PROVINCIA DI MANTOVA

COMMITTENTE: Provincia di Mantova
Area Lavori Pubblici e Trasporti - Servizio gestione e manutenzione strade provinciali
Via Principe Amedeo, n.30-32

MESSA IN SICUREZZA DEL PONTE SULLA S.P. N. 41 KM. 7+300 IN COMUNE DI QUISTELLO - LOC. S. LUCIA

- PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO -

CIG – Z292966260

AZ SRL
SOCIETÀ DI INGEGNERIA

AZ S.r.l. Consulting & Commercial Engineering
Sede legale: Galleria delle Porte Contarine 4, 35137 Padova
Sede Operativa: via Zucchini 61, 44122 Ferrara
C.F. e Partita IVA 03243310285
Tel/Fax 0532 769188
info@azec.it – www.azec.it

AZ SRL
DIRETTORE TECNICO
ING. Giuseppe Caruso

Gruppo di Lavoro:
Progettista: Ing. Michele Borghi
Ing. Dario Fortini

Direttore Tecnico:
Ing. Giuseppe Caruso

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA
N. 1783 Albo
dott. ing.
Michele BORGHI

Codice Commessa AZ: 15/2019

R2.02 RELAZIONE GEOLOGICA

Scala	
-	-

02	Giugno 2020	SECONDA REVISIONE - TOTALE	DF	LB	GC
01	Maggio 2020	PRIMA REVISIONE	DF	LB	GC
00	Febbraio 2020	PRIMA EMISSIONE	DF	LB	GC
REV.	**DATA**	**DESCRIZIONE**	**REDATTO**	**VERIFICATO**	**APPROVATO**

WBS	TE	SETTORE	FASE	N° ELABORATO	NOME FILE
01	R	ST	D-E	R2.02	R2.02 Relazione Geologica.pdf

Il presente elaborato, di esclusiva proprietà di AZ S.r.l., non può venire riprodotto né reso noto a terzi senza autorizzazione. Ogni trasgressione verrà perseguita a termine di legge

PROVINCIA DI MANTOVA

AREA LAVORI PUBBLICI E TRASPORTI
SERVIZIO GESTIONE E MANUTENZIONE STRADE PROVINCIALI

INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PONTICELLO SU CANALE DI BONIFICA SABBIONCELLO (PONTE MARCHESA) SU STRADA PROVINCIALE N. 41, PRESSO LOCALITÀ SANTA LUCIA (COMUNE DI QUISTELLO)

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA E GEOTECNICA

Tecnico incaricato:
Dott. Geol. Alberto Baracca

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA **3**

1. PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI **3**

2. COMPONENTE GEOLOGICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO **5**

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE **7**

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E LITOLOGICHE **8**

5. MODELLO IDROGEOLOGICO **10**

6. INDAGINI ESEGUITE **13**

7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO **15**

RELAZIONE SISMICA **17**

8. SISMICITÀ DEL TERRITORIO **17**

9. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO **19**

10. PARAMETRI SISMICI **20**

11. APPROFONDIMENTO RELATIVO AGLI ASPETTI SISMICI **22**

11.1 VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA DI SITO 22

11.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE 24

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI **29**

12. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO **29**

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **30**

ALLEGATI

1- ESTRATTO NORME GEOLOGICHE P.G.T.

2- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO CPTU

3- PROVA SISMICA HVSR

4- PROVA SISMICA MASW

RELAZIONE GEOLOGICA

1. PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Su incarico della Provincia di Mantova – Area Lavori Pubblici e Trasporti, Servizio gestione e manutenzione strade provinciali (Determinazione n. 883 del 15/11/2019), è stata effettuata la verifica degli aspetti e delle problematiche di natura geologica, sismica e geotecnica per l'intervento di messa in sicurezza del ponticello sul canale di Bonifica Sabbioncello (Ponte Marchesa) su Strada Provinciale n. 41, presso località Santa Lucia, Comune di Quistello (Fig. 1).
La documentazione è stata redatta secondo quanto indicato dalla nuova normativa regionale in materia di costruzioni in zona sismica entrata in vigore il 10/04/2016; riferimenti normativi:

- DGR 2129/2014 - Classificazione sismica regionale
- LR 33/2015 - Disposizioni in materia di costruzioni in zona sismica
- DGR 5001/2016 - Linee di indirizzo per le funzioni trasferite ai Comuni
- LR 12/2005 – Legge per il Governo del Territorio
- DGR 2616 del 26/11/2011 - Criteri per la componente geologica dei PGT
- Norme Tecniche per le Costruzioni - DM 17/01/18.

Documentazione consultata:

- *Assetto Geologico, Idrogeologico e Sismico – Piano di Governo del Territorio del Comune di Quistello, Documento di Piano.*
- *Geoportale Regione Lombardia: Basi Ambientali della Pianura, Litologia di superficie, Reticolo idrografico unificato, Direttiva Alluvioni - revisione 2015, dati geologici Oltrepò Mantovano elaborati a seguito degli eventi sismici del 2012.*
- *Piano Regionale di Risanamento delle Acque (Amm. Prov. di Mantova, 1991-1992).*

Al fine di ricostruire la successione litologica del sottosuolo investigato, di parametrizzare i sedimenti costituenti il sottosuolo e di fornirne la classificazione sismica, nonché valutare il livello della falda freatica, sono state effettuate specifiche indagini in sito, dettagliatamente descritte nel capitolo specifico.
La fase di indagine è stata completata con la consultazione di dati presenti nella bibliografia tematica, estesi ad un intorno significativo, con il fine di caratterizzare la geologia dell'area e di individuare eventuali forme di instabilità e pericolosità geologica.

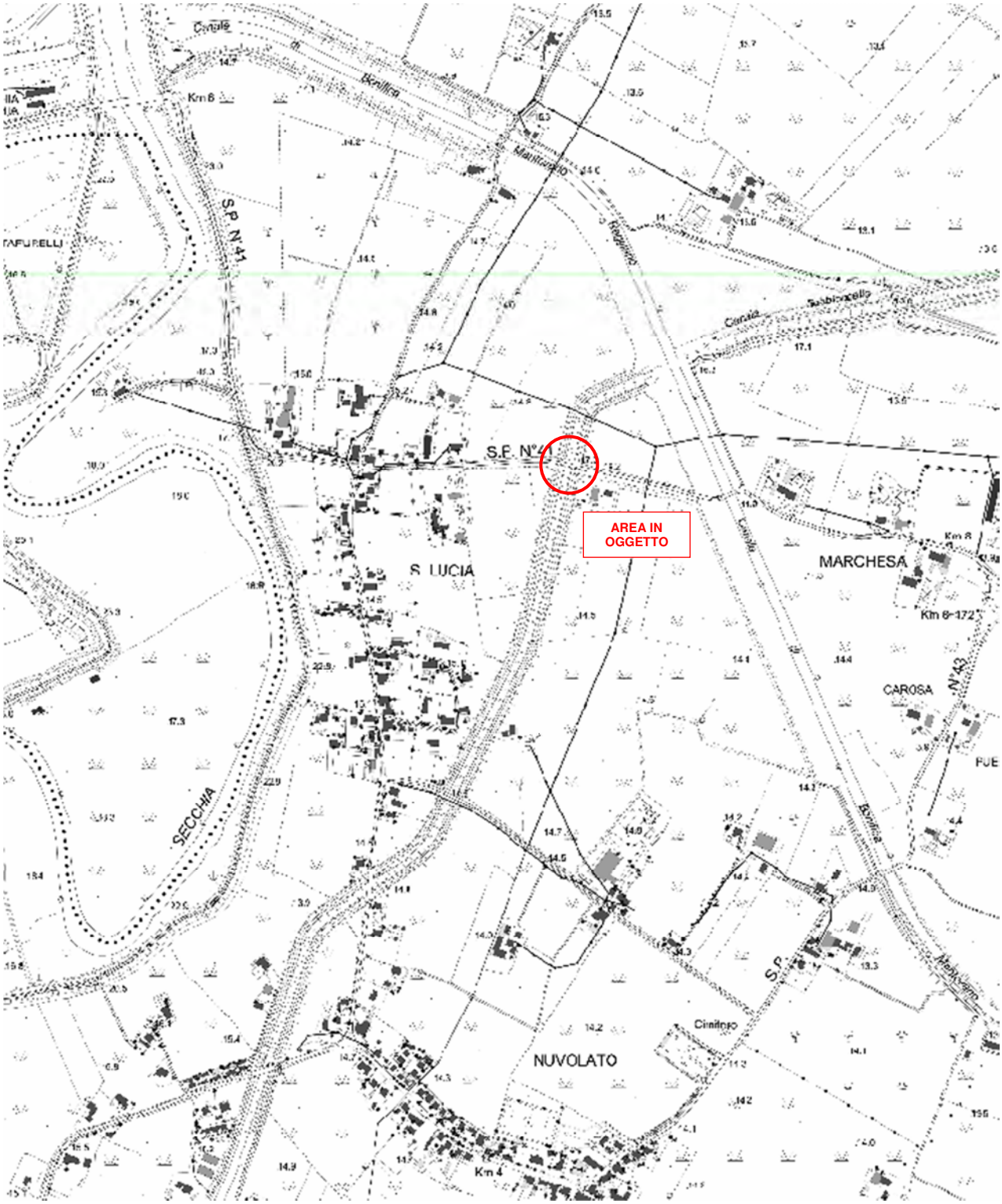


Fig. 1. Corografia, estratto C.T.R. E8e2 – scala 1:10.000.

2. COMPONENTE GEOLOGICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

Il Comune di Quistello è dotato di Studio Geologico, parte integrante del Piano di Governo del Territorio, redatto in attuazione dell'art. 57 c. 1 della L.R. 12/2005; l'analisi della relativa documentazione, comprensiva delle cartografie tematiche, relazione generale e norme geologiche di Piano, ha permesso di inquadrare il sito oggetto di intervento come di seguito descritto.

L'area in oggetto rientra nella Classe 4 di fattibilità geologica, con gravi limitazioni.

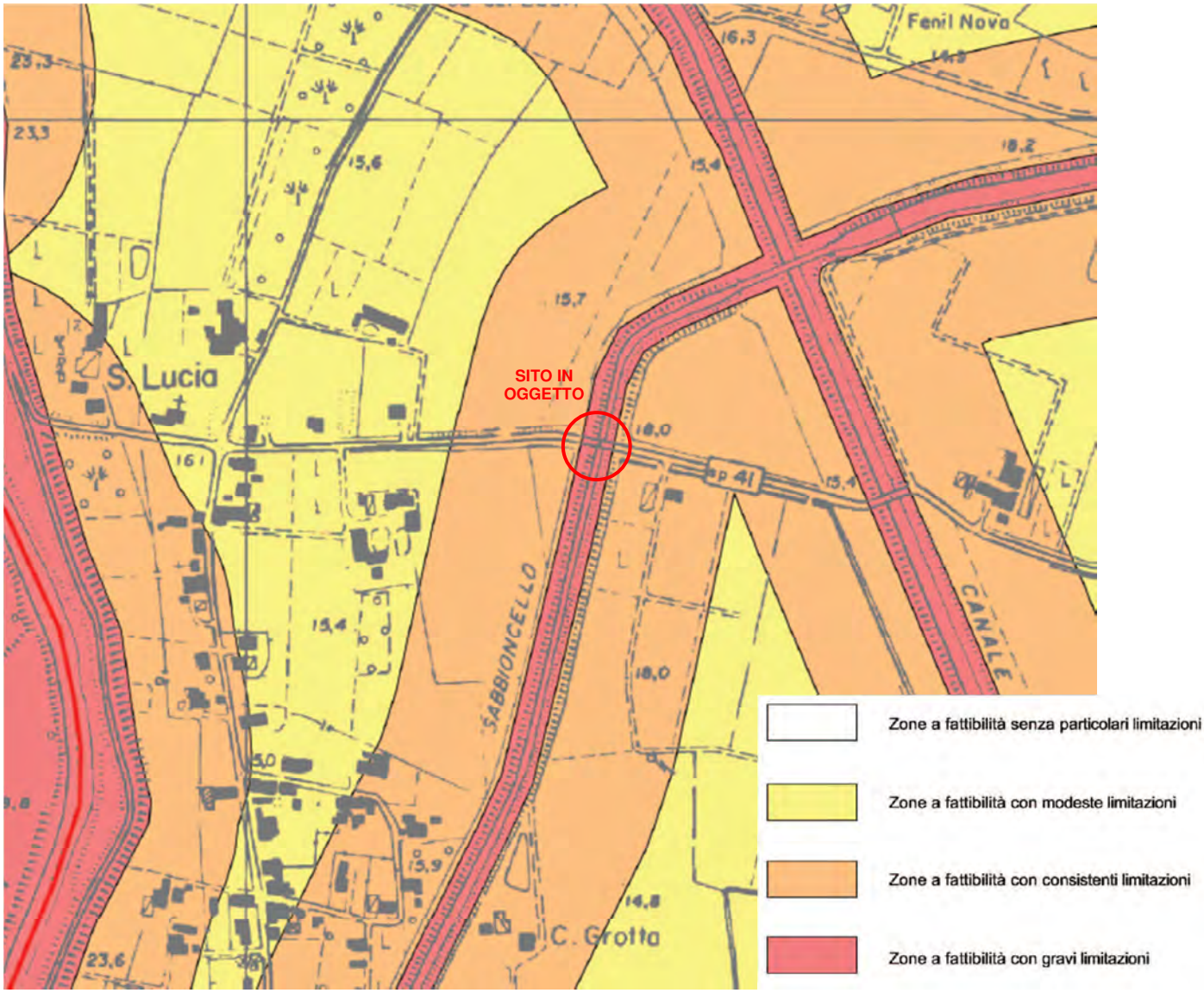


Fig. 2: Carta di Fattibilità geologica – P.G.T. Comune di Quistello.

La carta di sintesi non evidenzia nel sito in oggetto la presenza di particolari elementi geologici, si segnala solo la presenza del Canale Sabbioncello e del relativo vincolo territoriale costituito dalla Fascia di rispetto dai corsi d'acqua ai sensi della lettera c del comma 1 dell'art. 142 D.Lgs. 42/2004; secondo i contenuti dello studio geologico comunale il tipo di limitazioni è riconducibile alla presenza stessa del canale; in base alle norme geologiche di attuazione del P.G.T. sono

ammesse le opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Si riporta in allegato uno stralcio delle norme geologiche di P.G.T.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, l'analisi di primo livello dello studio geologico comunale (Fig. 3) ha evidenziato che il sito in oggetto rientra in una zona caratterizzata da depositi prevalentemente limo-sabbiosi e sabbiosi con copertura fine prevalentemente limosa e argillosa soffice di spessore variabile e con falda superficiale; tali depositi possono essere suscettibili di amplificazione per le caratteristiche litologiche e, nel caso di forti scosse, possono essere soggetti a cedimenti per la presenza delle condizioni predisponenti alla liquefazione.

Nella relazione sismica dello studio geologico comunale si evidenzia che i valori dei fattori di amplificazione valutati per il territorio comunale sono desumibili dal D.M. 14.1.2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (ora sostituito dal D.M. 17/1/2018) i quali, salvo casi non prevedibili, sono sufficienti a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica (si veda la verifica dell'amplificazione litologica di sito). Per quanto riguarda i possibili effetti dovuti alla suscettibilità alla liquefazione si rimanda ai paragrafi successivi e all'approfondimento specifico (verifica a liquefazione).

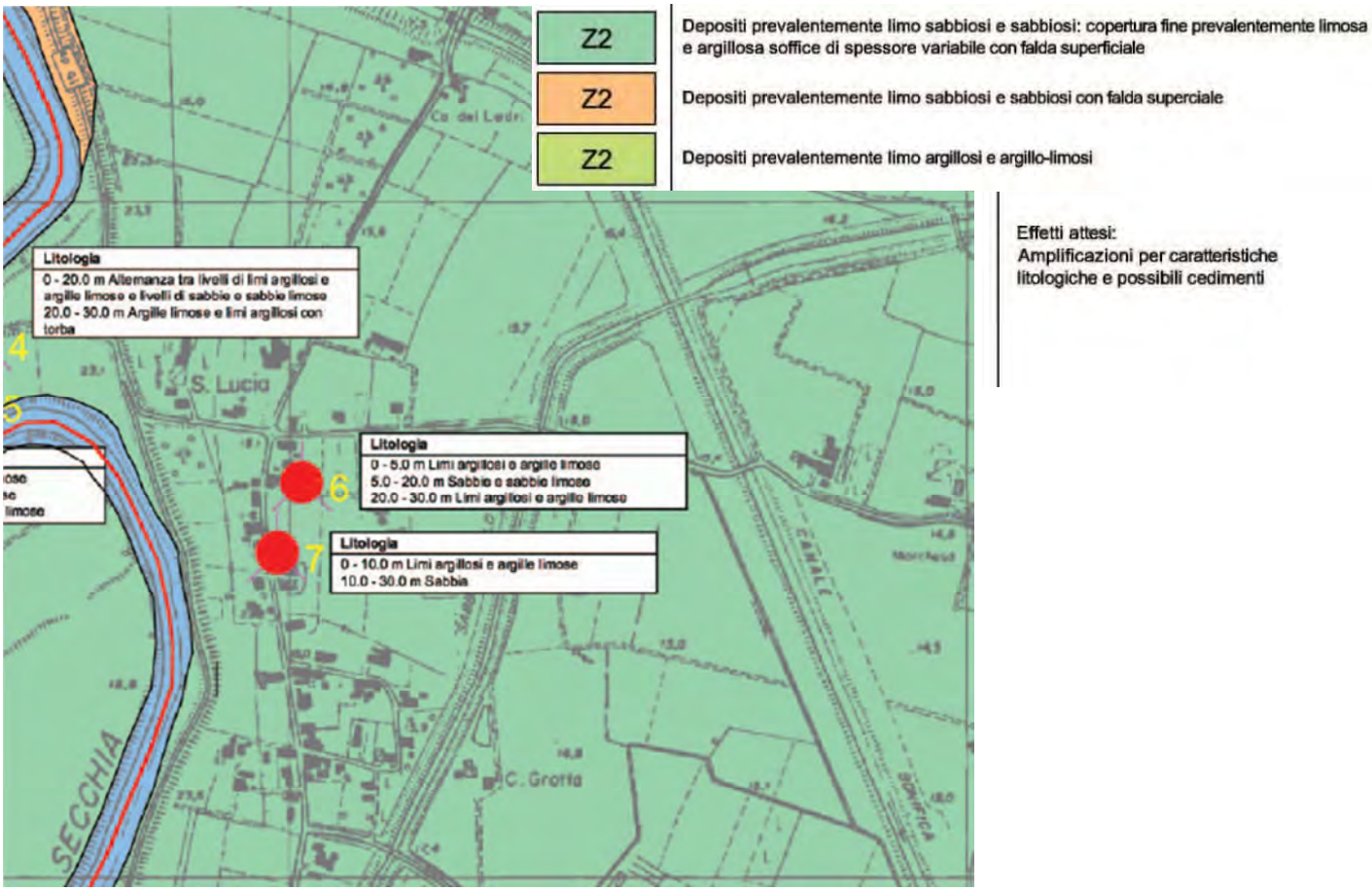


Fig. 3- Carta di Pericolosità Sismica Locale – P.G.T. Comune di Quistello.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'inquadramento geologico, unitamente all'insieme delle caratteristiche geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche nonché sulla base di specifiche indagini, permette la ricostruzione del modello geologico del sito in esame (§ 6.2.1. delle Norme Tecniche per le Costruzioni).

Il territorio di Quistello appartiene al bacino subsidente pliocenico-quaternario della Pianura Padana, che occupa una superficie di oltre 46.000 Kmq ed è costituito da un'ampia depressione a stile compressivo colmata da sedimenti di età Mesozoica, Terziaria e Quaternaria.

Le conoscenze sull'assetto geologico-strutturale del bacino padano derivano da prospezioni geofisiche e perforazioni profonde eseguite da AGIP ed ENEL.

Queste indicano una suddivisione litostratigrafica in due complessi: uno inferiore, caratterizzato da formazioni plioceniche e pleistoceniche, costituito da sedimenti in facies marina, e l'altro superiore, costituito da sedimenti continentali pleistocenici-olocenici, depositati dalle alluvioni del Fiume Po e dei suoi affluenti.

La tettonica profonda ha condizionato la deposizione dei sedimenti alluvionali e li ha interessati fino agli strati più superficiali, con fasi tettoniche che si sono succedute fino ad epoche recentissime, anche se molti movimenti sono imputabili al semplice costipamento differenziale dei sedimenti. L'area in esame si trova nella zona di raccordo tra il bordo nord-occidentale delle "Pieghe ferraresi" e la "Monoclinale padana"; la "Dorsale ferrarese" costituisce una vera e propria collina sepolta interessata da diverse faglie e nei punti di massima culminazione, nei pressi di Mirandola, le alluvioni oloceniche ricoprono direttamente il Miocene e i sedimenti pliocenici e quaternari marini mancano in parte, perchè non depositati od erosi (Fig. 4).

Nella zona in oggetto la coltre alluvionale raggiunge uno spessore di circa 450 m ed è formata prevalentemente da spesse bancate sabbiose con intercalazioni di strati limoso-argillosi anche di notevole potenza.

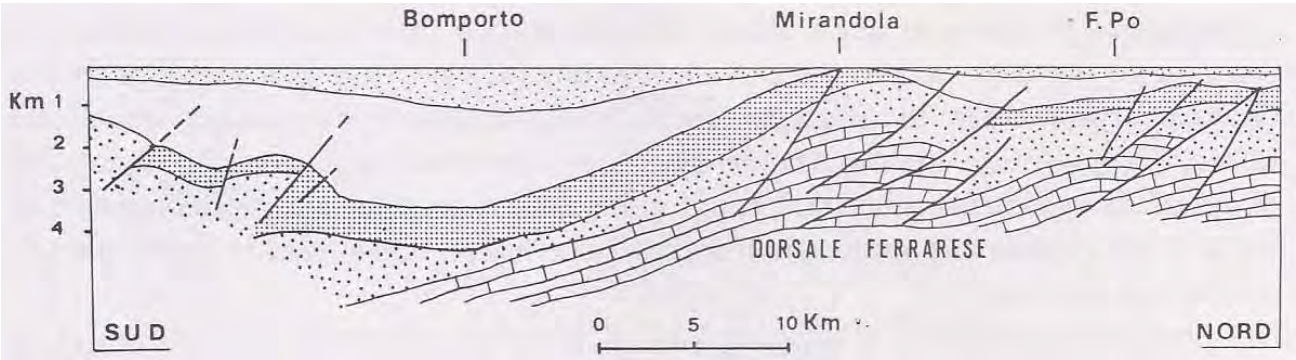


Fig. 4 – Sezione geologica schematica della situazione strutturale profonda (Gasperi e Pellegrini, 1981).

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E LITOLOGICHE

Il territorio oggetto di studio appartiene alla Bassa Pianura Mantovana; è localizzato sulla sponda destra del Fiume Secchia, circa 2 Km a Sud della confluenza di questo con il Fiume Po.

Si tratta di una zona pianeggiante con quote comprese fra i 13 e i 18 m s.l.m.; fanno eccezione i rilevati arginali dei citati fiumi, aventi in loco quote massime rispettivamente superiori ai 23 m s.l.m..

Il territorio in esame, formatosi ad opera delle alluvioni del Po e dei suoi affluenti, presenta una generale debolissima pendenza, minore dello 0.5%, da Sud verso Nord.

La morfologia pianeggiante è contraddistinta da numerosi dossi ed ondulazioni, che rappresentano strutture tipiche della piana alluvionale in corrispondenza della quale i corsi d'acqua erano un tempo liberi di divagare. Oggigiorno il controllo di tali esondazioni è garantito dalle imponenti opere di difesa arginali cui si è già fatto riferimento; il tracciato sinuoso degli argini ricalca l'andamento meandriforme dei fiumi pensili cui essi fanno da contorno (raggio di curvatura di circa 1 Km per il Po e generalmente di 200 m per il Secchia).

Oltre che dal Secchia e dal Po, il cui corso è caratterizzato da alcune isole, l'idrografia superficiale è contrassegnata da una fitta rete di canali irrigui naturali ed artificiali spesso fra loro comunicanti: i principali in questa zona sono il Canale Sabbioncello, il Canale della Bonifica Reggiana-Mantovana, il Dugale Tosino, il Fosso Mora.

In particolare il Canale Sabbioncello attraversa in senso meridiano tutto il territorio comunale, per un tragitto di circa 11 km, dal confine regionale fino alla sua confluenza nel fiume Po, dove si erge l'impianto della Bonifica di Burana. Il corso d'acqua, parallelo al Fiume Secchia, è sotteso da arginature che si estendono per quasi tutto il territorio comunale; presenta generalmente una sezione trapezoidale con larghezza media pari a 10 metri.

L'evoluzione della paleoidrografia ha visto il corso del Fiume Po migrare progressivamente verso Nord, sino a conseguire l'attuale assetto, sotto la spinta di movimenti tettonici di strutture geologiche sepolte denominate Pieghe Ferraresi. Nel Pleistocene, dopo l'emersione della Pianura Padana, il Po, ad Est di Guastalla, aveva un percorso molto più a Sud di quello attuale.

Nel I millennio a.C. il Po si biforcò tra Brescello e Guastalla o ad Est di Casalmaggiore per dar luogo ad un ramo principale (Po di Adria) e ad uno o più rami minori ad esso subparalleli (Po di Spina).

Nello stesso periodo il Fiume Secchia, a valle di Cavezzo, assunse una direzione grosso modo Ovest-Est che lo portò a lambire le attuali località di San Felice sul Panaro, Finale Emilia e Vigarano Mainarda, da dove si dirigeva verso Ferrara per immettersi nel Po di Spina.

In età romana, sempre in parallelo con le migrazioni verso Nord del Fiume Po, il Secchia si spostò a settentrione, verso Mirandola, ma nel suo complesso mantenne ancora la direttrice Cavezzo-Vigarano Mainarda.

La situazione descritta mutò radicalmente a partire dalla seconda metà del XII secolo. Verso il 1150-1200, infatti, si verificarono le deviazioni del Po presso Luzzara e presso Ficarolo che ne determinarono un andamento non troppo differente da quello odierno.
A seguito di ciò, il Secchia abbandonò l'alveo di Cavezzo spostandosi a Nord-Ovest, in direzione di San Possidonio, per poi continuare verso San Martino Spino e Bondeno.
Nel XIV-XV secolo il Secchia deviò verso Nord all'altezza di Concordia per assumere gradualmente l'assetto odierno, che lo vede confluire in Po ad Est di San Benedetto; gli studiosi ritengono che in precedenza il tratto di Secchia a valle di Quistello abbia costituito parte del Po Vecchio, in piena attività dall'VIII secolo a.C. al XII secolo d.C.
All'inizio del XVI secolo, il Po ed i suoi affluenti avevano praticamente assunto i tracciati attuali.

Per quanto riguarda la litologia di superficie l'area studiata è caratterizzata da depositi fluviali così distinguibili:
- alluvioni recenti ed attuali dell'alveo e delle golene fluviali del Po e del Secchia, comprese all'interno delle arginature e soggette a modificazioni granulometriche in occasione di eventi di piena;
- alluvioni recenti oloceniche del Fiume Po e degli altri corsi d'acqua minori.
Con riferimento ad uno studio realizzato dopo gli eventi sismici del 2012 (dati geologici Oltrepò Mantovano disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia) derivati da un rilevamento mediante sonda a mano delle caratteristiche litologiche di superficie del settore sud-orientale del territorio mantovano, si può osservare la prevalenza di materiali fini, argille e soprattutto limi con frazioni sabbiose di rilevanza variabile. I depositi prevalentemente sabbiosi caratterizzano soprattutto le aree circostanti il Fiume Secchia ed i maggiori paleoalvei e dossi fluviali: si tratta in genere di sabbie medio-fini accompagnate da una discreta percentuale limosa ed in minor misura argillosa.
In Fig. 4 è riportata una carta esemplificativa delle caratteristiche litologiche e geomorfologiche del territorio circostante Santa Lucia di Quistello.

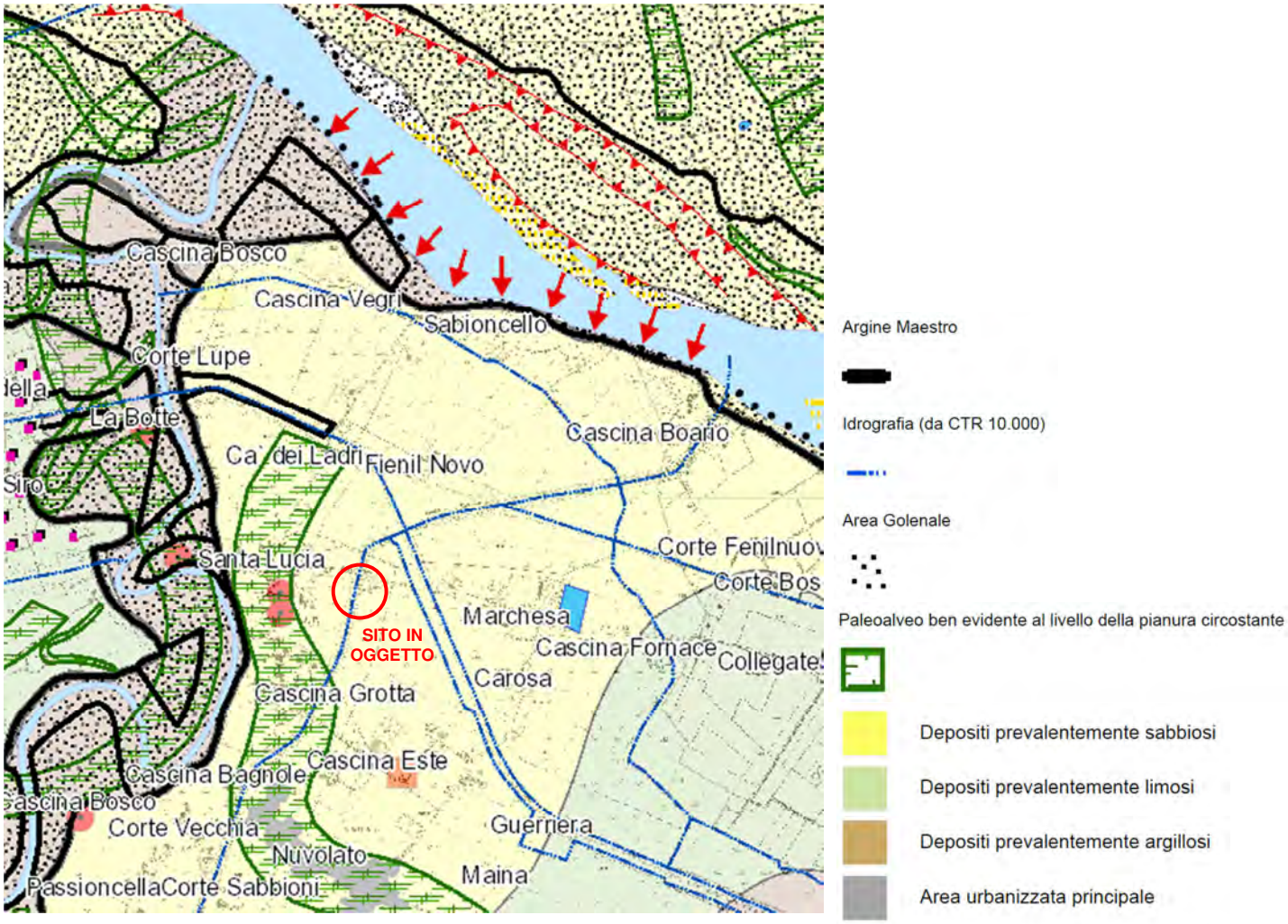


Fig. 4: Carta geomorfologica e della litologia di superficie – Geoportale Regione Lombardia.

5. MODELLO IDROGEOLOGICO

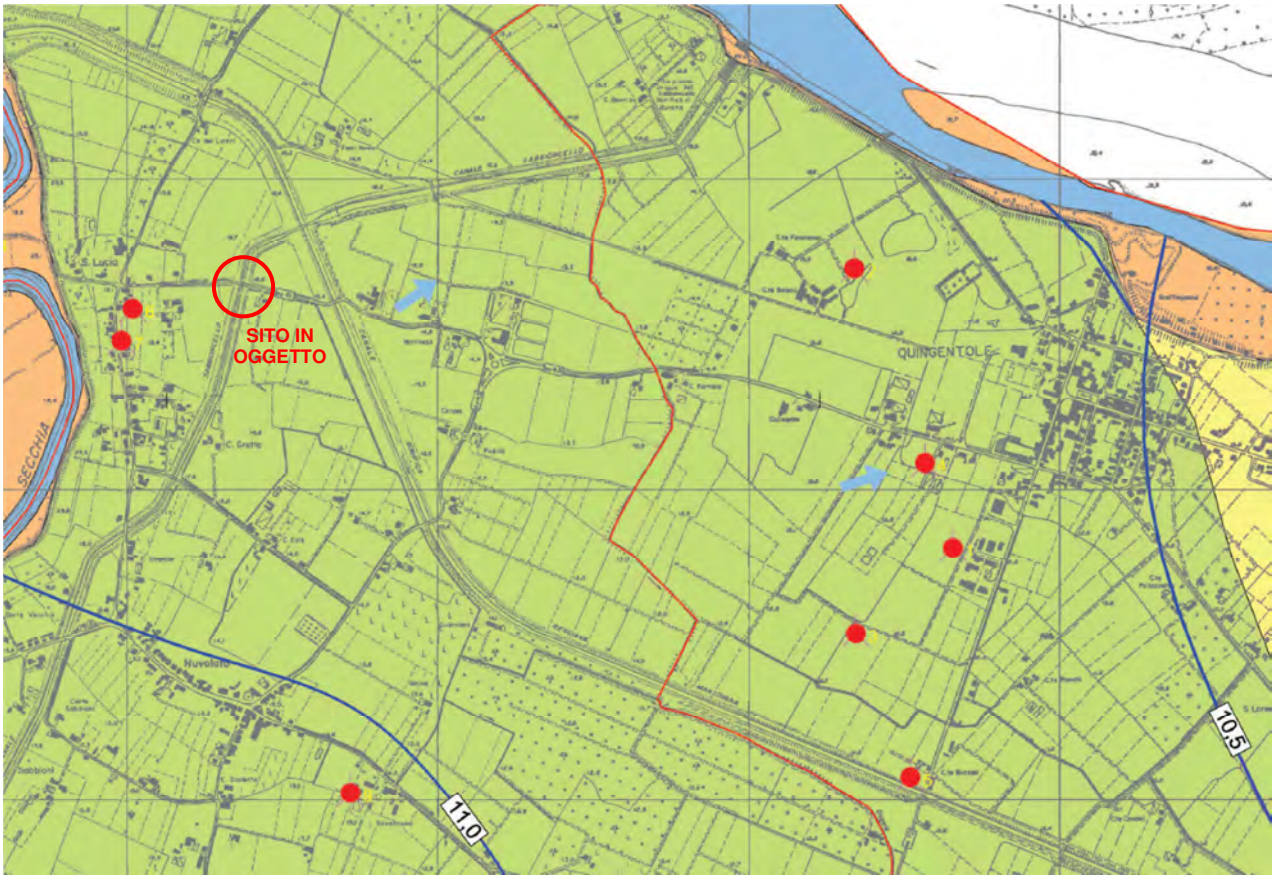
La situazione idrogeologica esistente nel territorio in oggetto è stata desunta confrontando le litostratigrafie di alcuni pozzi nella zona in oggetto con i numerosi dati contenuti nelle ricerche sull'idrogeologia mantovana, riassunti nel già citato studio geologico comunale del P.G.T. Considerato l'obiettivo della presente relazione, l'indagine della situazione idrogeologica è stata rivolta in particolare all'analisi dell'andamento e delle oscillazioni della prima falda, per determinare il livello di massima escursione e verificarne l'eventuale interferenza nei confronti delle nuove strutture in progetto.

Il territorio in oggetto rientra nell'unità idrogeologica del sistema Po, in destra idrografica tale unità ha come limite settentrionale il fiume stesso che costituisce una linea equipotenziale mentre il limite meridionale non è definibile in territorio mantovano in quanto sfuma nelle unità della pianura emiliana. Glli acquiferi superficiali posseggono gradienti idraulici molto bassi, dell'ordine di 0,5 ‰. Il flusso sotterraneo è generalmente diretto da Ovest verso Est salvo situazioni locali,

infatti nell'area in oggetto il movimento delle acque sotterranee avviene da Sud-Ovest verso Nord-Est; il regime piezometrico è ben correlabile con quello idrometrico del fiume Po, alternando due periodi di piena (giugno e novembre/dicembre) a due periodi di magra (marzo e settembre), sfasati di 1-2 mesi rispetto al regime idrometrico del fiume Po.
I dati litostratigrafici del sottosuolo indicano, nella zona in oggetto, la presenza di spesse bancate sabbiose alle quali sono intercalati livelli limoso-argillosi di potenza più ridotta.
Al di sotto del suolo vegetale si rileva in quasi tutta la zona un livello per lo più impermeabile costituito da argille sabbiose e limi dello spessore di circa 10 m. Sotto questo livello si ritrovano depositi di sabbie medio-fini che si spingono fino a 30÷40 m di profondità, queste sabbie contengono la prima falda, la cui circolazione idrica è generalmente scarsa; i livelli statici variano mediamente da 2,0 a 4,0 m dal p.c. Alla base di queste sabbie si rinviene un bancone di argille compatte avente uno spessore di 20÷25 m.
Il regime e l'alimentazione del primo acquifero sembrano decisamente influenzati dalle dispersioni di subalveo del Fiume Secchia e della rete di paleoalvei ad esso collegata. Per quanto riguarda la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero supeficiale, il metodo CNR-GNDCI indica un grado medio.

PIEZOMETRIA

L'indagine sulla situazione idrogeologica locale si è rivolta in modo particolare allo studio dell'andamento e delle oscillazioni della falda superficiale.
A tale scopo sono stati utilizzati i dati pregressi disponibili, riferiti in particolare allo studio geologico del Piano di Governo del Territorio e al Piano di Risanamento delle Acque e le misure eseguite in occasione delle presenti indagini.
In occasione delle indagini geognostiche eseguite nel periodo dicembre 2019 la falda acquifera è stata rilevata, all'interno del foro di sondaggio della prova CPTU2, alla profondità di 3,40 m dal piano campagna, per quanto riguarda la prova CPTU1 non è stato possibile rilevare il livello dell'acqua in quanto il foro si è richiuso, immediatamente dopo l'esecuzione della prova, alla profondità di 2,60 m dal p.c.; le quote di inizio delle prove sono correlate alle quote arginali.



VULNERABILITA' INTRINSECA				
	Grado di vulnerabilità	**Litologia a protezione dell'acquifero**	**Profondità del tetto dell'acquifero**	**Caratteristiche acquifero**
	ELEVATO	Sabbia	< 10 m	libera
		Ghiaia	> 10 m	libera
	ALTO	Limo	< 10 m	libera
		Sabbia	> 10 m	libera
		Sabbia	< 10 m	confinata
		Ghiaia	< 10 m	confinata
	MEDIO	Argilla	< 10 m	confinata/libera
		Limo	< 10 m	confinata
		Limo	> 10 m	libera
		Sabbia/Ghiaia	> 10 m	confinata
	BASSO	Argilla	> 10 m	confinata/libera
		Limo	> 10 m	confinata

Schema di attribuzione delle classi di vulnerabilità - Metodologia CNR-GNDCI 1996

Direzione del flusso idrico sotterraneo

Isopieze m. s.l.m. (inverno 2009 - 2010)

Greto fluviale del Po e del Secchia

Pozzi idrici

Fig. 5: Carta idrogeologica – P.G.T. Comune di Quistello.

6. INDAGINI ESEGUITE

Come riferito in premessa, nel sito oggetto di intervento sono state eseguite specifiche indagini geognostiche e sismiche, in particolare:

- N. 2 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU) a profondità di 25 m dal p.c.
- N. 1 prova sismica attiva di tipo MASW
- N. 1 prova sismica passiva con metodo HVSR

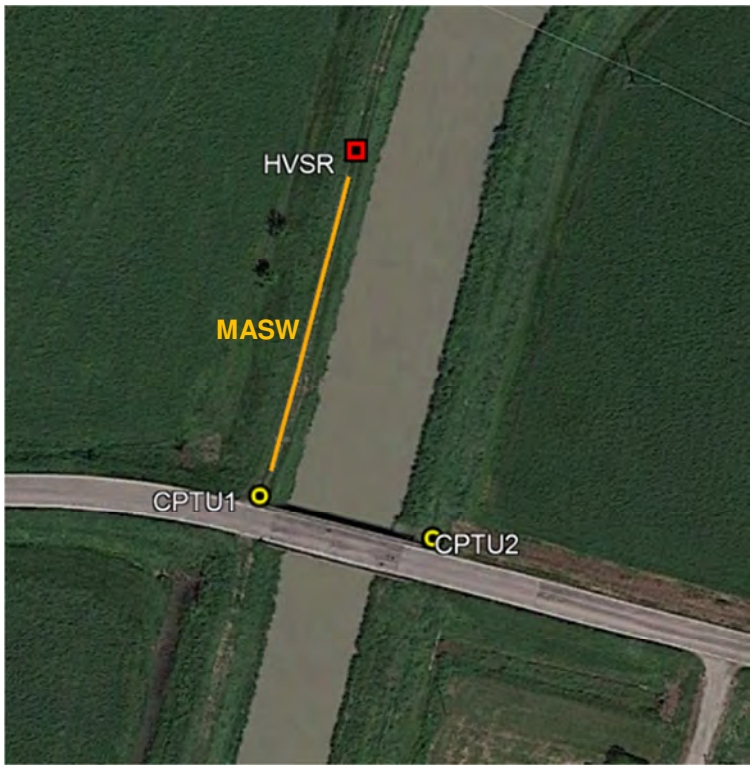


Fig. 5: Ubicazione delle indagini (immagine Google Earth)

Di seguito la descrizione con le caratteristiche strumentali delle prove eseguite, negli allegati sono riportati i valori rilevati e le interpretazioni delle misure.

Prove penetrometriche statiche con piezocono

Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro statico Pagani TG63, con spinta massima nominale di 20 t mediante infissione nel terreno di una punta conica strumentata con sensori elettrici che, collegata tramite cavo ad una unità di acquisizione in superficie, permette di ottenere i seguenti parametri:

- Resistenza alla punta (qc – cone resistance): pressione assiale misurata (Qc) agente sull'area totale della base del cono (Ac)

- Attrito laterale locale unitario (fs – local unit side friction): pressione di attrito (sleeve) misurata (Qs) agente sull'area laterale del minicotto di attrito (As)

- Pressione dei pori in penetrazione (u2 – penetration pore pressure): pressione dei pori misurata durante la penetrazione in corrispondenza della parte cilindrica del cono, appena sopra la parte conica del cono, posizione u_2.
- Velocità di avanzamento della punta : Speed (cm/sec)
- Deviazione dalla verticale di infissione : Tilt (°)

Sulla base dei parametri rilevati si possono ricavare tali ulteriori dati:
- Pressione dei pori generata ($\Delta u = u - u_0$ - generated pore pressure): dove u_0 è la pressione nei pori esistente nel terreno alla profondità del cono, pressione idrostatica
- Resistenza alla punta totale corretta (qt – total corretted cone resistance): qt = qc + u (1-a), a = fattore di forma del cono.

La punta elettrica utilizzata MKj608 presenta le seguenti caratteristiche: diametro della punta Ø =36,0 mm, angolo di apertura 60°, area della punta 1000 mm^2; manicotto laterale di frizione con diametro Ø = 36,0 mm, lunghezza 133,7 mm, area laterale 15000 mm^2, fattore di cono a = 0,80.
L'infissione della punta è avvenuta ad una velocità costante di 2,0 cm/sec e i dati sono stati registrati per ogni cm di avanzamento.
La registrazione dei valori delle resistenze di punta, dell'attrito laterale e delle sovrappressioni interstiziali avviene mediante unità digitale di acquisizione PAGANI TGAS08 collegato al piezocono con cavo elettrico. I dati delle letture, registrati in tempo reale, vengono visualizzati sullo schermo dell'unità di acquisizione.

Prova sismica attiva MASW

La prova sismica MASW ha permesso di valutare la velocità delle onde di taglio, determinare il parametro Vs30 e quindi attribuire la categoria di suolo ai sensi delle NTC 2018; per i dettagli della strumentazione e della metodologia utilizzata si rimanda all'Allegato specifico.
In allegato alla presente relazione sono illustrati i diagrammi e le tabelle delle prove penetrometriche nonché il report dell'indagine sismica.

Prova sismica passiva HVSR

È stata effettuata una prova sismica diretta di tipo passivo (HVSR) mediante l'utilizzo di un tromografo digitale in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga.
Si è utilizzato un tromografo digitale mod. Tromino® della Micromed avente le seguenti specifiche tecniche:

- alimentazione: 2 batterie alcaline x 1,5 VDC AA
- voltaggio interno: + 3,3 V, + 3,6 V per la sezione analogica
- numero di canali: 3 + 1 analogici
- amplificatori: tutti canali con input differenziali

- rumore: < 0,5 µV r.m.s. @128 Hz sampling
- impedenza dell'input: 106 Ohm
- range di frequenze: DC – 360 Hz
- frequenza di campionamento: 32x, 64x, 128x
- conversione: A/D equivalente a 24 bit
- massimo input analogico: 51,2 mV (781 nV/digit)
- display grafico: 128 x 64 pixel
- tastiera: 4 tasti a membrana
- orologio interno, permanente con datario e allarme
- GPS: 12 channels con time-marker (precisione 1 µs)
- livella a bolla d'aria, sensibilità 0,083°
- registrazione: dati memoria interna fino a 2 Gb
- condizioni operative temperatura: da – 10 a + 70°C; umidità: 0-90%
- sensori: 3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione, autobloccaggio quando non in acquisizione.

7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

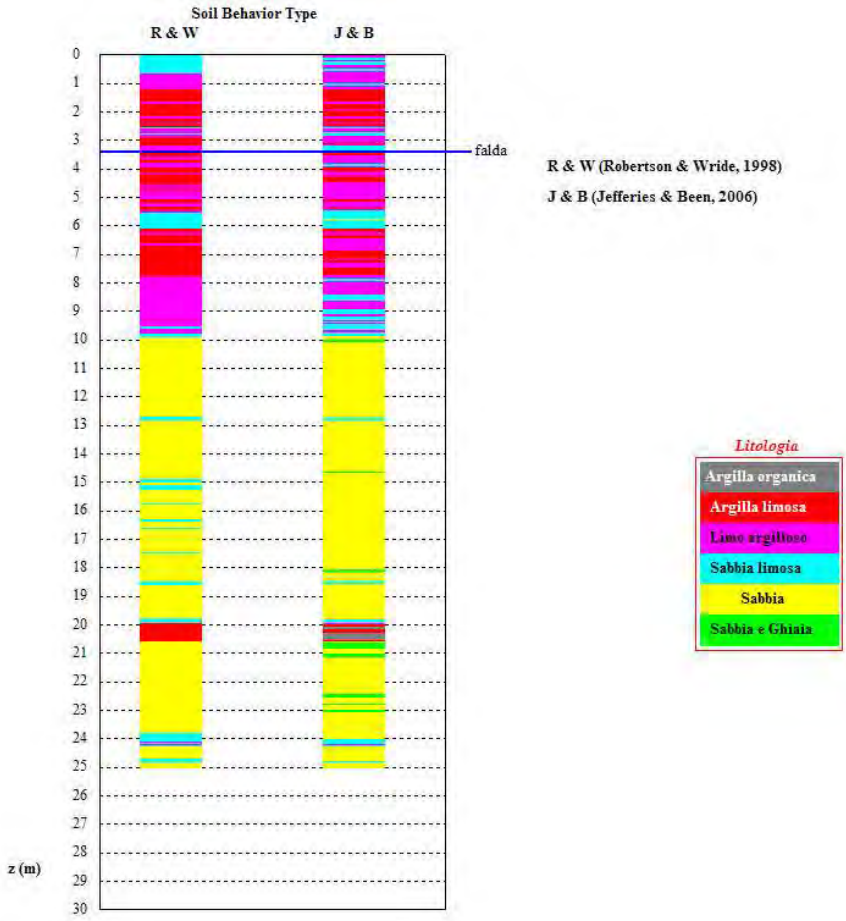
La successione stratigrafica del sottosuolo indagato è stata dedotta in modo indiretto con le prove penetrometriche sulla base delle correlazioni tra la resistenza alla punta qc e il rapporto tra questa e la resistenza laterale fs, e la definizione dell'indice di tipo del terreno SBT secondo le correlazioni di Robertson & Wride 1998 e Jefferies e Been 2006. La stratigrafia complessiva che ne deriva può essere rappresentata dalle seguenti unità litologiche:

MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

Unità litologica	Profondità strato (in metri dal p.c.)		Descrizione Unità
	da m	a m	
1	0,0	8,1÷9,9	***Argille e limi prevalenti*** Strato superficiale di notevole potenza costituito da alternanze di argille e limi con livelli di sabbie limose
2	8,1÷9,9	25,0	***Sabbie prevalenti*** Depositi costituiti in prevalenza da sabbie con livelli di sabbie limose al cui interno, alla profondità di 20÷24 m dal p.c. si trovano livelli con spessore variabile di argille limose e limi.

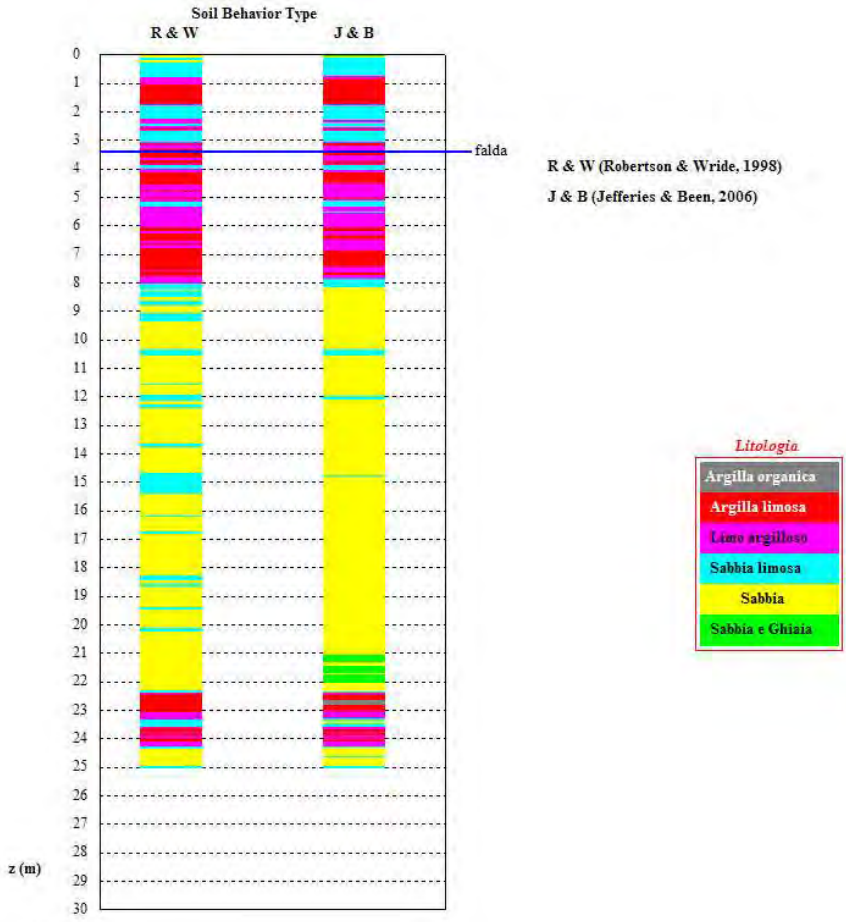
Nelle figure seguenti sono riportate le stratigrafie elaborate dalle due prove penetrometriche statiche con piezocono.

CPTU 1



PGS_CPTU ver. 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

CPTU 2



PGS_CPTU ver. 3.0 ©Dario Flaccovio Editore

RELAZIONE SISMICA

8. SISMICITÀ DEL TERRITORIO

La sismicità del territorio in esame è correlata alla tettonica e alle strutture profonde (faglie) di cui si è già parlato nell'inquadramento geologico generale.

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal G.N.D.T. del C.N.R. (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti). In particolare, si è presa in considerazione la nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano denominata ZS9 (O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519) che considera 36 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. La mappa si basa su una nuova zonazione sismogenetica a partire da una sostanziale revisione della precedente zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni acquisite negli ultimi anni. Ogni zona è corredata da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità, determinati nella prospettiva di utilizzo con le relazioni di attenuazione.

Nella figura 6 viene riportato uno stralcio della nuova zonazione sismogenetica, il territorio mantovano risente soprattutto della sismicità correlata alla Zona 906 "Garda-Veronese" a nord e alla Zona 912 "Dorsale Ferrarese" verso sud.

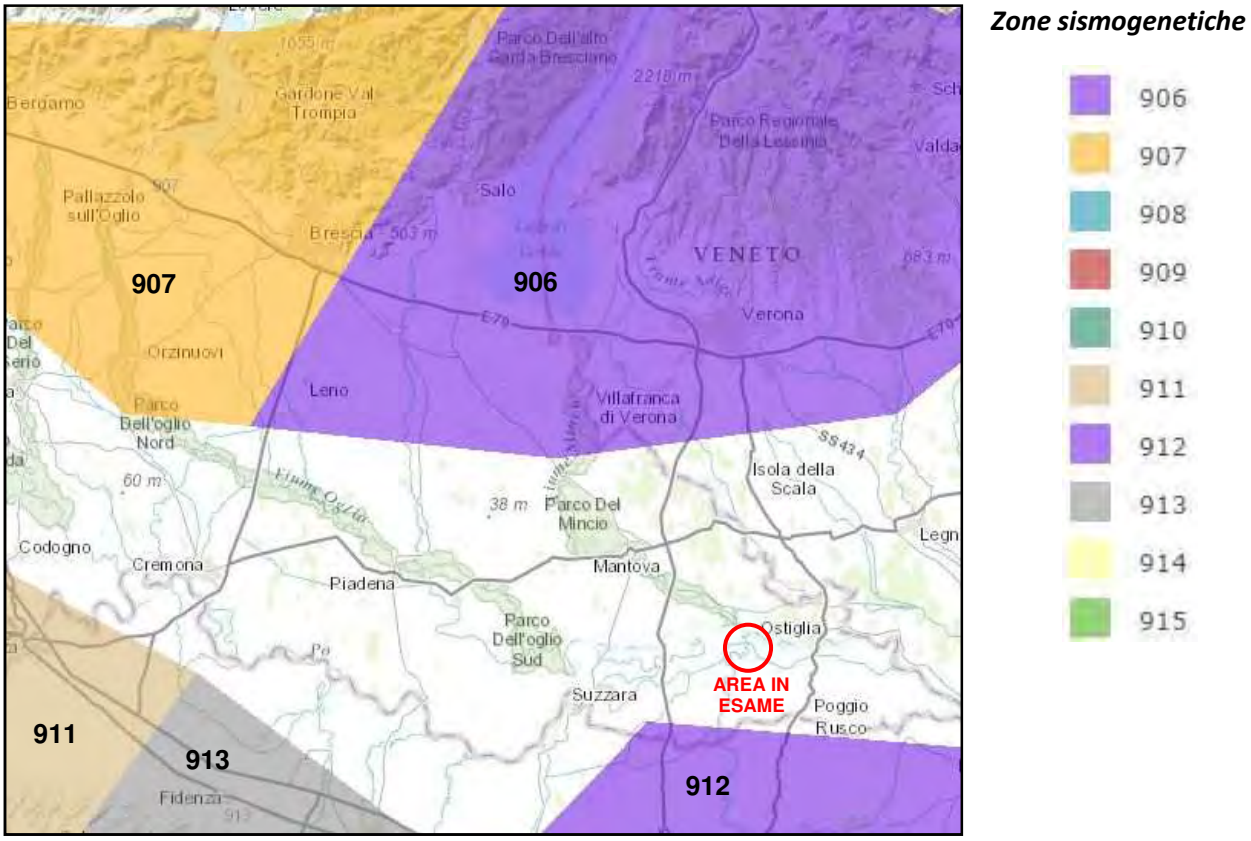


Fig. 6 - Zone sismogenetiche della mappa di pericolosità sismica di base di riferimento - (Gruppo di lavoro, 2004)

Al fine di inquadrare l'assetto sismico del comparto territoriale si è consultato il database più aggiornato e disponibile (DISS 3.2.1) che riporta la distribuzione delle sorgenti sismo genetiche; nel dettaglio la banca dati DISS 3.2 indica che il sito in oggetto dista circa 6 km dalla "fascia" sismogenetica più vicina denominata ITCS050 "Poggio Rusco-Migliarino", a cui è attribuita una magnitudo massima M_W = 5.5 e dista circa 10 km dalla "fascia" sismogenetica denominata ITCS103 "Finale Emilia-Mirabello", a cui è attribuita una magnitudo massima MW = 6.1; entrambe le fasce sono caratterizzate da terremoti storici che hanno raggiunto elevate intensità. La magnitudo delle zone è derivata dalle magnitudo massime attribuite ai terremoti più significativi associati.

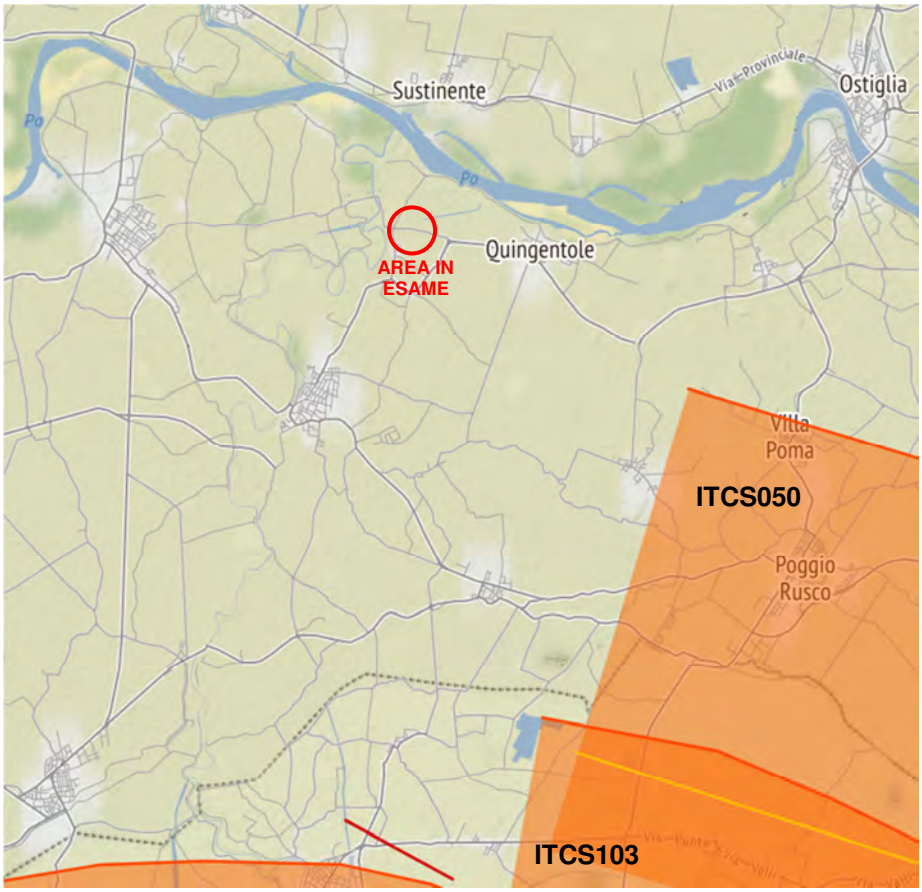


Fig. 7 - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.2.1

Per quanto riguarda il territorio in oggetto la nuova mappa di pericolosità sismica (O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519), espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (ag) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi (Vs30 > 800 m/s), prevede valori di amax compresi tra 0,075g e 0,100g.

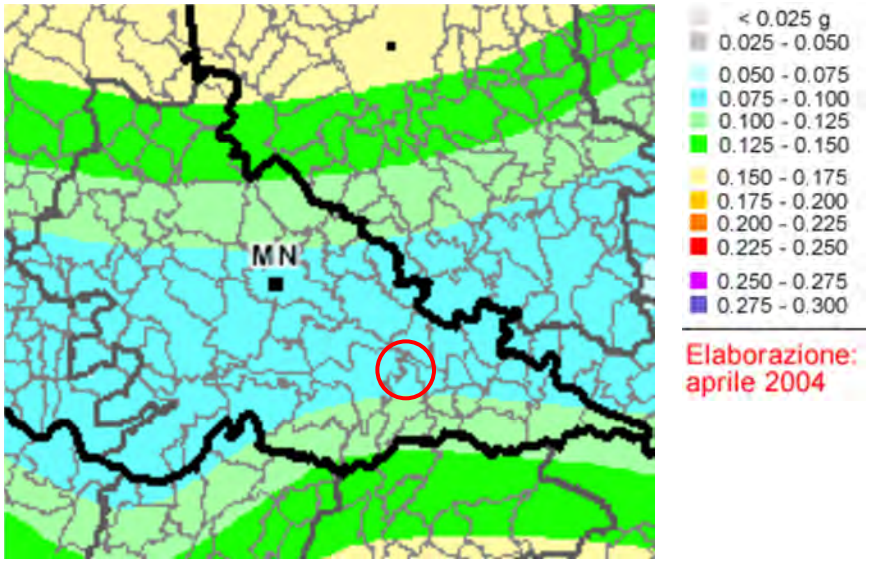


Fig. 9 – Nuova mappa di pericolosità sismica

Recentemente la Regione Lombardia ha aggiornato la classificazione sismica dei comuni lombardi con D.g.r. n. X/2129 del 11/7/2014 al fine di determinare un livello di classificazione sismica maggiormente cautelativo rispetto a quello vigente e armonizzare le zone sismiche mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento per l'attuale progettazione antisismica, di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" (ora sostituito dal D.M. 17/01/2018); in tale contesto il Comune di Quistello è classificato in Zona 3 con un valore di AgMax =0,125748.

9. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

La definizione della categoria di sottosuolo nel sito in oggetto è stata ottenuta mediante la valutazione delle velocità delle onde di taglio (Vs,eq) nel sottosuolo al disotto del piano di fondazione e l'individuazione delle frequenze di vibrazione dei terreni e delle amplificazioni delle onde in corrispondenza delle discontinuità sismiche presenti nel sottosuolo indagato. Da normativa, le categorie di sottosuolo di fondazione specifiche risultano essere le seguenti (Tabella 3.2.II D.M. 17.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni):

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	*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.
B	*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.

C	*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.
D	*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.
E	*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.

Dalla prova sismica MASW, opportunamente tarata con i dati dell'indagine geognostica eseguita in sito, è stato possibile valutare il parametro Vs30 calcolato con la formula seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\Sigma_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

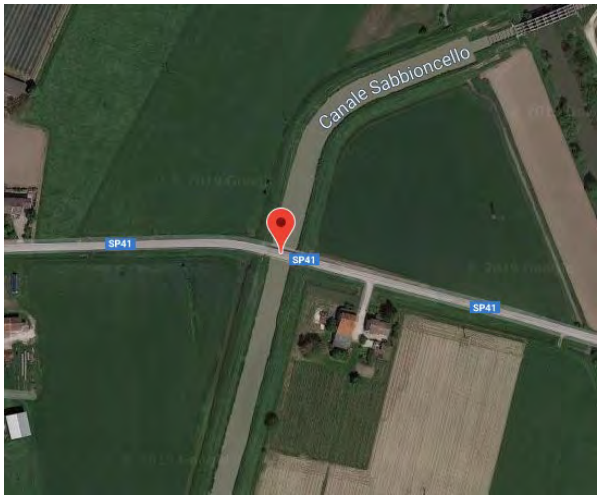
hi spessore dell'i-esimo strato;
VS,i velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato
N numero di strati;
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro Vs,30 ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.
Il modello geofisico del sito in esame indica che

Vs30 = 224 m/sec (da p.c. a -30 m)

il sito è inquadrabile nella Categoria C "*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"*.

10. PARAMETRI SISMICI



Sito in esame (coordinate ED50):
latitudine 45,043448
longitudine 11,011457

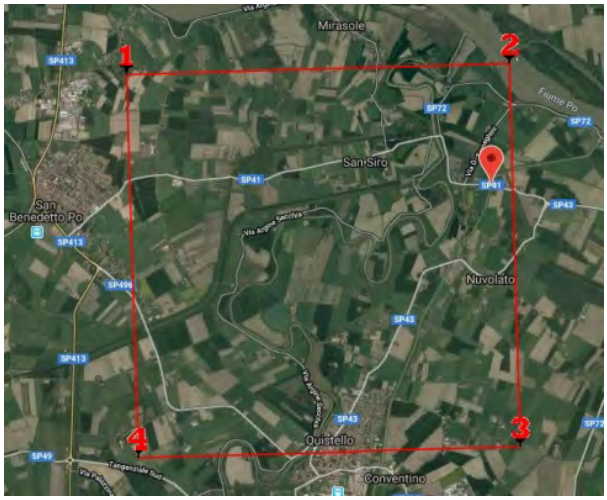
Parametri forniti dai progettisti:
Classe d'uso 2
Vita nominale 50

Applicativo Geostru Parametri sismici 2018
Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni
Muro rigido: 0

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14283	Lat: 45,0578	Lon: 10,9442	Distanza: 5522,925
Sito 2	ID: 14284	Lat: 45,0593	Lon: 11,0148	Distanza: 1782,233
Sito 3	ID: 14506	Lat: 45,0093	Lon: 11,0168	Distanza: 3817,003
Sito 4	ID: 14505	Lat: 45,0078	Lon: 10,9462	Distanza: 6477,337

Parametri sismici



Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,033 g	
Fo:	2,577	
Tc*:	0,221	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,039 g	
Fo:	2,609	
Tc*:	0,264	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,091 g	
Fo:	2,599	
Tc*:	0,305	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,114 g	
Fo:	2,621	
Tc*:	0,308	[s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,730
St:	1,000
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,484
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,630
St:	1,000
Kh:	0,012
Kv:	0,006
Amax:	0,569
Beta:	0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,027
Kv: 0,014
Amax: 1,335
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,041
Kv: 0,021
Amax: 1,681
Beta: 0,240

Coordinate WGS84
latitudine: 45.042520
longitudine: 11.010447

11. APPROFONDIMENTO RELATIVO AGLI ASPETTI SISMICI

11.1 VERIFICA DELL'AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA DI SITO

Lo studio geologico comunale del P.G.T. ha evidenziato che i valori dei fattori di amplificazione valutati per il territorio comunale sono desumibili dal D.M. 14.1.2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (ora sostituito dal D.M. 17/1/2018) i quali, salvo casi non prevedibili, sono sufficienti a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica; con le presenti indagini si è verificato il fattore di amplificazione con riferimento alla procedura indicata nella Dgr 2616/2011-Allegato 5, si è stimato pertanto il valore di T desumendolo dagli spettri H/V ricavati dalla prova sismica HVSR effettuata in sito; è stato riconosciuto infatti (Albarello, Castellaro, 2011) che la frequenza in cui ricade il picco H/V stratigrafico di maggiore ampiezza costituisce una ragionevole approssimazione della frequenza fondamentale di risonanza Fz della colonna stratigrafica di copertura (si ricorda che T=1/Fz). Nel caso in esame la frequenza del picco di maggior ampiezza è f=5,55 Hz a cui corrisponde un periodo T=0,18 s.

La scheda dell'Allegato 5 alla Dgr 2616/2011 che meglio approssima la situazione stratigrafica e l'andamento delle Vs con la profondità per il sito in oggetto è quella della litologia sabbiosa (Fig. 7) per la quale, nell'intervallo 0.1-0.5 s, al periodo T=0,18 corrisponde un fattore Fa=1,55 (curva 2); il fattore Fa così calcolato è inferiore al valore di soglia stabilito dalla Regione Lombardia per il comune di Quistello suoli di tipo C (Fa soglia=1,8) e pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa per la categoria di suolo valutata per il sito in esame.

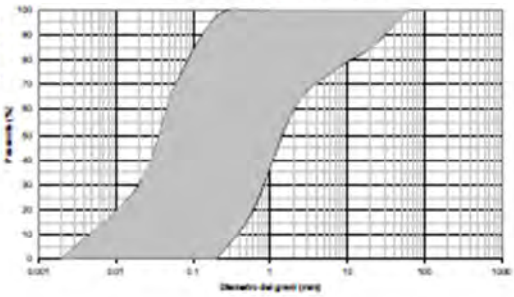
EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

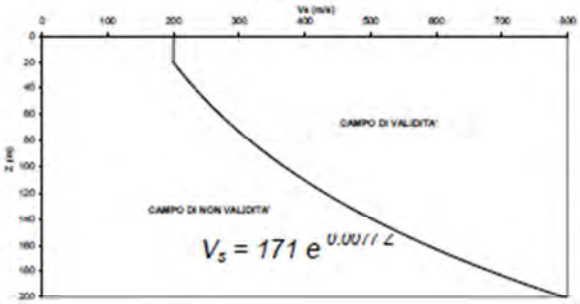
GRANULOMETRIA:
Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:
Comportamento granulare
Struttura granulo-sostenuta
Clasti con D_{max} > 20 cm inferiori al 15%
Frazione ghiaiosa inferiore al 25%
Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO



ANDAMENTO DELLE Vs CON LA PROFONDITA'
LITOLOGIA SABBIOSA



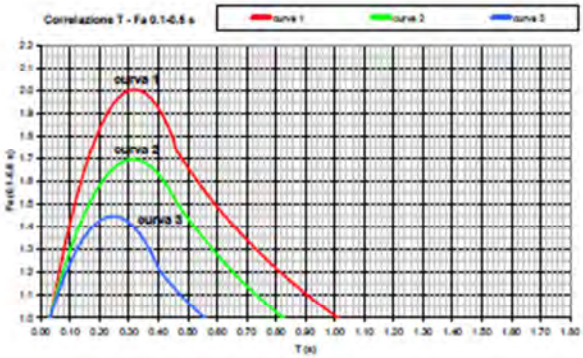
Profondità primo strato (m)

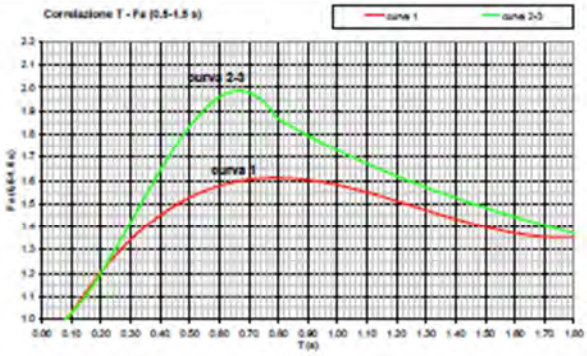
Velocità primo strato (m/s)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200		2	1-2	2	1	1	1	1	1	1												
250		2	1-2	2	2	2	2	2	2	1	1	NA	NA	NA								
300		2	1-2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	NA	NA	NA	NA						
350		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	NA	NA	NA					
400		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA				
450		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA			
500		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA		
600		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	
700		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ove
la sigla NA indica *Fa* = 1

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1
CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media Vs minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s

Vs < 300 m/s	0
Vs > 500 m/s	5 - 12 m





Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	0.03 ≤ T ≤ 0.50	0.50 < T ≤ 1.00	T > 1.00
	$Fa_{0.1-0.5} = -12.21\ T^3 + 7.79\ T + 0.76$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
2	0.03 ≤ T ≤ 0.45	0.45 < T ≤ 0.80	T > 0.80
	$Fa_{0.1-0.5} = -8.65\ T^3 + 5.44\ T + 0.84$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$
3	0.03 ≤ T ≤ 0.40	0.50 < T ≤ 0.55	T > 0.55
	$Fa_{0.1-0.5} = -9.68\ T^3 + 4.77\ T + 0.86$	$Fa_{0.1-0.5} = 0.62 - 0.65 \ln T$	$Fa_{0.1-0.5} = 1.00$

Curva			
1		0.08 ≤ T ≤ 1.80	
		$Fa_{0.5-1.5} = 0.57\ T^3 - 2.18\ T^2 + 2.38\ T + 0.81$	
2	3	0.08 ≤ T < 0.80	0.80 ≤ T ≤ 1.80
		$Fa_{0.5-1.5} = -5.11\ T^3 + 5.79\ T^2 - 0.44\ T + 0.93$	$Fa_{0.5-1.5} = 1.73 - 0.61 \ln T$

Fig. 7 – Scheda per l'analisi degli effetti litologici di sito (D.G.R. 2616/2011)

11.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

La verifica alla suscettibilità alla liquefazione è prevista dal D.M. 17.01.2018 e dalla O.P.C.M. 3519/06, qualora non sussistano le condizioni indicate al paragrafo 7.11.3.4.2. "Esclusione dalla verifica a liquefazione" delle NTC 2018.

Dall'analisi del modello geologico si evince che nel sottosuolo indagato sono presenti depositi sotto falda di spessore significativo con caratteristiche tali da considerarli potenzialmente suscettibili di liquefazione.

- Valore dell'accelerazione massima in superficie (SLV): è stata desunta dai valori prescritti dalla normativa NTC 2018, ovvero $a_{max} = a_g \times S$, dove $S = S_S \times S_T$, nel sito in oggetto si ottiene

a_{max} = 0,091g x 1,5 x 1,0 = 0,137

Verificato che a_{max} > 0,1g risultano presenti i fattori scatenanti, pertanto si procede con la verifica alla liquefazione sulla base della prova CPTU1 con metodologia semplificata con riferimento al metodo di Robertson e Wride modificato (1998).

Per quanto riguarda la magnitudo di riferimento si è scelto di utilizzare cautelativamente il valore Mw=6.1 quale valore massimo attribuito alla fascia sismogenetica ITCS103, anche se non risulta essere la più vicina. Di seguito il report dell'analisi effettuata.

```
Analisi della liquefazione da prova CPT - Metodo di Seed e Idriss, Robertson e
Wride (modificato)
Dati di riferimento per l'analisi:
Magnitudo: 6.1
Accelerazione: 0.137g
Falda: 3,4 m dal p.c.

Il valore della Domanda di Resistenza alla Liquefazione CSR è calcolata con
l'equazione semi empirica proposta da Seed & Idriss (1971, 1997), il valore
della Capacità di Resistenza alla Liquefazione CRR è calcolata secondo il
metodo di Robertson & Wride (1998).
Il fattore di scala della magnitudo applicato è calcolato secondo le
raccomandazioni NCEER (1997) dalle equazioni di Idriss (1990) e di Andrus &
Stokoe (2001).
Il valore del fattore scala è pari a: 1.843

I risultati delle elaborazioni sono esposti di seguito:
```

z	Qcn	CF	Qccs	CSR	CRR	Fs	PL
0.1	32	15	32	0.089	0.076	>2.0	7
0.2	39	13	39	0.089	0.083	>2.0	7
0.3	58	13	58	0.089	0.098	>2.0	7
0.4	77	13	77	0.088	0.123	>2.0	7
0.5	65	19	65	0.088	0.105	>2.0	7
0.6	77	15	77	0.088	0.123	>2.0	7
0.7	55	23	55	0.088	0.096	>2.0	7
0.8	41	25	41	0.088	0.084	>2.0	7
0.9	30	28	46	0.088	0.088	>2.0	7
1.0	26	27	41	0.088	0.085	>2.0	7
1.1	21	28	37	0.088	0.081	>2.0	7
1.2	20	37	43	0.088	0.086	>2.0	7
1.3	19	42	45	0.088	0.088	>2.0	7
1.4	15	52	49	0.088	0.091	>2.0	7
1.5	12	56	12	0.088	0.060	>2.0	7
1.6	10	52	10	0.088	0.059	>2.0	7
1.7	11	43	35	0.088	0.079	>2.0	7
1.8	12	48	38	0.088	0.082	>2.0	7
1.9	9	64	9	0.087	0.058	>2.0	7

2.0	9	57	9	0.087	0.058	>2.0	7
2.1	9	62	9	0.087	0.058	>2.0	7
2.2	10	54	10	0.087	0.058	>2.0	7
2.3	10	53	10	0.087	0.059	>2.0	7
2.4	10	54	10	0.087	0.058	>2.0	7
2.5	10	59	10	0.087	0.059	>2.0	7
2.6	14	39	32	0.087	0.077	>2.0	7
2.7	24	33	36	0.087	0.080	>2.0	7
2.8	19	33	33	0.087	0.077	>2.0	7
2.9	12	40	30	0.087	0.075	>2.0	7
3.0	9	55	9	0.087	0.058	>2.0	7
3.1	10	51	32	0.087	0.076	>2.0	7
3.2	8	55	8	0.087	0.057	>2.0	7
3.3	12	38	29	0.086	0.074	>2.0	7
3.4	15	39	31	0.086	0.076	1.615	14
3.5	10	58	10	0.088	0.058	>2.0	7
3.6	8	55	8	0.089	0.057	>2.0	7
3.7	8	52	8	0.090	0.057	>2.0	7
3.8	7	58	7	0.091	0.056	>2.0	7
3.9	7	46	7	0.093	0.056	>2.0	7
4.0	9	50	29	0.094	0.075	>2.0	7
4.1	9	60	9	0.095	0.057	>2.0	7
4.2	11	54	33	0.096	0.077	>2.0	7
4.3	11	56	34	0.097	0.078	>2.0	7
4.4	11	61	11	0.098	0.059	>2.0	7
4.5	10	59	34	0.099	0.079	>2.0	7
4.6	11	53	32	0.100	0.077	>2.0	7
4.7	11	52	31	0.101	0.076	>2.0	7
4.8	11	51	31	0.102	0.076	>2.0	7
4.9	11	51	31	0.102	0.076	>2.0	7
5.0	14	46	32	0.103	0.076	>2.0	7
5.1	16	49	34	0.104	0.078	>2.0	7
5.2	11	57	34	0.105	0.078	>2.0	7
5.3	13	48	31	0.106	0.076	>2.0	7
5.4	12	54	33	0.107	0.077	>2.0	7
5.5	14	46	31	0.107	0.076	>2.0	7
5.6	21	34	33	0.108	0.077	1.322	25
5.7	25	33	35	0.109	0.080	1.348	24
5.8	34	24	42	0.109	0.085	1.430	20
5.9	34	21	42	0.110	0.085	1.426	20
6.0	30	31	39	0.111	0.082	1.368	23
6.1	31	27	39	0.111	0.083	1.366	23
6.2	13	60	36	0.112	0.080	>2.0	7
6.3	16	50	34	0.113	0.078	>2.0	7
6.4	10	62	34	0.113	0.078	>2.0	7
6.5	8	64	8	0.114	0.057	>2.0	7
6.6	8	61	8	0.115	0.056	>2.0	7
6.7	8	55	8	0.115	0.057	>2.0	7
6.8	9	57	9	0.116	0.057	>2.0	7
6.9	9	60	9	0.116	0.057	>2.0	7
7.0	8	68	8	0.117	0.056	>2.0	7
7.1	7	73	7	0.117	0.055	>2.0	7
7.2	7	68	7	0.118	0.055	>2.0	7
7.3	7	67	7	0.118	0.056	>2.0	7
7.4	8	61	8	0.119	0.057	>2.0	7
7.5	9	61	9	0.119	0.057	>2.0	7
7.6	9	64	9	0.120	0.058	>2.0	7
7.7	9	66	9	0.120	0.059	>2.0	7
7.8	11	59	32	0.120	0.077	>2.0	7
7.9	12	49	29	0.121	0.075	>2.0	7
8.0	14	45	29	0.121	0.075	>2.0	7
8.1	13	47	30	0.122	0.075	>2.0	7
8.2	14	47	30	0.122	0.075	>2.0	7
8.3	15	45	30	0.123	0.075	>2.0	7
8.4	13	47	29	0.123	0.074	>2.0	7
8.5	15	41	30	0.123	0.075	>2.0	7
8.6	15	40	29	0.124	0.074	1.103	39
8.7	14	45	30	0.124	0.074	>2.0	7
8.8	13	46	29	0.124	0.074	>2.0	7
8.9	13	46	29	0.125	0.073	>2.0	7
9.0	13	45	29	0.125	0.073	>2.0	7
9.1	10	45	27	0.125	0.071	>2.0	7
9.2	8	55	8	0.125	0.056	>2.0	7
9.3	8	48	26	0.126	0.070	>2.0	7
9.4	8	52	26	0.126	0.071	>2.0	7
9.5	10	50	27	0.126	0.071	>2.0	7
9.6	16	36	29	0.126	0.073	1.066	42
9.7	12	45	28	0.126	0.072	>2.0	7
9.8	9	52	27	0.126	0.070	>2.0	7
9.9	19	29	32	0.126	0.074	1.089	40
10.0	47	13	60	0.126	0.097	1.424	20
10.1	66	9	84	0.126	0.130	1.911	8
10.2	69	10	81	0.126	0.125	1.836	9
10.3	74	10	86	0.126	0.134	1.973	7
10.4	72	10	83	0.126	0.128	1.881	8
10.5	62	12	72	0.126	0.110	1.615	14
10.6	63	12	74	0.126	0.113	1.656	13
10.7	67	10	82	0.125	0.126	1.849	9

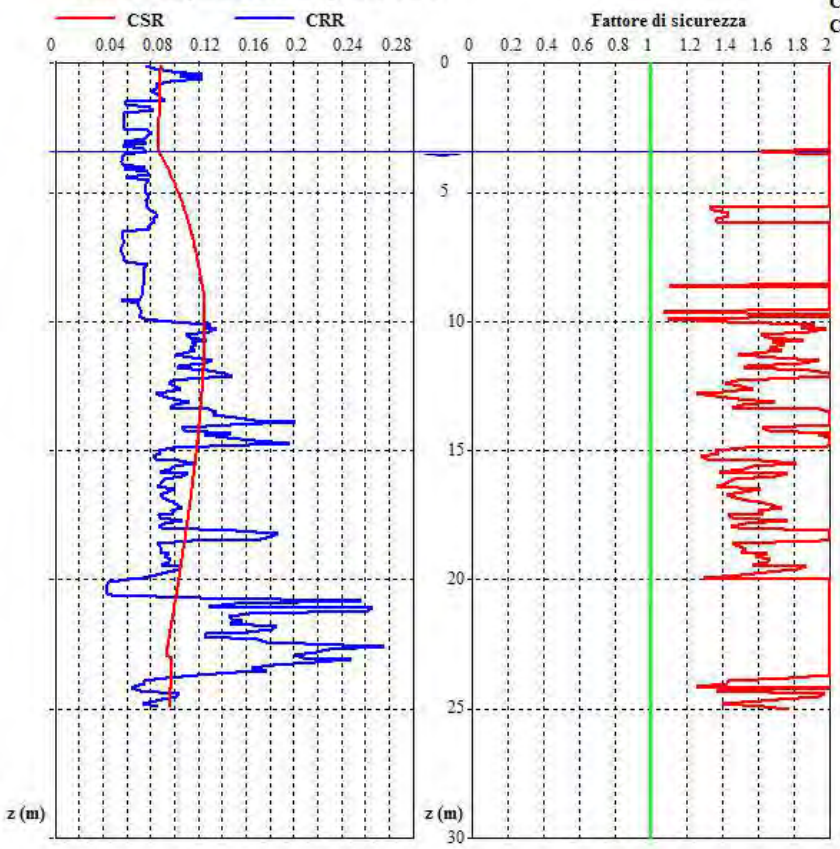
10.8	64	12	75	0.125	0.114	1.681	12
10.9	67	11	78	0.125	0.118	1.739	11
11.0	64	12	74	0.125	0.113	1.661	13
11.1	65	11	77	0.125	0.117	1.727	11
11.2	60	13	70	0.125	0.107	1.571	15
11.3	56	14	66	0.125	0.101	1.488	18
11.4	64	11	76	0.125	0.115	1.691	12
11.5	72	10	86	0.125	0.131	1.933	7
11.6	70	11	82	0.125	0.124	1.834	9
11.7	59	14	68	0.125	0.103	1.530	16
11.8	57	13	68	0.125	0.103	1.521	17
11.9	69	10	84	0.124	0.127	1.885	8
12.0	77	9	91	0.124	0.141	>2.0	7
12.1	80	9	94	0.124	0.148	>2.0	7
12.2	65	13	75	0.124	0.111	1.650	13
12.3	56	15	65	0.124	0.099	1.473	18
12.4	51	15	62	0.124	0.095	1.417	20
12.5	55	13	67	0.124	0.100	1.499	17
12.6	58	13	70	0.123	0.105	1.563	15
12.7	50	16	60	0.123	0.093	1.395	21
12.8	39	21	48	0.123	0.084	1.257	29
12.9	48	17	58	0.123	0.091	1.359	23
13.0	52	13	66	0.123	0.099	1.485	18
13.1	59	11	76	0.123	0.112	1.683	12
13.2	55	13	67	0.122	0.100	1.505	17
13.3	52	14	64	0.122	0.096	1.450	19
13.4	69	10	86	0.122	0.128	1.939	7
13.5	75	10	90	0.122	0.135	>2.0	7
13.6	75	10	89	0.122	0.133	>2.0	7
13.7	82	9	97	0.121	0.152	>2.0	7
13.8	88	9	103	0.121	0.167	>2.0	7
13.9	97	8	114	0.121	0.201	>2.0	7
14.0	84	11	95	0.121	0.146	>2.0	7
14.1	63	14	73	0.121	0.106	1.619	14
14.2	63	13	75	0.120	0.108	1.656	13
14.3	77	9	95	0.120	0.146	>2.0	7
14.4	72	11	86	0.120	0.126	1.931	8
14.5	79	10	95	0.120	0.145	>2.0	7
14.6	86	9	104	0.120	0.167	>2.0	7
14.7	93	8	114	0.119	0.196	>2.0	7
14.8	77	12	87	0.119	0.128	1.985	7
14.9	58	16	68	0.119	0.098	1.526	16
15.0	46	18	56	0.119	0.087	1.354	23
15.1	45	17	58	0.118	0.088	1.370	23
15.2	37	20	49	0.118	0.082	1.275	27
15.3	40	18	52	0.118	0.084	1.310	26
15.4	55	12	72	0.118	0.103	1.617	14
15.5	64	11	80	0.117	0.115	1.807	9
15.6	58	14	69	0.117	0.099	1.565	15
15.7	55	15	67	0.117	0.096	1.521	17
15.8	47	17	58	0.117	0.088	1.383	22
15.9	62	12	78	0.116	0.111	1.759	10
16.0	62	13	75	0.116	0.106	1.690	12
16.1	51	16	63	0.116	0.092	1.460	19
16.2	49	16	61	0.116	0.089	1.427	20
16.3	46	17	58	0.115	0.087	1.399	21
16.4	43	18	56	0.115	0.085	1.363	23
16.5	55	13	71	0.115	0.100	1.608	14
16.6	52	15	65	0.114	0.094	1.509	17
16.7	48	17	60	0.114	0.088	1.421	20
16.8	49	16	63	0.114	0.091	1.468	18
16.9	53	15	67	0.114	0.095	1.545	16
17.0	56	14	70	0.113	0.099	1.605	14
17.1	58	13	73	0.113	0.102	1.665	12
17.2	61	13	76	0.113	0.106	1.728	11
17.3	56	15	69	0.112	0.097	1.594	14
17.4	57	14	70	0.112	0.098	1.618	14
17.5	48	18	59	0.112	0.087	1.429	20
17.6	48	17	61	0.111	0.088	1.455	19
17.7	60	13	76	0.111	0.106	1.760	10
17.8	53	16	65	0.111	0.092	1.525	16
17.9	48	18	59	0.111	0.086	1.441	19
18.0	49	16	62	0.110	0.089	1.488	18
18.1	75	9	100	0.110	0.151	>2.0	7
18.2	91	9	113	0.110	0.186	>2.0	7
18.3	97	10	112	0.109	0.182	>2.0	7
18.4	96	11	108	0.109	0.172	>2.0	7
18.5	74	15	82	0.109	0.114	1.940	7
18.6	51	21	59	0.108	0.085	1.452	19
18.7	50	18	61	0.108	0.088	1.496	17
18.8	51	17	63	0.108	0.089	1.528	16
18.9	49	17	61	0.107	0.087	1.500	17
19.0	55	15	69	0.107	0.095	1.641	13
19.1	52	16	66	0.107	0.092	1.585	15
19.2	56	15	70	0.106	0.096	1.662	13
19.3	56	15	69	0.106	0.095	1.646	13
19.4	52	17	64	0.106	0.090	1.564	15
19.5	62	13	78	0.105	0.106	1.857	9

19.6	62	14	76	0.105	0.103	1.815	9
19.7	56	16	68	0.105	0.093	1.644	13
19.8	47	18	59	0.104	0.085	1.499	17
19.9	31	26	43	0.104	0.073	1.293	26
20.0	11	55	27	0.104	0.062	>2.0	7
20.1	3	100	3	0.103	0.045	>2.0	7
20.2	2	100	2	0.103	0.044	>2.0	7
20.3	2	100	2	0.103	0.044	>2.0	7
20.4	2	100	2	0.102	0.044	>2.0	7
20.5	2	100	2	0.102	0.044	>2.0	7
20.6	7	62	7	0.102	0.047	>2.0	7
20.7	54	11	88	0.101	0.122	>2.0	7
20.8	86	7	134	0.101	0.256	>2.0	7
20.9	80	10	102	0.101	0.150	>2.0	7
21.0	74	12	92	0.100	0.128	>2.0	7
21.1	98	7	136	0.100	0.266	>2.0	7
21.2	104	7	135	0.099	0.262	>2.0	7
21.3	89	10	107	0.099	0.163	>2.0	7
21.4	82	11	100	0.099	0.146	>2.0	7
21.5	81	11	101	0.098	0.149	>2.0	7
21.6	83	10	104	0.098	0.156	>2.0	7
21.7	81	11	101	0.098	0.147	>2.0	7
21.8	91	9	115	0.097	0.185	>2.0	7
21.9	93	10	114	0.097	0.182	>2.0	7
22.0	88	11	106	0.097	0.161	>2.0	7
22.1	75	12	92	0.096	0.126	>2.0	7
22.2	73	12	91	0.096	0.125	>2.0	7
22.3	85	10	110	0.095	0.170	>2.0	7
22.4	89	10	113	0.095	0.177	>2.0	7
22.5	102	8	131	0.095	0.242	>2.0	7
22.6	110	8	139	0.094	0.276	>2.0	7
22.7	105	9	128	0.094	0.229	>2.0	7
22.8	102	9	125	0.094	0.219	>2.0	7
22.9	97	9	120	0.093	0.201	>2.0	7
23.0	98	9	122	0.098	0.208	>2.0	7
23.1	103	8	133	0.098	0.247	>2.0	7
23.2	100	9	125	0.098	0.218	>2.0	7
23.3	94	10	115	0.098	0.183	>2.0	7
23.4	88	10	109	0.097	0.165	>2.0	7
23.5	89	10	113	0.097	0.176	>2.0	7
23.6	82	11	104	0.097	0.152	>2.0	7
23.7	70	12	89	0.097	0.120	>2.0	7
23.8	56	16	71	0.097	0.093	1.767	10
23.9	37	22	50	0.097	0.075	1.429	20
24.0	36	23	49	0.097	0.075	1.421	20
24.1	24	32	36	0.097	0.066	1.250	29
24.2	21	43	33	0.097	0.063	>2.0	7
24.3	37	31	45	0.097	0.072	1.365	23
24.4	61	14	79	0.097	0.103	1.968	7
24.5	54	14	78	0.097	0.101	1.929	8
24.6	48	16	68	0.097	0.090	1.712	11
24.7	40	17	63	0.096	0.084	1.610	14
24.8	35	24	48	0.096	0.073	1.399	21
24.9	55	20	64	0.096	0.085	1.629	13
25.0	58	17	71	0.096	0.092	1.766	10

z = profondità(m)
Qcn = Resistenza alla punta normalizzata
CF = contenuto di fini (%)
Qccs = Resistenza alla punta corretta
CSR = Cyclic stress ratio (Domanda)
CRR = Cyclic resistance ratio (Capacità)
Fs = Fattore di sicurezza
PL = Probabilità di liquefazione (%) (da Juang, Chen, Jiang, Andrus - 2000,2004,2005)

La correzione per i fini viene fatta secondo Robertson & Wride (1997).
Il Fattore di sicurezza Fs risulta sempre >1
Indice di liquefacibilità potenziale [Iwasaki et al. (1982), modificato da Sonmez (2003)]: 0.1
Potenziale di liquefazione basso
Il cedimento in fase sismica viene calcolato dalle equazioni di Tokimatsu & Seed (1987) e risulta pari a circa 0.3 cm.
Il cedimento post liquefazione dovuto alla dissipazione dell'eccesso di pressioni interstiziali viene calcolato dalle equazioni di Zhang, Robertson, Brachman (2002) e risulta pari a circa 0.0 cm.
Il cedimento totale risultante in sisma è di circa 0.3 cm.

- Analisi Liquefazione da prova CPT



CSR: Cyclic Stress Ratio (Seed & Idriss, 1971 - NCEER, 1997)
CRR: Cyclic Resistance Ratio (Robertson & Wride, 1998)

Magnitudo: 6.1

Accelerazione: 0.137g

Fattore di sicurezza

Cedimento in fase sismica: 0.3 cm.

Cedimento post liquefazione: 0.0 cm.

Cedimento totale sismico: 0.3 cm.

PGS_CPT ver. 3.2 ©Dario Flaccovio Editore

12. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello geotecnico del sottosuolo è stato dedotto dalla modellazione geologica descritta precedentemente, sulla base dei campi di variabilità dei principali parametri geomeccanici di riferimento sono state individuate le unità geotecniche.

La definizione dei parametri dei terreni è stata effettuata utilizzando appositi fogli di calcolo con riferimento alle relazioni empiriche proposte da differenti autori. Di seguito si riportano le tabelle che illustrano il modello geotecnico del sottosuolo con i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici desunti dalle prove penetrometriche statiche con piezocono. Le tabelle sono state elaborate e tenute distinte per le singole prove.

In Allegato 2 sono riportati le tabelle con i dati e le elaborazioni delle prove con passo delle letture di 5 cm.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici sono stati calcolati mediante analisi statistica e corrispondono al 5° percentile della distribuzione della media, considerando una distribuzione log-normale per Cu, c', Mo e Ey e una distribuzione normale per φ'.

CPTU1 – PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Unità geotecniche	Prof. strato	Tipo	γ	φ'k	c'k	Suk	M
Argille e limi con livelli di sabbie limose	9.9	C	17.2	26	10.0	42	4.2
Sabbie	20.0	I	18.6	36	8.7	--	34.2
Argille e limi	20.6	C	18.3	17	12.2	23	1.0
Sabbie	25.0	I	19.6	36	8.7	--	54.6

CPTU2 – PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Unità geotecniche	Prof. strato	Tipo	γ	φ'k	c'k	Suk	M
Argille e limi con livelli di sabbie limose	8.1	C	17.5	27.5	10.3	47	5.6
Sabbie	22.4	I	18.9	36	8.7	--	31.7
Argille e limi	24.3	C	19.5	22	11.3	63	3.9
Sabbie	25.0	I	20.4	33	9.3	--	27.8

LEGENDA
Litologia: Robertson 1990, Robertson & Wride 1998
Prof: Profondità base strato (m)
Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
γ: Peso unità di volume (kN/mc) – Mayne et al. 2010
φ'k: Angolo di resistenza al taglio drenata (°) – Senneset 1982-88 – Senneset e Janbu 1985
c'k: Coesione efficace (kPa) – Cherubini 2000
Suk: Resistenza al taglio non drenata (kPa) – Baligh e Campanella 1975 (con Nk=20)
M: Modulo confinato (modulo edometrico) [E25] (MPa) – Robertson 2009

13. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini effettuate indicano che il modello geotecnico del sottosuolo è caratterizzato da terreni a comportamento prevalentemente coesivo (argille e limi con livelli di sabbie limose) fino a profondità di 8÷10 m dal p.c., la prova CPTU1 mostra valori più scadenti dei parametri geotecnici per questo strato; tali depositi sono seguiti da sedimenti a comportamento prevalentemente incoerente/granulare (sabbie) fino a circa 20 m di profondità.

Per quanto riguarda la profondità dell'acqua sotterranea, le indagini hanno evidenziato che in data 3/12/19 il livello statico è stato misurato a profondità di 3,4 m dal p.c.; in base ai dati pregressi e alla situazione meteoclimatica del periodo particolarmente piovoso si ritiene che tale valore possa essere considerato rappresentativo, salvo situazioni particolari, di un livello massimo.

Con riferimento alle situazioni evidenziate nello studio geologico del P.G.T., gli approfondimenti relativi agli aspetti sismici per il sito in esame e per il progetto previsto hanno evidenziato che per quanto riguarda l'amplificazione litologica il fattore Fa calcolato è inferiore al valore di soglia stabilito dalla Regione Lombardia e pertanto la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito, si applica quindi lo spettro previsto dalla normativa per la categoria di suolo valutata per il sito in esame, nel caso specifico la categoria di sottosuolo è la C; relativamente ai possibili effetti dovuti alla liquefazione del terreno la verifica ha evidenziato che il fattore di sicurezza è risultato sempre >1.

Non potranno, di norma, preventivarsi altezze di scavo superiori a 3 m: situazioni differenti dovranno prevedere opere di sostegno e verifiche di stabilità puntuali.

Qualora i nuovi manufatti ricadano in situazioni dove la fondatezza di formazione di un eventuale fontanazzo è accertata, si prescrive la realizzazione di fondazioni profonde per la stabilità dell'opera d'arte stessa e tutte le misure mitigative atte a contenere o eliminare il fontanazzo medesimo.

In ogni caso per le nuove edificazioni saranno da privilegiare fondazioni a nastro continuo, a platea ed eventualmente fondazioni profonde.

Art. 20 – Classe 4 (colore rosso) - Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso delle aree. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della L. 457/1978.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Art. 21 – Prescrizioni esecutive

Nelle aree, di cui agli articoli 18 e 19, saranno da preferirsi soluzioni edificatorie con massimo due piani fuori terra e dovranno di norma escludersi tipologie strutturali con elevato rapporto dimensionale lunghezza/altezza, al fine di migliorare le caratteristiche statiche del manufatto.

La stabilità degli scavi dovrà essere assicurata con opportuni metodi provvisori e/o definitivi e dovranno essere evitati ristagni d'acqua sul fondo degli stessi.

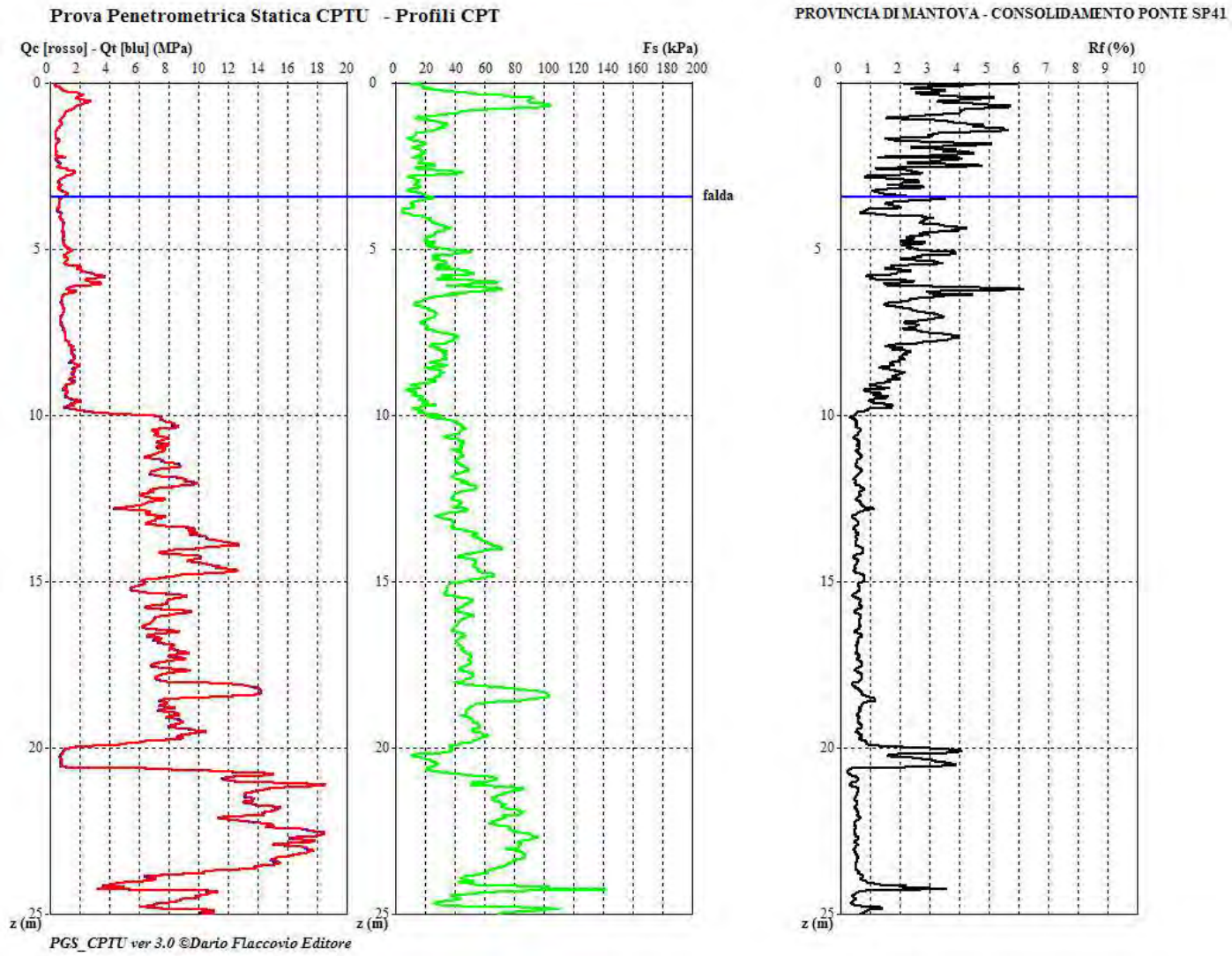
Fatto salvo il divieto di dispersione di acque nel sottosuolo, in fase esecutiva si procederà al collettamento delle acque meteoriche nella rete fognaria o, in assenza di quest'ultima, in un sistema drenante superficiale naturale.

A garanzia dell'integrità qualitativa delle acque sotterranee, gli scavi per la realizzazione di nuove edificazioni dovranno essere mantenuti ad almeno 1,5 m dal massimo livello piezometrico rilevato o

ALLEGATO 2
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU

ANALISI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO [CPTU]
Programma P.G.S. modulo CPTu
c) Dario Flaccovio Editore - Bruschi Alberto
Committente: PROVINCIA DI MANTOVA
Localita': SANTA LUCIA (QUISTELLO)-CANALE SABBIONCELLO
Lavoro: CONSOLIDAMENTO PONTE SP41
Data: 03/12/2019
Passo delle misure = 1.00 cm
Profondità della falda = 3.4 m

PROVA PENETROMETICA STATICA CPTU 1



RISULTATI DELL'ELABORAZIONE DELLA PROVA

Z	Qc	Fs	Rf	L	CF	g	sv	sv'	Uo
0.01	0.440	9.2	2.10	SL	15	11.4	0.1	0.1	0.0
0.06	0.410	17.0	4.14	LA	35	13.3	0.8	0.8	0.0
0.11	0.630	18.3	2.91	SL	28	13.8	1.6	1.6	0.0
0.16	0.780	19.3	2.47	SL	26	14.2	2.3	2.3	0.0
0.21	0.890	31.1	3.50	LA	31	14.8	3.1	3.1	0.0
0.26	1.290	41.0	3.18	SL	26	15.3	3.9	3.9	0.0
0.31	2.030	53.9	2.65	SL	20	15.7	4.7	4.7	0.0
0.36	2.170	71.4	3.29	SL	23	16.1	5.6	5.6	0.0
0.41	1.770	84.0	4.75	LA	31	16.4	6.4	6.4	0.0
0.46	1.930	90.9	4.71	LA	30	16.6	7.3	7.3	0.0
0.51	2.360	90.1	3.82	SL	26	16.7	8.2	8.2	0.0
0.56	2.680	88.4	3.30	SL	23	16.8	9.1	9.1	0.0
0.61	2.230	98.8	4.43	LA	30	17.0	10.0	10.0	0.0
0.66	1.930	103.9	5.39	LA	35	17.2	10.9	10.9	0.0
0.71	1.720	96.5	5.61	LA	38	17.2	11.8	11.8	0.0
0.76	1.570	68.9	4.39	LA	36	16.9	12.7	12.7	0.0

0.81	1.290	51.6	4.00	LA	39	16.7	13.6	13.6	0.0
0.86	1.070	42.8	4.00	LA	42	16.6	14.4	14.4	0.0
0.91	1.040	37.2	3.58	LA	42	16.5	15.3	15.3	0.0
0.96	0.970	27.5	2.84	LA	40	16.2	16.1	16.1	0.0
1.01	0.880	19.5	2.22	SL	39	15.9	16.9	16.9	0.0
1.06	0.790	14.7	1.86	SL	39	15.7	17.7	17.7	0.0
1.11	0.700	22.1	3.15	LA	50	16.1	18.5	18.5	0.0
1.16	0.790	29.4	3.72	LA	50	16.5	19.3	19.3	0.0
1.21	0.800	33.8	4.22	LA	53	16.6	20.2	20.2	0.0
1.26	0.710	32.9	4.64	A	58	16.7	21.0	21.0	0.0
1.31	0.670	32.4	4.84	A	60	16.7	21.9	21.9	0.0
1.36	0.540	29.6	5.48	A	69	16.6	22.7	22.7	0.0
1.41	0.460	25.9	5.63	A	75	16.5	23.5	23.5	0.0
1.46	0.430	18.7	4.35	A	72	16.2	24.4	24.4	0.0
1.51	0.410	13.3	3.25	A	68	15.9	25.2	25.2	0.0
1.56	0.430	13.0	3.03	A	66	15.9	26.0	26.0	0.0
1.61	0.380	11.4	3.00	A	70	15.8	26.7	26.7	0.0
1.66	0.490	7.2	1.47	LA	52	15.4	27.5	27.5	0.0
1.71	0.620	11.1	1.79	LA	49	15.9	28.2	28.2	0.0
1.76	0.540	16.5	3.05	A	62	16.3	29.0	29.0	0.0
1.81	0.400	20.2	5.06	A	81	16.5	29.8	29.8	0.0
1.86	0.400	18.3	4.56	A	79	16.4	30.7	30.7	0.0
1.91	0.450	11.7	2.61	A	65	16.0	31.5	31.5	0.0
1.96	0.430	13.5	3.13	A	70	16.2	32.2	32.2	0.0
2.01	0.430	16.3	3.80	A	75	16.4	33.0	33.0	0.0
2.06	0.480	18.4	3.82	A	72	16.5	33.9	33.9	0.0
2.11	0.430	19.2	4.46	A	79	16.6	34.7	34.7	0.0
2.16	0.480	16.1	3.34	A	70	16.4	35.5	35.5	0.0
2.21	0.890	13.0	1.46	SL	41	16.3	36.3	36.3	0.0
2.26	0.430	17.5	4.07	A	78	16.6	37.1	37.1	0.0
2.31	0.480	16.8	3.50	A	72	16.5	37.9	37.9	0.0
2.36	0.580	17.2	2.97	A	63	16.6	38.7	38.7	0.0
2.41	0.700	18.6	2.65	LA	57	16.7	39.5	39.5	0.0
2.46	0.560	25.8	4.61	A	74	17.0	40.3	40.3	0.0
2.51	0.500	17.7	3.54	A	72	16.7	41.2	41.2	0.0
2.56	1.130	13.1	1.15	SL	35	16.4	42.0	42.0	0.0
2.61	1.190	25.8	2.17	LA	42	17.1	42.8	42.8	0.0
2.66	1.720	42.4	2.46	LA	37	17.6	43.6	43.6	0.0
2.71	1.540	40.9	2.66	LA	40	17.6	44.5	44.5	0.0
2.76	1.250	18.6	1.49	SL	37	16.8	45.3	45.3	0.0
2.81	0.970	7.5	0.77	SL	35	15.9	46.1	46.1	0.0
2.86	0.820	12.3	1.49	LA	46	16.4	46.8	46.8	0.0
2.91	0.610	14.8	2.43	LA	61	16.6	47.6	47.6	0.0
2.96	0.610	15.9	2.61	LA	63	16.7	48.4	48.4	0.0
3.01	0.630	12.5	1.98	LA	58	16.5	49.2	49.2	0.0
3.06	0.730	14.2	1.94	LA	54	16.6	50.0	50.0	0.0
3.11	0.600	16.6	2.76	A	65	16.8	50.8	50.8	0.0
3.16	0.580	11.4	1.96	LA	61	16.5	51.6	51.6	0.0
3.21	0.710	8.0	1.13	SL	48	16.1	52.3	52.3	0.0
3.26	0.930	10.5	1.13	SL	41	16.4	53.1	53.1	0.0
3.31	1.200	16.6	1.38	SL	39	16.9	53.9	53.9	0.0
3.36	1.090	19.7	1.81	LA	44	17.1	54.7	54.7	0.0
3.41	0.930	23.0	2.47	LA	53	17.2	55.5	55.4	0.1
3.46	0.700	24.7	3.52	A	67	17.3	56.3	55.7	0.6
3.51	0.640	17.5	2.74	A	65	17.0	57.2	56.1	1.1
3.56	0.650	12.4	1.91	LA	59	16.6	58.0	56.4	1.6
3.61	0.660	10.0	1.51	LA	55	16.4	58.7	56.7	2.1
3.66	0.650	11.1	1.71	LA	57	16.5	59.5	57.0	2.6
3.71	0.630	12.2	1.93	LA	60	16.6	60.3	57.2	3.0
3.76	0.490	7.5	1.53	LA	65	16.1	61.1	57.5	3.5
3.81	0.530	4.5	0.84	LA	54	15.7	61.8	57.7	4.0
3.86	0.570	4.3	0.76	SL	51	15.6	62.5	58.0	4.5
3.91	0.800	6.2	0.77	SL	42	16.0	63.2	58.2	5.0
3.96	0.740	11.2	1.52	LA	53	16.5	63.9	58.4	5.5
4.01	0.650	17.8	2.74	A	66	17.0	64.7	58.7	6.0
4.06	0.750	23.4	3.12	A	64	17.3	65.6	59.1	6.5
4.11	0.810	22.6	2.79	LA	60	17.3	66.4	59.4	7.0
4.16	0.890	25.0	2.80	LA	58	17.4	67.2	59.8	7.5
4.21	0.950	26.2	2.75	LA	56	17.4	68.1	60.1	7.9
4.26	0.900	30.1	3.34	A	60	17.6	68.9	60.5	8.4
4.31	0.890	32.0	3.60	A	62	17.7	69.8	60.9	8.9
4.36	0.860	36.2	4.21	A	66	17.8	70.7	61.3	9.4
4.41	0.870	32.4	3.72	A	64	17.7	71.5	61.6	9.9
4.46	0.850	27.9	3.28	A	62	17.5	72.4	62.0	10.4
4.51	0.940	25.9	2.76	LA	56	17.5	73.3	62.4	10.9
4.56	0.940	26.9	2.86	LA	57	17.5	74.1	62.7	11.4
4.61	0.950	22.6	2.38	LA	54	17.3	74.9	63.1	11.9
4.66	0.900	20.7	2.29	LA	55	17.2	75.8	63.4	12.4
4.71	0.900	20.1	2.23	LA	54	17.2	76.6	63.7	12.9
4.76	0.980	20.4	2.08	LA	51	17.2	77.4	64.1	13.3
4.81	0.920	25.9	2.81	LA	58	17.5	78.2	64.4	13.8
4.86	0.980	20.4	2.08	LA	51	17.2	79.1	64.8	14.3
4.91	1.040	24.1	2.31	LA	52	17.4	79.9	65.1	14.8
4.96	1.260	30.4	2.41	LA	48	17.7	80.7	65.4	15.3
5.01	1.370	35.5	2.59	LA	47	17.8	81.6	65.8	15.8
5.06	1.360	50.6	3.72	LA	53	18.2	82.5	66.2	16.3
5.11	1.120	43.5	3.88	A	59	18.1	83.4	66.6	16.8
5.16	0.960	32.8	3.42	A	61	17.8	84.3	67.0	17.3
5.21	0.980	25.1	2.56	LA	55	17.5	85.1	67.4	17.8

5.26	1.230	26.0	2.11	LA	47	17.5	86.0	67.7	18.2
5.31	1.190	27.1	2.28	LA	49	17.6	86.8	68.1	18.7
5.36	1.060	33.3	3.14	LA	57	17.8	87.7	68.4	19.2
5.41	0.990	33.6	3.39	A	60	17.8	88.5	68.8	19.7
5.46	1.230	28.0	2.27	LA	48	17.6	89.4	69.2	20.2
5.51	2.080	35.5	1.71	SL	33	17.9	90.2	69.5	20.7
5.56	1.770	26.2	1.48	SL	35	17.6	91.1	69.9	21.2
5.61	2.110	42.9	2.03	SL	35	18.1	91.9	70.3	21.7
5.66	2.240	45.7	2.04	SL	34	18.2	92.8	70.7	22.2
5.71	2.780	52.1	1.88	SL	30	18.3	93.7	71.0	22.7
5.76	3.140	42.5	1.35	SL	24	18.1	94.6	71.4	23.2
5.81	3.660	32.9	0.90	SL	19	17.9	95.4	71.8	23.6
5.86	3.170	31.6	1.00	SL	21	17.8	96.3	72.1	24.1
5.91	2.330	37.0	1.59	SL	31	18.0	97.1	72.5	24.6
5.96	2.690	65.7	2.44	SL	34	18.6	98.0	72.9	25.1
6.01	3.400	67.6	1.99	SL	28	18.7	98.9	73.3	25.6
6.06	2.750	42.9	1.56	SL	28	18.2	99.8	73.7	26.1
6.11	1.580	48.6	3.07	LA	48	18.3	100.6	74.1	26.6
6.16	1.210	67.2	5.56	A	66	18.7	101.6	74.5	27.1
6.21	1.220	67.3	5.52	A	66	18.7	102.5	74.9	27.6
6.26	1.760	54.8	3.12	LA	46	18.5	103.4	75.4	28.1
6.31	1.290	40.1	3.11	LA	54	18.1	104.3	75.8	28.5
6.36	0.940	41.4	4.41	A	69	18.2	105.2	76.1	29.0
6.41	0.870	30.2	3.47	A	67	17.8	106.1	76.5	29.5
6.46	0.830	21.3	2.57	LA	63	17.5	106.9	76.9	30.0
6.51	0.790	17.9	2.26	LA	63	17.3	107.7	77.2	30.5
6.56	0.800	17.5	2.19	LA	62	17.3	108.6	77.6	31.0
6.61	0.800	12.6	1.58	LA	57	16.9	109.3	77.9	31.5
6.66	0.850	12.2	1.44	LA	54	16.9	110.1	78.2	32.0
6.71	0.900	16.3	1.82	LA	55	17.2	110.9	78.5	32.5
6.76	0.910	20.1	2.21	LA	58	17.4	111.8	78.8	33.0
6.81	0.950	22.8	2.40	LA	58	17.6	112.6	79.1	33.5
6.86	0.970	24.7	2.55	LA	59	17.7	113.4	79.5	33.9
6.91	0.890	27.3	3.07	A	65	17.8	114.3	79.8	34.4
6.96	0.830	27.0	3.25	A	68	17.8	115.1	80.2	34.9
7.01	0.780	26.2	3.36	A	71	17.7	116.0	80.6	35.4
7.06	0.720	23.3	3.24	A	73	17.6	116.9	81.0	35.9
7.11	0.720	20.9	2.90	A	71	17.5	117.7	81.3	36.4
7.16	0.750	17.4	2.32	A	66	17.3	118.5	81.6	36.9
7.21	0.790	16.9	2.13	LA	63	17.3	119.3	82.0	37.4
7.26	0.760	19.8	2.60	A	68	17.4	120.2	82.3	37.9
7.31	0.820	20.6	2.51	A	65	17.5	121.0	82.6	38.4
7.36	0.900	20.5	2.28	LA	60	17.5	121.8	83.0	38.8
7.41	0.950	21.0	2.21	LA	58	17.5	122.7	83.3	39.3
7.46	0.990	26.9	2.71	LA	60	17.8	123.5	83.7	39.8
7.51	1.050	32.7	3.11	A	61	18.0	124.4	84.1	40.3
7.56	1.040	38.0	3.65	A	64	18.2	125.3	84.4	40.8
7.61	1.050	41.4	3.94	A	66	18.3	126.1	84.8	41.3
7.66	1.050	40.8	3.88	A	66	18.3	127.0	85.3	41.8
7.71	1.070	38.3	3.58	A	64	18.2	127.9	85.6	42.3
7.76	1.210	37.2	3.07	LA	57	18.2	128.8	86.0	42.8
7.81	1.300	33.4	2.57	LA	52	18.1	129.7	86.4	43.3
7.86	1.290	23.5	1.82	LA	47	17.7	130.5	86.8	43.8
7.91	1.570	22.9	1.46	SL	40	17.7	131.4	87.1	44.2
7.96	1.440	29.5	2.05	LA	46	17.9	132.2	87.5	44.7
8.01	1.470	27.8	1.89	LA	45	17.9	133.1	87.8	45.2
8.06	1.450	33.1	2.28	LA	48	18.1	133.9	88.2	45.7
8.11	1.450	30.9	2.13	LA	47	18.0	134.8	88.6	46.2
8.16	1.560	32.5	2.08	LA	45	18.1	135.6	89.0	46.7
8.21	1.630	33.2	2.03	LA	43	18.1	136.5	89.3	47.2
8.26	1.650	32.9	2.00	LA	43	18.1	137.4	89.7	47.7
8.31	1.570	32.7	2.08	LA	45	18.1	138.2	90.1	48.2
8.36	1.420	27.9	1.96	LA	46	17.9	139.1	90.4	48.7
8.41	1.390	22.9	1.65	LA	44	17.7	139.9	90.8	49.1
8.46	1.810	31.6	1.75	SL	39	18.1	140.8	91.1	49.6
8.51	1.930	27.9	1.45	SL	36	17.9	141.6	91.5	50.1
8.56	1.520	19.2	1.26	SL	39	17.5	142.4	91.8	50.6
8.61	1.620	26.0	1.61	SL	41	17.9	143.3	92.2	51.1
8.66	1.620	29.9	1.84	LA	43	18.0	144.1	92.5	51.6
8.71	1.470	30.1	2.05	LA	47	18.0	145.0	92.9	52.1
8.76	1.560	29.1	1.87	LA	44	18.0	145.8	93.3	52.6
8.81	1.620	27.5	1.70	SL	42	17.9	146.7	93.6	53.1
8.86	1.540	26.3	1.71	LA	43	17.9	147.5	94.0	53.6
8.91	1.290	22.1	1.71	LA	48	17.7	148.4	94.3	54.1
8.96	1.640	27.2	1.66	SL	41	17.9	149.2	94.7	54.5
9.01	1.570	23.0	1.46	SL	41	17.7	150.0	95.0	55.0
9.06	1.120	10.4	0.93	SL	44	16.9	150.8	95.3	55.5
9.11	1.120	13.1	1.17	SL	47	17.2	151.6	95.6	56.0
9.16	1.000	16.2	1.62	LA	54	17.4	152.4	95.9	56.5
9.21	0.890	7.2	0.80	SL	49	16.6	153.2	96.2	57.0
9.26	1.120	9.0	0.81	SL	43	16.8	153.9	96.4	57.5
9.31	1.120	13.1	1.17	SL	47	17.2	154.7	96.7	58.0
9.36	1.010	11.0	1.09	LA	49	17.0	155.5	97.0	58.5
9.41	1.130	15.4	1.36	LA	49	17.3	156.3	97.3	59.0
9.46	1.200	17.9	1.49	LA	48	17.5	157.1	97.6	59.4
9.51	1.500	15.3	1.02	SL	38	17.3	157.9	98.0	59.9
9.56	2.070	20.4	0.98	SL	31	17.6	158.7	98.3	60.4
9.61	1.650	17.9	1.09	SL	37	17.5	159.5	98.6	60.9
9.66	1.550	23.5	1.51	SL	42	17.8	160.3	98.9	61.4

9.71	1.170	17.9	1.53	LA	50	17.5	161.2	99.3	61.9
9.76	1.010	13.6	1.35	LA	52	17.2	162.0	99.6	62.4
9.81	1.690	14.6	0.86	SL	34	17.3	162.7	99.9	62.9
9.86	2.300	18.0	0.78	SL	27	17.5	163.5	100.2	63.4
9.91	3.320	17.1	0.51	S	18	17.5	164.3	100.5	63.9
9.96	5.490	27.9	0.51	S	12	18.0	165.1	100.8	64.4
10.01	7.080	30.3	0.43	S	9	18.1	165.9	101.1	64.8
10.06	7.490	24.8	0.33	G	7	17.9	166.7	101.4	65.3
10.11	7.380	33.1	0.45	S	9	18.2	167.5	101.7	65.8
10.16	7.730	40.2	0.52	S	9	18.4	168.4	102.1	66.3
10.21	8.200	41.5	0.51	S	8	18.5	169.2	102.4	66.8
10.26	8.280	43.0	0.52	S	8	18.5	170.1	102.8	67.3
10.31	8.430	44.4	0.53	S	8	18.5	170.9	103.1	67.8
10.36	8.460	45.5	0.54	S	8	18.6	171.7	103.5	68.3
10.41	7.030	45.8	0.65	S	11	18.6	172.6	103.8	68.8
10.46	6.950	43.2	0.62	S	11	18.5	173.5	104.2	69.3
10.51	7.310	42.6	0.58	S	10	18.5	174.3	104.5	69.7
10.56	7.080	40.9	0.58	S	10	18.5	175.1	104.9	70.2
10.61	7.230	33.7	0.47	S	9	18.3	176.0	105.2	70.7
10.66	7.960	32.6	0.41	S	8	18.2	176.8	105.6	71.2
10.71	7.710	41.1	0.53	S	9	18.5	177.6	105.9	71.7
10.76	7.420	43.8	0.59	S	10	18.5	178.5	106.3	72.2
10.81	7.210	46.2	0.64	S	11	18.6	179.3	106.6	72.7
10.86	8.010	43.9	0.55	S	9	18.6	180.2	107.0	73.2
10.91	7.510	44.2	0.59	S	10	18.6	181.0	107.4	73.7
10.96	7.250	44.4	0.61	S	11	18.6	181.9	107.7	74.2
11.01	7.730	44.3	0.57	S	10	18.6	182.7	108.1	74.7
11.06	7.650	39.9	0.52	S	9	18.5	183.6	108.4	75.1
11.11	7.320	43.8	0.60	S	11	18.6	184.4	108.8	75.6
11.16	7.030	44.5	0.63	S	11	18.6	185.3	109.1	76.1
11.21	6.600	45.5	0.69	S	12	18.6	186.1	109.5	76.6
11.26	6.420	42.7	0.66	S	13	18.6	187.0	109.9	77.1
11.31	7.180	41.4	0.58	S	11	18.5	187.8	110.2	77.6
11.36	7.570	40.9	0.54	S	10	18.5	188.7	110.6	78.1
11.41	8.150	40.9	0.50	S	9	18.5	189.5	110.9	78.6
11.46	8.690	43.6	0.50	S	8	18.6	190.3	111.3	79.1
11.51	8.780	44.4	0.51	S	8	18.6	191.2	111.6	79.6
11.56	8.450	46.8	0.55	S	9	18.7	192.0	112.0	80.0
11.61	7.370	48.8	0.66	S	11	18.7	192.9	112.4	80.5
11.66	6.890	48.4	0.70	S	12	18.7	193.8	112.7	81.0
11.71	6.820	43.9	0.64	S	12	18.6	194.6	113.1	81.5
11.76	6.770	40.5	0.60	S	12	18.5	195.5	113.5	82.0
11.81	7.470	38.4	0.51	S	10	18.5	196.3	113.8	82.5
11.86	8.540	38.6	0.45	S	8	18.5	197.1	114.2	83.0
11.91	9.160	40.9	0.45	S	7	18.5	198.0	114.5	83.5
11.96	9.080	46.2	0.51	S	8	18.7	198.8	114.9	84.0
12.01	9.660	48.6	0.50	S	7	18.7	199.7	115.2	84.5
12.06	9.860	48.2	0.49	S	7	18.7	200.5	115.6	85.0
12.11	8.750	53.6	0.61	S	9	18.9	201.4	115.9	85.4
12.16	7.850	55.2	0.70	S	11	18.9	202.3	116.3	85.9
12.21	6.870	52.7	0.77	S	13	18.8	203.1	116.7	86.4
12.26	6.740	47.5	0.71	S	13	18.7	204.0	117.1	86.9
12.31	6.840	42.7	0.62	S	12	18.6	204.9	117.4	87.4
12.36	6.200	40.0	0.64	S	13	18.5	205.7	117.8	87.9
12.41	6.150	38.9	0.63	S	13	18.5	206.5	118.2	88.4
12.46	6.710	37.3	0.56	S	11	18.5	207.4	118.5	88.9
12.51	7.730	38.3	0.49	S	9	18.5	208.2	118.9	89.4
12.56	7.270	41.1	0.56	S	11	18.6	209.1	119.2	89.9
12.61	6.570	44.5	0.68	S	13	18.7	209.9	119.6	90.4
12.66	6.320	42.8	0.68	S	13	18.6	210.8	119.9	90.8
12.71	5.720	42.6	0.74	S	15	18.6	211.6	120.3	91.3
12.76	4.850	39.2	0.81	S	18	18.5	212.5	120.7	91.8
12.81	4.530	48.4	1.07	SL	21	18.8	213.4	121.0	92.3
12.86	6.430	47.4	0.74	S	14	18.8	214.2	121.4	92.8
12.91	6.550	38.5	0.59	S	12	18.5	215.1	121.8	93.3
12.96	6.510	31.9	0.49	S	11	18.3	215.9	122.1	93.8
13.01	7.110	28.2	0.40	S	9	18.2	216.7	122.4	94.3
13.06	7.630	29.4	0.39	S	9	18.2	217.5	122.8	94.8
13.11	7.150	34.1	0.48	S	10	18.4	218.4	123.1	95.3
13.16	6.950	38.0	0.55	S	11	18.5	219.2	123.4	95.7
13.21	6.600	38.8	0.59	S	12	18.6	220.0	123.8	96.2
13.26	6.510	38.8	0.60	S	12	18.6	220.9	124.2	96.7
13.31	7.590	37.5	0.49	S	10	18.5	221.7	124.5	97.2
13.36	9.260	38.5	0.42	S	7	18.6	222.6	124.8	97.7
13.41	9.640	41.9	0.43	S	7	18.7	223.4	125.2	98.2
13.46	9.370	48.8	0.52	S	8	18.8	224.2	125.6	98.7
13.51	9.880	51.8	0.52	S	8	18.9	225.1	125.9	99.2
13.56	9.370	54.4	0.58	S	9	19.0	226.0	126.3	99.7
13.61	10.130	51.4	0.51	S	8	18.9	226.8	126.7	100.2
13.66	10.570	54.0	0.51	S	7	19.0	227.7	127.0	100.7
13.71	10.650	56.9	0.53	S	7	19.0	228.6	127.4	101.1
13.76	11.450	59.5	0.52	S	7	19.1	229.4	127.8	101.6
13.81	12.100	62.2	0.51	S	6	19.1	230.3	128.2	102.1
13.86	12.640	62.5	0.49	S	6	19.1	231.2	128.6	102.6
13.91	12.400	66.0	0.53	S	6	19.2	232.0	128.9	103.1
13.96	10.420	70.9	0.68	S	9	19.3	232.9	129.3	103.6
14.01	9.820	71.3	0.73	S	10	19.3	233.8	129.7	104.1
14.06	8.050	59.5	0.74	S	12	19.1	234.7	130.1	104.6
14.11	7.380	54.2	0.73	S	13	19.0	235.6	130.5	105.1

14.16	8.160	47.6	0.58	S	10	18.8	236.5	130.9	105.6
14.21	10.040	42.4	0.42	S	7	18.7	237.3	131.3	106.0
14.26	10.140	43.3	0.43	S	7	18.7	238.1	131.6	106.5
14.31	9.820	51.0	0.52	S	8	18.9	239.0	132.0	107.0
14.36	9.300	53.9	0.58	S	9	19.0	239.9	132.3	107.5
14.41	9.970	54.0	0.54	S	8	19.0	240.7	132.7	108.0
14.46	10.600	52.2	0.49	S	7	19.0	241.6	133.1	108.5
14.51	11.150	52.1	0.47	S	7	19.0	242.5	133.5	109.0
14.56	11.190	53.6	0.48	S	7	19.0	243.3	133.8	109.5
14.61	11.930	55.3	0.46	S	6	19.0	244.2	134.2	110.0
14.66	12.620	55.0	0.44	G	5	19.0	245.0	134.6	110.5
14.71	11.760	57.5	0.49	S	6	19.1	245.9	135.0	111.0
14.76	9.960	65.6	0.66	S	9	19.2	246.8	135.3	111.4
14.81	8.500	66.2	0.78	S	12	19.3	247.7	135.7	111.9
14.86	7.820	60.6	0.77	S	13	19.2	248.6	136.1	112.4
14.91	6.730	53.2	0.79	S	14	19.0	249.4	136.5	112.9
14.96	6.160	48.0	0.78	S	15	18.9	250.3	136.9	113.4
15.01	6.320	45.2	0.72	S	15	18.8	251.2	137.3	113.9
15.06	6.290	35.9	0.57	S	13	18.6	252.0	137.6	114.4
15.11	5.910	35.0	0.59	S	14	18.5	252.9	138.0	114.9
15.16	5.580	34.8	0.62	S	15	18.5	253.7	138.3	115.4
15.21	5.440	34.9	0.64	S	16	18.5	254.5	138.7	115.9
15.26	5.580	33.9	0.61	S	15	18.5	255.4	139.0	116.3
15.31	6.260	32.6	0.52	S	13	18.5	256.2	139.4	116.8
15.36	7.810	32.6	0.42	S	9	18.5	257.0	139.7	117.3
15.41	9.170	34.7	0.38	S	7	18.5	257.9	140.1	117.8
15.46	8.840	43.1	0.49	S	9	18.8	258.7	140.4	118.3
15.51	8.220	49.6	0.60	S	11	19.0	259.6	140.8	118.8
15.56	7.970	52.1	0.65	S	12	19.0	260.4	141.1	119.3
15.61	7.880	50.1	0.64	S	12	19.0	261.3	141.5	119.8
15.66	7.830	47.8	0.61	S	11	18.9	262.2	141.9	120.3
15.71	6.830	45.8	0.67	S	13	18.9	263.0	142.3	120.8
15.76	6.370	43.9	0.69	S	14	18.8	263.9	142.6	121.3
15.81	7.160	41.2	0.58	S	12	18.8	264.8	143.0	121.7
15.86	9.020	40.2	0.45	S	8	18.7	265.6	143.4	122.2
15.91	9.450	43.1	0.46	S	8	18.8	266.4	143.7	122.7
15.96	8.440	49.6	0.59	S	11	19.0	267.3	144.1	123.2
16.01	8.000	52.6	0.66	S	12	19.0	268.2	144.5	123.7
16.06	7.140	48.4	0.68	S	13	19.0	269.0	144.8	124.2
16.11	7.040	45.3	0.64	S	13	18.9	269.9	145.2	124.7
16.16	6.910	43.3	0.63	S	13	18.8	270.8	145.6	125.2
16.21	6.840	42.2	0.62	S	13	18.8	271.6	145.9	125.7
16.26	6.680	41.7	0.62	S	13	18.8	272.5	146.3	126.2
16.31	6.370	40.9	0.64	S	14	18.8	273.3	146.7	126.6
16.36	6.230	39.8	0.64	S	14	18.7	274.2	147.0	127.1
16.41	6.700	38.9	0.58	S	13	18.7	275.0	147.4	127.6
16.46	8.300	37.5	0.45	S	9	18.7	275.9	147.8	128.1
16.51	8.570	41.0	0.48	S	9	18.8	276.7	148.1	128.6
16.56	7.640	44.3	0.58	S	12	18.9	277.6	148.5	129.1
16.61	6.590	45.5	0.69	S	14	18.9	278.4	148.8	129.6
16.66	6.820	44.8	0.66	S	14	18.9	279.3	149.2	130.1
16.71	7.480	42.2	0.56	S	12	18.8	280.2	149.6	130.6
16.76	7.020	41.3	0.59	S	13	18.8	281.0	149.9	131.1
16.81	7.370	40.7	0.55	S	12	18.8	281.9	150.3	131.6
16.86	7.660	41.8	0.55	S	11	18.8	282.7	150.7	132.0
16.91	8.440	42.4	0.50	S	10	18.8	283.6	151.0	132.5
16.96	8.070	44.6	0.55	S	11	18.9	284.4	151.4	133.0
17.01	8.070	45.5	0.56	S	11	18.9	285.3	151.8	133.5
17.06	8.530	45.3	0.53	S	10	18.9	286.1	152.1	134.0
17.11	9.090	46.6	0.51	S	9	19.0	287.0	152.5	134.5
17.16	8.980	48.8	0.54	S	10	19.0	287.8	152.9	135.0
17.21	8.010	50.4	0.63	S	12	19.1	288.7	153.2	135.5
17.26	8.130	50.4	0.62	S	12	19.1	289.6	153.6	136.0
17.31	9.120	49.4	0.54	S	10	19.0	290.4	154.0	136.5
17.36	8.350	49.4	0.59	S	11	19.0	291.3	154.4	136.9
17.41	7.410	50.8	0.69	S	13	19.1	292.2	154.7	137.4
17.46	7.010	50.2	0.72	S	14	19.1	293.1	155.1	137.9
17.51	6.810	47.8	0.70	S	14	19.0	293.9	155.5	138.4
17.56	7.030	45.0	0.64	S	13	18.9	294.8	155.9	138.9
17.61	8.190	42.7	0.52	S	11	18.9	295.6	156.2	139.4
17.66	9.400	43.2	0.46	S	9	18.9	296.5	156.6	139.9
17.71	8.370	48.6	0.58	S	11	19.0	297.4	157.0	140.4
17.76	7.800	52.4	0.67	S	13	19.1	298.2	157.4	140.9
17.81	7.410	52.6	0.71	S	14	19.1	299.1	157.7	141.4
17.86	7.140	50.6	0.71	S	14	19.1	300.0	158.1	141.9
17.91	7.130	47.8	0.67	S	14	19.0	300.8	158.5	142.3
17.96	7.420	45.7	0.62	S	13	19.0	301.7	158.9	142.8
18.01	8.850	39.2	0.44	S	9	18.8	302.6	159.2	143.3
18.06	11.920	44.2	0.37	G	6	18.9	303.4	159.6	143.8
18.11	13.040	52.7	0.40	G	5	19.2	304.3	160.0	144.3
18.16	13.680	65.7	0.48	S	6	19.4	305.1	160.3	144.8
18.21	14.060	79.7	0.57	S	6	19.6	306.0	160.7	145.3
18.26	14.230	91.1	0.64	S	7	19.8	306.9	161.2	145.8
18.31	14.230	98.0	0.69	S	7	19.9	307.9	161.6	146.3
18.36	14.160	101.8	0.72	S	8	19.9	308.8	162.0	146.8
18.41	13.000	102.3	0.79	S	9	19.9	309.7	162.5	147.2
18.46	10.730	101.2	0.94	S	12	19.9	310.6	162.9	147.7
18.51	8.430	94.9	1.13	SL	16	19.9	311.6	163.3	148.2
18.56	7.420	84.2	1.13	SL	17	19.7	312.5	163.8	148.7

18.61	7.670	67.1	0.87	S	15	19.5	313.4	164.2	149.2
18.66	7.900	56.8	0.72	S	13	19.3	314.3	164.6	149.7
18.71	7.390	52.3	0.71	S	14	19.2	315.2	165.0	150.2
18.76	7.880	49.7	0.63	S	12	19.1	316.0	165.4	150.7
18.81	7.950	49.2	0.62	S	12	19.1	316.9	165.7	151.2
18.86	7.310	48.1	0.66	S	14	19.1	317.8	166.1	151.7
18.91	7.920	47.6	0.60	S	12	19.1	318.6	166.5	152.2
18.96	8.620	47.5	0.55	S	11	19.1	319.5	166.9	152.6
19.01	8.630	42.7	0.50	S	10	19.0	320.4	167.2	153.1
19.06	7.860	48.2	0.61	S	12	19.1	321.2	167.6	153.6
19.11	8.350	49.9	0.60	S	12	19.1	322.1	168.0	154.1
19.16	8.750	51.6	0.59	S	11	19.2	323.0	168.4	154.6
19.21	8.930	52.2	0.58	S	11	19.2	323.8	168.7	155.1
19.26	8.620	55.3	0.64	S	12	19.3	324.7	169.1	155.6
19.31	8.190	56.2	0.69	S	13	19.3	325.6	169.5	156.1
19.36	7.970	56.2	0.71	S	13	19.3	326.5	169.9	156.6
19.41	8.940	53.5	0.60	S	11	19.2	327.4	170.3	157.1
19.46	9.750	51.4	0.53	S	9	19.2	328.2	170.7	157.5
19.51	10.450	52.8	0.51	S	9	19.2	329.1	171.1	158.0
19.56	9.530	58.3	0.61	S	10	19.3	330.0	171.4	158.5
19.61	8.850	61.1	0.69	S	12	19.4	330.9	171.8	159.0
19.66	8.690	59.1	0.68	S	12	19.4	331.7	172.2	159.5
19.71	8.780	56.2	0.64	S	12	19.3	332.6	172.6	160.0
19.76	7.510	53.4	0.71	S	14	19.2	333.5	173.0	160.5
19.81	6.040	51.1	0.85	S	18	19.2	334.4	173.4	161.0
19.86	5.150	43.8	0.85	SL	20	19.0	335.3	173.8	161.5
19.91	3.700	38.9	1.05	SL	28	18.9	336.1	174.2	162.0
19.96	1.740	36.2	2.08	LA	54	18.8	337.0	174.6	162.5
20.01	1.090	36.6	3.36	A	82	18.8	337.9	175.0	162.9
20.06	0.950	37.7	3.96	A	93	18.9	338.8	175.4	163.4
20.11	0.890	35.0	3.94	AO	96	18.8	339.7	175.8	163.9
20.16	0.780	21.2	2.72	A	95	18.2	340.6	176.2	164.4
20.21	0.710	11.3	1.59	A	91	17.6	341.4	176.5	164.9
20.26	0.700	14.0	1.99	A	97	17.8	342.2	176.8	165.4
20.31	0.720	18.6	2.58	AO	100	18.1	343.0	177.2	165.9
20.36	0.740	22.7	3.07	AO	100	18.3	343.9	177.5	166.4
20.41	0.770	25.0	3.25	AO	100	18.4	344.8	177.9	166.9
20.46	0.740	27.5	3.72	AO	100	18.5	345.7	178.3	167.4
20.51	0.720	27.5	3.82	AO	100	18.5	346.5	178.7	167.8
20.56	0.800	23.6	2.94	A	97	18.4	347.4	179.1	168.3
20.61	6.440	21.3	0.33	S	12	18.3	348.2	179.4	168.8
20.66	9.580	20.4	0.21	G	6	18.2	349.0	179.7	169.3
20.71	12.300	28.2	0.23	G	4	18.6	349.8	180.0	169.8
20.76	14.720	36.1	0.25	G	3	18.8	350.6	180.3	170.3
20.81	14.670	49.5	0.34	G	4	19.2	351.5	180.7	170.8
20.86	12.370	62.2	0.50	S	7	19.5	352.3	181.1	171.3
20.91	11.570	68.2	0.59	S	9	19.6	353.2	181.5	171.8
20.96	11.910	65.1	0.55	S	8	19.5	354.1	181.9	172.3
21.01	13.350	51.1	0.38	G	6	19.3	355.0	182.2	172.8
21.06	16.820	56.2	0.33	G	4	19.4	355.9	182.6	173.2
21.11	18.460	50.2	0.27	G	2	19.2	356.7	183.0	173.7
21.16	16.490	74.1	0.45	G	5	19.7	357.6	183.4	174.2
21.21	14.760	85.9	0.58	S	7	19.9	358.5	183.8	174.7
21.26	14.320	83.5	0.58	S	7	19.8	359.4	184.2	175.2
21.31	13.740	77.0	0.56	S	7	19.7	360.3	184.6	175.7
21.36	13.130	73.2	0.56	S	7	19.7	361.2	185.0	176.2
21.41	13.190	70.5	0.53	S	7	19.6	362.1	185.4	176.7
21.46	13.160	67.3	0.51	S	7	19.6	363.0	185.8	177.2
21.51	13.770	64.9	0.47	S	6	19.6	363.9	186.2	177.7
21.56	13.590	65.4	0.48	S	7	19.6	364.8	186.6	178.1
21.61	13.030	68.9	0.53	S	7	19.6	365.6	187.0	178.6
21.66	13.440	71.1	0.53	S	7	19.7	366.5	187.4	179.1
21.71	13.890	72.2	0.52	S	7	19.7	367.4	187.8	179.6
21.76	15.290	71.1	0.46	S	6	19.7	368.3	188.2	180.1
21.81	15.370	75.1	0.49	S	6	19.7	369.2	188.6	180.6
21.86	15.160	81.6	0.54	S	6	19.8	370.1	189.0	181.1
21.91	14.830	84.9	0.57	S	7	19.9	371.0	189.4	181.6
21.96	14.270	83.8	0.59	S	7	19.9	371.9	189.9	182.1
22.01	14.110	71.8	0.51	S	7	19.7	372.8	190.3	182.6
22.06	12.040	73.9	0.61	S	9	19.7	373.7	190.7	183.1
22.11	11.370	71.8	0.63	S	10	19.7	374.6	191.1	183.5
22.16	12.320	68.6	0.56	S	8	19.6	375.5	191.5	184.0
22.21	13.400	64.3	0.48	S	7	19.6	376.4	191.9	184.5
22.26	14.500	62.3	0.43	G	6	19.5	377.3	192.3	185.0
22.31	14.950	67.4	0.45	S	6	19.6	378.2	192.7	185.5
22.36	14.580	76.1	0.52	S	7	19.8	379.1	193.1	186.0
22.41	16.110	77.2	0.48	S	5	19.8	380.0	193.5	186.5
22.46	17.340	77.5	0.45	G	5	19.8	380.9	193.9	187.0
22.51	17.930	80.0	0.45	G	4	19.8	381.8	194.3	187.5
22.56	18.490	85.4	0.46	G	4	19.9	382.7	194.7	188.0
22.61	18.230	91.1	0.50	S	5	20.0	383.6	195.1	188.5
22.66	17.560	92.5	0.53	S	5	20.0	384.5	195.5	188.9
22.71	16.110	93.5	0.58	S	6	20.0	385.4	196.0	189.4
22.76	17.130	89.3	0.52	S	5	20.0	386.3	196.4	189.9
22.81	17.630	82.9	0.47	G	5	19.9	387.2	196.8	190.4
22.86	16.080	82.9	0.52	S	6	19.9	388.1	197.2	190.9
22.91	15.100	84.6	0.56	S	7	19.9	389.0	197.6	191.4
22.96	16.950	82.7	0.49	S	5	19.9	389.9	198.0	191.9
23.01	17.260	73.2	0.42	G	5	19.8	390.8	198.5	192.4

23.06	17.600	78.5	0.45	G	5	19.8	391.7	198.9	192.9
23.11	17.420	83.3	0.48	S	5	19.9	392.6	199.3	193.4
23.16	17.050	85.6	0.50	S	5	20.0	393.5	199.7	193.8
23.21	16.360	86.9	0.53	S	6	20.0	394.4	200.1	194.3
23.26	15.820	86.8	0.55	S	6	20.0	395.3	200.5	194.8
23.31	15.120	85.6	0.57	S	7	20.0	396.3	200.9	195.3
23.36	14.920	80.6	0.54	S	7	19.9	397.2	201.3	195.8
23.41	15.240	79.0	0.52	S	6	19.9	398.1	201.8	196.3
23.46	15.440	76.1	0.49	S	6	19.8	399.0	202.2	196.8
23.51	14.920	75.0	0.50	S	6	19.8	399.9	202.6	197.3
23.56	14.050	73.0	0.52	S	7	19.8	400.8	203.0	197.8
23.61	13.830	67.8	0.49	S	7	19.7	401.6	203.4	198.3
23.66	12.060	63.9	0.53	S	8	19.6	402.5	203.8	198.8
23.71	10.410	60.3	0.58	S	10	19.6	403.4	204.2	199.2
23.76	10.290	60.9	0.59	S	10	19.6	404.3	204.6	199.7
23.81	7.970	54.5	0.68	S	14	19.5	405.2	205.0	200.2
23.86	6.380	46.3	0.73	S	17	19.3	406.1	205.4	200.7
23.91	6.660	42.9	0.64	S	16	19.2	406.9	205.7	201.2
23.96	6.890	47.6	0.69	S	16	19.3	407.8	206.1	201.7
24.01	5.240	45.6	0.87	SL	22	19.3	408.7	206.5	202.2
24.06	4.530	48.9	1.08	SL	26	19.3	409.6	206.9	202.7
24.11	4.090	53.5	1.31	SL	30	19.4	410.5	207.3	203.2
24.16	4.940	95.4	1.93	SL	31	20.1	411.4	207.8	203.7
24.21	3.440	102.8	2.99	LA	44	20.2	412.4	208.2	204.1
24.26	7.990	117.2	1.47	SL	20	20.4	413.4	208.7	204.6
24.31	11.090	71.1	0.64	S	10	19.8	414.3	209.2	205.1
24.36	10.800	55.3	0.51	S	9	19.5	415.2	209.6	205.6
24.41	10.390	39.7	0.38	S	8	19.1	416.0	209.9	206.1
24.46	9.810	38.7	0.39	S	9	19.1	416.9	210.3	206.6
24.51	9.470	42.3	0.45	S	10	19.2	417.7	210.6	207.1
24.56	8.840	40.2	0.45	S	11	19.1	418.6	211.0	207.6
24.61	8.510	31.4	0.37	S	10	18.9	419.4	211.4	208.1
24.66	7.510	26.6	0.35	S	11	18.7	420.3	211.7	208.6
24.71	7.000	29.4	0.42	S	13	18.8	421.1	212.0	209.1
24.76	6.500	47.0	0.72	S	17	19.3	421.9	212.4	209.5
24.81	7.060	97.3	1.38	SL	22	20.2	422.9	212.8	210.0
24.86	10.570	101.2	0.96	S	14	20.2	423.8	213.3	210.5
24.91	10.720	91.2	0.85	S	13	20.1	424.7	213.7	211.0
24.96	10.210	71.6	0.70	S	12	19.8	425.6	214.1	211.5

z = profondità (m)
Qc = resistenza alla punta (MPa)
Fs = resistenza d'attrito (kPa)
Rf = rapporto delle resistenza (%)
L = litologia (criterio di Jefferies & Been)
G = Ghiaia - S = Sabbia - SL = Sabbia limosa - LA = Limo argilloso - A = Argilla - AO = Argilla organica
g = peso di volume (kN/mc)
sv = tensione litostatica totale (kPa)
sv' = tensione litostatica effettiva (kPa)
Uo = pressione nei pori (kPa)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

z	L	Id	f	Su	OCR	M	m	Cc	Go	Vs
0.01	SL		38.0		45	8	221		4.2	87
0.06	LA		34.0	3.2	33.7	1	66	0.122	8.4	158
0.11	SL		39.0		17.4	7	141		10.6	111
0.16	SL		40.0		12.5	8	142		12.1	115
0.21	LA		39.0	6.7	16.6	3	70	0.114	17.0	179
0.26	SL		43.0		15	15	161		21.9	142
0.31	SL		46.0		13.2	22	193		28.4	156
0.36	SL		46.0		15.9	26	191		34.6	166
0.41	LA		42.0	16.7	20.7	7	83	0.130	37.7	239
0.46	LA		43.0	18.2	19.6	7	84	0.130	40.9	244
0.51	SL		45.0		15.4	28	181		42.9	177
0.56	SL		46.0		12.8	29	188		44.1	178
0.61	LA		43.0	20.9	15.8	8	83	0.126	46.3	247
0.66	LA		42.0	24.7	17.5	7	76	0.139	47.3	246
0.71	LA		41.0	25.3	16.3	6	70	0.142	45.2	237
0.76	LA		40.0	20.2	11.2	5	66	0.125	37.5	214
0.81	LA		38.0	17.9	8.9	4	59	0.120	31.6	194
0.86	LA		36.0	17.1	7.8	3	53	0.120	28.1	181
0.91	LA		36.0	16.1	6.7	3	51	0.115	26.3	174
0.96	LA		35.0	13.4	5	3	49	0.105	22.6	159
1.01	SL		35.0		3.7	5	92		18.9	126
1.06	SL		34.0		3	4	86		16.3	118
1.11	LA		32.0	14.1	4.5	2	40	0.109	19.7	145
1.16	LA		33.0	16.8	5.3	2	42	0.116	23.4	157
1.21	LA		33.0	18.6	5.7	2	42	0.123	25.4	162
1.26	A		30.0	19.4	5.7	1	19	0.129	24.8	158
1.31	A		30.0	19.6	5.5	1	18	0.131	24.6	156
1.36	A		28.0	19.2	5.1	1	16	0.140	22.8	148

1.41	A		26.0	18.3	4.6	1	15	0.142	20.9	140
1.46	A		25.0	15.9	3.7	0	14	0.125	17.7	128
1.51	A		25.0	13.5	2.9	0	14	0.110	15.0	118
1.56	A		25.0	13.6	2.8	0	14	0.107	15.1	118
1.61	A		24.0	12.7	2.5	0	13	0.107	13.9	112
1.66	LA		27.0	9.6	1.7	1	30	0.086	11.8	104
1.71	LA		29.0	11.7	2.1	2	34	0.091	15.1	119
1.76	A		26.0	15.6	2.9	1	15	0.107	18.0	128
1.81	A		24.0	17.4	3.2	0	13	0.134	18.9	128
1.86	A		23.0	16.9	3	0	13	0.127	18.1	125
1.91	A		24.0	13.5	2.2	0	14	0.102	15.0	114
1.96	A		24.0	14.9	2.4	0	13	0.108	16.0	117
2.01	A		24.0	16.8	2.7	0	13	0.117	17.7	123
2.06	A		25.0	17.7	2.8	1	14	0.118	19.2	128
2.11	A		23.0	18.1	2.8	0	13	0.126	19.3	127
2.16	A		24.0	16.9	2.5	1	14	0.111	18.1	124
2.21	SL		31.0		1.7	4	76		18.4	121
2.26	A		23.0	17.7	2.5	0	13	0.121	18.7	124
2.31	A		24.0	18.1	2.5	1	14	0.113	18.8	125
2.36	A		26.0	17.9	2.4	1	15	0.106	19.8	129
2.41	LA		28.0	18.3	2.4	2	33	0.102	21.3	135
2.46	A		25.0	22.3	3	1	14	0.128	24.1	141
2.51	A		24.0	19	2.4	1	14	0.113	19.8	127
2.56	SL		32.0		1.5	5	83		19.9	125
2.61	LA		32.0	19.8	2.4	3	42	0.096	27.9	156
2.66	LA		35.0	24.1	3	5	51	0.100	38.0	183
2.71	LA		33.0	24.6	3	5	48	0.102	36.8	179
2.76	SL		32.0		1.7	6	86		24.3	135
2.81	SL		30.0		1	3	75		15.3	112
2.86	LA		28.0	14.8	1.5	2	34	0.087	18.7	125
2.91	LA		26.0	18.2	1.9	1	29	0.099	19.5	125
2.96	LA		26.0	18.6	1.9	1	29	0.101	20.2	127
3.01	LA		26.0	16.4	1.6	1	30	0.093	18.2	121
3.06	LA		27.0	17.5	1.7	2	32	0.093	19.9	127
3.11	A		24.0	19.5	1.9	1	14	0.103	20.7	128
3.16	LA		25.0	16.4	1.5	1	28	0.093	17.3	117
3.21	SL		27.0		1.1	2	63		15.4	111
3.26	SL		29.0		1.2	4	71		18.3	120
3.31	SL		31.0		1.5	5	81		23.8	134
3.36	LA		30.0	19.2	1.7	3	38	0.091	25.4	145
3.41	LA		28.0	22.1	2	2	35	0.100	26.7	146
3.46	A		25.0	24.9	2.3	1	15	0.113	26.3	142
3.51	A		25.0	20.6	1.8	1	14	0.103	22.0	130
3.56	LA		25.0	17.9	1.5	2	29	0.092	18.8	121
3.61	LA		25.0	16	1.3	2	29	0.087	17.1	116
3.66	LA		25.0	17.1	1.4	2	29	0.089	17.9	118
3.71	LA		25.0	17.2	1.4	1	29	0.092	18.5	119
3.76	LA		22.0	14.2	1.1	1	25	0.087	14.1	103
3.81	LA		23.0	13.2	1	1	26	0.078	11.4	94
3.86	SL		24.0		1	2	55		11.4	97
3.91	SL		27.0		1	3	65		14.3	108
3.96	LA		26.0	16.5	1.3	2	31	0.087	18.5	121
4.01	A		24.0	21.6	1.8	1	14	0.103	22.4	131
4.06	A		25.0	24.6	2.1	1	15	0.108	26.2	142
4.11	LA		26.0	23.7	2	2	32	0.104	26.1	142
4.16	LA		27.0	24.8	2.1	2	34	0.104	27.9	148
4.21	LA		28.0	25	2.1	3	35	0.103	28.9	150
4.26	A		26.0	28	2.4	1	17	0.111	30.7	154
4.31	A		26.0	29.1	2.5	1	16	0.115	31.6	156
4.36	A		26.0	31.1	2.7	1	16	0.123	33.4	159
4.41	A		26.0	29.5	2.5	1	16	0.116	31.7	156
4.46	A		26.0	26.7	2.2	1	16	0.110	29.4	150
4.51	LA		27.0	25.9	2.1	3	34	0.103	29.0	150
4.56	LA		27.0	26.1	2.1	3	34	0.105	29.5	151
4.61	LA		28.0	24.2	1.9	3	34	0.098	27.3	146
4.66	LA		27.0	23.3	1.8	2	33	0.097	25.9	142
4.71	LA		27.0	22.4	1.7	2	33	0.096	25.6	141
4.76	LA		28.0	22.5	1.7	3	35	0.094	26.2	143
4.81	LA		27.0	25.7	2	2	34	0.104	29.0	149
4.86	LA		28.0	22.7	1.7	3	35	0.094	26.2	143
4.91	LA		28.0	23.9	1.8	3	36	0.097	28.7	149
4.96	LA		30.0	26.2	2	4	39	0.099	33.3	161
5.01	LA		30.0	28.4	2.2	4	41	0.101	36.5	169
5.06	LA		30.0	36.6	3	4	40	0.116	43.4	182
5.11	A		28.0	33.9	2.7	2	18	0.118	38.9	171
5.16	A		26.0	30	2.3	2	17	0.112	33.0	158
5.21	LA		27.0	25.8	1.9	3	34	0.101	29.2	149
5.26	LA		29.0	24.9	1.8	3	38	0.095	30.9	156
5.31	LA		29.0	26.1	1.9	3	38	0.097	31.4	156
5.36	LA		28.0	30.6	2.3	3	35	0.108	34.0	161
5.41	A		26.0	30.8	2.3	2	17	0.112	33.8	159
5.46	LA		29.0	26.5	1.9	3	38	0.097	32.2	158
5.51	SL		34.0		1.8	10	100		39.7	162
5.56	SL		32.0		1.5	8	92		33.4	152
5.61	SL		34.0		2.1	11	100		43.6	168
5.66	SL		34.0		2.1	12	103		45.5	171
5.71	SL		36.0		2.1	14	115		50.5	178
5.76	SL		37.0		1.7	15	122		46.7	173
5.81	SL		38.0		1.4	16	131		42.4	168

5.86	SL		37.0		1.4	14	122		40.6	165
5.91	SL		34.0		1.7	11	104		41.6	165
5.96	SL		35.0		2.6	15	112		56.6	185
6.01	SL		37.0		2.4	19	126		59.8	189
6.06	SL		35.0		1.8	13	113		46.1	172
6.11	LA		30.0	35.4	2.5	5	42	0.108	44.6	184
6.16	A		28.0	45.5	3.4	2	18	0.140	50.0	189
6.21	A		28.0	44.7	3.3	2	18	0.140	50.2	189
6.26	LA		31.0	37.2	2.6	5	45	0.108	48.4	191
6.31	LA		28.0	33.9	2.3	4	38	0.108	39.3	171
6.36	A		25.0	35.2	2.4	2	16	0.125	37.7	164
6.41	A		24.0	30.6	2	1	15	0.112	31.9	152
6.46	LA		24.0	25.7	1.6	2	30	0.101	26.8	140
6.51	LA		24.0	23.2	1.4	2	30	0.097	24.4	134
6.56	LA		24.0	23.3	1.4	2	30	0.096	24.3	134
6.61	LA		24.0	19.3	1.1	2	30	0.088	20.9	124
6.66	LA		25.0	19.3	1.1	2	31	0.086	20.9	125
6.71	LA		25.0	22.2	1.3	2	32	0.091	24.1	134
6.76	LA		25.0	25	1.5	2	32	0.096	26.7	140
6.81	LA		25.0	26.5	1.6	2	32	0.098	28.6	145
6.86	LA		26.0	27.9	1.7	3	33	0.100	29.8	148
6.91	A		24.0	29.3	1.8	1	15	0.107	30.7	149
6.96	A		24.0	29.5	1.8	1	15	0.110	30.2	147
7.01	A		23.0	29.6	1.8	1	14	0.111	29.4	145
7.06	A		22.0	27.1	1.6	1	14	0.109	27.4	139
7.11	A		22.0	25.8	1.5	1	14	0.105	26.0	136
7.16	A		22.0	24.5	1.4	1	14	0.097	24.1	132
7.21	LA		23.0	23.2	1.3	2	29	0.095	24.0	132
7.26	A		22.0	26.1	1.5	1	14	0.101	25.7	136
7.31	A		23.0	26.2	1.5	1	15	0.100	26.6	139
7.36	LA		24.0	26.4	1.5	2	31	0.097	27.1	141
7.41	LA		25.0	26.5	1.5	2	32	0.096	27.7	143
7.46	LA		25.0	29.4	1.7	3	33	0.103	31.4	151
7.51	A		25.0	32.3	1.9	2	17	0.108	34.9	158
7.56	A		25.0	35.1	2.1	2	16	0.115	37.5	163
7.61	A		25.0	36.6	2.2	2	16	0.119	39.2	166
7.66	A		25.0	36.8	2.2	2	16	0.118	39.0	166
7.71	A		25.0	35.6	2.1	2	17	0.114	38.0	164
7.76	LA		27.0	34.4	2	3	36	0.107	38.3	166
7.81	LA		28.0	31.8	1.8	4	37	0.101	37.0	165
7.86	LA		28.0	26.1	1.4	4	37	0.091	31.3	153
7.91	SL		30.0		1.3	6	82		32.1	149
7.96	LA		28.0	29.3	1.6	4	39	0.094	35.6	163
8.01	LA		29.0	27.9	1.5	4	39	0.092	34.8	162
8.06	LA		29.0	31	1.7	4	39	0.097	37.8	167
8.11	LA		29.0	29.6	1.6	4	39	0.095	36.6	165
8.16	LA		30.0	31.2	1.7	4	41	0.094	38.1	169
8.21	LA		30.0	29.9	1.6	5	41	0.094	38.8	170
8.26	LA		30.0	30	1.6	5	42	0.093	38.8	170
8.31	LA		30.0	30.1	1.6	4	41	0.094	38.3	169
8.36	LA		29.0	28.7	1.5	4	39	0.092	34.9	161
8.41	LA		29.0	25.7	1.3	4	38	0.088	31.7	154
8.46	SL		31.0		1.5	8	87		38.8	160
8.51	SL		31.0		1.3	8	90		37.0	158
8.56	SL		30.0		1.1	6	80		29.8	145
8.61	SL		30.0		1.3	7	83		34.7	154
8.66	LA		30.0	29.4	1.5	5	41	0.091	37.1	167
8.71	LA		29.0	31.1	1.6	4	39	0.094	36.6	165
8.76	LA		29.0	29.6	1.5	4	40	0.091	36.5	165
8.81	SL		30.0		1.4	7	82		35.8	155
8.86	LA		29.0	28.2	1.4	4	40	0.089	34.7	161
8.91	LA		27.0	26.7	1.3	3	36	0.089	31.0	151
8.96	SL		30.0		1.4	7	82		35.7	155
9.01	SL		29.0		1.2	6	81		32.8	150
9.06	SL		26.0		1	4	68		21.3	127
9.11	SL		26.0		1	4	68		23.7	133
9.16	LA		25.0	23.8	1.1	3	32	0.088	25.5	136
9.21	SL		24.0		1	3	61		17.3	117
9.26	SL		26.0		1	4	68		20.1	125
9.31	SL		26.0		1	4	68		23.8	133
9.36	LA		25.0	22.3	1	3	32	0.081	21.6	127
9.41	LA		26.0	22.3	1	3	34	0.085	25.6	137
9.46	LA		26.0	24.2	1.1	3	35	0.086	27.8	143
9.51	SL		29.0		1	6	78		27.1	140
9.56	SL		31.0		1	8	91		32.9	151
9.61	SL		29.0		1	6	82		29.7	145
9.66	SL		29.0		1.2	6	79		33.2	151
9.71	LA		26.0	24.6	1.1	3	34	0.087	27.8	142
9.76	LA		24.0	22.9	1	3	32	0.084	23.8	131
9.81	SL		29.0		1	6	82		27.3	141
9.86	SL		32.0		1	9	96		31.8	150
9.91	S	26	34.2		1	13	127		33.4	154
9.96	S	39	35.7		1.1	22	162		45.6	174
10.01	S	46	37.4		1.2	30	184		49.7	181
10.06	G	48	37.3		1.2	32	189		46.1	178
10.11	S	47	37.3		1.3	32	188		52.1	185
10.16	S	48	37.3		1.4	35	192		57.4	191
10.21	S	50	38.2		1.4	37	198		58.9	193
10.26	S	50	38.2		1.4	37	199		60.0	194

10.31	S	50	38.2		1.4	38	200		61.2	195
10.36	S	51	38.1		1.4	38	200		62.0	196
10.41	S	46	37.4		1.4	32	182		60.2	193
10.46	S	45	36.4		1.3	30	181		58.6	191
10.51	S	46	37.4		1.3	32	186		58.7	192
10.56	S	46	37.4		1.3	31	183		57.3	190
10.61	S	46	37.4		1.2	31	184		52.8	185
10.66	S	49	37.3		1.3	35	193		52.9	186
10.71	S	48	37.3		1.3	34	190		58.5	192
10.76	S	47	37.4		1.3	32	186		59.8	193
10.81	S	46	37.4		1.4	32	184		61.1	194
10.86	S	49	37.3		1.4	36	193		60.9	195
10.91	S	47	37.3		1.3	33	187		60.4	193
10.96	S	46	37.4		1.3	32	184		60.2	193
11.01	S	48	37.3		1.3	34	189		60.8	194
11.06	S	47	37.3		1.3	33	188		57.9	191
11.11	S	46	37.4		1.3	32	184		60.0	193
11.16	S	45	36.4		1.3	31	180		60.1	193
11.21	S	43	36.5		1.3	29	174		60.1	192
11.26	S	42	36.6		1.3	28	172		58.1	190
11.31	S	45	36.4		1.3	31	182		58.4	191
11.36	S	47	37.4		1.3	33	186		58.7	192
11.41	S	49	37.3		1.3	36	193		59.5	193
11.46	S	50	38.2		1.4	39	199		62.1	197
11.51	S	51	38.1		1.4	40	200		62.7	197
11.56	S	49	37.2		1.4	38	196		63.9	198
11.61	S	46	36.4		1.3	32	183		63.7	196
11.66	S	44	36.5		1.3	30	177		62.8	195
11.71	S	44	36.5		1.3	30	176		59.9	192
11.76	S	43	36.5		1.2	29	175		57.7	190
11.81	S	46	36.4		1.2	32	184		57.3	190
11.86	S	49	37.2		1.3	37	196		58.9	193
11.91	S	51	38.1		1.3	40	203		61.2	196
11.96	S	51	38.1		1.4	41	202		64.7	200
12.01	S	53	38.0		1.4	44	208		67.0	202
12.06	S	53	38.0		1.4	45	210		67.0	202
12.11	S	50	37.2		1.4	40	198		69.0	203
12.16	S	47	37.3		1.4	35	187		68.7	202
12.21	S	43	36.5		1.3	30	175		65.8	198
12.26	S	43	35.5		1.3	29	173		62.5	195
12.31	S	43	36.5		1.2	29	174		59.7	192
12.36	S	40	35.6		1.2	26	166		56.9	188
12.41	S	40	35.7		1.2	26	165		56.2	188
12.46	S	43	35.6		1.2	28	172		56.0	188
12.51	S	46	36.4		1.2	33	185		58.2	191
12.56	S	45	36.5		1.2	31	179		59.4	192
12.61	S	42	35.6		1.2	28	170		60.6	192
12.66	S	41	35.6		1.2	27	167		59.1	191
12.71	S	38	34.7		1.2	24	159		58.0	189
12.76	S	34	34.9		1.1	20	146		54.3	184
12.81	SL		36.0		1.3	20	128		59.2	189
12.86	S	41	35.6		1.2	27	168		62.4	194
12.91	S	41	35.6		1.2	28	169		56.9	189
12.96	S	41	35.6		1.1	27	169		52.3	184
13.01	S	44	36.5		1.1	29	176		50.4	182
13.06	S	45	36.4		1.1	31	182		52.0	185
13.11	S	44	36.5		1.1	29	176		54.9	187
13.16	S	43	35.5		1.2	29	174		57.4	190
13.21	S	41	35.6		1.1	27	169		57.4	189
13.26	S	41	35.6		1.1	27	168		57.3	189
13.31	S	45	36.4		1.2	32	181		58.1	191
13.36	S	50	37.2		1.3	41	200		60.9	196
13.41	S	51	38.1		1.3	42	204		63.8	199
13.46	S	51	37.1		1.3	41	201		68.1	203
13.51	S	52	38.1		1.4	45	206		70.7	206
13.56	S	51	37.1		1.4	42	201		71.7	206
13.61	S	53	38.0		1.4	46	208		70.8	206
13.66	S	54	38.0		1.4	48	213		73.1	208
13.71	S	54	37.9		1.4	48	213		75.0	210
13.76	S	56	38.8		1.5	53	221		77.6	213
13.81	S	57	38.7		1.5	56	227		80.1	216
13.86	S	58	38.6		1.5	59	232		80.9	217
13.91	S	58	38.7		1.5	58	230		82.8	218
13.96	S	53	38.0		1.5	49	210		83.3	217
14.01	S	51	38.1		1.5	46	204		82.7	216
14.06	S	46	36.4		1.3	35	185		73.3	206
14.11	S	44	35.5		1.3	32	177		69.2	202
14.16	S	46	36.4		1.2	35	185		66.3	200
14.21	S	52	38.1		1.3	44	206		65.3	201
14.26	S	52	38.1		1.3	45	207		66.1	202
14.31	S	51	37.1		1.3	43	203		70.9	206
14.36	S	50	37.2		1.3	41	197		72.0	206
14.41	S	52	38.1		1.3	44	204		73.1	208
14.46	S	53	38.0		1.4	48	211		72.8	208
14.51	S	55	37.9		1.4	51	216		73.4	209
14.56	S	55	37.9		1.4	51	216		74.4	210
14.61	S	56	38.8		1.4	54	223		76.4	213
14.66	G	58	38.7		1.5	59	229		77.0	214
14.71	S	56	38.8		1.4	53	221		77.7	213

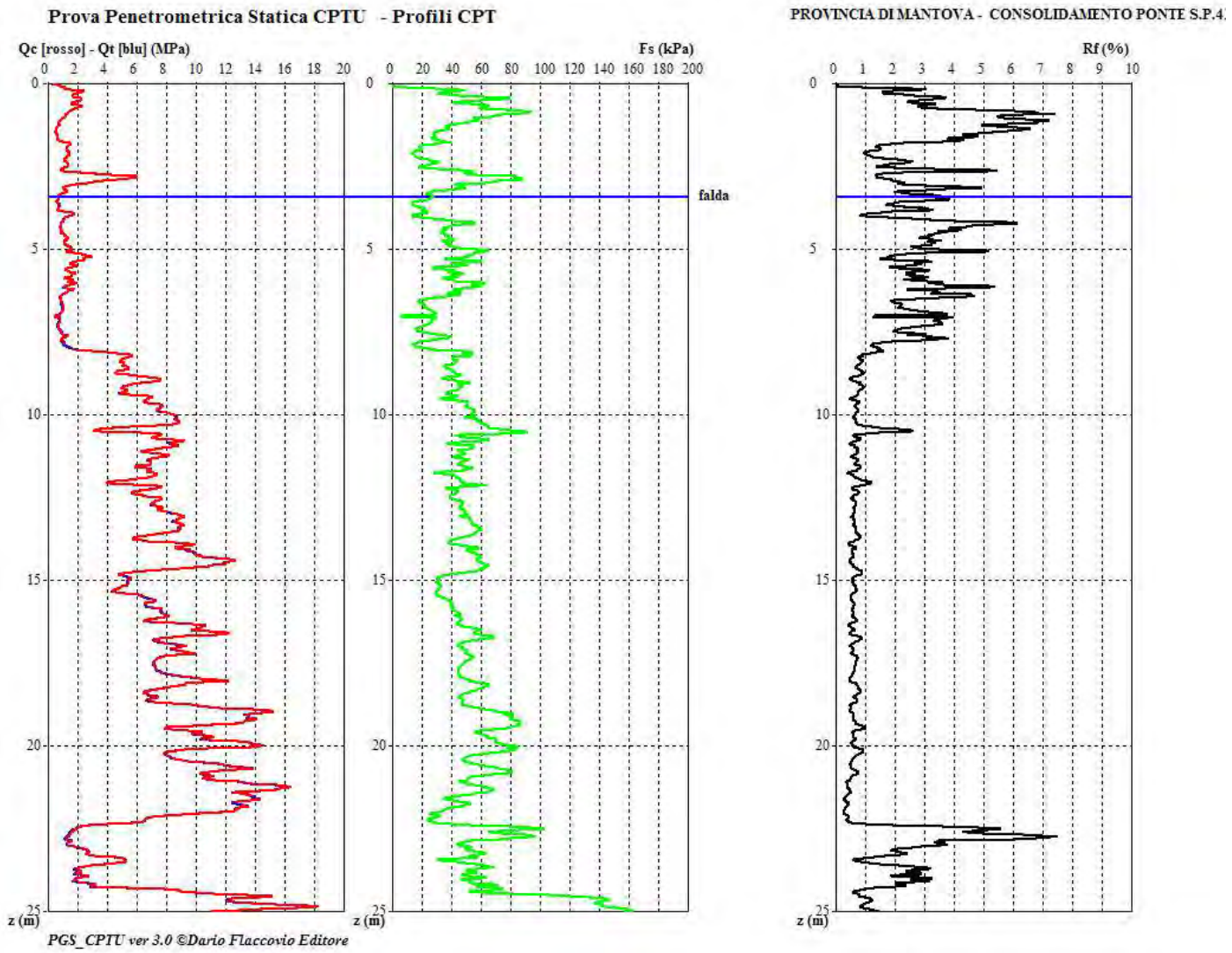
14.76	S	51	37.1		1.4	45	203		80.4	214
14.81	S	47	36.3		1.4	38	188		78.6	211
14.86	S	45	36.5		1.3	34	180		74.4	207
14.91	S	41	34.6		1.2	28	167		68.1	200
14.96	S	38	34.7		1.2	26	159		64.0	195
15.01	S	39	34.7		1.1	26	161		62.5	194
15.06	S	39	34.7		1	25	161		56.3	188
15.11	S	37	33.8		1	23	156		55.1	186
15.16	S	36	33.8		1	22	151		54.4	185
15.21	S	35	33.9		1	21	149		54.2	184
15.26	S	35	33.8		1	22	151		53.8	184
15.31	S	39	34.7		1	25	160		54.0	185
15.36	S	44	35.5		1.1	32	179		56.3	190
15.41	S	49	37.3		1.1	38	193		59.7	195
15.46	S	48	36.3		1.2	38	190		65.3	200
15.51	S	46	36.4		1.2	35	183		68.8	202
15.56	S	45	35.5		1.2	34	180		70.0	203
15.61	S	44	35.5		1.2	33	179		68.7	202
15.66	S	44	35.5		1.2	33	178		67.2	200
15.71	S	41	34.6		1.1	28	166		64.3	196
15.76	S	39	34.7		1.1	26	160		62.3	194
15.81	S	42	35.6		1.1	29	170		61.9	195
15.86	S	48	36.3		1.1	37	191		63.9	198
15.91	S	49	37.2		1.2	40	195		66.5	202
15.96	S	46	36.4		1.2	36	184		69.5	203
16.01	S	45	35.5		1.2	34	179		70.7	204
16.06	S	42	34.6		1.1	29	169		66.8	199
16.11	S	41	34.6		1.1	29	168		64.6	197
16.16	S	41	34.6		1.1	28	166		63.1	195
16.21	S	40	34.7		1.1	28	165		62.3	195
16.26	S	40	34.7		1.1	27	163		61.8	194
16.31	S	38	33.7		1	25	159		60.7	192
16.36	S	38	33.8		1	24	157		59.7	191
16.41	S	40	34.7		1	26	163		60.0	192
16.46	S	45	35.4		1.1	34	182		61.4	195
16.51	S	46	36.4		1.1	35	184		64.3	198
16.56	S	43	35.5		1.1	31	174		65.2	198
16.61	S	39	34.7		1.1	27	161		64.4	196
16.66	S	40	34.7		1.1	28	164		64.3	197
16.71	S	42	35.6		1.1	31	172		63.7	197
16.76	S	41	34.6		1	28	166		62.4	195
16.81	S	42	34.6		1.1	30	170		62.6	196
16.86	S	43	35.5		1.1	31	174		63.8	197
16.91	S	45	35.4		1.1	35	182		65.4	199
16.96	S	44	35.5		1.1	33	178		66.4	200
17.01	S	44	35.5		1.1	33	178		67.1	200
17.06	S	46	35.4		1.1	35	183		67.6	201
17.11	S	47	36.3		1.1	37	188		69.3	204
17.16	S	47	36.3		1.2	38	187		70.7	205
17.21	S	44	35.5		1.1	33	177		70.3	203
17.26	S	44	35.5		1.1	33	178		70.6	204
17.31	S	47	36.3		1.2	39	188		71.4	206
17.36	S	45	35.4		1.1	34	180		70.3	204
17.41	S	42	34.6		1.1	30	170		69.8	202
17.46	S	40	34.7		1.1	29	165		68.7	201
17.51	S	39	34.7		1.1	28	162		66.8	199
17.56	S	40	34.7		1.1	29	165		65.5	198
17.61	S	44	35.5		1.1	34	178		65.8	200
17.66	S	48	36.3		1.1	39	190		67.8	203
17.71	S	45	35.5		1.1	34	180		70.1	203
17.76	S	43	35.5		1.1	32	173		71.7	204
17.81	S	41	34.6		1.1	30	169		71.2	203
17.86	S	40	34.7		1.1	29	166		69.5	202
17.91	S	40	34.7		1.1	29	165		67.7	200
17.96	S	41	34.6		1.1	30	169		66.9	200
18.01	S	46	35.4		1.1	36	184		64.5	199
18.06	G	54	37.9		1.2	51	213		71.9	209
18.11	G	56	37.8		1.3	57	223		79.1	216
18.16	S	58	38.7		1.4	62	228		88.3	224
18.21	S	58	38.6		1.5	66	231		97.1	230
18.26	S	59	38.6		1.5	66	233		103.9	235
18.31	S	58	38.6		1.6	68	232		107.7	237
18.36	S	58	38.6		1.6	68	232		109.7	238
18.41	S	56	37.8		1.5	61	222		108.5	236
18.46	S	51	37.1		1.5	50	201		104.5	232
18.51	SL		38.0		1.4	38	162		97.3	225
18.56	SL		37.0		1.4	33	152		89.8	219
18.61	S	42	34.6		1.2	33	170		81.0	212
18.66	S	43	34.6		1.1	32	172		75.4	208
18.71	S	41	34.6		1.1	30	167		71.7	204
18.76	S	42	34.6		1.1	32	172		70.8	204
18.81	S	43	34.6		1.1	33	173		70.7	204
18.86	S	40	34.7		1	29	165		68.9	201
18.91	S	42	34.6		1.1	32	172		69.6	203
18.96	S	45	35.5		1.1	35	180		70.7	205
19.01	S	45	35.5		1	34	180		67.5	201
19.06	S	42	34.6		1.1	32	171		70.0	203
19.11	S	44	35.5		1.1	34	176		72.0	205
19.16	S	45	35.4		1.1	36	180		73.7	207

19.21	S	45	35.4		1.1	37	182		74.5	208
19.26	S	44	35.5		1.1	35	179		76.0	209
19.31	S	43	34.5		1.1	34	174		75.9	208
19.36	S	42	34.6		1.1	33	172		75.6	208
19.41	S	45	35.4		1.1	37	182		75.4	209
19.46	S	48	36.3		1.1	40	190		75.3	210
19.51	S	49	36.2		1.1	43	196		77.3	212
19.56	S	47	36.3		1.1	39	187		79.5	213
19.61	S	45	35.4		1.1	36	181		80.3	213
19.66	S	44	35.5		1.1	36	179		78.9	211
19.71	S	45	35.5		1.1	36	180		77.2	210
19.76	S	40	34.6		1.1	31	166		73.4	206
19.81	S	35	32.9		1	24	149		69.1	200
19.86	SL		34.0		1	20	125		62.5	193
19.91	SL		31.0		1	14	106		55.6	184
19.96	LA		23.0	43.3	1.1	5	36	0.094	46.1	173
20.01	A		18.0	43.4	1.1	2	14	0.110	41.6	159
20.06	A		16.0	43.5	1.1	1	13	0.118	40.6	157
20.11	AO		17.0	40.4	1	0	7	0.117	38.8	153
20.16	A		16.0	40.5	1	1	12	0.101	29.6	137
20.21	A		15.0	40.5	1	1	12	0.087	21.5	121
20.26	A		14.0	40.6	1	1	11	0.092	23.5	125
20.31	AO		15.0	40.7	1	0	7	0.099	27.1	132
20.36	AO		15.0	40.8	1	0	7	0.105	30.0	138
20.41	AO		16.0	40.9	1	0	7	0.108	31.7	141
20.46	AO		15.0	41	1	0	7	0.113	32.8	142
20.51	AO		15.0	41	1	0	7	0.114	32.5	142
20.56	A		15.0	41.1	1	1	12	0.104	31.3	140
20.61	S	36	32.8		1	25	152		48.0	180
20.66	G	47	35.4		1	38	186		51.5	187
20.71	G	53	37.0		1.1	51	210		61.7	200
20.76	G	58	37.7		1.2	63	230		70.8	211
20.81	G	58	37.7		1.3	65	230		80.9	219
20.86	S	53	37.0		1.2	53	211		86.9	221
20.91	S	51	37.1		1.2	49	204		89.7	223
20.96	S	52	37.1		1.2	51	207		88.3	222
21.01	G	55	37.9		1.2	57	219		80.7	218
21.06	G	61	38.4		1.4	76	245		88.0	227
21.11	G	64	39.2		1.4	84	257		85.2	226
21.16	G	61	38.5		1.4	75	243		99.4	234
21.21	S	58	37.7		1.4	67	229		104.6	236
21.26	S	57	37.7		1.4	65	226		102.7	234
21.31	S	56	37.8		1.3	61	221		98.2	231
21.36	S	55	36.9		1.3	58	216		95.2	228
21.41	S	55	36.9		1.3	58	216		93.6	227
21.46	S	55	36.9		1.2	56	216		91.7	226
21.51	S	56	37.8		1.3	61	221		90.9	226
21.56	S	55	37.8		1.3	60	219		91.1	226
21.61	S	54	36.9		1.2	56	215		92.7	226
21.66	S	55	36.9		1.3	59	218		94.6	228
21.71	S	56	37.8		1.3	61	221		95.8	229
21.76	S	58	37.6		1.3	67	232		96.8	231
21.81	S	58	37.6		1.3	68	233		99.4	233
21.86	S	58	37.6		1.4	69	231		103.2	235
21.91	S	57	37.7		1.4	67	228		104.8	236
21.96	S	56	37.8		1.3	63	224		103.5	235
22.01	S	56	37.8		1.3	62	222		96.2	230
22.06	S	52	37.1		1.2	51	205		94.8	227
22.11	S	50	36.2		1.2	48	199		92.6	225
22.16	S	52	37.0		1.2	53	207		92.0	225
22.21	S	55	36.9		1.2	57	216		90.7	225
22.26	G	57	37.8		1.2	62	225		90.7	226
22.31	S	57	37.7		1.3	66	228		94.6	230
22.36	S	57	37.7		1.3	64	225		99.7	232
22.41	S	59	38.6		1.4	73	237		102.1	236
22.46	G	61	38.4		1.4	79	245		103.7	238
22.51	G	62	38.3		1.4	82	249		105.9	239
22.56	G	63	38.3		1.5	86	253		109.8	242
22.61	S	63	38.3		1.5	85	251		113.0	244
22.66	S	62	38.4		1.4	80	246		113.1	243
22.71	S	59	37.6		1.4	73	236		112.1	242
22.76	S	61	38.4		1.4	78	243		110.9	242
22.81	G	62	38.4		1.4	80	246		107.7	240
22.86	S	59	37.6		1.4	73	235		106.0	238
22.91	S	57	37.7		1.3	67	228		105.9	237
22.96	S	60	38.5		1.4	77	241		106.9	239
23.01	G	61	38.4		1.4	78	243		101.5	236
23.06	G	61	38.4		1.4	80	246		105.2	239
23.11	S	61	38.4		1.4	79	244		108.0	240
23.16	S	61	38.5		1.4	78	241		109.0	241
23.21	S	59	37.6		1.4	74	236		109.1	240
23.26	S	58	37.6		1.4	72	232		108.4	239
23.31	S	57	37.7		1.3	67	227		107.0	238
23.36	S	57	37.7		1.3	66	225		103.8	236
23.41	S	57	37.7		1.3	67	228		103.2	235
23.46	S	58	37.7		1.3	68	229		101.7	235
23.51	S	57	37.7		1.3	66	225		100.4	234
23.56	S	55	36.9		1.2	60	218		98.2	231
23.61	S	55	36.9		1.2	59	216		94.7	229

23.66	S	51	36.1		1.1	50	202		90.0	223
23.71	S	47	35.3		1.1	43	188		85.4	219
23.76	S	47	35.4		1.1	42	186		85.6	219
23.81	S	40	33.7		1	31	164		77.7	210
23.86	S	34	32.9		1	25	147		69.2	201
23.91	S	35	31.9		1	26	150		67.5	200
23.96	S	36	32.8		1	27	152		71.2	203
24.01	SL		33.0		1	20	121		66.3	197
24.06	SL		31.0		1	18	112		66.7	197
24.11	SL		30.0		1	16	107		68.1	197
24.16	SL		32.0		1.4	22	117		93.2	219
24.21	LA		28.0	76.6	1.8	10	49	0.106	90.3	236
24.26	SL		36.0		1.4	36	149		112.5	235
24.31	S	48	35.3		1.1	46	193		93.7	225
24.36	S	48	35.3		1	43	190		83.1	217
24.41	S	47	35.4		1	41	186		71.4	207
24.46	S	45	34.4		1	39	181		69.8	206
24.51	S	44	34.5		1	37	178		72.1	207
24.56	S	42	34.6		1	35	172		69.6	204
24.61	S	41	33.6		1	34	168		62.2	197
24.66	S	38	32.8		1	30	158		56.5	191
24.71	S	36	32.8		1	28	153		58.2	192
24.76	S	34	32.9		1	26	147		70.5	203
24.81	SL		35.0		1.3	31	139		100.8	227
24.86	S	47	35.3		1.3	46	187		110.4	236
24.91	S	47	35.3		1.2	46	188		105.3	233
24.96	S	46	35.4		1.1	42	184		93.1	224

Z = profondità (m)
Id = indice di densità (%)- Jamiolkowski et al. 2001
f = angolo d'attrito (°) - Senneset 1982-88, Senneset e Janbu 1985
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa) - Ladd-de Groot 2003
OCR = grado di sovraconsolidamento - Mayne 2009
M = modulo confinato [E25] (Mpa) - Robertson 2009
m = numero del modulo di Janbu (-)
Cc = indice di compressibilità (-) - Marchi e Righi
Go = modulo di taglio (MPa) - Vs da Robertson 2009
Vs = velocità onde di taglio (m/s) - valore medio di diversi autori

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPTU 2



RISULTATI DELL'ELABORAZIONE DELLA PROVA

Z	Qc	Fs	Rf	L	CF	g	sv	sv'	Uo
0.01	0.250	0.1	0.05	G	2	8.1	0.1	0.1	0.0
0.06	0.780	0.1	0.02	G	2	8.9	0.3	0.3	0.0
0.11	1.110	9.5	0.85	S	8	12.4	0.8	0.8	0.0
0.16	1.190	35.2	2.96	SL	21	14.2	1.6	1.6	0.0
0.21	2.400	45.6	1.90	SL	12	14.8	2.4	2.4	0.0
0.26	2.100	34.0	1.62	SL	13	14.8	3.2	3.2	0.0
0.31	1.830	34.1	1.86	SL	16	15.0	3.9	3.9	0.0
0.36	1.690	44.1	2.61	SL	22	15.5	4.7	4.7	0.0
0.41	1.980	72.2	3.65	SL	25	16.1	5.6	5.6	0.0
0.46	2.240	73.1	3.26	SL	23	16.2	6.4	6.4	0.0
0.51	2.130	56.8	2.67	SL	22	16.1	7.3	7.3	0.0
0.56	1.650	40.6	2.46	SL	24	15.9	8.1	8.1	0.0
0.61	1.570	52.3	3.33	SL	30	16.3	9.0	9.0	0.0
0.66	2.320	65.6	2.83	SL	23	16.6	9.8	9.8	0.0
0.71	2.050	58.6	2.86	SL	25	16.5	10.7	10.7	0.0
0.76	1.810	62.1	3.43	LA	30	16.7	11.5	11.5	0.0
0.81	1.530	82.0	5.36	LA	40	17.0	12.4	12.4	0.0
0.86	1.370	91.7	6.69	A	46	17.2	13.3	13.3	0.0
0.91	1.140	79.8	7.00	A	51	17.1	14.2	14.2	0.0
0.96	1.230	68.2	5.54	LA	46	17.0	15.1	15.1	0.0
1.01	1.180	66.4	5.63	A	48	17.1	16.0	16.0	0.0
1.06	0.900	56.5	6.28	A	56	17.0	16.9	16.9	0.0
1.11	0.800	57.6	7.20	A	62	17.0	17.8	17.8	0.0
1.16	0.750	50.0	6.67	A	62	17.0	18.7	18.7	0.0
1.21	0.760	43.9	5.77	A	60	16.9	19.6	19.6	0.0
1.26	0.750	37.8	5.03	A	58	16.8	20.4	20.4	0.0
1.31	0.610	36.2	5.94	A	67	16.8	21.3	21.3	0.0
1.36	0.580	37.9	6.53	A	71	16.8	22.2	22.2	0.0
1.41	0.530	33.1	6.25	A	73	16.7	23.0	23.0	0.0
1.46	0.540	28.5	5.28	A	69	16.6	23.9	23.9	0.0
1.51	0.620	27.5	4.44	A	63	16.6	24.7	24.7	0.0
1.56	0.640	28.5	4.46	A	62	16.7	25.6	25.6	0.0
1.61	0.630	29.1	4.62	A	64	16.7	26.4	26.4	0.0
1.66	0.700	27.3	3.89	A	58	16.7	27.2	27.2	0.0
1.71	0.760	31.7	4.17	A	58	16.9	28.1	28.1	0.0

1.76	1.170	39.3	3.35	LA	45	17.1	28.9	28.9	0.0
1.81	1.530	27.8	1.81	SL	32	16.8	29.8	29.8	0.0
1.86	1.390	19.9	1.43	SL	31	16.5	30.6	30.6	0.0
1.91	1.320	17.4	1.32	SL	31	16.4	31.4	31.4	0.0
1.96	1.290	19.4	1.51	SL	33	16.5	32.2	32.2	0.0
2.01	1.310	18.8	1.44	SL	32	16.5	33.0	33.0	0.0
2.06	1.420	14.3	1.01	SL	28	16.3	33.7	33.7	0.0
2.11	1.470	14.2	0.96	SL	27	16.3	34.5	34.5	0.0
2.16	1.390	14.6	1.05	SL	29	16.3	35.3	35.3	0.0
2.21	1.280	15.7	1.22	SL	32	16.4	36.0	36.0	0.0
2.26	1.180	18.5	1.57	SL	37	16.6	36.8	36.8	0.0
2.31	1.120	25.7	2.29	LA	43	17.0	37.6	37.6	0.0
2.36	1.230	30.9	2.51	LA	42	17.2	38.5	38.5	0.0
2.41	1.370	27.4	2.00	SL	37	17.1	39.3	39.3	0.0
2.46	1.400	22.1	1.58	SL	34	16.9	40.1	40.1	0.0
2.51	1.280	18.0	1.40	SL	35	16.7	40.9	40.9	0.0
2.56	0.960	27.5	2.86	LA	51	17.1	41.7	41.7	0.0
2.61	0.870	45.3	5.20	A	65	17.7	42.6	42.6	0.0
2.66	1.280	54.3	4.24	LA	51	17.9	43.5	43.5	0.0
2.71	3.180	49.7	1.56	SL	22	17.8	44.4	44.4	0.0
2.76	5.050	68.9	1.36	SL	16	18.2	45.2	45.2	0.0
2.81	6.060	81.2	1.34	SL	14	18.4	46.1	46.1	0.0
2.86	5.440	87.2	1.60	SL	16	18.5	47.0	47.0	0.0
2.91	4.080	75.7	1.86	SL	21	18.4	47.9	47.9	0.0
2.96	3.100	67.0	2.16	SL	27	18.2	48.8	48.8	0.0
3.01	2.680	62.1	2.32	SL	30	18.2	49.7	49.7	0.0
3.06	1.570	43.9	2.79	LA	42	17.8	50.6	50.6	0.0
3.11	1.140	47.8	4.19	A	56	17.9	51.5	51.5	0.0
3.16	1.060	47.3	4.47	A	59	17.9	52.4	52.4	0.0
3.21	1.200	36.5	3.04	LA	50	17.7	53.3	53.3	0.0
3.26	1.310	25.5	1.95	LA	41	17.3	54.1	54.1	0.0
3.31	0.990	23.2	2.34	LA	51	17.2	54.9	54.9	0.0
3.36	0.780	25.4	3.26	A	63	17.3	55.8	55.8	0.0
3.41	0.740	27.5	3.72	A	67	17.4	56.6	56.5	0.1
3.46	0.770	25.7	3.34	A	64	17.4	57.5	56.9	0.6
3.51	0.610	22.9	3.76	A	74	17.3	58.3	57.2	1.1
3.56	0.620	13.8	2.22	LA	63	16.7	59.1	57.6	1.6
3.61	0.690	13.5	1.96	LA	58	16.7	59.9	57.9	2.1
3.66	0.820	13.7	1.67	LA	51	16.8	60.7	58.2	2.6
3.71	0.740	17.2	2.32	LA	59	17.0	61.5	58.5	3.0
3.76	0.740	20.5	2.77	LA	62	17.2	62.3	58.8	3.5
3.81	0.690	22.4	3.24	A	67	17.3	63.2	59.2	4.0
3.86	1.060	19.8	1.87	LA	46	17.1	64.0	59.5	4.5
3.91	1.760	23.9	1.36	SL	32	17.3	64.8	59.8	5.0
3.96	1.590	13.0	0.82	SL	29	16.7	65.6	60.1	5.5
4.01	1.310	13.8	1.05	SL	35	16.8	66.4	60.4	6.0
4.06	1.090	24.8	2.28	LA	49	17.4	67.2	60.7	6.5
4.11	1.090	34.7	3.18	LA	55	17.8	68.0	61.1	7.0
4.16	0.980	49.1	5.01	A	67	18.1	68.9	61.5	7.5
4.21	0.910	55.6	6.11	A	73	18.3	69.8	61.9	7.9
4.26	0.880	45.0	5.11	A	70	18.1	70.8	62.3	8.4
4.31	0.860	38.5	4.47	A	68	17.9	71.6	62.7	8.9
4.36	0.890	34.1	3.83	A	64	17.8	72.5	63.1	9.4
4.41	0.880	35.2	4.00	A	66	17.8	73.4	63.5	9.9
4.46	0.970	33.3	3.44	A	60	17.8	74.3	63.9	10.4
4.51	0.940	32.8	3.49	A	61	17.8	75.1	64.3	10.9
4.56	1.140	35.6	3.12	LA	54	17.8	76.0	64.6	11.4
4.61	1.230	37.5	3.05	LA	52	17.9	76.9	65.0	11.9
4.66	1.350	39.1	2.90	LA	49	18.0	77.8	65.4	12.4
4.71	1.270	41.1	3.23	LA	53	18.0	78.6	65.8	12.9
4.76	1.120	34.2	3.05	LA	55	17.8	79.5	66.2	13.3
4.81	1.130	36.8	3.26	LA	56	17.9	80.4	66.6	13.8
4.86	1.230	39.8	3.24	LA	53	18.0	81.3	66.9	14.3
4.91	1.430	37.0	2.59	LA	46	17.9	82.1	67.3	14.8
4.96	1.580	45.4	2.88	LA	46	18.2	83.0	67.7	15.3
5.01	1.590	60.0	3.77	LA	50	18.5	83.9	68.1	15.8
5.06	1.230	62.0	5.04	A	62	18.5	84.8	68.5	16.3
5.11	1.810	54.6	3.02	LA	44	18.4	85.7	69.0	16.8
5.16	2.370	53.2	2.24	SL	35	18.4	86.6	69.4	17.3
5.21	2.890	51.9	1.80	SL	29	18.3	87.5	69.8	17.8
5.26	2.450	45.9	1.87	SL	32	18.2	88.4	70.1	18.2
5.31	2.500	42.2	1.69	SL	30	18.1	89.3	70.5	18.7
5.36	1.930	59.7	3.10	LA	43	18.5	90.1	70.9	19.2
5.41	1.480	38.6	2.61	LA	47	18.0	91.0	71.3	19.7
5.46	1.780	48.3	2.71	LA	43	18.3	91.9	71.7	20.2
5.51	1.890	41.9	2.22	LA	39	18.1	92.8	72.1	20.7
5.56	1.360	27.4	2.02	LA	45	17.7	93.7	72.5	21.2
5.61	1.180	34.5	2.92	LA	54	17.9	94.5	72.8	21.7
5.66	1.410	41.2	2.92	LA	50	18.1	95.4	73.2	22.2
5.71	1.830	45.0	2.46	LA	42	18.2	96.3	73.6	22.7
5.76	1.640	41.0	2.50	LA	44	18.1	97.2	74.0	23.2
5.81	1.570	43.8	2.79	LA	47	18.2	98.0	74.4	23.6
5.86	1.150	34.2	2.98	LA	56	18.0	98.9	74.8	24.1
5.91	1.740	39.6	2.28	LA	42	18.1	99.8	75.2	24.6
5.96	1.370	41.9	3.06	LA	52	18.2	100.7	75.5	25.1
6.01	1.960	62.1	3.17	LA	44	18.6	101.6	76.0	25.6
6.06	1.560	54.1	3.47	LA	51	18.5	102.5	76.4	26.1
6.11	1.160	59.6	5.14	A	66	18.6	103.4	76.8	26.6
6.16	1.100	49.5	4.50	A	65	18.4	104.3	77.2	27.1

6.21	1.730	41.6	2.40	LA	43	18.2	105.2	77.6	27.6
6.26	1.400	46.2	3.30	LA	53	18.3	106.1	78.0	28.1
6.31	1.200	41.3	3.44	A	58	18.2	107.0	78.4	28.5
6.36	0.990	45.0	4.55	A	69	18.3	107.9	78.8	29.0
6.41	0.870	40.6	4.66	A	73	18.2	108.8	79.2	29.5
6.46	0.810	28.0	3.46	A	69	17.8	109.6	79.6	30.0
6.51	0.880	21.6	2.45	LA	60	17.5	110.5	80.0	30.5
6.56	0.900	16.5	1.84	LA	55	17.3	111.3	80.3	31.0
6.61	0.920	17.8	1.94	LA	55	17.3	112.1	80.6	31.5
6.66	0.940	20.8	2.22	LA	57	17.5	113.0	81.0	32.0
6.71	1.000	22.0	2.20	LA	55	17.6	113.8	81.3	32.5
6.76	1.000	20.6	2.06	LA	54	17.5	114.6	81.7	33.0
6.81	1.000	24.2	2.42	LA	57	17.7	115.5	82.0	33.5
6.86	0.950	26.1	2.75	LA	60	17.8	116.3	82.4	33.9
6.91	0.840	28.7	3.41	A	68	17.9	117.2	82.7	34.4
6.96	0.770	28.8	3.74	A	73	17.9	118.0	83.1	34.9
7.01	0.480	6.2	1.28	A	73	16.3	118.9	83.4	35.4
7.06	0.740	29.2	3.95	A	76	17.9	119.6	83.7	35.9
7.11	0.800	26.8	3.35	A	70	17.8	120.5	84.1	36.4
7.16	0.790	26.5	3.36	A	71	17.8	121.3	84.5	36.9
7.21	0.730	25.2	3.45	A	74	17.7	122.2	84.8	37.4
7.26	0.680	24.3	3.58	A	78	17.7	123.1	85.2	37.9
7.31	0.670	20.6	3.08	A	75	17.5	123.9	85.5	38.4
7.36	0.730	18.3	2.51	A	68	17.4	124.7	85.9	38.8
7.41	0.740	16.0	2.16	A	65	17.3	125.6	86.2	39.3
7.46	0.880	17.1	1.94	LA	58	17.4	126.4	86.5	39.8
7.51	0.940	22.3	2.38	LA	60	17.6	127.2	86.9	40.3
7.56	0.970	29.4	3.03	A	63	17.9	128.1	87.2	40.8
7.61	1.260	36.5	2.90	LA	55	18.2	128.9	87.6	41.3
7.66	1.130	38.2	3.38	A	62	18.2	129.8	88.0	41.8
7.71	0.900	30.9	3.43	A	68	18.0	130.7	88.4	42.3
7.76	0.890	21.9	2.46	LA	62	17.6	131.5	88.8	42.8
7.81	1.040	16.9	1.62	LA	51	17.4	132.4	89.1	43.3
7.86	1.100	13.5	1.23	SL	46	17.1	133.2	89.4	43.8
7.91	1.190	14.0	1.17	SL	43	17.2	134.0	89.7	44.2
7.96	1.430	19.7	1.38	SL	41	17.5	134.8	90.0	44.7
8.01	1.810	26.1	1.44	SL	37	17.8	135.6	90.4	45.2
8.06	2.020	28.7	1.42	SL	34	18.0	136.4	90.7	45.7
8.11	4.040	53.6	1.33	SL	23	18.6	137.3	91.1	46.2
8.16	5.170	47.9	0.93	S	16	18.5	138.2	91.5	46.7
8.21	5.720	52.7	0.92	S	15	18.6	139.0	91.9	47.2
8.26	5.470	39.6	0.72	S	14	18.3	139.9	92.2	47.7
8.31	5.130	40.5	0.79	S	15	18.3	140.8	92.6	48.2
8.36	4.890	43.5	0.89	S	17	18.4	141.6	93.0	48.7
8.41	5.010	42.7	0.85	S	16	18.4	142.5	93.3	49.1
8.46	5.130	41.1	0.80	S	15	18.4	143.3	93.7	49.6
8.51	5.100	34.4	0.68	S	14	18.2	144.2	94.0	50.1
8.56	5.460	35.5	0.65	S	13	18.2	145.0	94.4	50.6
8.61	5.440	38.2	0.70	S	14	18.3	145.8	94.7	51.1
8.66	4.920	39.8	0.81	S	16	18.4	146.7	95.1	51.6
8.71	4.560	41.9	0.92	SL	18	18.4	147.5	95.4	52.1
8.76	5.010	43.3	0.87	S	16	18.5	148.4	95.8	52.6
8.81	5.900	45.3	0.77	S	14	18.5	149.3	96.2	53.1
8.86	6.740	36.1	0.54	S	10	18.3	150.1	96.5	53.6
8.91	7.590	34.8	0.46	S	8	18.2	150.9	96.9	54.1
8.96	7.520	41.9	0.56	S	9	18.4	151.8	97.2	54.5
9.01	6.800	49.3	0.73	S	12	18.6	152.6	97.6	55.0
9.06	6.240	51.4	0.82	S	14	18.7	153.5	97.9	55.5
9.11	5.350	46.5	0.87	S	16	18.6	154.3	98.3	56.0
9.16	5.030	47.2	0.94	S	17	18.6	155.2	98.7	56.5
9.21	5.120	44.4	0.87	S	16	18.5	156.1	99.1	57.0
9.26	5.400	41.9	0.78	S	15	18.5	156.9	99.4	57.5
9.31	5.050	36.6	0.73	S	15	18.3	157.8	99.8	58.0
9.36	4.810	35.7	0.74	S	16	18.3	158.6	100.1	58.5
9.41	6.050	40.9	0.68	S	13	18.4	159.4	100.5	59.0
9.46	7.030	41.8	0.59	S	11	18.5	160.3	100.8	59.4
9.51	6.790	32.5	0.48	S	10	18.2	161.1	101.2	59.9
9.56	6.550	41.4	0.63	S	12	18.5	162.0	101.5	60.4
9.61	6.500	51.0	0.78	S	13	18.7	162.8	101.9	60.9
9.66	7.150	50.9	0.71	S	12	18.7	163.7	102.3	61.4
9.71	7.710	49.4	0.64	S	10	18.7	164.5	102.6	61.9
9.76	7.670	50.2	0.65	S	10	18.7	165.4	103.0	62.4
9.81	7.410	52.5	0.71	S	11	18.7	166.3	103.4	62.9
9.86	7.330	55.5	0.76	S	12	18.8	167.1	103.8	63.4
9.91	7.750	55.1	0.71	S	11	18.8	168.0	104.1	63.9
9.96	8.230	53.5	0.65	S	10	18.8	168.9	104.5	64.4
10.01	8.550	54.1	0.63	S	9	18.8	169.7	104.9	64.8
10.06	8.710	55.9	0.64	S	9	18.8	170.6	105.3	65.3
10.11	8.620	54.5	0.63	S	9	18.8	171.5	105.6	65.8
10.16	8.680	58.4	0.67	S	10	18.9	172.3	106.0	66.3
10.21	8.860	58.3	0.66	S	9	18.9	173.2	106.4	66.8
10.26	8.690	60.8	0.70	S	10	18.9	174.1	106.8	67.3
10.31	7.870	63.0	0.80	S	12	19.0	175.0	107.2	67.8
10.36	5.530	64.9	1.17	SL	18	19.0	175.9	107.6	68.3
10.41	3.800	67.4	1.77	SL	28	19.1	176.8	108.0	68.8
10.46	3.150	79.4	2.52	SL	36	19.3	177.7	108.4	69.3
10.51	4.010	91.0	2.27	SL	30	19.4	178.6	108.9	69.7
10.56	7.320	78.3	1.07	S	15	19.3	179.5	109.3	70.2
10.61	7.580	45.6	0.60	S	10	18.6	180.4	109.7	70.7

10.66	7.150	47.1	0.66	S	11	18.7	181.3	110.0	71.2
10.71	7.280	59.0	0.81	S	13	18.9	182.1	110.4	71.7
10.76	8.970	64.7	0.72	S	10	19.0	183.0	110.8	72.2
10.81	8.700	52.6	0.60	S	9	18.8	183.9	111.2	72.7
10.86	8.220	37.5	0.46	S	8	18.4	184.7	111.5	73.2
10.91	8.780	51.3	0.58	S	9	18.8	185.6	111.9	73.7
10.96	8.310	52.5	0.63	S	10	18.8	186.4	112.3	74.2
11.01	7.480	54.1	0.72	S	12	18.9	187.3	112.7	74.7
11.06	7.230	50.6	0.70	S	12	18.8	188.2	113.0	75.1
11.11	6.320	46.5	0.74	S	14	18.7	189.0	113.4	75.6
11.16	7.200	48.9	0.68	S	12	18.8	189.9	113.8	76.1
11.21	8.200	46.4	0.57	S	9	18.7	190.8	114.1	76.6
11.26	7.870	41.2	0.52	S	9	18.6	191.6	114.5	77.1
11.31	7.120	46.0	0.65	S	12	18.7	192.4	114.9	77.6
11.36	6.760	50.8	0.75	S	13	18.8	193.3	115.2	78.1
11.41	6.950	47.6	0.68	S	12	18.7	194.2	115.6	78.6
11.46	6.970	44.1	0.63	S	12	18.7	195.0	116.0	79.1
11.51	6.650	44.7	0.67	S	13	18.7	195.9	116.3	79.6
11.56	5.850	49.0	0.84	S	16	18.8	196.8	116.7	80.0
11.61	6.690	53.8	0.80	S	14	18.9	197.6	117.1	80.5
11.66	6.970	49.5	0.71	S	13	18.8	198.5	117.5	81.0
11.71	6.700	34.8	0.52	S	11	18.4	199.3	117.8	81.5
11.76	7.220	28.3	0.39	S	9	18.2	200.2	118.2	82.0
11.81	7.390	38.0	0.51	S	10	18.5	201.0	118.5	82.5
11.86	7.070	42.3	0.60	S	11	18.6	201.8	118.8	83.0
11.91	6.440	45.1	0.70	S	13	18.7	202.7	119.2	83.5
11.96	5.470	46.2	0.84	S	17	18.7	203.6	119.6	84.0
12.01	4.470	46.1	1.03	SL	21	18.7	204.4	120.0	84.5
12.06	4.040	48.3	1.20	SL	24	18.8	205.3	120.4	85.0
12.11	5.790	56.9	0.98	SL	17	19.0	206.2	120.7	85.4
12.16	7.700	53.3	0.69	S	12	18.9	207.1	121.1	85.9
12.21	7.340	36.0	0.49	S	10	18.5	207.9	121.5	86.4
12.26	6.740	40.2	0.60	S	12	18.6	208.8	121.8	86.9
12.31	5.950	44.2	0.74	S	15	18.7	209.6	122.2	87.4
12.36	5.630	42.5	0.76	S	16	18.7	210.5	122.6	87.9
12.41	6.190	39.6	0.64	S	13	18.6	211.3	122.9	88.4
12.46	6.670	38.3	0.57	S	12	18.6	212.2	123.3	88.9
12.51	7.590	39.1	0.51	S	10	18.6	213.0	123.6	89.4
12.56	7.610	42.6	0.56	S	10	18.7	213.9	124.0	89.9
12.61	7.220	46.2	0.64	S	12	18.8	214.7	124.4	90.4
12.66	7.140	47.7	0.67	S	12	18.8	215.6	124.7	90.8
12.71	6.950	46.8	0.67	S	13	18.8	216.4	125.1	91.3
12.76	7.400	45.5	0.61	S	11	18.8	217.3	125.5	91.8
12.81	7.730	45.7	0.59	S	11	18.8	218.2	125.8	92.3
12.86	7.400	47.4	0.64	S	12	18.8	219.0	126.2	92.8
12.91	7.800	48.7	0.62	S	11	18.9	219.9	126.6	93.3
12.96	8.290	48.8	0.59	S	10	18.9	220.7	127.0	93.8
13.01	8.800	49.5	0.56	S	9	18.9	221.6	127.3	94.3
13.06	9.210	44.8	0.49	S	8	18.8	222.5	127.7	94.8
13.11	8.960	51.6	0.58	S	9	18.9	223.3	128.1	95.3
13.16	8.740	52.5	0.60	S	10	18.9	224.2	128.4	95.7
13.21	8.460	53.7	0.63	S	10	19.0	225.0	128.8	96.2
13.26	8.720	53.2	0.61	S	10	19.0	225.9	129.2	96.7
13.31	9.130	54.1	0.59	S	9	19.0	226.8	129.6	97.2
13.36	8.980	57.1	0.64	S	10	19.1	227.7	129.9	97.7
13.41	8.770	59.0	0.67	S	10	19.1	228.5	130.3	98.2
13.46	8.890	59.4	0.67	S	10	19.1	229.4	130.7	98.7
13.51	8.680	57.2	0.66	S	10	19.1	230.3	131.1	99.2
13.56	7.910	56.0	0.71	S	12	19.0	231.2	131.5	99.7
13.61	7.220	53.9	0.75	S	13	19.0	232.0	131.9	100.2
13.66	6.330	50.7	0.80	S	15	18.9	232.9	132.3	100.7
13.71	5.750	45.1	0.78	S	16	18.8	233.8	132.6	101.1
13.76	5.830	41.0	0.70	S	15	18.7	234.6	133.0	101.6
13.81	6.750	38.4	0.57	S	12	18.6	235.5	133.4	102.1
13.86	8.560	37.7	0.44	S	9	18.6	236.3	133.7	102.6
13.91	9.950	41.5	0.42	S	7	18.7	237.2	134.1	103.1
13.96	9.140	50.6	0.55	S	9	19.0	238.0	134.4	103.6
14.01	8.650	57.7	0.67	S	11	19.1	238.9	134.8	104.1
14.06	9.560	49.8	0.52	S	8	18.9	239.8	135.2	104.6
14.11	9.390	51.7	0.55	S	9	19.0	240.6	135.6	105.1
14.16	9.950	53.5	0.54	S	8	19.0	241.5	135.9	105.6
14.21	9.960	56.9	0.57	S	9	19.1	242.4	136.3	106.0
14.26	10.170	58.7	0.58	S	8	19.1	243.2	136.7	106.5
14.31	11.090	59.6	0.54	S	7	19.2	244.1	137.1	107.0
14.36	12.230	56.6	0.46	S	6	19.1	245.0	137.5	107.5
14.41	12.600	56.2	0.45	S	6	19.1	245.8	137.8	108.0
14.46	11.850	60.3	0.51	S	7	19.2	246.7	138.2	108.5
14.51	11.850	63.0	0.53	S	7	19.2	247.6	138.6	109.0
14.56	11.000	64.0	0.58	S	8	19.3	248.5	139.0	109.5
14.61	9.870	61.6	0.62	S	9	19.2	249.4	139.4	110.0
14.66	8.160	59.4	0.73	S	12	19.2	250.2	139.8	110.5
14.71	6.560	56.2	0.86	S	16	19.1	251.1	140.2	111.0
14.76	5.580	49.3	0.88	S	18	19.0	252.0	140.6	111.4
14.81	4.840	40.8	0.84	SL	19	18.8	252.9	140.9	111.9
14.86	5.090	34.2	0.67	S	17	18.6	253.7	141.3	112.4
14.91	5.550	30.1	0.54	S	15	18.4	254.6	141.6	112.9
14.96	5.560	30.8	0.55	S	15	18.4	255.4	142.0	113.4
15.01	5.390	31.3	0.58	S	15	18.5	256.2	142.3	113.9
15.06	5.460	28.9	0.53	S	15	18.4	257.0	142.7	114.4

15.11	5.370	32.0	0.60	S	16	18.5	257.9	143.0	114.9
15.16	5.120	32.2	0.63	S	17	18.5	258.7	143.3	115.4
15.21	4.870	32.0	0.66	S	18	18.5	259.6	143.7	115.9
15.26	4.640	30.7	0.66	S	18	18.5	260.4	144.0	116.3
15.31	4.320	29.3	0.68	S	19	18.4	261.2	144.4	116.8
15.36	4.590	29.2	0.64	S	18	18.4	262.1	144.7	117.3
15.41	5.850	29.4	0.50	S	14	18.4	262.9	145.1	117.8
15.46	6.320	30.9	0.49	S	13	18.5	263.7	145.4	118.3
15.51	6.500	33.0	0.51	S	12	18.5	264.5	145.7	118.8
15.56	6.860	35.5	0.52	S	12	18.6	265.4	146.1	119.3
15.61	7.270	38.7	0.53	S	12	18.7	266.2	146.4	119.8
15.66	6.770	39.1	0.58	S	13	18.7	267.1	146.8	120.3
15.71	6.530	40.1	0.61	S	14	18.8	267.9	147.2	120.8
15.76	6.640	40.1	0.60	S	13	18.8	268.8	147.5	121.3
15.81	6.770	40.1	0.59	S	13	18.8	269.6	147.9	121.7
15.86	7.670	40.2	0.52	S	11	18.8	270.5	148.2	122.2
15.91	7.560	41.7	0.55	S	11	18.8	271.3	148.6	122.7
15.96	7.680	43.9	0.57	S	11	18.9	272.2	149.0	123.2
16.01	7.870	46.1	0.59	S	11	18.9	273.0	149.3	123.7
16.06	8.150	42.0	0.52	S	10	18.8	273.9	149.7	124.2
16.11	7.850	45.5	0.58	S	11	18.9	274.8	150.1	124.7
16.16	6.950	46.4	0.67	S	14	19.0	275.6	150.4	125.2
16.21	6.480	45.4	0.70	S	15	18.9	276.5	150.8	125.7
16.26	7.170	44.5	0.62	S	13	18.9	277.3	151.2	126.2
16.31	9.430	43.3	0.46	S	8	18.9	278.2	151.6	126.6
16.36	10.650	45.0	0.42	S	7	18.9	279.0	151.9	127.1
16.41	10.240	51.0	0.50	S	8	19.1	279.9	152.3	127.6
16.46	10.090	57.4	0.57	S	9	19.2	280.8	152.7	128.1
16.51	9.840	59.4	0.60	S	10	19.3	281.7	153.0	128.6
16.56	11.790	54.6	0.46	S	7	19.2	282.5	153.4	129.1
16.61	12.100	56.3	0.47	S	6	19.2	283.4	153.8	129.6
16.66	10.230	62.7	0.61	S	9	19.3	284.3	154.2	130.1
16.71	8.410	68.2	0.81	S	13	19.4	285.2	154.6	130.6
16.76	7.350	62.4	0.85	S	15	19.3	286.1	155.0	131.1
16.81	7.160	53.1	0.74	S	14	19.1	286.9	155.4	131.6
16.86	7.480	48.2	0.64	S	13	19.0	287.8	155.8	132.0
16.91	8.140	45.3	0.56	S	11	19.0	288.7	156.1	132.5
16.96	9.140	44.0	0.48	S	9	18.9	289.5	156.5	133.0
17.01	8.850	47.1	0.53	S	10	19.0	290.4	156.9	133.5
17.06	8.250	45.9	0.56	S	11	19.0	291.3	157.2	134.0
17.11	8.640	50.1	0.58	S	11	19.1	292.1	157.6	134.5
17.16	9.390	49.2	0.52	S	9	19.1	293.0	158.0	135.0
17.21	9.900	49.2	0.50	S	9	19.1	293.8	158.4	135.5
17.26	8.430	52.6	0.62	S	11	19.2	294.7	158.8	136.0
17.31	7.610	54.5	0.72	S	13	19.2	295.6	159.1	136.5
17.36	7.370	53.2	0.72	S	14	19.2	296.5	159.5	136.9
17.41	7.260	50.2	0.69	S	14	19.1	297.4	159.9	137.4
17.46	7.180	48.5	0.68	S	14	19.1	298.2	160.3	137.9
17.51	7.130	47.4	0.66	S	14	19.0	299.1	160.7	138.4
17.56	7.190	46.4	0.64	S	13	19.0	300.0	161.0	138.9
17.61	7.310	45.5	0.62	S	13	19.0	300.8	161.4	139.4
17.66	7.270	44.7	0.61	S	13	19.0	301.7	161.8	139.9
17.71	7.340	44.8	0.61	S	13	19.0	302.5	162.2	140.4
17.76	7.600	44.2	0.58	S	12	19.0	303.4	162.5	140.9
17.81	7.810	43.9	0.56	S	12	19.0	304.3	162.9	141.4
17.86	8.370	44.9	0.54	S	11	19.0	305.1	163.3	141.9
17.91	9.250	45.2	0.49	S	9	19.0	306.0	163.6	142.3
17.96	10.260	48.2	0.47	S	8	19.1	306.8	164.0	142.8
18.01	12.110	52.5	0.43	S	6	19.2	307.7	164.4	143.3
18.06	11.250	50.6	0.45	S	7	19.1	308.6	164.8	143.8
18.11	9.300	61.7	0.66	S	11	19.4	309.4	165.1	144.3
18.16	9.220	64.4	0.70	S	11	19.4	310.3	165.5	144.8
18.21	8.240	61.9	0.75	S	13	19.4	311.2	165.9	145.3
18.26	7.820	59.4	0.76	S	14	19.3	312.1	166.3	145.8
18.31	6.970	56.1	0.80	S	15	19.3	313.0	166.7	146.3
18.36	6.480	52.2	0.81	S	16	19.2	313.9	167.1	146.8
18.41	6.580	49.1	0.75	S	16	19.1	314.8	167.5	147.2
18.46	6.770	46.3	0.68	S	15	19.1	315.6	167.9	147.7
18.51	7.400	44.1	0.60	S	13	19.0	316.5	168.3	148.2
18.56	7.040	45.6	0.65	S	14	19.1	317.4	168.6	148.7
18.61	6.630	47.7	0.72	S	15	19.1	318.2	169.0	149.2
18.66	6.950	48.0	0.69	S	15	19.1	319.1	169.4	149.7
18.71	8.390	46.6	0.55	S	11	19.1	320.0	169.8	150.2
18.76	9.870	47.3	0.48	S	9	19.1	320.8	170.1	150.7
18.81	10.480	53.3	0.51	S	9	19.2	321.7	170.5	151.2
18.86	11.620	58.4	0.50	S	8	19.4	322.6	170.9	151.7
18.91	14.360	65.2	0.45	S	6	19.5	323.4	171.3	152.2
18.96	15.190	70.6	0.46	S	5	19.6	324.3	171.7	152.6
19.01	13.860	80.4	0.58	S	7	19.7	325.2	172.1	153.1
19.06	13.240	74.6	0.56	S	7	19.6	326.1	172.5	153.6
19.11	13.540	79.8	0.59	S	7	19.7	327.0	172.9	154.1
19.16	13.860	79.2	0.57	S	7	19.7	327.9	173.3	154.6
19.21	13.910	81.3	0.58	S	7	19.8	328.8	173.7	155.1
19.26	13.260	86.3	0.65	S	8	19.8	329.7	174.2	155.6
19.31	12.910	85.6	0.66	S	8	19.8	330.7	174.6	156.1
19.36	11.090	84.2	0.76	S	10	19.8	331.6	175.0	156.6
19.41	8.710	82.2	0.94	S	14	19.8	332.5	175.4	157.1
19.46	7.920	76.5	0.97	S	16	19.7	333.4	175.8	157.5
19.51	8.700	63.9	0.73	S	13	19.5	334.3	176.3	158.0

19.56	10.250	56.1	0.55	S	9	19.3	335.2	176.7	158.5
19.61	9.880	56.6	0.57	S	10	19.4	336.1	177.0	159.0
19.66	10.050	60.6	0.60	S	10	19.4	336.9	177.4	159.5
19.71	11.010	63.3	0.58	S	9	19.5	337.8	177.8	160.0
19.76	10.800	65.7	0.61	S	9	19.5	338.7	178.2	160.5
19.81	10.680	70.3	0.66	S	10	19.6	339.6	178.6	161.0
19.86	12.810	69.1	0.54	S	7	19.6	340.5	179.0	161.5
19.91	13.590	70.4	0.52	S	7	19.6	341.4	179.4	162.0
19.96	14.280	76.9	0.54	S	7	19.7	342.3	179.8	162.5
20.01	14.280	83.1	0.58	S	7	19.8	343.2	180.3	162.9
20.06	11.770	78.3	0.66	S	9	19.8	344.1	180.7	163.4
20.11	9.220	82.7	0.90	S	14	19.8	345.0	181.1	163.9
20.16	8.370	76.3	0.91	S	15	19.7	345.9	181.5	164.4
20.21	7.860	65.0	0.83	S	15	19.5	346.8	181.9	164.9
20.26	7.950	55.8	0.70	S	14	19.4	347.7	182.3	165.4
20.31	8.160	51.4	0.63	S	13	19.3	348.6	182.7	165.9
20.36	8.330	48.8	0.59	S	12	19.2	349.5	183.1	166.4
20.41	8.750	47.5	0.54	S	11	19.2	350.3	183.5	166.9
20.46	9.450	49.4	0.52	S	10	19.2	351.2	183.9	167.4
20.51	10.740	51.4	0.48	S	8	19.3	352.1	184.2	167.8
20.56	11.760	55.9	0.48	S	8	19.4	353.0	184.6	168.3
20.61	12.290	62.0	0.50	S	8	19.5	353.8	185.0	168.8
20.66	13.730	70.1	0.51	S	7	19.7	354.7	185.4	169.3
20.71	12.710	76.4	0.60	S	8	19.8	355.6	185.8	169.8
20.76	11.440	79.4	0.69	S	10	19.8	356.5	186.2	170.3
20.81	10.520	78.7	0.75	S	11	19.8	357.4	186.6	170.8
20.86	10.410	67.8	0.65	S	10	19.6	358.3	187.1	171.3
20.91	11.160	58.4	0.52	S	9	19.4	359.2	187.4	171.8
20.96	10.510	50.9	0.48	S	9	19.3	360.1	187.8	172.3
21.01	11.060	50.9	0.46	S	8	19.3	361.0	188.2	172.8
21.06	12.560	44.9	0.36	G	6	19.1	361.8	188.6	173.2
21.11	13.250	48.2	0.36	G	6	19.2	362.7	188.9	173.7
21.16	14.820	53.2	0.36	G	5	19.4	363.5	189.3	174.2
21.21	16.090	59.8	0.37	G	4	19.5	364.4	189.7	174.7
21.26	15.890	63.5	0.40	G	5	19.6	365.3	190.1	175.2
21.31	15.480	66.9	0.43	G	5	19.6	366.2	190.5	175.7
21.36	14.270	66.2	0.46	S	6	19.6	367.0	190.9	176.2
21.41	12.480	62.2	0.50	S	7	19.5	367.9	191.3	176.7
21.46	13.400	52.4	0.39	G	6	19.3	368.8	191.6	177.2
21.51	13.700	44.5	0.32	G	5	19.2	369.7	192.0	177.7
21.56	13.970	34.7	0.25	G	4	18.9	370.5	192.3	178.1
21.61	14.280	36.6	0.26	G	4	18.9	371.3	192.7	178.6
21.66	13.180	43.4	0.33	G	5	19.1	372.2	193.0	179.1
21.71	12.460	49.9	0.40	S	7	19.3	373.0	193.4	179.6
21.76	12.830	52.6	0.41	S	6	19.4	373.9	193.8	180.1
21.81	13.520	46.8	0.35	G	5	19.2	374.7	194.1	180.6
21.86	12.970	41.1	0.32	G	5	19.1	375.6	194.5	181.1
21.91	12.710	35.9	0.28	G	5	18.9	376.4	194.8	181.6
21.96	12.570	33.1	0.26	G	5	18.8	377.2	195.2	182.1
22.01	11.510	30.5	0.27	G	6	18.7	378.1	195.5	182.6
22.06	9.320	27.2	0.29	G	8	18.6	378.9	195.8	183.1
22.11	7.840	31.6	0.40	S	11	18.8	379.7	196.1	183.5
22.16	6.960	29.9	0.43	S	13	18.7	380.5	196.5	184.0
22.21	6.590	24.0	0.36	S	12	18.5	381.3	196.8	184.5
22.26	6.540	25.1	0.38	S	13	18.5	382.1	197.1	185.0
22.31	5.910	29.5	0.50	S	16	18.7	383.0	197.5	185.5
22.36	4.010	38.7	0.97	SL	27	19.0	383.8	197.8	186.0
22.41	2.410	66.2	2.75	LA	51	19.6	384.7	198.2	186.5
22.46	1.940	92.5	4.77	A	68	20.0	385.7	198.7	187.0
22.51	1.840	99.5	5.41	A	72	20.1	386.7	199.2	187.5
22.56	1.590	75.7	4.76	A	74	19.8	387.6	199.7	188.0
22.61	1.490	66.8	4.48	A	76	19.7	388.6	200.1	188.5
22.66	1.450	84.1	5.80	A	84	19.9	389.6	200.6	188.9
22.71	1.360	94.4	6.94	AO	91	20.1	390.5	201.1	189.4
22.76	1.250	88.5	7.08	AO	96	20.0	391.5	201.6	189.9
22.81	1.180	71.3	6.04	AO	95	19.8	392.5	202.1	190.4
22.86	1.540	53.6	3.48	A	71	19.4	393.5	202.6	190.9
22.91	1.400	46.4	3.32	A	75	19.3	394.4	203.0	191.4
22.96	1.260	44.1	3.50	A	81	19.2	395.3	203.4	191.9
23.01	1.350	44.7	3.31	A	76	19.2	396.2	203.8	192.4
23.06	2.010	53.6	2.67	LA	57	19.4	397.1	204.3	192.9
23.11	2.380	48.8	2.05	LA	48	19.3	398.0	204.7	193.4
23.16	2.710	52.2	1.93	LA	44	19.4	399.0	205.1	193.8
23.21	2.760	60.8	2.20	LA	45	19.6	399.9	205.5	194.3
23.26	2.580	60.9	2.36	LA	48	19.6	400.8	206.0	194.8
23.31	3.000	54.0	1.80	SL	40	19.5	401.7	206.4	195.3
23.36	4.540	57.4	1.26	SL	28	19.5	402.6	206.8	195.8
23.41	5.110	34.7	0.68	S	20	19.0	403.5	207.2	196.3
23.46	5.300	34.0	0.64	S	19	18.9	404.4	207.6	196.8
23.51	5.120	44.1	0.86	SL	22	19.2	405.2	207.9	197.3
23.56	4.030	53.0	1.31	SL	30	19.4	406.1	208.3	197.8
23.61	2.880	61.2	2.12	LA	44	19.6	407.0	208.8	198.3
23.66	2.220	68.3	3.08	LA	57	19.8	408.0	209.2	198.8
23.71	1.800	56.1	3.12	A	65	19.5	408.9	209.7	199.2
23.76	1.960	49.8	2.54	LA	58	19.4	409.8	210.1	199.7
23.81	2.170	55.6	2.56	LA	55	19.5	410.7	210.5	200.2
23.86	1.770	50.5	2.85	A	63	19.4	411.7	210.9	200.7
23.91	2.640	47.7	1.81	LA	43	19.3	412.6	211.4	201.2
23.96	2.260	62.7	2.77	LA	55	19.7	413.5	211.8	201.7

24.01	1.810	58.5	3.23	A	65	19.6	414.4	212.2	202.2
24.06	1.720	52.6	3.06	A	66	19.5	415.4	212.7	202.7
24.11	1.980	52.1	2.63	LA	57	19.5	416.3	213.1	203.2
24.16	2.870	57.9	2.02	LA	43	19.6	417.2	213.5	203.7
24.21	3.020	70.7	2.34	LA	44	19.8	418.1	214.0	204.1
24.26	3.100	58.1	1.88	LA	40	19.6	419.1	214.4	204.6
24.31	7.530	73.5	0.98	SL	18	19.9	420.0	214.8	205.1
24.36	8.820	68.0	0.77	S	14	19.8	420.9	215.3	205.6
24.41	9.620	55.2	0.57	S	11	19.5	421.8	215.7	206.1
24.46	11.220	80.8	0.72	S	11	20.0	422.7	216.1	206.6
24.51	13.910	109.3	0.79	S	10	20.4	423.6	216.5	207.1
24.56	14.620	129.3	0.88	S	10	20.6	424.5	217.0	207.6
24.61	12.410	142.9	1.15	S	13	20.7	425.5	217.4	208.1
24.66	12.070	143.9	1.19	SL	14	20.7	426.5	217.9	208.6
24.71	12.510	138.8	1.11	S	13	20.7	427.4	218.4	209.1
24.76	14.230	137.5	0.97	S	11	20.7	428.4	218.9	209.5
24.81	16.290	141.3	0.87	S	9	20.7	429.4	219.3	210.0
24.86	18.090	143.5	0.79	S	8	20.7	430.3	219.8	210.5
24.91	15.820	156.4	0.99	S	10	20.8	431.3	220.3	211.0
24.96	12.930	161.6	1.25	SL	14	20.9	432.3	220.8	211.5

z = profondità (m)
Qc = resistenza alla punta (MPa)
Fs = resistenza d'attrito (kPa)
Rf = rapporto delle resistenza (%)
L = litologia (criterio di Jefferies & Been)
G = Ghiaia - S = Sabbia - SL = Sabbia limosa - LA = Limo argilloso - A = Argilla - AO = Argilla organica
g = peso di volume (kN/mc)
sv = tensione litostatica totale (kPa)
sv' = tensione litostatica effettiva (kPa)
Uo = pressione nei pori (kPa)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Z	L	Id	f	Su	OCR	M	m	Cc	Go	Vs
0.01	G	56	24.8		16.3	3	223		0.3	13
0.06	G	63	33.2		11.8	8	255		0.5	27
0.11	S	61	35.4		11.2	11	243		7.0	99
0.16	SL		44.0		23.3	16	194		16.7	134
0.21	SL		48.0		15.5	28	249		23.4	150
0.26	SL		47.0		10.5	21	217		20.4	141
0.31	SL		45.0		9.7	18	192		20.9	140
0.36	SL		44.0		11.9	18	176		24.7	148
0.41	SL		45.0		17.2	24	183		34.3	166
0.46	SL		46.0		14.5	26	187		36.2	168
0.51	SL		45.0		10.4	21	177		31.9	160
0.56	SL		43.0		8	15	152		26.1	148
0.61	SL		42.0		10.3	15	144		30.3	155
0.66	SL		45.0		9.6	22	171		37.1	167
0.71	SL		44.0		8.7	19	158		34.7	163
0.76	LA		41.0	16.3	9.7	6	73	0.112	35.7	213
0.81	LA		40.0	23.5	14	5	65	0.138	40.9	223
0.86	A		37.0	27.8	15.8	3	30	0.156	43.2	226
0.91	A		36.0	27	14	2	27	0.160	39.4	212
0.96	LA		37.0	24	11.2	4	56	0.141	37.1	205
1.01	A		35.0	24.5	10.7	2	27	0.142	36.7	202
1.06	A		33.0	23.9	9.7	2	23	0.151	32.5	187
1.11	A		32.0	25	9.6	2	21	0.163	32.6	185
1.16	A		31.0	23.5	8.4	1	20	0.156	30.3	177
1.21	A		31.0	22	7.3	1	20	0.144	28.6	171
1.26	A		31.0	20.4	6.3	1	20	0.134	26.7	165
1.31	A		29.0	20.8	6.1	1	18	0.146	25.4	158
1.36	A		28.0	21.6	6.1	1	17	0.154	26.0	158
1.41	A		27.0	20.4	5.4	1	16	0.151	24.1	151
1.46	A		27.0	19.2	4.8	1	16	0.137	22.6	146
1.51	A		28.0	18.9	4.5	1	17	0.126	22.9	148
1.56	A		28.0	19.5	4.5	1	17	0.126	23.6	149
1.61	A		28.0	20.2	4.5	1	17	0.128	23.9	150
1.66	A		29.0	19.3	4.1	1	18	0.119	23.7	149
1.71	A		29.0	21.1	4.4	1	18	0.123	26.1	156
1.76	LA		34.0	21.7	4.4	4	46	0.112	31.5	173
1.81	SL		37.0		2.7	9	105		27.8	144
1.86	SL		36.0		2.1	7	100		23.4	135
1.91	SL		35.0		2	6	97		21.9	131
1.96	SL		35.0		2.1	6	95		23.1	134
2.01	SL		35.0		2	6	95		22.9	133
2.06	SL		35.0		1.6	6	98		20.5	128
2.11	SL		36.0		1.6	7	100		20.7	128
2.16	SL		35.0		1.6	6	96		20.8	128
2.21	SL		34.0		1.7	6	92		21.4	129
2.26	SL		33.0		2	6	88		22.9	133
2.31	LA		32.0	18.5	2.6	3	42	0.097	26.7	155

2.36	LA		33.0	20.7	2.9	4	44	0.100	29.9	164
2.41	SL		34.0		2.4	7	93		28.8	145
2.46	SL		34.0		2	7	94		26.2	140
2.51	SL		33.0		1.8	6	89		23.5	134
2.56	LA		30.0	21.8	2.8	3	38	0.105	27.5	154
2.61	A		28.0	29.7	4	1	18	0.136	34.8	169
2.66	LA		32.0	32.1	4.3	4	44	0.123	40.9	186
2.71	SL		40.0		2.5	18	138		45.7	173
2.76	SL		43.0		2.8	30	173		58.3	190
2.81	SL		44.0		3	37	188		65.6	199
2.86	SL		43.0		3.2	34	178		67.2	199
2.91	SL		41.0		3.1	25	153		59.9	191
2.96	SL		39.0		3.1	19	133		54.0	183
3.01	SL		38.0		3.1	16	123		50.9	179
3.06	LA		33.0	27.2	2.9	5	46	0.104	39.2	181
3.11	A		29.0	32.2	3.5	2	19	0.123	38.9	176
3.16	A		28.0	32.8	3.5	2	19	0.127	38.3	174
3.21	LA		30.0	27.1	2.7	3	40	0.108	34.5	167
3.26	LA		31.0	20.7	1.9	4	42	0.093	29.6	157
3.31	LA		28.0	21.9	2	3	36	0.098	27.0	147
3.36	A		25.0	24.9	2.3	1	16	0.111	27.1	145
3.41	A		24.0	26.1	2.4	1	15	0.117	28.0	147
3.46	A		25.0	25.4	2.3	1	15	0.112	27.3	145
3.51	A		23.0	23.8	2.1	1	14	0.117	24.8	137
3.56	LA		24.0	19.2	1.6	1	28	0.096	19.6	123
3.61	LA		25.0	18.4	1.5	2	30	0.093	19.8	124
3.66	LA		27.0	17.5	1.4	2	32	0.089	20.7	128
3.71	LA		26.0	20.5	1.7	2	31	0.098	22.5	132
3.76	LA		26.0	22.6	1.9	2	31	0.103	24.6	138
3.81	A		25.0	24.6	2.1	1	15	0.109	25.3	139
3.86	LA		29.0	20.9	1.7	3	37	0.092	25.9	144
3.91	SL		33.0		1.5	8	95		30.9	148
3.96	SL		32.0		1.1	6	90		22.9	132
4.01	SL		31.0		1.2	5	82		22.7	131
4.06	LA		29.0	23.3	1.9	3	37	0.097	29.0	152
4.11	LA		29.0	29.2	2.5	3	37	0.109	34.1	163
4.16	A		26.0	35.8	3.2	2	17	0.134	39.7	172
4.21	A		26.0	37.8	3.4	2	16	0.149	41.7	175
4.26	A		25.0	34.5	3	1	16	0.135	37.3	166
4.31	A		25.0	31.9	2.7	1	16	0.127	34.5	160
4.36	A		25.0	30.2	2.5	1	16	0.118	32.7	157
4.41	A		25.0	30.3	2.5	1	16	0.120	33.2	158
4.46	A		26.0	29.5	2.4	2	17	0.113	33.0	158
4.51	A		26.0	29.7	2.4	2	17	0.113	32.6	157
4.56	LA		28.0	29.9	2.4	3	37	0.109	35.2	164
4.61	LA		29.0	30.1	2.4	4	39	0.108	36.6	168
4.66	LA		30.0	30.3	2.4	4	40	0.106	38.0	172
4.71	LA		29.0	32.4	2.6	4	39	0.110	38.6	172
4.76	LA		28.0	29.6	2.3	3	37	0.107	34.5	163
4.81	LA		28.0	30.8	2.4	3	37	0.110	35.9	165
4.86	LA		29.0	32	2.5	4	38	0.110	37.9	170
4.91	LA		30.0	29	2.2	4	41	0.101	37.6	171
4.96	LA		31.0	32.4	2.5	5	43	0.105	42.4	181
5.01	LA		30.0	38.7	3.1	5	43	0.117	48.7	192
5.06	A		28.0	41.9	3.4	2	19	0.134	47.3	186
5.11	LA		32.0	35.1	2.7	5	46	0.107	47.7	192
5.16	SL		34.0		2.3	13	106		49.3	176
5.21	SL		36.0		2.1	15	117		50.5	178
5.26	SL		35.0		2	12	108		46.2	172
5.31	SL		35.0		1.9	12	108		44.6	170
5.36	LA		32.0	37.1	2.8	6	47	0.108	50.6	197
5.41	LA		29.0	30.8	2.2	4	41	0.102	39.0	173
5.46	LA		31.0	33.2	2.4	5	45	0.103	45.1	186
5.51	LA		32.0	30	2.1	6	47	0.097	42.5	183
5.56	LA		28.0	25.4	1.7	4	39	0.094	32.7	159
5.61	LA		27.0	30.3	2.1	3	37	0.106	35.6	163
5.66	LA		29.0	32.7	2.3	4	40	0.106	40.2	174
5.71	LA		31.0	31.8	2.2	5	46	0.100	44.0	184
5.76	LA		30.0	30.8	2.1	5	43	0.100	41.2	178
5.81	LA		30.0	33.3	2.3	5	42	0.104	42.3	179
5.86	LA		27.0	31.1	2.1	3	36	0.107	35.5	163
5.91	LA		31.0	30	2	5	44	0.097	41.1	178
5.96	LA		28.0	33.8	2.3	4	39	0.108	40.5	174
6.01	LA		32.0	39.8	2.8	6	47	0.109	52.5	199
6.06	LA		29.0	38.8	2.7	5	42	0.113	47.1	187
6.11	A		26.0	42.5	3	2	18	0.135	46.9	182
6.16	A		26.0	39.3	2.7	2	17	0.127	42.4	174
6.21	LA		31.0	32.3	2.1	5	44	0.099	42.4	180
6.26	LA		28.0	36.1	2.4	4	39	0.111	42.9	178
6.31	A		26.0	35.1	2.3	2	18	0.113	39.5	170
6.36	A		25.0	37.7	2.5	2	16	0.127	39.9	168
6.41	A		24.0	35.4	2.3	1	15	0.128	37.1	161
6.46	A		24.0	30.6	1.9	1	15	0.112	30.7	148
6.51	LA		26.0	26.7	1.6	2	31	0.099	27.6	142
6.56	LA		26.0	22.7	1.3	2	32	0.091	24.5	135
6.61	LA		26.0	24.2	1.4	2	32	0.092	25.6	138
6.66	LA		27.0	25.7	1.5	2	32	0.095	27.6	143
6.71	LA		27.0	27.2	1.6	3	33	0.095	28.7	146
6.76	LA		27.0	25.9	1.5	3	33	0.094	27.8	144

6.81	LA		27.0	27.4	1.6	3	33	0.098	30.0	148
6.86	LA		26.0	28.9	1.7	3	32	0.102	30.9	150
6.91	A		25.0	31.7	1.9	1	15	0.111	31.5	150
6.96	A		24.0	30.5	1.8	1	14	0.115	31.0	148
7.01	A		19.0	19.1	1	0	11	0.083	13.7	99
7.06	A		23.0	30.8	1.8	1	14	0.118	31.0	147
7.11	A		24.0	30.9	1.8	1	14	0.110	30.2	147
7.16	A		24.0	29.6	1.7	1	14	0.110	30.0	145
7.21	A		23.0	29.8	1.7	1	14	0.111	28.9	142
7.26	A		22.0	28.5	1.6	1	13	0.113	28.0	139
7.31	A		22.0	27.2	1.5	1	13	0.106	25.9	135
7.36	A		24.0	25.8	1.4	1	14	0.099	25.0	133
7.41	A		24.0	24.4	1.3	1	14	0.094	23.5	130
7.46	LA		25.0	24.5	1.3	2	31	0.092	25.1	135
7.51	LA		25.0	27.6	1.5	2	32	0.098	28.8	144
7.56	A		25.0	32.1	1.8	2	16	0.106	33.0	154
7.61	LA		27.0	33.6	1.9	4	36	0.105	38.5	166
7.66	A		25.0	35.2	2	2	17	0.112	38.4	165
7.71	A		24.0	32.5	1.8	1	15	0.111	33.4	153
7.76	LA		25.0	28.2	1.5	2	31	0.098	28.4	143
7.81	LA		27.0	23.7	1.2	3	33	0.088	26.1	139
7.86	SL		28.0		1	4	69		23.8	133
7.91	SL		29.0		1	4	72		24.6	134
7.96	SL		30.0		1.2	6	78		29.8	145
8.01	SL		31.0		1.3	8	88		35.4	155
8.06	SL		32.0		1.3	8	92		37.7	159
8.11	SL		37.0		1.6	19	129		57.4	186
8.16	S	39	35.7		1.5	24	161		56.7	187
8.21	S	42	36.6		1.5	26	169		60.5	192
8.26	S	40	35.7		1.3	24	165		52.4	183
8.31	S	39	35.7		1.3	22	160		52.4	182
8.36	S	37	34.8		1.4	22	156		53.8	184
8.41	S	38	35.8		1.4	22	158		53.6	184
8.46	S	38	35.7		1.3	22	160		52.9	183
8.51	S	38	35.7		1.2	21	159		48.8	178
8.56	S	40	35.7		1.3	24	164		50.1	180
8.61	S	40	35.7		1.3	24	164		51.8	182
8.66	S	37	34.8		1.3	21	156		52.0	181
8.71	SL		37.0		1.3	20	136		52.6	182
8.76	S	37	34.8		1.4	22	157		54.4	184
8.81	S	42	36.6		1.4	26	170		57.2	188
8.86	S	45	37.4		1.3	29	182		52.6	184
8.91	S	48	37.3		1.3	33	193		53.0	186
8.96	S	48	37.3		1.4	34	192		57.6	191
9.01	S	45	37.4		1.5	31	182		61.2	194
9.06	S	43	36.5		1.5	29	174		61.5	193
9.11	S	39	35.7		1.4	24	161		57.2	188
9.16	S	37	34.8		1.4	23	156		57.0	187
9.21	S	38	34.8		1.3	22	157		55.6	186
9.26	S	39	35.7		1.3	23	162		54.7	185
9.31	S	37	34.8		1.2	21	156		50.8	180
9.36	S	36	34.8		1.2	20	152		49.8	179
9.41	S	42	36.6		1.3	26	171		55.2	186
9.46	S	46	37.4		1.4	32	184		57.3	190
9.51	S	45	36.4		1.2	29	180		50.9	182
9.56	S	44	36.5		1.3	29	177		56.5	188
9.61	S	44	36.5		1.4	29	176		62.3	194
9.66	S	46	37.4		1.4	32	185		63.3	196
9.71	S	48	37.3		1.4	35	192		63.2	196
9.76	S	48	37.3		1.4	35	191		63.7	197
9.81	S	47	37.3		1.5	34	187		64.8	198
9.86	S	47	37.4		1.5	34	186		66.5	199
9.91	S	48	37.3		1.5	36	191		66.9	200
9.96	S	50	38.2		1.5	38	197		66.7	200
10.01	S	51	38.1		1.5	40	201		67.5	202
10.06	S	51	38.1		1.5	40	202		68.9	203
10.11	S	51	38.1		1.5	40	201		68.0	202
10.16	S	51	38.1		1.5	40	202		70.4	204
10.21	S	51	38.1		1.5	41	204		70.6	205
10.26	S	51	38.1		1.5	40	201		71.9	205
10.31	S	48	37.3		1.5	37	191		72.0	205
10.36	SL		38.0		1.6	26	146		68.8	199
10.41	SL		35.0		1.8	19	121		65.8	195
10.46	SL		33.0		2.2	17	110		69.2	197
10.51	SL		35.0		2.2	21	124		77.2	206
10.56	S	46	36.4		1.7	36	184		79.4	210
10.61	S	47	37.4		1.3	33	187		61.7	195
10.66	S	45	36.4		1.3	31	181		62.0	195
10.71	S	46	36.4		1.5	34	183		69.3	202
10.76	S	51	38.1		1.6	43	203		75.0	209
10.81	S	50	38.2		1.4	39	199		67.7	202
10.86	S	49	37.2		1.3	36	194		57.4	191
10.91	S	50	38.2		1.4	40	200		67.1	201
10.96	S	49	37.2		1.4	38	194		67.3	201
11.01	S	46	36.4		1.4	34	184		67.0	200
11.06	S	45	36.4		1.3	32	181		64.6	197
11.11	S	41	35.6		1.3	28	169		60.8	192
11.16	S	45	36.4		1.3	31	180		63.6	196
11.21	S	48	37.3		1.3	36	192		63.6	197

11.26	S	47	37.3		1.3	34	188		59.8	193
11.31	S	44	36.5		1.3	31	179		61.9	195
11.36	S	43	36.5		1.3	30	174		64.3	196
11.41	S	44	36.5		1.3	30	177		62.7	195
11.46	S	44	36.5		1.3	30	177		60.6	193
11.51	S	43	35.6		1.2	28	172		60.5	192
11.56	S	39	34.7		1.3	25	162		61.8	193
11.61	S	43	35.6		1.3	29	173		66.2	198
11.66	S	44	36.5		1.3	30	176		64.1	196
11.71	S	43	35.6		1.1	27	172		54.1	186
11.76	S	44	36.5		1.1	30	179		50.2	182
11.81	S	45	36.4		1.2	31	181		57.5	190
11.86	S	44	36.5		1.2	30	177		59.9	192
11.91	S	41	35.6		1.2	27	169		60.7	192
11.96	S	37	34.8		1.2	23	155		59.7	190
12.01	SL		36.0		1.2	19	127		57.6	187
12.06	SL		35.0		1.3	17	121		57.9	187
12.11	SL		38.0		1.3	25	145		66.7	197
12.16	S	46	36.4		1.3	34	184		68.0	201
12.21	S	45	36.5		1.2	31	179		56.3	189
12.26	S	42	35.6		1.2	28	172		58.4	191
12.31	S	39	34.7		1.2	25	161		59.7	191
12.36	S	37	34.8		1.2	24	157		58.1	189
12.41	S	40	34.7		1.1	25	164		57.2	188
12.46	S	42	35.6		1.1	27	170		57.1	189
12.51	S	45	36.4		1.2	32	181		59.1	192
12.56	S	45	36.4		1.2	32	182		61.5	195
12.61	S	44	36.5		1.2	31	177		63.3	196
12.66	S	43	35.5		1.2	30	176		64.1	197
12.71	S	43	35.5		1.2	29	173		63.3	196
12.76	S	44	36.5		1.2	31	179		63.2	196
12.81	S	45	36.4		1.2	33	182		63.9	197
12.86	S	44	36.5		1.2	31	178		64.6	197
12.91	S	46	36.4		1.3	34	183		66.0	199
12.96	S	47	36.3		1.3	36	188		66.8	201
13.01	S	49	37.2		1.3	39	194		68.0	202
13.06	S	50	37.2		1.3	40	198		65.6	200
13.11	S	49	37.2		1.3	39	195		69.7	204
13.16	S	49	37.3		1.3	38	193		69.9	204
13.21	S	48	37.3		1.3	37	190		70.3	204
13.26	S	48	37.3		1.3	38	192		70.5	204
13.31	S	50	37.2		1.3	40	197		71.6	206
13.36	S	49	37.2		1.3	39	195		73.3	207
13.41	S	48	37.3		1.4	40	193		74.2	208
13.46	S	49	37.2		1.4	40	194		74.6	208
13.51	S	48	37.3		1.3	38	191		73.1	206
13.56	S	46	36.4		1.3	35	182		71.2	204
13.61	S	43	35.5		1.3	32	174		68.9	201
13.66	S	39	34.7		1.2	27	163		65.5	197
13.71	S	37	33.8		1.1	23	155		61.0	192
13.76	S	37	33.8		1.1	24	156		58.5	190
13.81	S	41	35.6		1.1	28	168		58.3	190
13.86	S	47	36.3		1.2	36	189		60.5	195
13.91	S	51	37.1		1.3	44	204		64.9	201
13.96	S	49	37.2		1.3	40	195		70.0	204
14.01	S	48	36.3		1.3	38	190		73.8	207
14.06	S	50	37.2		1.3	42	199		70.1	205
14.11	S	50	37.2		1.3	41	197		71.2	206
14.16	S	51	37.1		1.3	44	203		73.1	208
14.21	S	51	37.1		1.3	44	203		75.3	210
14.26	S	52	37.1		1.4	46	205		76.8	211
14.31	S	54	37.9		1.4	50	214		78.5	214
14.36	S	57	38.8		1.4	55	224		78.0	214
14.41	S	57	38.7		1.4	57	228		78.2	215
14.46	S	56	38.8		1.4	54	221		80.0	215
14.51	S	56	37.8		1.4	54	220		81.7	217
14.56	S	54	38.0		1.4	50	212		81.3	216
14.61	S	51	37.1		1.3	43	201		78.4	212
14.66	S	46	36.4		1.3	36	182		74.6	207
14.71	S	40	34.7		1.2	28	164		70.0	201
14.76	S	35	33.8		1.1	23	151		64.1	195
14.81	SL		35.0		1	19	127		57.2	187
14.86	S	33	33.9		1	20	144		53.3	183
14.91	S	35	33.9		1	22	150		51.2	181
14.96	S	35	33.9		1	22	150		51.7	182
15.01	S	34	34.9		1	21	148		51.8	182
15.06	S	35	34.9		1	21	149		50.2	180
15.11	S	34	34.9		1	21	147		52.4	182
15.16	S	33	33.9		1	20	144		52.1	182
15.21	S	31	34.0		1	19	140		51.5	181
15.26	S	30	33.0		1	18	137		50.1	179
15.31	S	28	33.1		1	17	132		48.4	177
15.36	S	30	33.0		1	18	136		48.9	178
15.41	S	36	33.8		1	23	153		51.4	182
15.46	S	38	33.7		1	25	159		53.3	185
15.51	S	39	34.7		1	26	161		55.3	187
15.56	S	40	34.7		1	27	165		57.7	190
15.61	S	42	35.6		1	29	170		60.6	193
15.66	S	40	34.7		1	27	164		60.2	192

15.71	S	39	34.7		1	26	161		60.5	192
15.76	S	39	34.7		1	26	162		60.7	193
15.81	S	40	34.7		1	27	164		60.9	193
15.86	S	43	35.5		1.1	31	174		62.5	196
15.91	S	43	35.6		1.1	31	173		63.4	197
15.96	S	43	35.5		1.1	31	174		65.1	198
16.01	S	44	35.5		1.1	32	176		66.9	200
16.06	S	45	35.5		1.1	33	179		64.6	198
16.11	S	44	35.5		1.1	32	176		66.6	200
16.16	S	40	34.7		1.1	28	165		65.7	198
16.21	S	38	33.7		1.1	26	160		64.3	196
16.26	S	41	34.6		1.1	29	168		64.9	198
16.31	S	48	36.3		1.1	39	192		67.5	202
16.36	S	52	37.1		1.2	45	204		70.2	206
16.41	S	50	37.2		1.2	44	200		73.8	209
16.46	S	50	37.2		1.3	44	199		77.7	212
16.51	S	49	37.2		1.3	43	196		78.7	213
16.56	S	54	37.9		1.3	52	214		78.2	214
16.61	S	55	37.9		1.3	53	217		79.7	215
16.66	S	50	37.2		1.3	45	199		81.4	215
16.71	S	45	35.4		1.3	37	181		81.9	214
16.76	S	41	34.6		1.2	31	169		76.7	208
16.81	S	41	34.6		1.1	29	167		70.8	203
16.86	S	42	34.6		1.1	31	170		68.3	201
16.91	S	44	35.5		1.1	33	177		67.5	201
16.96	S	47	36.3		1.1	37	188		68.1	203
17.01	S	46	36.4		1.1	36	185		69.8	204
17.06	S	44	35.5		1.1	34	178		68.1	202
17.11	S	45	35.4		1.1	35	182		71.6	205
17.16	S	48	36.3		1.1	39	190		72.1	206
17.21	S	49	36.2		1.2	42	195		72.8	208
17.26	S	45	35.5		1.1	35	180		73.0	206
17.31	S	42	34.6		1.1	31	171		72.9	205
17.36	S	41	34.6		1.1	30	168		71.7	204
17.41	S	41	34.6		1.1	30	166		69.6	202
17.46	S	40	34.7		1.1	29	165		68.5	201
17.51	S	40	34.7		1.1	29	165		67.6	200
17.56	S	40	34.7		1	28	165		67.1	199
17.61	S	41	34.6		1	29	167		66.8	199
17.66	S	41	34.6		1	29	166		66.2	199
17.71	S	41	34.6		1	29	167		66.5	199
17.76	S	42	34.6		1	30	170		66.5	199
17.81	S	42	34.6		1	31	172		66.7	200
17.86	S	44	35.5		1.1	34	178		68.2	202
17.91	S	47	36.3		1.1	38	187		69.7	204
17.96	S	50	36.2		1.1	42	197		73.2	208
18.01	S	54	37.9		1.2	52	214		78.4	214
18.06	S	52	37.1		1.2	48	206		76.1	212
18.11	S	47	36.3		1.2	40	187		80.7	213
18.16	S	47	36.4		1.2	39	186		82.2	215
18.21	S	44	35.5		1.2	35	176		79.2	211
18.26	S	42	34.6		1.1	32	171		76.9	209
18.31	S	39	33.7		1.1	28	161		73.5	205
18.36	S	37	33.8		1.1	26	156		70.1	202
18.41	S	37	33.8		1	26	157		68.4	200
18.46	S	38	33.7		1	27	159		67.0	199
18.51	S	40	34.6		1	29	166		66.6	199
18.56	S	39	33.7		1	28	162		67.0	199
18.61	S	37	33.8		1	26	157		67.7	199
18.66	S	39	33.7		1	27	161		68.5	200
18.71	S	44	35.5		1	33	176		70.0	203
18.76	S	48	36.3		1.1	41	191		72.7	208
18.81	S	50	36.2		1.2	45	197		77.6	212
18.86	S	52	37.0		1.2	49	207		82.4	217
18.91	S	58	38.7		1.4	65	230		90.1	226
18.96	S	59	38.6		1.4	69	237		94.4	229
19.01	S	57	37.7		1.4	63	226		98.8	231
19.06	S	56	37.8		1.3	58	221		94.7	228
19.11	S	56	37.8		1.4	61	223		98.2	230
19.16	S	57	37.7		1.4	63	225		98.3	231
19.21	S	57	37.7		1.4	63	226		99.7	232
19.26	S	56	37.8		1.4	60	220		101.7	232
19.31	S	55	37.9		1.4	59	217		100.9	232
19.36	S	51	37.1		1.3	49	201		97.6	228
19.41	S	44	35.5		1.3	38	178		92.6	222
19.46	S	42	34.6		1.2	34	170		88.0	218
19.51	S	44	35.5		1.1	36	178		82.2	214
19.56	S	49	36.3		1.1	42	193		79.7	214
19.61	S	48	36.3		1.1	41	189		79.6	213
19.66	S	48	36.3		1.2	43	191		82.4	216
19.71	S	50	36.2		1.2	47	200		85.5	219
19.76	S	50	36.2		1.2	46	198		86.7	220
19.81	S	49	36.2		1.2	45	196		89.4	221
19.86	S	54	36.9		1.3	56	215		91.6	225
19.91	S	56	37.8		1.3	60	221		93.4	227
19.96	S	57	37.7		1.4	65	227		98.2	231
20.01	S	57	37.7		1.4	65	227		101.9	234
20.06	S	52	37.1		1.3	52	206		95.9	227
20.11	S	45	35.4		1.3	40	182		94.4	224

20.16	S	43	34.5		1.2	36	173		89.4	219
20.21	S	41	34.6		1.1	32	168		82.0	213
20.26	S	41	34.6		1.1	33	169		76.5	209
20.31	S	42	34.6		1	32	171		74.1	207
20.36	S	43	34.6		1	33	172		72.6	206
20.41	S	44	34.5		1	35	177		72.5	206
20.46	S	46	35.4		1	37	183		74.8	209
20.51	S	49	36.2		1.1	44	195		78.0	213
20.56	S	52	37.1		1.2	50	204		82.4	218
20.61	S	53	37.0		1.2	52	209		87.1	222
20.66	S	56	37.8		1.3	60	221		94.1	228
20.71	S	54	37.0		1.3	56	212		96.7	229
20.76	S	51	36.1		1.3	50	201		96.7	228
20.81	S	48	36.3		1.2	45	193		95.0	225
20.86	S	48	36.3		1.2	44	192		88.4	221
20.91	S	50	36.2		1.1	46	198		83.6	218
20.96	S	48	36.3		1.1	43	192		77.7	213
21.01	S	50	36.2		1.1	45	197		78.5	214
21.06	G	53	37.0		1.1	52	210		76.1	213
21.11	G	55	36.9		1.2	57	216		79.3	217
21.16	G	57	37.7		1.2	63	228		84.6	222
21.21	G	60	38.5		1.3	71	238		90.5	228
21.26	G	59	38.6		1.3	70	236		92.8	229
21.31	G	59	37.6		1.3	68	233		94.6	230
21.36	S	56	37.8		1.3	63	223		92.9	228
21.41	S	53	37.0		1.2	53	209		88.1	223
21.46	G	55	36.9		1.2	57	216		82.7	219
21.51	G	55	36.9		1.1	56	219		77.4	215
21.56	G	56	37.8		1.1	58	221		70.1	210
21.61	G	56	37.8		1.1	59	223		71.9	211
21.66	G	54	36.9		1.1	54	214		76.1	214
21.71	S	53	37.0		1.1	51	208		80.0	216
21.76	S	53	37.0		1.1	53	211		82.4	218
21.81	G	55	36.9		1.1	56	216		79.1	217
21.86	G	54	37.0		1.1	53	212		74.3	212
21.91	G	53	37.0		1.1	52	210		69.9	208
21.96	G	53	37.0		1	50	208		67.5	206
22.01	G	50	36.2		1	46	199		64.1	202
22.06	G	45	34.5		1	37	179		58.6	194
22.11	S	40	33.7		1	31	164		60.3	194
22.16	S	37	32.8		1	27	155		57.5	191
22.21	S	35	32.8		1	26	151		51.8	184
22.26	S	35	32.9		1	26	150		52.7	185
22.31	S	32	33.0		1	23	143		55.4	187
22.36	SL		31.0		1	16	107		57.9	187
22.41	LA		25.0	63	1.5	7	41	0.103	67.4	205
22.46	A		23.0	76.3	1.9	4	18	0.129	75.9	210
22.51	A		24.0	76.5	1.9	3	18	0.136	78.2	211
22.56	A		24.0	70.2	1.7	3	17	0.127	66.6	197
22.61	A		22.0	63.6	1.5	3	16	0.124	61.5	189
22.66	A		21.0	67.2	1.6	3	16	0.141	68.2	196
22.71	AO		21.0	67.3	1.6	1	9	0.155	71.2	198
22.76	AO		20.0	64.1	1.5	1	9	0.156	67.6	193
22.81	AO		19.0	57.3	1.3	1	8	0.143	59.9	183
22.86	A		21.0	57.4	1.3	3	16	0.112	55.6	182
22.91	A		19.0	54	1.2	2	15	0.110	50.6	174
22.96	A		18.0	50.4	1.1	2	15	0.112	48.1	169
23.01	A		19.0	54.2	1.2	2	15	0.110	49.4	172
23.06	LA		23.0	57.9	1.3	6	37	0.102	58.8	190
23.11	LA		25.0	50.8	1.1	7	40	0.094	58.4	192
23.16	LA		26.0	50.9	1.1	8	43	0.092	61.9	199
23.21	LA		26.0	58.3	1.3	8	44	0.096	66.8	206
23.26	LA		25.0	58.4	1.3	7	42	0.098	65.9	203
23.31	SL		27.0		1.1	12	91		64.3	192
23.36	SL		31.0		1	18	112		71.7	201
23.41	S	28	31.1		1	20	131		58.3	189
23.46	S	29	31.1		1	21	133		58.2	190
23.51	SL		32.0		1	20	119		65.1	196
23.56	SL		30.0		1	16	105		67.7	197
23.61	LA		26.0	59.2	1.3	8	44	0.095	67.8	208
23.66	LA		23.0	66.5	1.5	6	39	0.108	67.8	202
23.71	A		21.0	59.4	1.3	3	17	0.108	58.9	188
23.76	LA		23.0	55.9	1.2	5	37	0.100	56.8	187
23.81	LA		24.0	59.7	1.3	6	38	0.101	61.3	194
23.86	A		21.0	56.1	1.2	3	17	0.104	56.0	184
23.91	LA		26.0	52.4	1.1	7	43	0.091	59.5	196
23.96	LA		23.0	63.7	1.4	7	39	0.104	65.4	200
24.01	A		21.0	60.2	1.3	3	17	0.109	60.3	189
24.06	A		22.0	60.3	1.3	3	17	0.106	56.9	185
24.11	LA		24.0	60.4	1.3	6	37	0.101	58.7	190
24.16	LA		27.0	56.8	1.2	8	44	0.093	66.4	205
24.21	LA		27.0	64.4	1.4	9	45	0.098	73.7	215
24.26	LA		27.0	57	1.2	9	46	0.092	67.6	209
24.31	SL		35.0		1.1	31	143		89.2	219
24.36	S	42	33.6		1	35	170		88.5	219
24.41	S	44	34.5		1	38	178		81.8	215
24.46	S	48	35.3		1.1	46	192		100.4	230
24.51	S	54	36.9		1.3	61	214		120.5	245
24.56	S	55	36.9		1.4	66	219		132.0	252

24.61	S	51	36.1		1.5	58	202		135.0	252
24.66	SL		39.0		1.5	56	181		134.9	252
24.71	S	51	36.1		1.5	58	202		133.4	251
24.76	S	54	36.9		1.5	66	216		135.7	254
24.81	S	58	37.7		1.5	76	231		140.9	258
24.86	S	61	38.4		1.5	85	243		144.5	261
24.91	S	57	37.7		1.6	76	227		147.6	261
24.96	SL		39.0		1.6	62	186		145.1	258

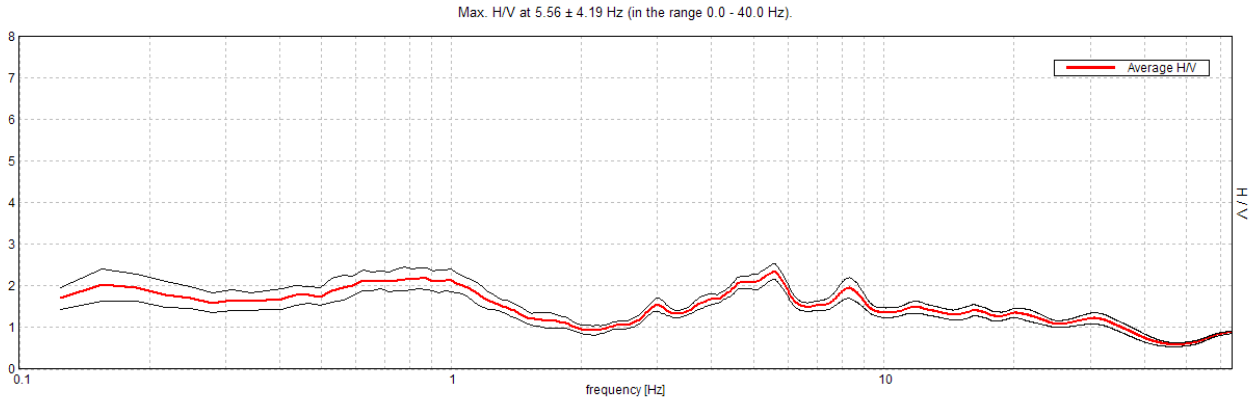
Z = profondità (m)
Id = indice di densità (%)- Jamiolkowski et al. 2001
f = angolo d'attrito (°) - Senneset 1982-88, Senneset e Janbu 1985
Su = resistenza al taglio non drenata (kPa) - Ladd-de Groot 2003
OCR = grado di sovraconsolidamento - Mayne 2009
M = modulo confinato [E25] (Mpa) - Robertson 2009
m = numero del modulo di Janbu (-)
Cc = indice di compressibilità (-) - Marchi e Righi
Go = modulo di taglio (MPa) - Vs da Robertson 2009
Vs = velocità onde di taglio (m/s) - valore medio di diversi autori

ALLEGATO 3 - PROVA SISMICA HVSR

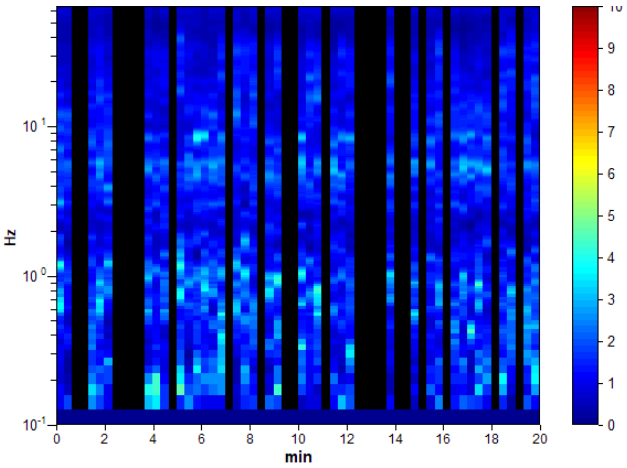
QUISTELLO, LOC. SANTA LUCIA – PONTE CANALE SABBIONCELLO

Instrument: TRS-0026/01-07
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 16/01/20 16:49:15 End recording: 16/01/20 17:09:16
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 011°00.6293 E, 45°02.5901 N (51.7 m)
(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 + 0 samples
Satellite no.: 06
Trace length: 0h20'00". Analyzed 63% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

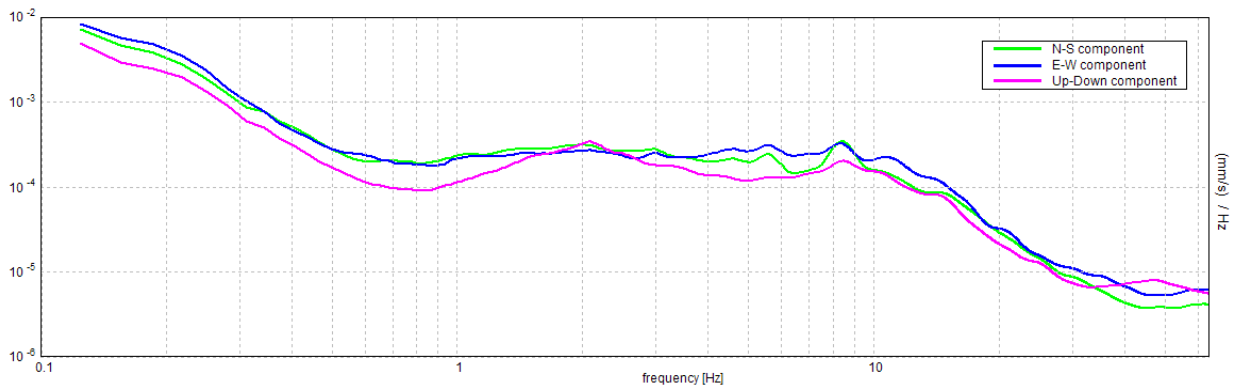
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables**.]

Max. H/V at 5.56 ± 4.19 Hz (in the range 0.0 - 40.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	5.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4227.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 268 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.688 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.34 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.75248| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	4.1857 < 0.27813		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1865 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO 4
INDAGINE SISMICA MASW

TECNOGEOFISICA s.n.c.

COMMITTENTE:
Dott. Geol. Baracca Alberto
Via dell'Unicef, 9
46033 Castel d'Ario (MN)

COMMESSA:
Indagine geofisica
Misura Vs_h con metodologia MASW

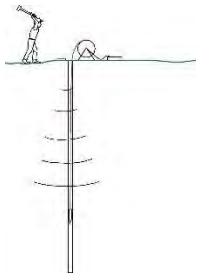
LOCALITA':
Ponte sul canale Sabbioncello
SP41
Comune di Quistello (MN)

TITOLO:
Relazione Tecnica

DATA:
Dicembre 2019

Via S. Cattania, 1/a
41012 Carpi (MO)

info@tecnogeofisica.com
www.tecnogeofisica.com



INDAGINE GEOFISICA

Committente:
Dott. Geol. Baracca Alberto
Via dell'Unicef, 9
46033 Castel d'Ario (MN)

Intervento:
Indagine sismica
MASW

Località:
Ponte sul canale Sabbioncello
Sp41
Comune di Quistello (MN)

INDICE

Premessa 2
Caratteristiche attrezzatura 3

Metodologia d'indagine MASW 4
Interpretazione dati acquisiti 6
Categorie di suolo di fondazione (Azione sismica di progetto V_{sh} o per il caso in esameVs_{30}) 8

Allegati Intervento 9
Ubicazione indagini 9
Scheda Indagine Masw 10
Documentazione fotografica 11

Premessa

In data 9 dicembre 2019, su commissione di:
Dott. Geol. Baracca Alberto
Via dell'Unicef, 9
46033 Castel d'Ario (MN)
È stata effettuata una indagine sismica tipo MASW (Multichannel Spectral Analysis of Waves), in prossimità del ponte sul Canale Sabbioncello lungo la strada SP41 in località Santa Lucia, comune di Quistello (MN).

La prova è stata ubicata come indicato dalla committenza e visualizzato nella scheda allegata a fine testo.

Fig.1 Ubicazione area di indagine

L'indagine MASW è indirizzata a misurare le velocità delle onde sismiche (Vs) del sottosuolo e la valutazione del parametro $Vs_{,eq}$ come prescritto da:

- *Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003*
- *D.M. 17 gennaio 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni".*
- *Successiva Circolare Ministeriale n°7 del 21/01/2019 recante Istruzioni per l'applicazione.*

Si ricorda che la normativa (par. 3.2.2 NTC18) richiede l'effetto della risposta sismica locale valutata mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. dell'NTC18.

All'interno del territorio nazionale sono state individuate 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore ag dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità (v. Allegato 1 ord. 3274 del 2003 e succ. modifiche). La classificazione del suolo (tabella 3.2.II) è invece convenzionalmente eseguita sulla base delle condizioni stratigrafiche e della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\Sigma_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*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.
B	*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.
C	*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.
D	*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 del- le proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	*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.

Caratteristiche attrezzatura

Le indagini in sito sono state eseguite utilizzando un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della P.A.S.I. mod. 16SG24 a 24 canali. Le specifiche tecniche dello strumento sono:

-processore:	Pentium 200 MMx Intel,	
-Trattamento dati:	Floating Point 32-Bit,	
-Ambiente operativo:	Windows xp 32bit	
-Canali:	24 (espandili sino a 48)	
-Display:	VGA colori LCD_TFT 10,4" touch screen	
-Supporto memorizz.:	Hard Disk stato solido	
-Risoluzione acquisizione:	6/24 bit	
-Sonde ambiente interne:	temperatura, umidità relativa	
-Formato dati:	Pasi (.osv) e SEG-2 (.dat),	
-Durata acquisizioni:	Rifrazione, 32÷65536 ms	Riflessione, 32÷16384 ms,
-Tempi campionamento:	da 125 μs a 2 ms su 24 ch	
-Filtri digitali:	Passa alto (25÷400 Hz) Notch (50÷180 Hz)	Passa Basso (100÷250 Hz)
-Attivazione filtri:	in acquisizione o manualmente	
-Trigger:	inibizione impulsi dovuti a rimbalzi	

Altra strumentazione:

- 24 geofoni da 4,5 Hz
- un cavo con lunghezza 65 m per collegare in serie i geofoni
- Sorgente impulsiva: mazza battente da 10 Kg con piastra metallica 15x15 cm su cui battere, da disporre sul terreno.
- Bindella metrica per posizionare i ricevitori.

Metodologia d'indagine MASW

L'indagine sismica di tipo MASW, consente la determinazione diretta della velocità delle onde trasversali (Onde di taglio - onde Sh/Sv) dei terreni del sottosuolo in esame in modo da ottenere una corretta caratterizzazione della categoria sismica del sottosuolo dell'area in oggetto (Vs_{30}). L'indagine sismica adottata, Masw (in sismica attiva) è stata scelta in funzione delle limitazioni che affliggono in genere misure di onde Sh in metodi a rifrazione tradizionali (come ad es. difficoltà di generazione di onde polarizzate Sh o inversioni di velocità identificabili con difficoltà e/o valutabili con costosi lunghi ed impegnativi metodi sismici in foro es. Cross-Hole e Down-Hole).
La tecnica sismica Masw, è stata ampiamente testata (perfezionata già dal 1999) ed è contemplata fra le indagini per la definizione rigorosa del profilo di Vs per caratterizzazione sismica del sito (*NTC-2018 e ad es. Lai, Foti e Rota "Input sismico e stabilità geotecnica dei siti di costruzione - IUSS Press Eucentre 2009*) e risulta migliore per la caratterizzazione del primo sottosuolo; le tecniche basate su utilizzo di registrazioni di microtremori di origine naturale e/o antropica (tecniche passive) possono caratterizzare infatti il sottosuolo più in profondità, da diverse decine, sino alle volte, anche a centinaia di metri (*Lai et alii - IUSS Press Eucentre 2009*) ma con minor risoluzione per la zona prossima alla superficie che invece più ci interessa.
Inoltre, diversi autori (*Lachet e Bard 94, Bard 99, De Ferrari et alii - Università studi di Genova 2008*), segnalano che sistemi d'acquisizione in sismica passiva sono poco idonei per terreni alluvionali, in quanto l'utilizzo di tecniche passive, è possibile o consigliabile nel caso di:

- intenso "rumore antropico" (che impedisce o maschera l'acquisizione dei dati in sismica attiva)
- discreto contrasto di impedenza sismica (>2,5-3) fra il substrato (sismico) ed il materasso alluvionale sovrastante
- è Importante l'interramento del sensore sismico passivo (per migliorare l'accoppiamento sensore-terreno), quindi altri autori (*Konno e Ohmachi 98, Bard 99, Bindi et alii 2000, Parolai et alii 2002*) consigliano di evitare terreni caratterizzati da: erba, fango, terreno saturo, neve, ghiaccio, materiali incoerenti in superficie (ghiaia, ciottoli, quindi piazzali rilevati ecc.), coperture artificiali con piastrelle, superfici sintetiche, ecc.

Valutando le sopracitate motivazioni per caratterizzare il sottosuolo dal punto di vista del profilo Vs/profondità è stata realizzata una prospezione Masw, (rilevazione onde di Rayleigh - tecnica in sismica attiva.
Dal punto di vista operativo l'indagine è stata eseguita stendendo lungo una linea 24 ricevitori (geofoni), ad una distanza intergeofonica costante ed energizzando ad una estremità dello stendimento con una mazza su una piastra di alluminio. La distanza tra il punto di energizzazione e il primo geofono è denominata "offset".

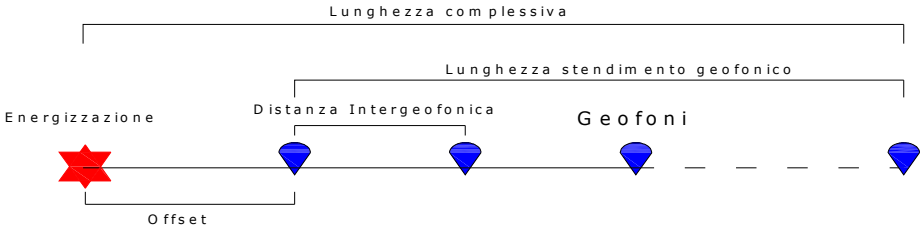


Fig.2 Schema illustrativo prova Masw

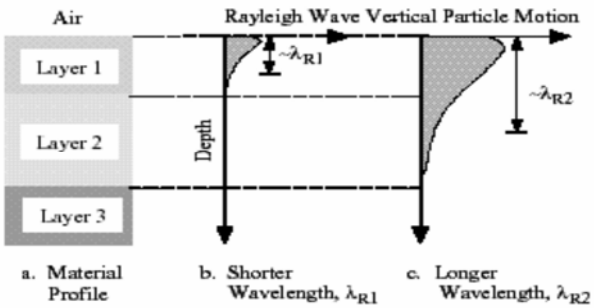
La linea Masw eseguita, per le possibilità operative presenti in corrispondenza del sito di intervento, presenta (Compreso il punto di shot) la con geometria come sotto indicato:

- **Numero geofoni** **24**
- **Distanza Intergeofonica** **2,0 m**
- **Lunghezza stendimento geofonico** **46 m**
- **Distanza punto di shot da ultimo geofono "offset"** **7 m**
- **Lunghezza complessiva** **53 m**

Si ricorda che data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), la tecnica di acquisizione per onde di superficie necessita di geofoni (ad asse verticale) con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz.

Quindi le basi teoriche della tecnica di Acquisizione delle Masw, (analisi ed elaborazione delle onde di superficie di Rayleigh) sono completamente diverse dalle onde P od S degli stendimenti di simica a riflessione o rifrazione). Perciò nell'acquisizione con tecnica Masw, non è possibile caratterizzare la tecnica con un classico coefficiente geometrico che esprime la profondità di investigazione in funzione della lunghezza della stesa sismica, (come nella riflessione o nella rifrazione), ove infatti le metodiche di interpretazione si basano sui tempi di arrivo ai geofoni delle onde riflesse o rifratte (quindi si misurano dei tempi).Nella tecnica Masw non si misurano dei tempi, ma viene eseguita una trattazione spettrale dei sismogrammi e mediante trasformata di Fourier si restituisce lo spettro del

segnale sismico nel dominio frequenza (f) n° d'onda (k) detto anche dominio f-k. La lunghezza dello stendimento dipende sia dal numero di ricevitori utilizzabili, sia dallo spazio disponibile.
Normalmente si dispongono i ricevitori ad interasse costante compreso tra 0,5 m e 3,0 m. (con array a parità di numero di ricevitori un interasse di 3,0 m consente di avere uno stendimento di ricevitori più lungo e quindi una maggiore risoluzione della curva di dispersione lungo la coordinata numero d'onda k; tuttavia si riduce il numero d'onda di Nyquest oltre cui non si ha certezza sull'affidabilità del segnale misurato.
Viceversa, un interasse piccolo può essere necessario in piccoli spazi e consente un intervallo più ampio di numeri d'onda, ma comporta una minore risoluzione della curva di dispersione lungo i numeri d'onda.



La profondità investigata dalle onde di Rayleigh dipende più propriamente dalla lunghezza d'onda, dalla velocità delle onde di taglio Vs e dalla frequenza. (Stokoe II and Santamarina, 2000).
La relazione quindi che meglio consente di valutare la profondità di investigazione di un'indagine masw, è legata più che alla dimensione dello stendimento, al valore della Vs assegnata ad una determinata profondità z dal piano campagna, calcolata in funzione della lunghezza d'onda, cioè:

$$z = \frac{\lambda}{1.5/2.0}$$

Dalle tecniche di analisi-interpretazione (analisi spettrale), mediante utilizzo del software (***SWAN***® vers. 2008) in seguito descritta più in dettaglio, dal grafico *"Experimental Dispersion Curve"* (nel dominio Frequenza-Velocità) è possibile ottenere la lunghezza d'onda delle onde di Rayleigh caratteristiche dell'indagine eseguita, che per il sito in esame risulta una λ≈75 m, in base alla formulazione sopra indicata, se ne può dedurre una profondità di investigazione pari a circa 50/37 m.

Inoltre, si evidenzia che:
Con la tecnica Masw (indagine sismica non invasiva di superficie) si ottiene una modellazione del sottosuolo, basandosi sulla propagazione delle onde di Rayleigh, oggi realizzata mediante approcci multi stazioni, che risultano robusti ed efficienti (*Foti, 2000; Lai e Wilmanski, 2005*) rispetto ai primi approcci del metodo, che si basavano essenzialmente su 2 ricevitori (*Prova Sasw - Stoke et al., 1994*).
Queste prove (masw-sasw) sfruttano la proprietà della dispersione geometrica, che rende la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh (V_R) dipendente dalla frequenza di eccitazione in mezzi verticalmente eterogenei.
L'onda di Rayleigh. costituisce un particolare tipo d'onda sismica ed è facilmente individuabile in quanto ha una velocità differente dai treni d'onda delle onde P ed S risultando più lenta anche di queste ultime, con una velocità di propagazione V_R≈0,9÷0,96 Vs (*da V. Socco Lab. Geofisica Appl. Dip. Ing Territorio Politecnico di TORINO*)

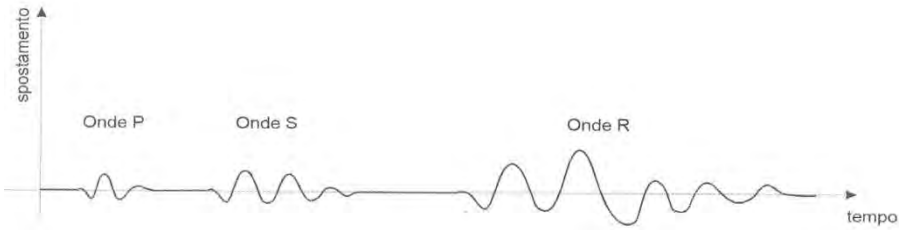
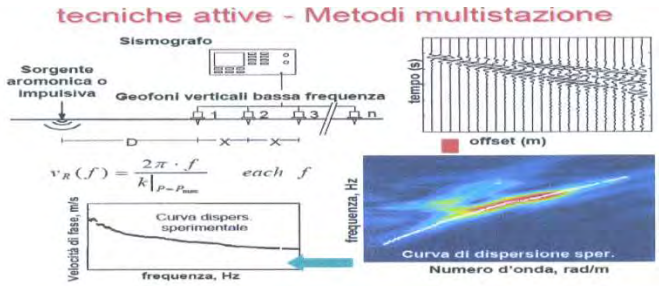


Fig. 3: sismogramma che evidenzia l'arrivo distinto di onde P, S e di Rayleigh (da Crespellani e Facciorusso "Dinamica dei terreni")

L'onda di Rayleigh si trasmette infatti sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo ed è il risultato dell'interferenza e della combinazione d'onde sismiche di pressione (P-waves) e onde di taglio polarizzate verticalmente (Sv-waves).
La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione (piccolo sisma) e nel registrare le vibrazioni prodotte sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.
Il profilo di Vs viene determinato attraverso la soluzione di un problema matematico di inversione della curva di dispersione (V_R in funzione della frequenza).
In un mezzo reale stratificato avviene una dispersione delle onde prodotte; in altre parole, una deformazione del treno d'onda, dovuto alla variazione della velocità di propagazione, con la frequenza, che varia in relazione alle caratteristiche di "rigidezza" di ogni singolo strato.

Nella figura sotto esposta (*da V. Socco Lab. Geofisica Appl. Dip. Ing Territorio Politecnico di TORINO*) è ben riassunto il processo di acquisizione ed il passaggio alla curva di dispersione:

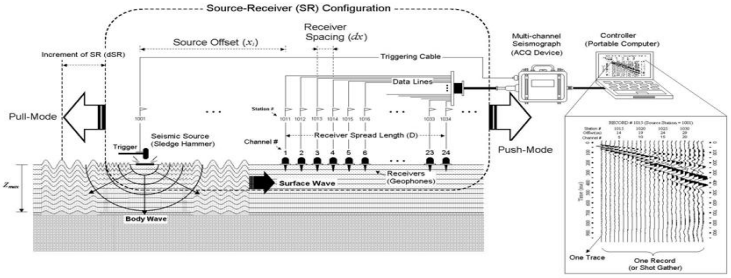


Gli elementi a bassa frequenza penetrano quindi più in profondità, con velocità di fase in genere più alta, rispetto alle componenti ad alta frequenza.
I calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, visualizzato dai grafici ***V(fase)/f(frequenza)***, tramite elaborazioni e programmi dedicati, è convertito in profili **Vs / profondità**.

Interpretazione dati acquisiti

L'interpretazione delle tecniche di rilievo sismico MASW trae spunto come sopra accennato dalle prime tecniche studiate da Nazarian e Stokoe (1984-94) che per primi hanno presentato il metodo SASW che utilizzava una sorgente d'impulso e 2 soli sismometri di rilevazione (1 Hz).
Tale tecnica come d'altronde anche la Masw, è basata sul fatto che osservando il segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione, è notorio che la quasi totalità dell'energia (circa 2/3 o più) si propaga tramite onde superficiali (onde di Rayleigh).
A tale scopo Park et Alii (1999) hanno studiato e sviluppato il metodo MASW, per sopperire alle difficoltà d'applicazione, della tecnica Sasw in diverse situazioni.
La differenza principale è l'utilizzo simultaneo di 24 (o più) geofoni (sismometri polarizzati verticalmente - frequenza massima 4,5 Hz) per consentire di ricavare numerosi profili di velocità Vs, ricavati dallo studio delle velocità di fase, dei numerosi treni d'onda di Rayleigh che sono registrati ai sismometri.

I geofoni possono essere spaziati da 0,5 sino ad un massimo di circa 2-3 m e forniscono una ridondanza statistica delle misure delle velocità di fase, avvalorandone quindi la veridicità (rispetto al metodo Sasw che si basava solo su di un'unica misura).
Le tracce dei sismogrammi, possono essere salvate nel dominio temporale, permettendo quindi di distinguere ed evidenziare (nel record di registrazione) le onde di Rayleigh, caratterizzate da elevata ampiezza di segnale (la quasi totalità dell'energia prodotta si ripartisce nelle onde di Rayleigh).



Dal sismogramma tramite una trasformata nel dominio, **frequenza (f) – numero d'onda (k**), le tracce cui corrispondono i massimi spettrali (senza trascurare i modi superiori se presenti) si può così risalire alla curva di dispersione (cioè un grafico ampiezza/frequenza) mediante la relazione:
$V_R(f)=f/k$.
che consente di individuare il segnale proprio, relativo alle onde superficiali che interessano tale metodologia.
Il processo iniziale di individuazione della curva di dispersione caratteristica del sito in esame, è ottenuto tramite il software (***SWAN®*** vers. 2008) seguito poi da una fase di elaborazione-interpretazione, eseguendo una "analisi spettrale" si procede sostanzialmente nella risoluzione del cosiddetto problema inverso: a partire dalla curva di dispersione misurata in situ, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri sismici, secondo il seguente schema:

- Concatenazione dei file contenenti i record di registrazione in situ.
- fase di pre-processing per "ottimizzare" i record stessi in modo da migliorare la qualità dell'interpretazione cioè eventuale filtraggio o "pulizia" dei dati grezzi.

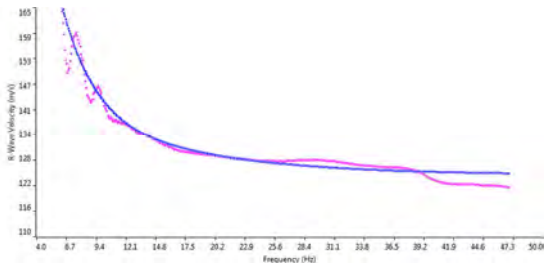
- Passaggio dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK.
- Picking dei punti dello spettro per ottenere la curva di dispersione sperimentale; la procedura consiste nel trovare per ogni frequenza dei massimi assoluti/relativi dello spettro FK, finalizzata alla individuazione del modo fondamentale di propagazione dell'onda (ovvero quello a velocità minore), senza trascurare (analisi multimodale) di ricercare anche eventuali modi superiori.
- Estrazione curva di dispersione sperimentale mediante la procedura sopra indicata dallo spettro FK.
- Inversione: tale procedura è avviata allo scopo di ottimizzare un modello stratigrafico che sia relativo e sovrapponibile alla curva di dispersione sperimentale propria del sito; in tale procedura il programma **SWAN®** utilizza una tecnica di inversione lineare tipo OCCAM che presenta il vantaggio di minimizzare l'errore quadratico medio tra dati sperimentali e dati teorici. In linea generale come in gran parte dei processi di inversione (definiti "try and error") l'inversione viene fermata quando un determinato parametro, definito ε (cioè la differenza fra dato osservato e dato calcolato) è in genere < 2-3%. L'inversione OCCAM, utilizzando differenze quadratiche medie, da risultati ancora migliori, di un'inversione lineare classica, dato che quando si raggiunge lo stop dell'inversione (ε_{MIN}) cioè un valore percentualmente molto piccolo, la sovrapposizione delle curve è davvero buona.
- Fase di ottimizzazione e di taratura della curva teorica, realizzata contestualmente alla procedura d'inversione, con inserimento (eventuale) di strati sino ad un massimo di 30, assegnazione di moduli di Poisson e taratura dello spessore degli strati mediante confronto con prove dirette (prove penetrometriche, stratigrafie di sondaggio, colonne di perforazioni di pozzi ecc.) ed eseguendo ulteriori processi di inversione allo scopo di raffinare il risultato ottenuto, cioè una curva di dispersione teorica finale molto ben sovrapposta a quella sperimentale.

L'obiettivo finale cioè l'ottenimento di un profilo verticale delle Vs, minimizzando le imprecisioni (risultati random), ottenendo quindi un modello ad elevata attendibilità e fortemente rappresentativo, mediante le tarature, del reale profilo Vs/profondità del sito in analisi, come d'altronde suggerito anche da ricercatori in ambito geofisico (es. Dal Moro et alii Gruppo Esplor. Geofisica - Dip. Geol e Scienze Marine Univ. Trieste *"cosa migliore è confrontare lo spettro di velocità osservato, con le curve teoriche di dispersione di un modello che riteniamo plausibile per l'area sotto esame."*).
Considerazioni sulle tecniche di inversione:

- Le tecniche d'inversione possono fornire soluzioni non univoche, ma proprio ovviare a questa possibilità, si eseguono TARATURE, con dati reali del sito (prove cpt, stratigrafie ecc.) utilizzando anche parametri che esprimono la "rigidezza" degli strati individuati (es. coeff. Poisson), proprio per indirizzare l'inversione verso un modello molto vicino a quello reale.

- La funzione obiettivo (il misfit tra dato osservato e dato calcolato) è prossima a zero, solo in caso ideale in assenza di rumore; per questo motivo il sismogramma può essere trattato o filtrato per ridurre al minimo od eliminare eventuali rumori o disturbi esterni, che non hanno nulla a che fare con l'onda sismica che stiamo analizzando.

- E' fuorviante e sbagliato attribuire una percentuale di errore eseguendo una operazione di alterazione delle velocità sismiche, ottenute dall'esecuzione dei dettagliati processi di inversione sopra esposti (esempio attribuendo un errore globale del ±10%, quindi alterando ad es. le velocità sismiche ottenute moltiplicando *0,9 le Vs dei singoli strati), perché in tal modo si **vanificherebbe** completamente l'elaborazione Masw, che è stata fatta con cura ed esperienza secondo principi codificati e consolidati. Infatti, ipotizzando possa esistere un modello Vs/profondità analogo a quello definito con l'interpretazione corretta della prova Masw, ma con velocità alterate (cioè diminuite/aumentate del 10%) si otterrebbe un Macth fra curva sperimentale e teorica **completamente non attendibile**. A titolo di esempio si allegano alcune figure che illustrano tale erronea operazione di alterazione delle Vs calcolate.



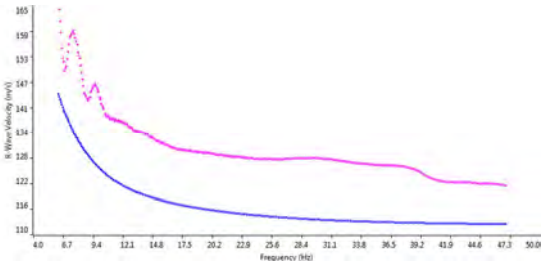


Grafico con sovrapposizione fra curva dispersione sperimentale (magenta) e curva teorica (blu) ottenuta dal processo inversione Masw dominio frequenza/velocità. Si noti la quasi perfetta corrispondenza del fitting fra le due curve	Grafico con sovrapposizione fra curva dispersione sperimentale (magenta) e curva teorica "alterata" modificando le Vs diminuendole erroneamente del 10% (blu) dominio frequenza/velocità. Si noti la completa "sfasatura" della curva teorica sinonimo di un allontanamento dalla reale stratigrafia sismica che caratterizza il sito quindi un modello NON ACCETTABILE

Le curve di dispersione sopra esposte sono da considerare indicative e non riferite alla indagine Masw della presente relazione; sono riferite ad un generico sito con una stratificazione di 5 strati, mantenuti identici nelle 2 simulazioni, con analoghi coefficienti di Poisson assegnati (variabili fra 0.45-0.48) e V_{S30}≈190 m/sec (grafico a sinistra) e V_{S30}≈170 m/sec (grafico a destra).

Categorie di suolo di fondazione (Azione sismica di progetto V_{sh} o per il caso in esameVs_{30})

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come previsto da DM 17/01/2018) sono stati esaminati i dati ottenuti dalle prospezioni sismiche di superficie, opportunamente tarati con dati stratigrafici e litologici presenti in bibliografia (pozzi, sezioni stratigrafiche ecc.,) e con le prove penetrometriche eseguite in sito.

i valori della velocità media delle onde di taglio Vs, ottenuti mediante specifica prova Masw, sono pertanto:

metodo sismico attivo-MASW onde Rayleigh:

1° strato:	da 0,0 a 1,30 m	spessore medio 1,30 m	velocità media onde Vs 155 m/sec
2° strato:	da 1,30 a 4,60 m	spessore medio 3,30 m	velocità media onde Vs 120 m/sec
3° strato:	da 4,60 a 10,20 m	spessore medio 5,60 m	velocità media onde Vs 160 m/sec
4° strato:	da 10,20 a 21,40 m	spessore medio 11,20 m	velocità media onde Vs 295 m/sec
5° strato:	da 21,40 a 30,00 m	spessore medio 8,60 m	velocità media onde Vs 340 m/sec

In base a quanto sopra, la classificazione delle categorie dei suoli di fondazione, come da All. 2 (cfr. Ord. Pres. Consiglio dei Ministri 3274 del 20/03/2003 e art. 3.2.2 DM 17/01/2018), ai vari strati sismo stratigrafici individuati, è stato associato il valore della velocità Vs direttamente misurate, consentendo di ottenere la Vs_{30}, cioè la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, dall'espressione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

dove

hi = spessore dello strato i-esimo
V_{Si} = velocità onde S nello stato i-esimo
N = numero strati considerati

Ottenendo in base ai dati sopra esposti,

Prospezione MASW V_{s30}= **224** m/sec (da p. piazzale a -30 m)

Da cui si presume che, in base alla misura delle onde di taglio Vs_{30}, il terreno corrisponde alla categoria del suolo di fondazione di tipo **C** (*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.)

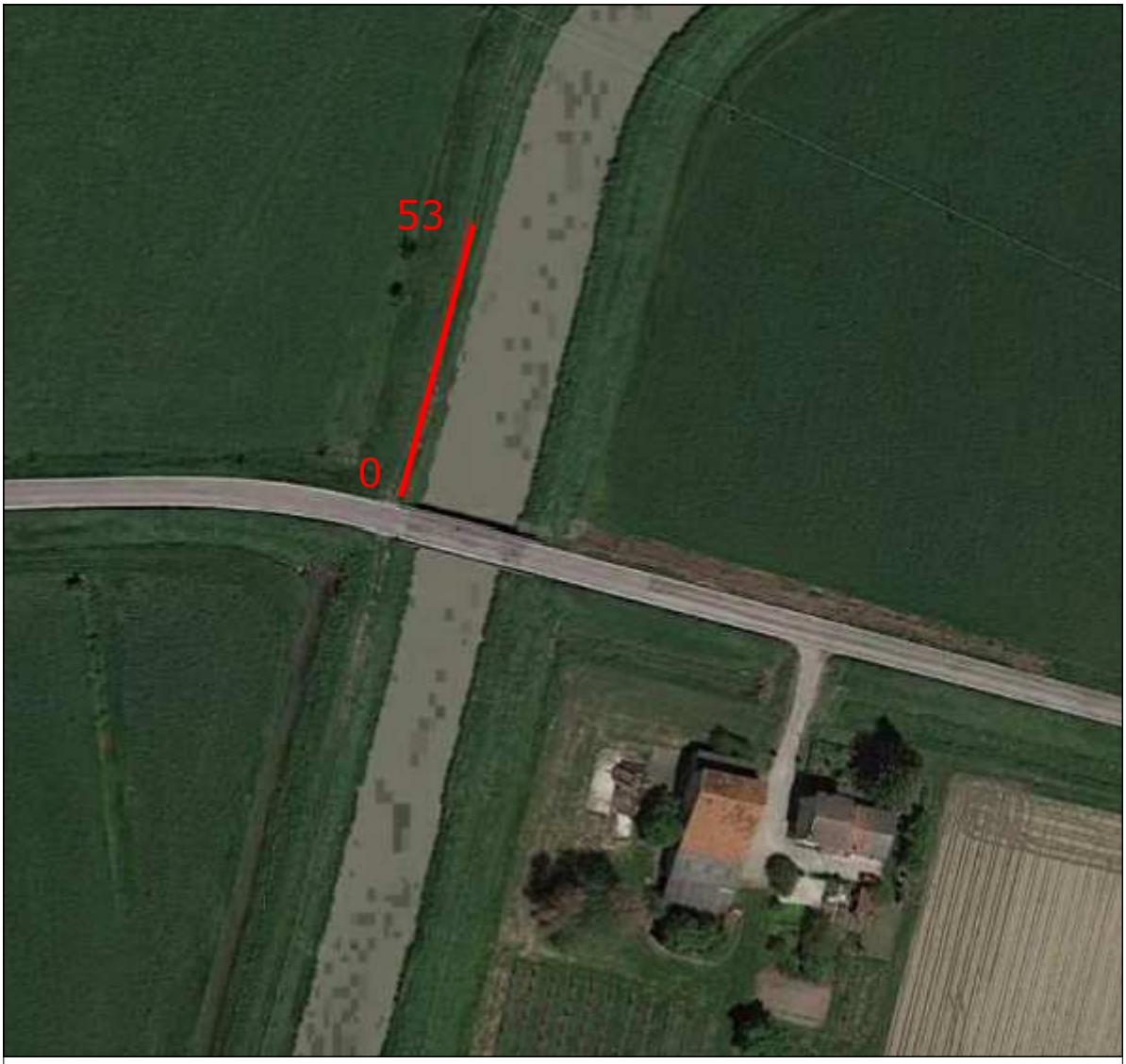
Si ricorda che in base a quanto previsto da art. 3.2.2 NTC2018, "Per le fondazioni superficiali, la profondità del calcolo delle Vs è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Il progettista dovrà verificare che vi sia effettivamente un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità dei terreni come da NTC18

TECNOGEOFISICA SNC

Allegati Intervento

Ubicazione indagini



Traccia linea sismica MASW

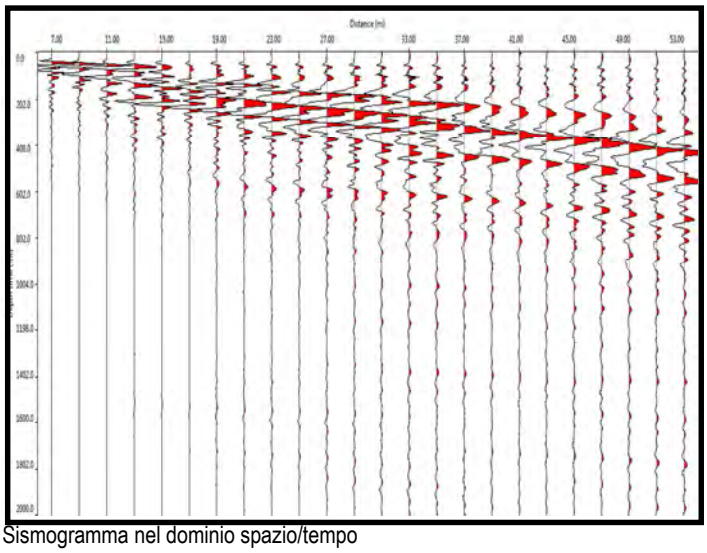
0 Ubicazione energizzazione

53 Ubicazione geofono 24

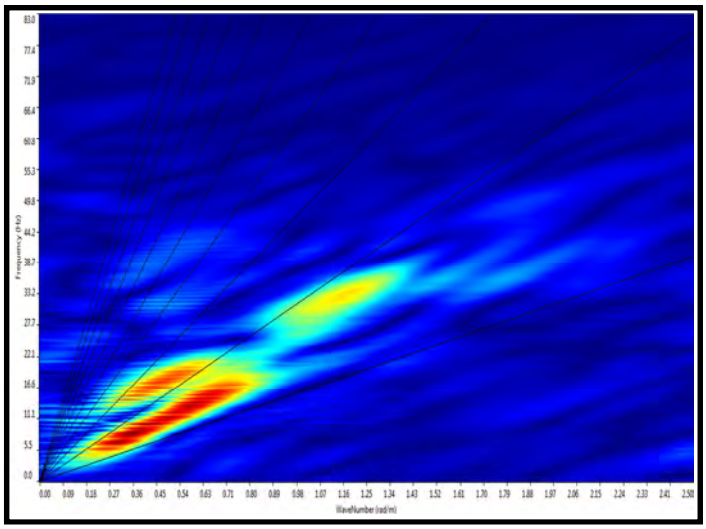
N

Ubicazione centro indagine MASW
Lat. N 45,04287
Long. E 11,01041

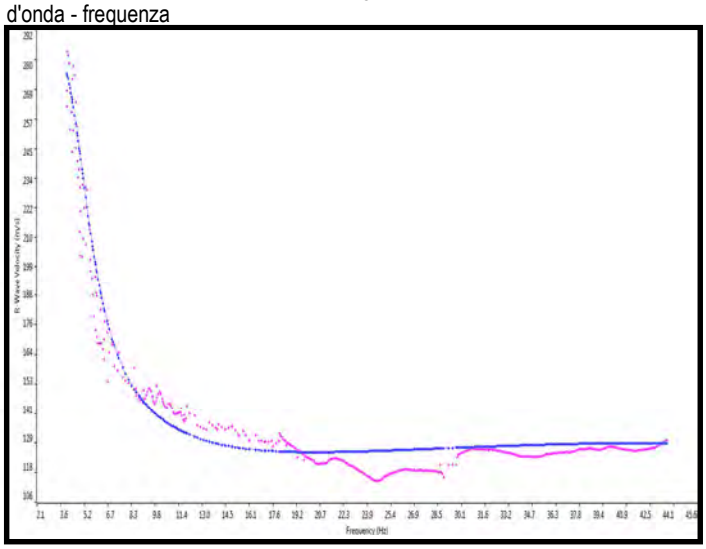
Scheda Indagine Masw



Sismogramma nel dominio spazio/tempo



Spettro FK - Rappresentazione del sismogramma nel dominio numero d'onda - frequenza



Sovrapposizione curva di dispersione calcolata /curva teorica rappresentata nel dominio Frequenza/Velocità

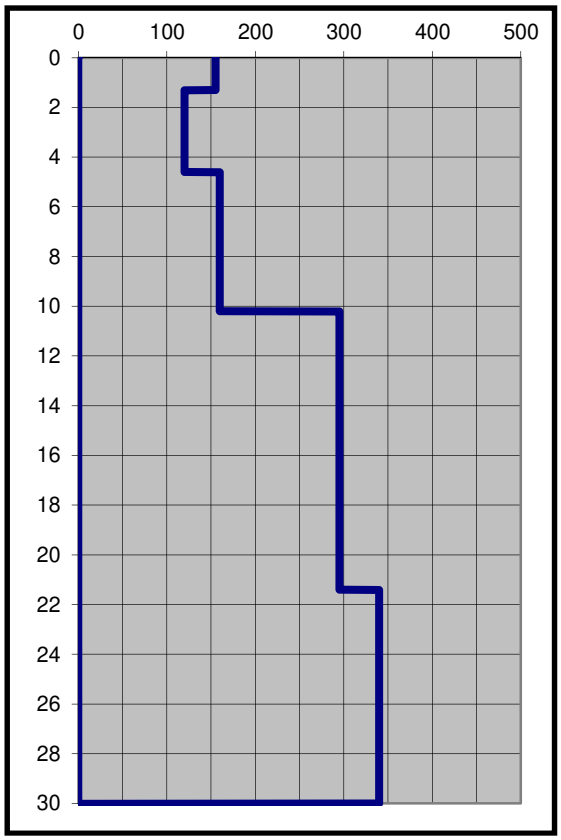


Grafico velocità/profondità onde di taglio Vs

Risultati Elaborazione MASW

Strato	profondità		Spessore	Vel.
	da	a	m	m/sec
Strato1	0.00	1.30	1.30	**155**
Strato2	1.30	4.60	3.30	**120**
Strato3	4.60	10.20	5.60	**160**
Strato4	10.20	21.40	11.20	**295**
Strato5	21.40	≥30.00	≥8.60	**340**

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Dove:
hi = spessore dello strato i-esimo
$\mathbf{V_{Si}}$ = velocità onde S nello stato i-esimo
N = numero strati considerati

Vs_{30} da p.c. a – 30 m **= 224 m/sec**

Documentazione fotografica

Piazzamento indagine MASW