof	2.10
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Meyerhof	2.10
Strato 17	4.60	69.0	1.4	Meyerhof	2.10
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Meyerhof	2.10

Strato 19	5.00	74.0	1.467	Meyerhof	2.10
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Meyerhof	2.10
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Meyerhof	2.10
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Meyerhof	2.20
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Meyerhof	2.10
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Meyerhof	2.20
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Meyerhof	2.10
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Meyerhof	2.10
Strato 27	6.60	83.0	1.533	Meyerhof	2.10
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Meyerhof	2.10
Strato 29	7.00	86.0	1.333	Meyerhof	2.20
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Meyerhof	2.10
Strato 31	7.80	108.0	2.267	Meyerhof	2.10
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Meyerhof	2.10
Strato 33	8.80	104.0	1.8	Meyerhof	2.10
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Meyerhof	2.10

Liquefazione - **Accelerazione sismica massima (g)=0.05**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Robertson & Wride 1997	13.533
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Robertson & Wride 1997	20.867
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Robertson & Wride 1997	17.879
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Robertson & Wride 1997	13.794
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Robertson & Wride 1997	20.426
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Robertson & Wride 1997	14.13
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Robertson & Wride 1997	13.548
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Robertson & Wride 1997	24.917
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Robertson & Wride 1997	29.88
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Robertson & Wride 1997	9.057
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Robertson & Wride 1997	21.921
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Robertson & Wride 1997	28.968
Strato 17	4.60	69.0	1.4	Robertson & Wride 1997	26.899
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Robertson & Wride 1997	25.143
Strato 19	5.00	74.0	1.467	Robertson & Wride 1997	28.622
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Robertson & Wride 1997	48.296
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Robertson & Wride 1997	27.08
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Robertson & Wride 1997	19.168
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Robertson & Wride 1997	41.794
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Robertson & Wride 1997	9.916
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Robertson & Wride 1997	61.943
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Robertson & Wride 1997	37.37
Strato 27	6.60	83.0	1.533	Robertson & Wride 1997	30.996
Strato 28	6.80	90.0	2.267	Robertson &	52.682

Strato 29	7.00	86.0	1.333	Wride 1997 Robertson & Wride 1997	27.032
Strato 30	7.60	93.667	2.733	Robertson & Wride 1997	69.828
Strato 31	7.80	108.0	2.267	Robertson & Wride 1997	56.454
Strato 32	8.40	115.667	3.044	Robertson & Wride 1997	85.604
Strato 33	8.80	104.0	1.8	Robertson & Wride 1997	42.943
Strato 34	9.80	95.0	2.293	Robertson & Wride 1997	56.244

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	0.40	25.0	0.467	Piacentini-Righi 1988	7.62368E-04
Strato 3	0.60	17.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	8.949723E-07
Strato 4	0.80	27.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	1.830891E-04
Strato 5	1.00	27.0	0.533	Piacentini-Righi 1988	4.966889E-04
Strato 6	1.20	23.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	3.379654E-06
Strato 7	1.80	18.667	0.555	Piacentini-Righi 1988	9.097736E-06
Strato 8	2.00	17.0	0.667	Piacentini-Righi 1988	1.587674E-07
Strato 9	2.20	11.0	0.8	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 10	2.40	39.0	1.133	Piacentini-Righi 1988	8.826017E-06
Strato 11	2.60	37.0	1.267	Piacentini-Righi 1988	8.128035E-07
Strato 12	2.80	23.0	1.067	Piacentini-Righi 1988	3.581552E-09
Strato 13	3.00	19.0	0.733	Piacentini-Righi 1988	1.957164E-07
Strato 14	3.20	23.0	2.467	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 15	4.00	69.0	1.167	Piacentini-Righi 1988	1.380022E-03
Strato 16	4.20	62.0	1.467	Piacentini-Righi 1988	7.829788E-05
Strato 17	4.60	69.0	1.4	Piacentini-Righi 1988	3.317565E-04
Strato 18	4.80	61.0	1.333	Piacentini-Righi 1988	1.753023E-04
Strato 19	5.00	74.0	1.467	Piacentini-Righi 1988	3.972879E-04
Strato 20	5.20	43.0	1.867	Piacentini-Righi 1988	4.597362E-09
Strato 21	5.40	47.0	1.333	Piacentini-Righi 1988	1.074972E-05
Strato 22	5.60	69.0	1.067	Piacentini-Righi 1988	2.498689E-03
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Piacentini-Righi 1988	1.896762E-05
Strato 24	6.00	55.0	0.6	Piacentini-Righi 1988	0.001
Strato 25	6.20	89.0	2.533	Piacentini-Righi 1988	5.625611E-06
Strato 26	6.40	98.0	1.667	Piacentini-Righi	1.237834E-03

Strato 27	6.60	83.0	1.533	1988 Piacentini-Righi	6.898484E-04
Strato 28	6.80	90.0	2.267	1988 Piacentini-Righi	3.010097E-05
Strato 29	7.00	86.0	1.333	1988 Piacentini-Righi	2.391696E-03
Strato 30	7.60	93.667	2.733	1988 Piacentini-Righi	3.546115E-06
Strato 31	7.80	108.0	2.267	1988 Piacentini-Righi	2.018273E-04
Strato 32	8.40	115.667	3.044	1988 Piacentini-Righi	1.289731E-05
Strato 33	8.80	104.0	1.8	1988 Piacentini-Righi	1.073327E-03
Strato 34	9.80	95.0	2.293	1988 Piacentini-Righi	4.845675E-05

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm ² /s)
Strato 1	0.20	5.0	0.333	1988 Piacentini-Righi	1.5E-07
Strato 2	0.40	25.0	0.467	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 3	0.60	17.0	0.6	1988 Piacentini-Righi	4.564359E-02
Strato 4	0.80	27.0	0.6	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 5	1.00	27.0	0.533	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 6	1.20	23.0	0.733	1988 Piacentini-Righi	0.2331962
Strato 7	1.80	18.667	0.555	1988 Piacentini-Righi	0.5094823
Strato 8	2.00	17.0	0.667	1988 Piacentini-Righi	8.097136E-03
Strato 9	2.20	11.0	0.8	1988 Piacentini-Righi	3.3E-07
Strato 10	2.40	39.0	1.133	1988 Piacentini-Righi	1.032644
Strato 11	2.60	37.0	1.267	1988 Piacentini-Righi	9.022119E-02
Strato 12	2.80	23.0	1.067	1988 Piacentini-Righi	2.471271E-04
Strato 13	3.00	19.0	0.733	1988 Piacentini-Righi	1.115583E-02
Strato 14	3.20	23.0	2.467	1988 Piacentini-Righi	6.9E-07
Strato 15	4.00	69.0	1.167	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 16	4.20	62.0	1.467	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 17	4.60	69.0	1.4	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 18	4.80	61.0	1.333	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 19	5.00	74.0	1.467	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 20	5.20	43.0	1.867	1988 Piacentini-Righi	5.930597E-04
Strato 21	5.40	47.0	1.333	1988 Piacentini-Righi	1.51571
Strato 22	5.60	69.0	1.067	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 23	5.80	73.0	1.933	Piacentini-Righi	4.153908

Strato 24	6.00	55.0	0.6	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 25	6.20	89.0	2.533	1988 Piacentini-Righi	1.502038
Strato 26	6.40	98.0	1.667	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 27	6.60	83.0	1.533	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 28	6.80	90.0	2.267	1988 Piacentini-Righi	8.127261
Strato 29	7.00	86.0	1.333	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 30	7.60	93.667	2.733	1988 Piacentini-Righi	0.996462
Strato 31	7.80	108.0	2.267	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 32	8.40	115.667	3.044	1988 Piacentini-Righi	4.475381
Strato 33	8.80	104.0	1.8	1988 Piacentini-Righi	0
Strato 34	9.80	95.0	2.293	1988 Piacentini-Righi	0

Indice

1.PROVA ...CPT01	8
1.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	9
1.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	10
1.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	10
1.4.Modulo di deformazione a taglio	11
1.5.Grado di sovraconsolidazione	11
1.6.Peso unità di volume	12
1.7.Peso unità di volume saturo	12
1.8.Densità relativa (%)	13
1.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	13
1.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	14
1.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	14
1.12.Modulo di deformazione a taglio	15
1.13.Grado di sovraconsolidazione	15
1.14.Modulo di reazione Ko	15
1.15.Fattori di compressibilità C Crm	16
1.16.Peso unità di volume	16
1.17.Peso unità di volume saturo	17
1.18.Liquefazione -	17
1.19.Permeabilità	18
1.20.Coefficiente di consolidazione	19
2.PROVA ...CPT02	20
2.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	22
2.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	22
2.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	23
2.4.Modulo di deformazione a taglio	23
2.5.Grado di sovraconsolidazione	24
2.6.Peso unità di volume	24
2.7.Peso unità di volume saturo	24
2.8.Densità relativa (%)	25
2.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	25
2.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	26
2.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	26
2.12.Modulo di deformazione a taglio	27
2.13.Grado di sovraconsolidazione	27
2.14.Modulo di reazione Ko	27
2.15.Fattori di compressibilità C Crm	28
2.16.Peso unità di volume	29
2.17.Peso unità di volume saturo	29
2.18.Liquefazione -	29
2.19.Permeabilità	30
2.20.Coefficiente di consolidazione	31
3.PROVA ...CPT03	32
3.1.Coesione non drenata (Kg/cm ²)	34
3.2.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	34
3.3.Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm ²)	35
3.4.Modulo di deformazione a taglio	35
3.5.Grado di sovraconsolidazione	36
3.6.Peso unità di volume	36
3.7.Peso unità di volume saturo	36
3.8.Densità relativa (%)	37
3.9.Angolo di resistenza al taglio (°)	37
3.10.Modulo di Young (Kg/cm ²)	38
3.11.Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	39
3.12.Modulo di deformazione a taglio	39
3.13.Grado di sovraconsolidazione	40
3.14.Modulo di reazione Ko	40
3.15.Fattori di compressibilità C Crm	41
3.16.Peso unità di volume	42
3.17.Peso unità di volume saturo	42
3.18.Liquefazione -	43
3.19.Permeabilità	44
3.20.Coefficiente di consolidazione	45
Indice	47