

PROVINCIA DI MANTOVA COMUNE DI SUZZARA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO DI RESTAURO, RIFUNZIONALIZZAZIONE E MIGLIORAMENTO SISMICO DEL TEATRO GUIDO UBICATO IN VIALE ZONTA

COMMITTENZA:



COMUNE DI SUZZARA

Piazza Castello, 1 – 46029 (MN)

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE GEOLOGICA E PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

ai sensi D.M. 17 Gennaio 2018 – Circolare 21 Gennaio 2019, n.° 7 C.S.LL.PP
- D.P.R. 5 Giugno 2001, n. 328

IL GEOLOGO

DANIELE DE TOGNI



IL GEOLOGO

FRANCESCO GABRIELLI



Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	3
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE.....	5
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	8
6	ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	10
7	ANALISI DEI VINCOLI	12
8	PROGRAMMA DELLE INDAGINI.....	13
8.1	Premessa	13
8.2	Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU).....	14
8.3	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)	16
9	MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	17
10	INQUADRAMENTO SISMICO.....	23
10.1	Sismicità storica.....	24
10.2	Effetti della Liquefazione a seguito degli eventi sismici del 2012	26
10.3	Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche.....	26
10.4	Zonazione Sismica Nazionale e pericolosità sismica	29
11	CONCLUSIONI	33

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 1
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

1 PREMESSA

La presente relazione sulla modellazione geologica del sito e pericolosità sismica locale viene redatta a supporto del progetto dei lavori di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN).

Il Teatro è ubicato nel centro capoluogo lungo Viale Zonta ed è attualmente inagibile.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia il D.M. 17.01.2018 e relativa Circolare applicativa del 21 Gennaio 2019 n.° 7 del C.S.LL.PP.

La presente relazione è a completamento delle altre specialistiche sulla modellazione sismica e sulla caratterizzazione geotecnica.

Per la caratterizzazione litostratigrafia e geotecnica dei terreni di fondazione, è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche consistita in due Prove Penetrometriche Statiche con piezocono ed una Prova Penetrometrica Statica con punta meccanica, spinte tutte e tre sino alla profondità di 20 metri dall'attuale piano di campagna, ritenuta idonea per gli obiettivi del presente lavoro.

Per la classificazione dei terreni di fondazione sono state eseguite due misure a stazione singola del microtremore sismico (**HSVR1 e HSVR2**), mediante una strumentazione quale il tomografo portatile denominato TROMINO® che ha permesso di definire la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, oltre a stimare in maniera rapida le V_s ; associata ad un'indagine **MASW** per la definizione delle V_{seq} e della categoria sismica del sottosuolo, come richiesto dalle normative vigenti; a completamento un'Indagine geofisica **REMI** sempre finalizzata a dettagliare le V_{seq} e la categoria sismica del sottosuolo.

La relazione si articola nel seguente modo:

- inquadramento geografico
- inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico
- analisi del progetto rispetto ai vincoli urbanistici
- definizione del modello geologico del sottosuolo (MG)
- inquadramento sismico generale dell'area

Nelle relazioni sismiche e geotecnica che completeranno il presente lavoro saranno riportati:

- l'indagine sismica dei luoghi con la definizione della risposta sismica locale
- il modello delle principali proprietà geotecniche, propedeutico alla definizione del Modello Geotecnico del Sottosuolo (MGS) relativo ai terreni che costituiscono il Volume Significativo interessato dalle fondazioni; lo stesso progettista sarà quindi nelle condizioni di potere eseguire un eventuale congruo dimensionamento delle fondazioni e potrà valutare la natura e l'entità delle interazioni che si verranno a creare tra le opere fondali e il sottosuolo interessato dalla diffusione dei carichi.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 2
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La realizzazione del presente studio è stata eseguita in ottemperanza alle indicazioni fornite dalla normativa vigente con particolare riferimento alle seguenti norme:

Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Circolare del 21 Gennaio 2019, n.° 7 del C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

“Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”.

Decreto Ministeriale Lavori Pubblici n. 47 del 11.03.1988

Eurocodice 8 (1998)

“Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici. Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Eurocodice 7.1 (1997)

“Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali - UNI”.

Eurocodice 7.2 (2002)

“Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI”.

Eurocodice 7.3 (2002)

“Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito - UNI”.

D.P.R. 5 Giugno 2001, n. 328

Articolo 41 – Attività professionali

“punto c) le indagini geognostiche e l'esplorazione del sottosuolo anche con metodi geofisici; le indagini e consulenze geologiche ai fini della relazione geologica per le opere di ingegneria civile mediante la costruzione del modello geologico-tecnico; la programmazione e progettazione degli interventi geologici e la direzione dei lavori relativi, finalizzati alla redazione della relazione geologica...;”

“punto e) le indagini e la relazione geotecnica...”.

3 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 3
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021



FIGURA 2 – Ubicazione dell'area di indagine
Estratto da Google Earth al 6/4/2021

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area in studio si colloca nella parte centrale del grande bacino subsidente plio-quadernario della pianura padana, un grande bacino subsidente che iniziò a delinearsi quando emersero prima la catena Alpina poi quella Appenninica, di cui rappresenta le rispettive avanfosse; mediante l'interpretazione delle linee sismiche e la correlazione di numerosi pozzi profondi, si è potuto osservare che il basamento di tale bacino presenta strutturalmente due situazioni differenti a N e a S del Po.

Il settore meridionale è caratterizzato dal fronte Appenninico esterno che si esplica in tre grandi archi (il Monferrato, l'Emiliano ed il Ferrarese).

La parte settentrionale è rappresentata da un'ampia monoclinale che si approfondisce dal margine Alpino fino ai 7500 m del depocentro, posto poco a Nord di Reggio Emilia.

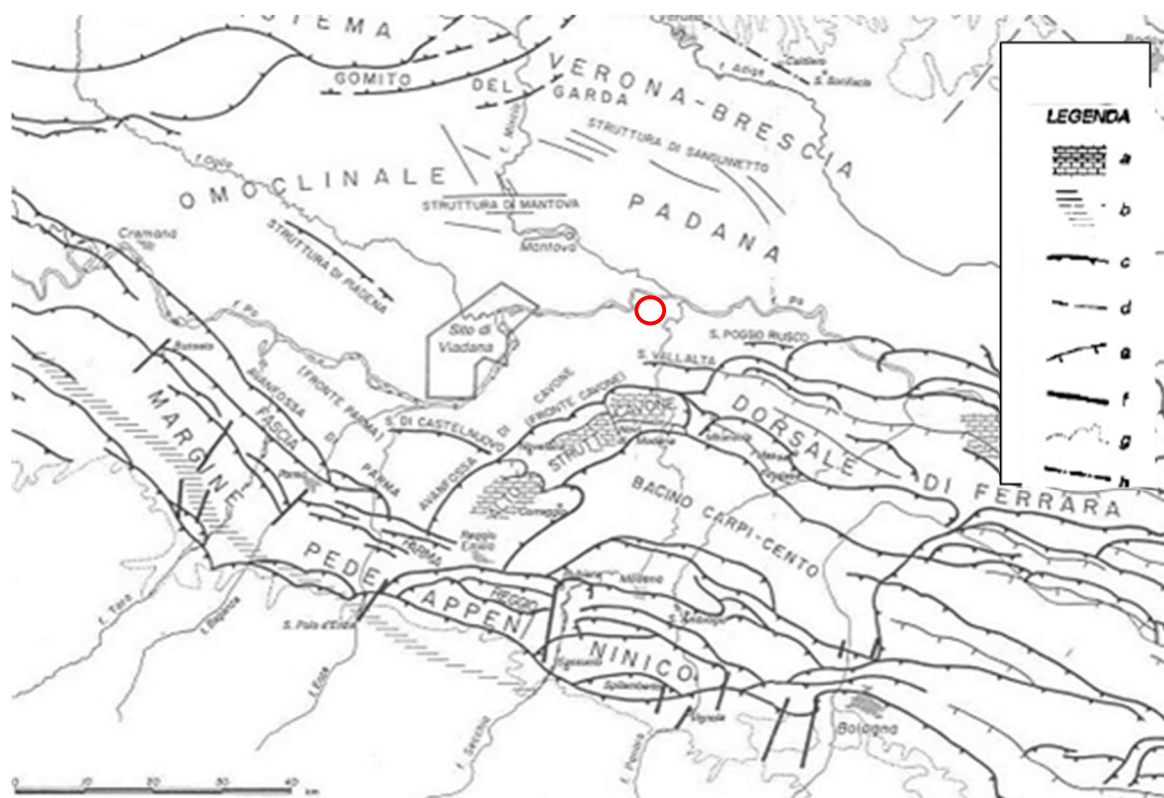
Strutturalmente l'area in esame ricade nell'area di raccordo tra il settore monoclinale, limitato, a Nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 5
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Mantovana, e il bordo settentrionale dell'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi, appartenenti al fronte di accavallamento esterno dell'Appennino sepolto.

L'assetto geologico-strutturale del Bacino Padano è caratterizzato dalla presenza di due complessi sedimentari poggianti su substrato Mesozoico: il primo, inferiore, caratterizzato da formazioni Pliocenico-Pleistoceniche, essenzialmente costituite da sedimenti in facies marina, il secondo, superiore, da formazioni pleistoceniche ed Oloceniche costituite da depositi clastici in facies continentale, di origine glaciale e fluviale, dovuti all'attività dei fiumi alpini e appenninici; le isobate del substrato pliocenico, che individua l'inizio dei depositi del Quaternario continentale sovrastanti ai depositi del Quaternario marino, sono segnalate a profondità superiori ai 300 metri dalla superficie. L'area di studio, dal punto di vista geologico, appartiene al settore centro-occidentale della media pianura padana



Legenda: a) nucleo carbonatico, mesozoico sepolto; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale; e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al margine appenninico;

FIGURA 3 – Carta degli elementi tettonici significativi dell'area padana centro-orientale

L'evoluzione geologica della pianura è legata allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, rappresentando all'inizio l'avanfossa del sistema alpino e poi di quello appenninico. In sintesi, l'area padana è il risultato di una compressione asimmetrica bilaterale che ha agito in più tempi nell'intervallo Miocene superiore-Pliocene, compressione applicata in modo differente nei bordi meridionali e settentrionali del sistema. Questo vasto bacino a profilo asimmetrico con minore inclinazione sul lato

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 6
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

setentrionale è stato, a partire dal Pliocene, progressivamente colmato dalla deposizione di depositi sia marini che continentali di notevole spessore, denotando una accentuata subsidenza.

Lo spessore complessivo dei depositi del Quaternario può raggiungere valori notevoli in quanto la sua base è segnalata ad una profondità sotto il livello del mare variabile da 1000 metri a N a 2000 verso S. La base dei depositi del Pliocene, che presenta un andamento molto più complesso, si trova anche a oltre 5000 metri di profondità, lungo l'asta del Fiume Po.

In merito all'assetto strutturale, gli studi condotti da *F. Baraldi et alii (1980)* e da *M. Bernini et alii (1980)* hanno evidenziato che l'area in esame è stata interessata, durante il Quaternario, da una lenta subsidenza (comune a tutto il bacino) non del tutto compensata dalla sedimentazione.

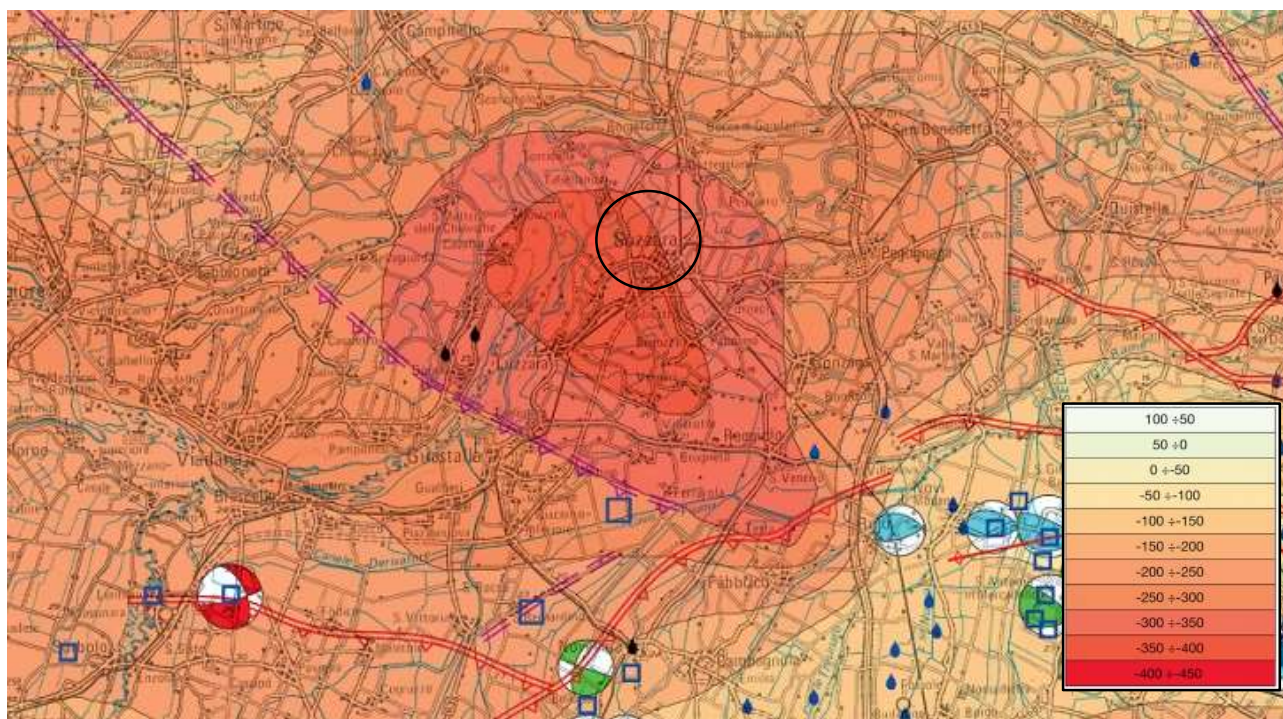


FIGURA 4: Carta sismo-tettonica (tratta da sito del Servizio Sismico e Geologico della Regione E. Romagna) (la scala colorata graduata indica la base in metri del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore – 0,45Ma/presente)

La base del secondo ciclo sedimentario continentale (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES) (pleistocene medio-Olocene) per il Comune di Suzzara risulta essere approfondito rispetto alle aree circostanti a -350/400m s.l.m. (fig. 4). La base del primo ciclo sedimentario (Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore- AEI) (Pleistocene medio) risulta essere a diverse profondità nel territorio comunale ma mediamente tra i 600 ed i 700m; il Sintema Emiliano – Romagnolo inferiore ha il contatto sottostante con il Super sintema Quaternario Marino. La base del Quaternario ha una profondità media di circa 1500m da p.c.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 7
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Da un punto di vista geologico e geomorfologico le informazioni generali relative all'area di studio sono state desunte dagli elaborati geologici del P.G.T. comunale di Suzzara (MN) (Baraldi et al., 2008) e da ulteriori informazioni bibliografiche generali.

In merito alle unità geologiche affioranti in questo settore di bassa pianura mantovana, esse sono di origine esclusivamente continentale e costituite da depositi fluviali di età compresa tra il Pleistocene e l'Olocene; in particolare dall'azione sedimentaria del Fiume Po.

Nell'area considerata, secondo lo studio di M. Cremaschi, è presente l'unità cronostratigrafica **depositi alluvionali recenti ed attuali (E)**; si tratta di depositi legati alle fasi deposizionali oloceniche del fiume Po, di granulometria variabile dalle sabbie ai limi ed alle argille.

Nella provincia alpina, cui la zona in esame appartiene, le glaciazioni lasciarono un'impronta evidente sul territorio nelle sue varie componenti. L'alternarsi di fasi glaciali e interglaciali con l'avanzamento e il ritiro del ghiacciaio gardesano, provocarono l'erosione, il trasporto e la deposizione di materiali litoidi sotto forma di depositi morenici, di depositi fluvioglaciali e fluviali.

Con la fine dell'ultima glaciazione (Wurm), si depositarono all'esterno delle cerchie moreniche i depositi fluvioglaciali del Pleistocene Superiore che costituiscono il "livello fondamentale della pianura". Infine nell'Olocene i corsi d'acqua hanno eroso e terrazzato i depositi precedenti formando le aree deposizionali attuali.

Il sottosuolo risulta caratterizzato dalla presenza di alternanze di litotipi limoso-argillosi, con sabbie medio-fini, la cui disposizione e percentuale risulta in stretta correlazione con i bacini idrografici creatisi; pertanto, in tale contesto deposizionale le eteropie laterali risultano molto frequenti, quasi la regola. Ne risultano stratificazioni con spessori di ordine da metrico a pluridecimetrico che hanno generalmente una conformazione lenticolare, con estensioni orizzontali dell'ordine di pochi metri fino a qualche centinaio di metri, passanti lateralmente in terreni di altra composizione.

In merito alla litologia di superficie, i litotipi affioranti sono classificati sulla base della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 – Foglio N° 74 "Reggio nell'Emilia", come "*Alluvium medio recente; alluvioni argillose e lenti limose della bassa pianura anche attualmente esondabili.....*"

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 8
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

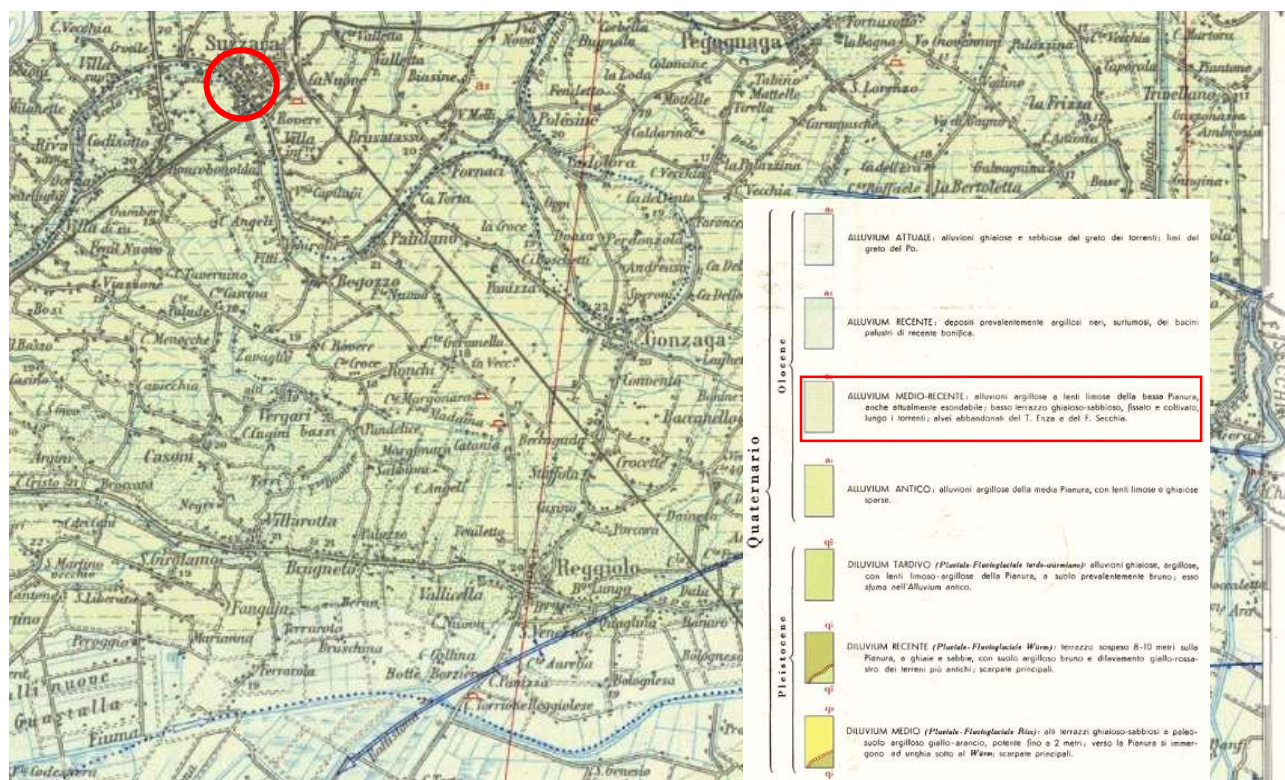


FIGURA 5 – Stralcio di Carta Geologica in scala 1:100.000 foglio n. 74 “Reggio nell’Emilia”

Da un’analisi dei dati si osserva una certa variabilità geolitologica in tutto il territorio comunale; in generale sono presenti tessiture granulari sabbiose o limo sabbiose nelle aree più adiacenti al Fiume Po; spostandosi verso Est e verso Sud, oltre il capoluogo, sono più frequenti tessiture pelitiche, argillose, limose o limo sabbiose con limo prevalente.

Analizzando la carta Geolitologica allegata al PGT comunale l’area di studio viene inclusa nella fascia urbanizzata e quindi non classificata; le aree prossimali ad essa esterne verso est, sud-est e nord-est, sono classificate come a “Unità a Limi dominanti” e “Unità ad argille dominanti”.

Da un punto di vista geomorfologico, l’azione morfogenetica dominante in passato è imputabile all’evoluzione del reticolo idrografico di superficie; attualmente, nel territorio comunale, è invece da associare all’attività antropica, che comporta le principali modificazioni della superficie topografica naturale trattandosi in parte di una zona urbanizzata ed in parte di zona agreste di pianura; la tendenza evolutiva naturale attuale del territorio è quindi conservativa dato che le principali linee di drenaggio sono state regimate dall’uomo e l’azione antropica risulta prevalente.

Dall’analisi della Carta idrogeologica e geomorfologica allegata al PGT comunale si riscontra che sono presenti diverse tracce di paleoalveo nel territorio comunale, anche internamente al centro abitato del capoluogo; in corrispondenza della località di studio non vengono evidenziate strutture o segnalate criticità geomorfologiche.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 9
--	--	--------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Oltre al Fiume Po che rappresenta l'elemento principale nel territorio comunale e che scorre più ad Ovest e più a Nord rispetto al centro abitato, sono presenti numerosi canali di bonifica e di irrigazione secondari, sviluppati su tutto il territorio comunale di competenza del Consorzi di Bonifica il Consorzio di Bonifica Terre di Gonzaga in Destra Po.

L'area risulta pianeggiante e dal sopralluogo non si sono evidenziati segni di dissesto.

6 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Da un punto di vista idrogeologico si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo 3 Unità Idrostratigrafiche (Studio Eni-Agip):

- il "Gruppo acquifero A" che corrisponde al "Sintema emiliano-romagnolo superiore";
- il "Gruppo acquifero B" che corrisponde al "Sintema emiliano-romagnolo inferiore";
- il "Gruppo acquifero C" che corrisponde al "Supersintema del Quaternario marino".

Le prime due fanno parte del Quaternario Continentale. Dette unità sono separate tra loro da superfici di discontinuità stratigrafica, che sui principali fronti di accavallamento della catena corrispondono a discordanze angolari osservabili sia in affioramento (sul margine appenninico) che in sismica (sul margine appenninico, e sui fronti della catena sepolta); i limiti tra le unità corrispondono quindi a fasi di attivazione tettonica.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE					ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
AFFIORANTI			SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLMATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	CRIZZANTE DI FORSOLE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	A	B	C	A1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																												A2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																												A3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
																												A4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
QUATERNARIO MARINO	MILAZZANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 1	SUPERSINTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	A	B	C	B1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													B2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													B3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													B4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
P ₂	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSINTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SINTEMA QUATERNARIO MARINO 1	SUPERSINTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	PILOCENE MEDIO SUPERIORE	~0.12	~0.35-0.45	~0.65	~0.8	~1.0	~2.2	~3.3-3.6	~3.9	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	PLEISTOCENE MEDIO	PLEISTOCENE INFERIORE	PLIOCENE MEDIO - SUPERIORE	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	A	B	C	C1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													C2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													C3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
																													C4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

FIGURA 6 – Schema idrostratigrafico della pianura Emiliano Romagnola (da Riserve Idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna, 1998, pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli)

Nell'area in esame sono presenti i Gruppi A e B.

Il Gruppo Acquifero A, con età compresa tra 450.000 anni e il presente, ha un limite basale posto a circa 200 metri sotto il livello medio del mare. Lo spessore cumulativo dei livelli porosi permeabili passa progressivamente da 80 metri nella parte settentrionale a 120 metri nella parte meridionale. Il Gruppo Acquifero B, con età compresa tra 450.000 e 650.000 anni dal presente, ha il livello basale considerato come interfaccia acqua dolce- salmastra posto tra 600 e 700 metri sotto il livello medio del mare.

Lo spessore di ciascuno dei gruppi acquiferi è generalmente dell'ordine di alcune centinaia di metri. Al disopra dei limiti basali delle unità idrostratigrafiche sopra descritte, si individuano dei potenti intervalli argilloso – limosi spessi sino ad alcune decine di metri, caratterizzati da geometria tabulare e da una continuità laterale di estensione regionale, che può essere interrotta solamente nelle zone di alto strutturale. Questi corpi fini costituiscono delle barriere di permeabilità (acquitardo o acquicludo) realmente continue e fanno sì che i tre gruppi acquiferi siano tra loro isolati idraulicamente, e che pertanto il flusso idrico rimanga confinato all'interno della medesima unità, ad esclusione delle zone in cui avviene la ricarica diretta dei gruppi acquiferi.

L'osservazione di differenti sezioni idrogeologiche e/o idrostratigrafiche tracciate nell'area evidenzia la presenza di un sistema acquifero multifalda contraddistinto dalla ripetuta alternanza di orizzonti acquiferi, costituiti prevalentemente da sabbie medio-fini, raramente ghiaiose, e di aquitard argilloso-limosi. I rapporti spaziali, orizzontali e verticali, tra tali orizzonti presentano evidenti caratteri di discontinuità propri dell'origine alluvionale dei depositi medesimi, che danno luogo a frequenti interdigitazioni laterali e a contatti erosivi.

I livelli acquiferi si sviluppano essenzialmente in corrispondenza dei livelli sabbiosi intercalati all'interno della successione stratigrafica continentale olocenica. Nei primi metri di profondità prevalgono depositi di natura limosa e limoso-argillosa con intercalazioni sabbiose fini, generalmente poco permeabili anche se saturi d'acqua; all'interno di tali depositi, è ospitata la **falda freatica**.

La falda superficiale è alimentata per infiltrazione diretta dalle acque di precipitazione atmosferica e dalle dispersioni nel sottosuolo delle acque fluenti del reticolo idrografico principale e secondario, in particolare dal Fiume Secchia poco distante dall'area di studio.

Dall'analisi delle sezioni idrogeologiche si evidenzia in corrispondenza del centro abitato di Suzzara, un potente acquifero profondo sino ai circa 40/45m di profondità (a partire dai primi 4-5m di profondità) e costituito da sedimenti a tessitura granulare sabbiosa (**I° acquifero**), di sabbia media e grossolana.

Il **secondo acquifero** si sviluppa sino ai circa 75/80-90/100m di profondità a partire dai circa 50/55m di sabbia fine e media e separato dal primo da un'Unità a bassa permeabilità.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 11
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

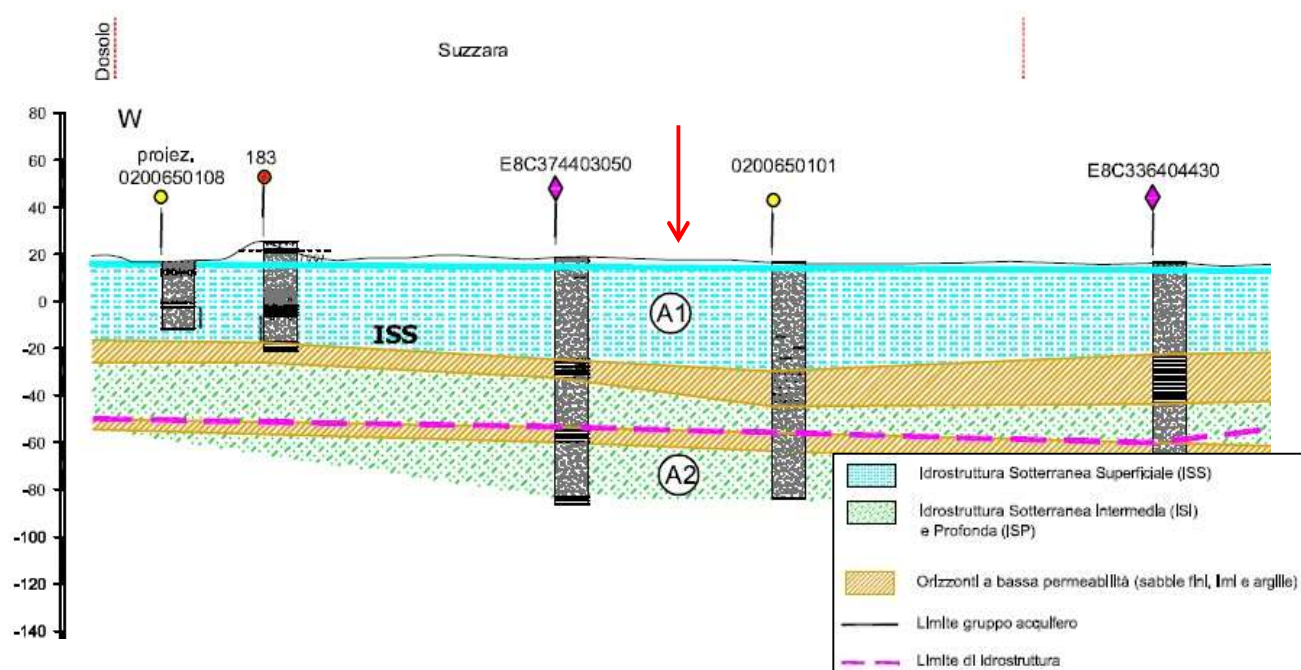


FIGURA 7 – Sezione idrogeologica tralato dal PTUA Lombardia 2017 elaborato 2

Dai dati bibliografici la piezometria del territorio comunale presenta variazioni di quota procedendo da ovest verso est, passando da 16-17 metri s.l.m. nella parte occidentale a 14-15 metri s.l.m. nella parte orientale. La soggiacenza della falda, intesa come profondità a cui si rinviene generalmente acqua a partire dal piano campagna, è mediamente di 2 metri, con estremi compresi tra 1,00 e 4,0 metri.

7 ANALISI DEI VINCOLI

Per ciò che riguarda l'analisi dei vincoli rispetto a quanto evidenziato nel P.G.T. comunale si riportano le seguenti informazioni:

- nella **“Carta delle Fattibilità Geologiche”** la zona è inclusa nel centro abitato e quindi non viene cartografata, ma rientra in un'areale caratterizzato “modeste limitazioni”; la relazione sarà finalizzata a valutare le prescrizioni richieste e contenute nelle Norme Tecniche di Piano allegate al PGT comunale in funzione degli obiettivi del presente lavoro
- nella **“Carta dei Vincoli”** l'area di studio non viene inserita all'interno di nessuna fascia vincolata
- Nella **“Carta di Sintesi”** la zona di studio non è inserita all'interno di nessuna fascia vincolata; viene posta nelle vicinanze di un'area caratterizzata da criticità idraulica urbana, posta più a sud-est rispetto all'area di studio.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 12
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

- nella “**Carta della pericolosità sismica locale**” l’area in esame è inserita Z4A “Zone di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi” con possibili amplificazioni litologiche. Nella relazione sismica, in funzione di tali indicazioni, verranno approfonditi tutti gli aspetti necessari per appunto caratterizzare il sito nei confronti della risposta sismica locale in funzione del tipo di intervento.

8 PROGRAMMA DELLE INDAGINI

8.1 Premessa

Al fine di definire lo schema litostratigrafico, geomeccanico ed idrogeologico del primo sottosuolo e in ottemperanza al D.M. 17 Gennaio 2018, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche così articolata:

- **N. 02 prove penetrometriche di tipo statico con piezocono (CPTU1 e CPTU2)**, spinte sino alla profondità di 20,0m dal piano campagna esistente; all’interno del perforo è stato eseguito il rilievo della falda freatica, mediante l’utilizzo di freatimetro;
- **N. 01 prove penetrometriche di tipo statico con punta meccanica (CPT3)**, spinta sino alla profondità di 20,0m dal piano campagna esistente; all’interno del perforo è stato eseguito il rilievo della falda freatica, mediante l’utilizzo di freatimetro;

si ritiene che per i tipi di terreno indagati e per il tipo di intervento in progetto il numero di prove e la profondità siano sufficienti ai fini del concetto di “volume significativo”; all’interno del perforo è stato eseguito il rilievo della falda freatica, mediante l’utilizzo di freatimetro;

- per la definizione della pericolosità sismica di base del sito, ai sensi del § 3.2 N.T.C. e § C3.2 della Circolare, sono state eseguite due indagini geofisiche basate sulla misura del rumore sismico (microtremore) del sottosuolo (**HSVR1 e HSVR2**), mediante l’utilizzo di strumentazione tromografica portatile, finalizzata alla stima delle frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo e dell’amplificazione sismica del sito mediante il rapporto HVSr;
- per la definizione della V_{S30} o V_{seq} è stata eseguita **un’indagine geofisica MASW**, basata sull’analisi della propagazione delle onde superficiali, ed in particolare delle onde di Rayleigh
- un ulteriore indagine di **sismica passiva** con registrazione dei microterremori, con metodologia **REMI** sempre finalizzata alla definizione della V_{S30} o V_{seq} ; nell’indagine vengono misurati rumori ambientali dovuti a sorgenti naturali e/o artificiali; l’acquisizione prevede disposizioni multi-geofoniche come per il metodo MASW e l’utilizzo di un sismografo multicanale

Di seguito ed in allegato viene riportata la planimetria con l’ubicazione dei punti di indagine.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 13
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021



Figura 8: Ubicazione indagini

Di seguito viene descritta la metodologia impiegata per la realizzazione delle prove penetrometriche; per ciò che riguarda le prove sismiche si rimanda alla relativa relazione sismica.

8.2 Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)

Lo strumento utilizzato per le prove, è un penetrometro statico prodotto dalla PAGANI GEOTHECNICAL EQUIPMENT, modello TG63/200 da 200 kN di spinta, con punta digitale, sistema di acquisizione TGAS06 e trasduttore di profondità.

La prova statica CPTE consiste nell'infissione nel terreno, a velocità costante, di una punta conica, di dimensioni e caratteristiche standard, a mezzo di batterie di aste cave all'interno delle quali viene fatto passare il cavo di segnale.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 14
---	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

La punta digitale ha al suo interno una serie di sensori che permettono di misurare oltre alla resistenza di punta (Q_c) e l'attrito laterale (F_s) anche la deviazione dalla verticale (Tilt).

Sempre con la stessa punta è possibile anche eseguire una prova CPTU, che oltre ai parametri precedenti, misura anche la pressione neutra (pressione dinamica dell'acqua nei pori): in questo caso le operazioni vengono eseguite con particolare attenzione alle modalità di saturazione del foro e del filtro poroso secondo gli standards ASTM e le indicazioni della Ditta Pagani (no grasso alla punta).

Le tensioni meccaniche registrate in fase di avanzamento vengono trasformate in tensioni elettriche che poi tramite il cavo di segnale vengono trasferite al sistema di acquisizione TGAS06. Il trasduttore di profondità fornisce la profondità reale della punta e la velocità di avanzamento. Grazie al software di acquisizione i risultati della prova vengono registrati e visualizzati in tempo reale sul monitor di un P.C., permettendo così di controllare la corretta esecuzione della prova stessa.

La punta digitale utilizzata per l'esecuzione della prova ha le seguenti dimensioni standard:

- area di base 10 cmq;
- angolo di apertura 60°;
- superficie laterale del manicotto 150 cmq.

Sulle aste cave, di diametro esterno 36 mm, quando necessario, viene installato un anello allargatore, posto a distanza non inferiore di metri 1 sopra la punta, per diminuire l'attrito del terreno lungo le batterie di aste.

La prova viene effettuata con velocità di infissione della punta di 2 cm/s ($\pm 0,5$ cm/s) indipendentemente dalla natura e dalle caratteristiche del terreno.

La prova viene sospesa qualora la resistenza totale, o alla punta, è tale da non consentire il raggiungimento della profondità di progetto o qualora la punta subisca una deviazione superiore a 20°.

Nel primo diagramma allegato sono riportate le misure effettuate in continuo (ogni centimetro) durante l'avanzamento della punta e registrate dal software. Le misure riportate nei tabulati sono relativa a:

- Q_c : resistenza alla punta, a rottura (MPa);
- F_s : resistenza di attrito laterale locale (kPa);
- R_f : rapporto F_s/Q_c (%);
- U_2 : pressione dinamica nei pori (KPa);
- Speed: velocità di avanzamento (cm/s);
- Tilt: angolo di deviazione dalla verticale (°).

Il valore del rapporto F_s/Q_c indicato con R_f rappresenta l'inverso del rapporto di Begemann (R_p/R_f), che come sappiamo dipende dalla granulometria dei terreni attraversati e permette pertanto la ricostruzione stratigrafica.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 15
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Per l'eventuale calcolo della resistenza alla punta in sito q_t , si consideri che il rapporto tra area del cono e perno del cono sul quale U non agisce (cone area ratio) vale $a = 0.58$, per cui $q_t = q_c + U(1-a) = q_c + 0.42 U$.

8.3 Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)

Le prove penetrometriche sono state realizzate mediante penetrometro statico olandese tipo Gouda (tipo meccanico), con spinta massima nominale di 20 ton., munito di speciale punta Begemann, con le seguenti caratteristiche: \varnothing punta 35,7 mm, angolo di apertura 60° , area base 10 cm^2 ; manicotto laterale di frizione tipo Begemann con \varnothing di 36 mm, lunghezza 13,3 mm, area laterale $150,42 \text{ cm}^2$.

La prova penetrometrica statica CPT (Cone Penetration Test) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione offerta dal terreno alla punta meccanica tipo Begemann, sopra descritta, con dimensioni e caratteristiche standard ed infissa nel terreno a velocità costante; la punta conica di tipo telescopico (punta Begemann) è dotata di un manicotto esterno scorrevole e permette di valutare, per ogni 20 cm di infissione, i seguenti parametri: resistenza alla punta R_p (kg/cm^2): si riferisce ai valori di resistenza offerta dal terreno all'avanzamento della punta e resistenza all'attrito locale laterale R_l (kg/cm^2), ai valori di resistenza offerta dal terreno per attrito sul manicotto che segue immediatamente la punta.

L'elaborazione dei valori di resistenza all'infissione caratteristici dei vari livelli del sottosuolo, fornisce utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati sulla base del rapporto R_p/R_l fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale (Rapporto di Begemann 1965 – Raccomandazioni A.G.I. 1977) ovvero sulla base dei valori di R_p e del rapporto $FR = R_l/R_p \%$ (esperienze di Schmertmann 1978).

Nei casi dubbi nell'applicazione del rapporto R_p/R_l , si è proceduto a scelte litologiche con validità orientativa, sulla base di esperienze e correlazioni eseguite precedentemente su altri siti, che possono essere così sintetizzate:

$7 < R_p < 20 \text{ kg}/\text{cm}^2$: possibili terreni coesivi in genere anche se $R_p/R_l < 15$

$R_p \leq 20 \text{ kg}/\text{cm}^2$: possibili terreni coesivi anche se $R_p/R_l > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg}/\text{cm}^2$: possibili terreni granulari anche se $R_p/R_l < 30$

Si rammenta tuttavia, che, sebbene l'indagine penetrometrica tipo CPT fornisca dati geotecnici attendibili, le informazioni sulla natura litologica e granulometrica dei terreni derivano sostanzialmente da correlazioni del tipo empirico.

Nell'interpretazione dei risultati, le prove penetrometriche vengono assimilate a prove rapide in condizioni di drenaggio impedito e, nella definizione del comportamento geotecnico, è stata adottata una distinzione fondamentale fra terreni incoerenti (resistenza al taglio caratterizzata dal solo angolo di attrito) e terreni fini (resistenza al taglio caratterizzata soprattutto dall'esistenza di legami coesivi).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 16
---	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

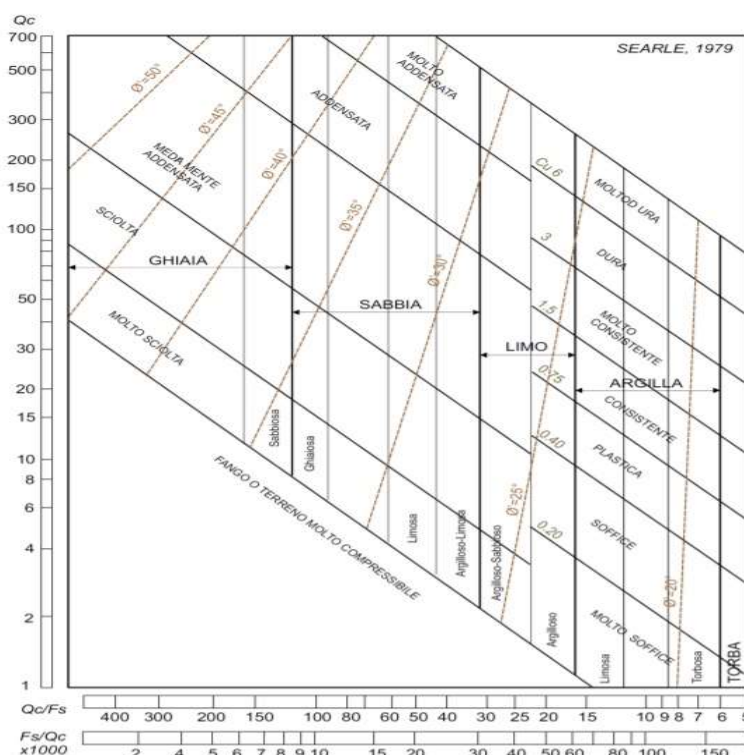
9 MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Modello stratigrafico locale

Il territorio indagato è caratterizzato da alluvioni pleistoceniche ed oloceniche, la cui genesi è in prevalenza riconducibile all'attività deposizionale del Fiume Po.

L'elaborazione delle prove penetrometriche CPTU1, CPTU2 e CPT3 ha permesso di risalire alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo secondo l'interpretazione di Searle (1979) e Robertson (1986, 1990). Dall'esame dei dati di lettura, sono state ricostruite le curve che si riferiscono alla resistenza alla punta (curva Q_c), alla resistenza all'attrito laterale locale (curva f_s), le cui rappresentazioni grafiche vengono riportate nei diagrammi allegati.

Dal rapporto Q_c/f_s si è giunti alla classificazione dei terreni mediante l'applicazione della teoria di Searle (1979); in particolare è stata realizzata una interpretazione basata unicamente sui rapporti meccanici.



Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

ZONA	INDICE DEL TIPO DI TERRENO	DESCRIZIONE
1	$\sqrt{(\log F + 1)^2 + (\log Q + 0.28)^2} = 1.28$	Terreni sensitivi
2	$I_c > 3,60$	Terreni organici-torbe
3	$2,95 < I_c < 3,60$	Argille-argille limose
4	$2,60 < I_c < 2,95$	Limi argillosi-argille limose
5	$2,05 < I_c < 2,60$	Sabbie limose-limi sabbiosi
6	$1,31 < I_c < 2,05$	Sabbie-sabbie limose
7	$I_c < 1,31$	Sabbie- sabbie con ghiaia
8	$\log Q = 2(\log F)^2 - 4(\log F) + 3.72$	Sabbie cementate-sabbie argillose (fortemente sovraconsolidate o cementate)
9	$\log Q = 2(\log F)^2 - 4(\log F) + 3.72$	Terreni a grana fine (fortemente sovraconsolidati o cementati)

Dalla verticale di indagine si può semplificare il modello geologico in 4 Unità principali a tema tessiturale variabile, pelitico in superficie e successivamente granulare; la stratigrafia si può riassumere considerando terreni a tessitura prevalentemente pelitica sino ai circa 11,00m da p.c.; oltre tale profondità le Unità divengono francamente granulari sino a fondo foro. *Il passaggio tra unità pelitiche e granulari avviene in maniera sfumata e non netta per almeno un metro di spessore*; ciò è stato verificato in tutte e tre le verticali di indagine, che hanno dimostrato mediamente una buona omogeneità tra loro.

Si segnala che i depositi argilloso-limosi e sabbiosi della porzione più superficiale, essendo in stretta correlazione con l'escursione della falda freatica e/o della sua risalita per capillarità, possono risultare suscettibili di variazioni in volume conseguentemente a cambiamenti del tenore di umidità e alla soggiacenza della falda freatica stessa.

Nel dettaglio è possibile ricostruire la seguente successione stratigrafica del sottosuolo (**Modello Geologico**), escludendo i primi 150/180 cm circa costituiti da materiale rimaneggiato e/o di riporto:

Unità A – da 1,50/1,80 metri a 3,30/3,50metri da p.c.

Terreno a comportamento coesivo

Classificazione di Searle – Argille, argille limose e limi argillosi di bassa consistenza

Classificazione di Robertson (1990) - I_c (indice di comportamento) è compreso tra 2,80 e 3,10: tale deposito è classificabile come miscela di limo (da limo argilloso ad argilla limosa) ed Argille (da argilla limosa ad argilla).

Unità B – da 3,30/3,50metri a 10,70/11,00 metri da p.c.

Terreno a comportamento coesivo

Classificazione di Searle – Argilla ed Argilla limosa di bassa consistenza

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 18
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Figura 10 : ricostruzione stratigrafica mediante gli Indici di Robertson lungo la verticale di indagine CPTU1 a sx e CPTU2 a dx

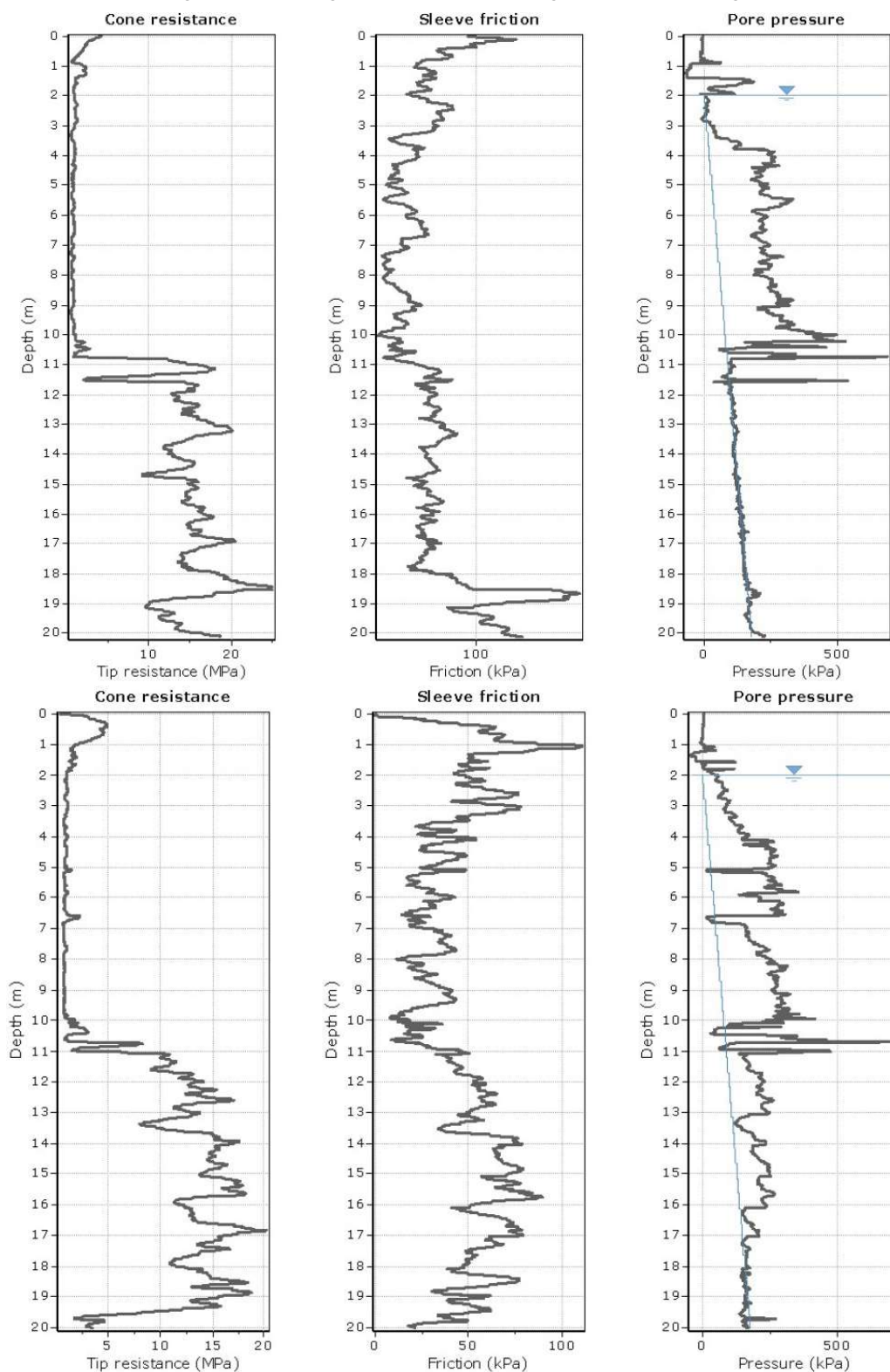


Figura 11: Variazione della resistenza alla punta (MPa), della resistenza laterale (kPa) e della pressione interstiziale con la profondità lungo la verticale di CPTU1 (alto) e CPTU2 (basso)

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 20
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

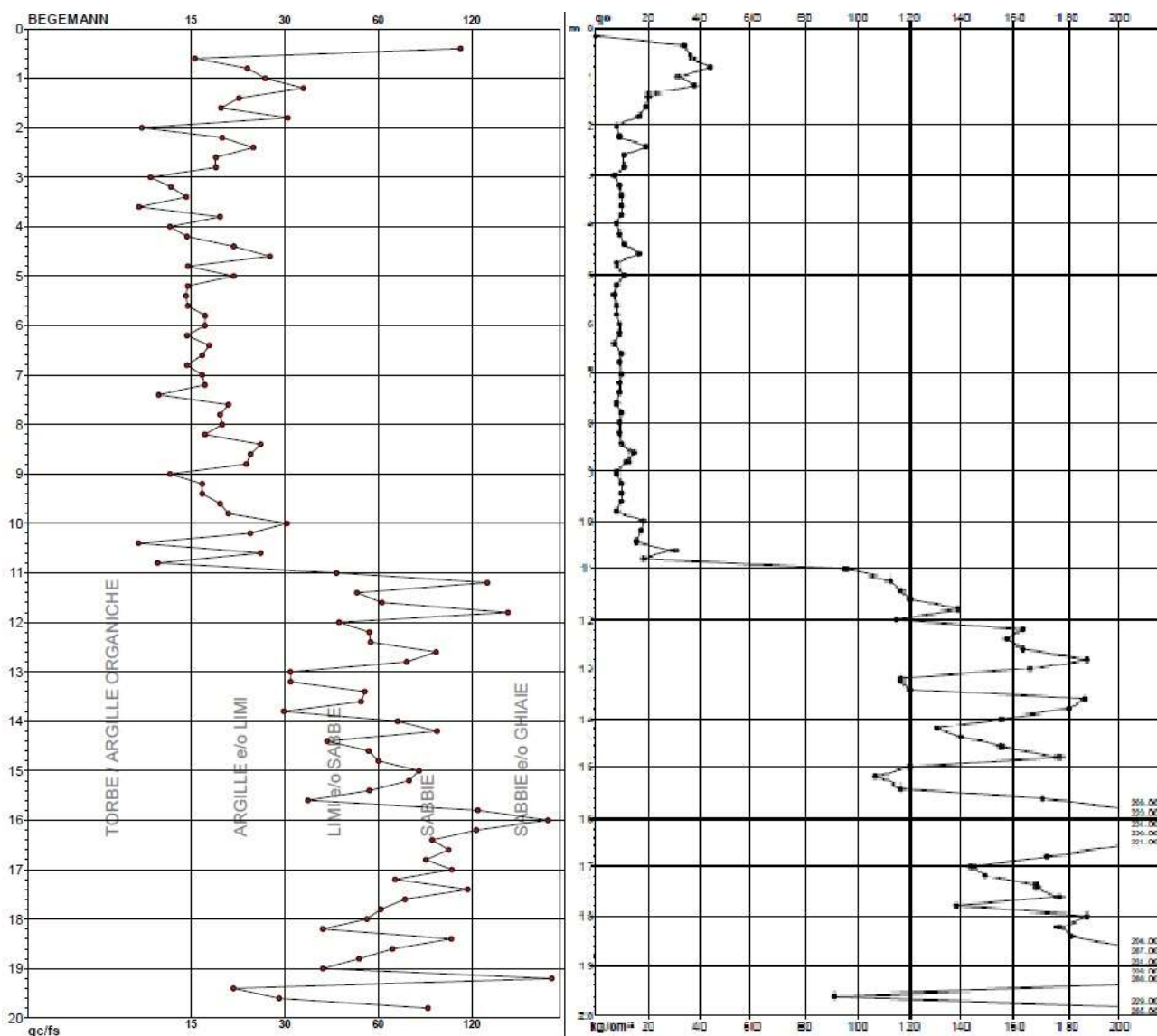


Figura 12: Variazione della resistenza alla punta (kg/cm²) (a dx) e del rapporto Qc/fs (a sx) lungo la verticale della prova CPT3

Assetto idrogeologico locale

Sulla scorta delle risultanze derivanti dall'analisi dei dati desunti dalle indagini prese a riferimento, è stato possibile ricostruire il sottosuolo investigato dal punto di vista idrogeologico.

La frangia freatica superficiale trova sede nei depositi più superficiali dell'Unità A e B, ed è ascrivibile ad un livello idrico sospeso con circolazione molto limitata a causa della bassa permeabilità dei depositi. La sua alimentazione è legata prevalentemente alle infiltrazioni meteoriche dalla superficie e, pertanto, appare piuttosto variabile durante l'anno.

Del primo acquifero si ha riscontro a partire dall'unità C granulare e verosimilmente estesa sino a circa 100m di profondità. La *falda freatica* rappresenta il primo elemento idrogeologico riscontrato in sito; generalmente

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 21
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

la *falda freatica* è caratterizzata da moto prevalentemente verticale, dal basso verso l'alto per fenomeni di risalita capillare e in senso inverso per fenomeni di infiltrazione conseguenti ad eventi meteorici e/o per dispersioni da canali, fossi e scolli.

La soggiacenza della falda freatica al momento delle rilevazioni in sito era compresa tra -2,00 e -2,20 metri dal piano campagna (Settembre 2021); nella carta idrogeologica allegata al PGT comunale (autori vari, 2010) non sono state trovate informazioni di maggiore dettaglio sulla soggiacenza della falda; ; è comunque nota una soggiacenza della falda piuttosto alta all'interno del territorio comunale.

$K (m/s)$		10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	
GRANULOMETRIA	omogenea	Ghiaia			Sabbia			Sabbia molto fine			Silt		Argilla		
	varia	Ghiaia grossa e media		Ghiaia e sabbia		Sabbia e argilla — Limi									
GRADI DI PERMEABILITA		ELEVATA						BASSA						NULLA	
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI						SEMI-PERMEABILI						IMPER.	
								limiti convenzionali							

Figura 13 – Valori del coefficiente di permeabilità (da Castany)

E' lecito attendersi comunque un'oscillazione del livello di falda **tra -1,50/1,60m e -3,00 m dal piano campagna attuale.**

Da segnalare che comunque non si esclude il formarsi di falde temporanee sospese anche in periodi di basso livello freatico, in quanto sono possibili venute d'acqua entro i primi due metri di profondità, per la presenza di una circolazione idrica al disotto del terreno di riporto, in occasione di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate.

Altro aspetto da non sottovalutare riguarda il fatto che la presenza di livelli prevalentemente limoso argillosi, con le oscillazioni del grado di saturazione dei terreni di sedime imputabili alle variazioni stagionali dei livelli freatici e della frangia di risalita capillare, può condurre a processi di essiccamento / rigonfiamento tipici dei terreni a preponderante componente pelitica come quelli in oggetto.

L'associazione dei valori numerici alle classi litologiche si basa sul confronto con terreni consimili a permeabilità nota. A riguardo, in Figura 13 è riportata la tabella che definisce i valori ed i limiti convenzionali fra il tipo granulometrico, formazione e grado di permeabilità, utilizzata anche nel presente studio per definire la permeabilità dei depositi rilevati.

I terreni riscontrati all'interno dell'area in esame, dal punto di vista idrogeologico, sono classificabili come depositi alluvionali da permeabili ad impermeabili, caratterizzati da un grado di permeabilità da elevato a nullo.

Nello specifico si possono riconoscere le seguenti suddivisioni.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 22
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

Unità A e B - Depositi a permeabilità da molto bassa a nulla

A questa classe appartengono i terreni a granulometria argillosa, argilloso-limosa e limoso-argillosa, che in relazione alla granulometria estremamente fine determinano valori del coefficiente di permeabilità k inferiori a $1 \cdot 10^{-9}$ m/sec e porosità totale elevata.

Di conseguenza possono immagazzinare notevoli quantità di acqua anche se la circolazione al loro interno è pressoché assente.

La conducibilità idraulica può aumentare, in prossimità della superficie topografica, in conseguenza della fessurazione per essiccamento, frequente nei periodi più aridi.

Elemento significativo in questo tipo di depositi è la risalita capillare, che nei terreni francamente argillosi può raggiungere anche i 10 metri. Ciò significa che in questi terreni, anche in assenza di falda possono risultare pressoché saturi.

Unità C - Depositi a permeabilità da bassa ad elevata

A questa classe appartengono i terreni a granulometria franco limosa, sabbioso limosa e sabbioso argillosa e i depositi caratterizzati da sottili alternanze di livelli a differente granulometria (da argillosa a sabbiosa). A seconda del livello preso in considerazione all'interno dell'Unità C (in particolare nella parte più sommitale di essa) è possibile riconoscere dei livelli caratterizzati da una permeabilità media variabile tra 10^{-4} e 10^{-6} m/sec e quindi ricadenti in formazioni permeabili e semi-permeabili.

Questi terreni presentano un differente grado di permeabilità sia in senso orizzontale che verticale in relazione alla variabilità del rapporto sabbia/limo e alla presenza di sottili intercalazioni argillose.

Unità C e D - Depositi a permeabilità elevata

A tale classe sono stati attribuiti i depositi a granulometria sabbiosa, a cui è associata una permeabilità elevata, con coefficiente di permeabilità $k > 10^{-4}$ m/sec, riscontrabili sia nell'Unità D che in alcuni livelli dell'Unità C. Il valore della permeabilità è strettamente legato alla percentuale di matrice fine che, intasando i vuoti presenti tra gli elementi grossolani, determina una netta diminuzione della conducibilità idraulica e una notevole variabilità, sia in senso orizzontale che verticale.

10 INQUADRAMENTO SISMICO

Nella presente sezione verrà trattata la sismicità storica locale, le faglie capaci e le sorgenti sismogenetiche, la zonazione sismica nazionale e la pericolosità sismica di riferimento.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 23
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

10.1 Sismicità storica

In regione Lombardia le condizioni geologiche non sono così critiche come in molte altre regioni italiane tant'è che in generale il livello di pericolosità sismica è basso o molto basso con la sola eccezione dell'area del Lago di Garda, dell'Oltrepò Pavese e dell'Oltrepò Mantovano, al confine con la provincia modenese.

La sismicità maggiore sembra concentrarsi nella fascia prealpina orientale, dove i cataloghi dei terremoti collocano tra l'altro i sismi del 1117 e del 1222.

Un discreto livello di sismicità è presente nelle zone dell'Oltrepò, mentre una modesta attività è presente in Alta Valtellina e nel Mantovano. Ulteriori zone sismiche sono individuabili in Emilia, nel Veronese e in Engadina. Gli epicentri dei terremoti storici per il settore Lombardo sono prevalentemente concentrati in una fascia allungata in direzione E-W lungo il margine pedemontano, in corrispondenza dell'asse Bergamo-Brescia-Lago di Garda.

Gli eventi storici più importanti sono il terremoto del 1222 con area epicentrale nel bresciano e magnitudo (MS) stimata pari a 5.9, il terremoto di Salò del 1901 (MS=5.5) il terremoti localizzati nel bergamasco (1661, MS=5.2) e a Soncino (1802, MS=5.5).

La parte più meridionale della regione risente in parte anche della sismicità di origine appenninica, tra cui l'area dell'Oltrepò pavese, definita come una zona di transfer, che contiene eventi storici con magnitudo massima stimata pari a MS=5.5 (Terremoto della Valle Scrivia, 1541) e l'area dell'Oltrepò Mantovano, definita come una zona di compressione, la quale costituisce la continuazione sepolta delle strutture appenniniche nell'antistante area di pianura, con magnitudo massima stimata pari MS= 6,14 (terremoto dell'Emilia del Maggio 1212).

Nella figura seguente è riportata la distribuzione dei terremoti di cui si ha una testimonianza storica distinti per classi di magnitudo di durata MD.

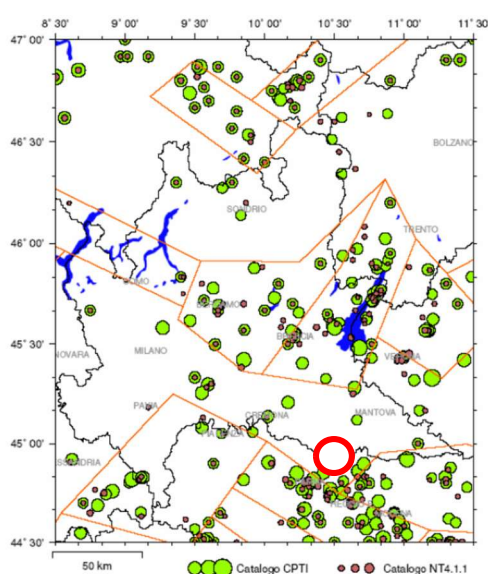


Figura 14 – Carta della distribuzione dei terremoti in Lombardia

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 24
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Gli eventi con MD > 4.5, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità di esso, sono:

Data	Località	Magnitudo
07.06.1891	Valle d'Ilasi	5.71
27.10.1914	Garfagnana	5.79
30.10.1930	Senigallia	5.94
15.07.1971	Parmense	5.61
29.05.2012	Basso Modenese	5.90

L'analisi storica degli eventi sismici registrati, è stato effettuato mediante il database del I.N.G.V. DBMI15 versione 3.0 (Database Macrosismico Italiano), che classifica tutti i terremoti registrati o di cui si ha conoscenza tra l'anno 1000 ed il 2017; il database riferito al Comune di Suzzara (MN) riporta la registrazione di 21 eventi sismici, di cui 6 con Intensità registrata al sito uguale o maggiore di 5 (MCS-Mercalli Cancani Sieberg); 18 degli eventi segnalati sono di origine appenninica (strutture sepolte nell'antistante area di pianura) e tre soli di origine alpina.

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5	1915	10	10	23	10		Reggiano	30	6	4.87
4	1920	09	07	05	55	40	Garfagnana	750	10	6.53
3	1926	01	01	18	04	03	Carniola interna	63	7-8	5.72
4	1928	06	13	08			Carpi	35	6	4.67
5-6	1971	07	15	01	33	23	Parmense	228	8	5.51
4	1972	10	25	21	56	1	Appennino settentrionale	198	5	4.87
4-5	1978	12	25	22	53	41	Bassa modenese	28	5	4.39
4	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
5	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4-5	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
5	1989	09	13	21	54	1	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
3	1996	10	26	04	56	0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
3	1996	10	26	06	50	2	Pianura emiliana	35	5-6	3.63
NF	1996	11	25	19	47	5	Pianura emiliana	65	5-6	4.29
5-6	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
NF	1997	05	12	22	13	0	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
NF	1998	02	21	02	21	0	Pianura emiliana	104	5	3.93
3-4	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 25
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

FIGURA 15 – elenco degli eventi sismici registrati per il Comune di Suzzara (MN) (dal Database DBMI15 dell'I.N.G.V.)

Nella tabella sono stati elencati i vari eventi registrati, con indicati, oltre all'intensità in scala MCS al sito in esame (Int), la data (anno, mese, giorno, ora, minuto) in cui si è verificato l'evento, l'area epicentrale, Io - l'intensità massima epicentrale in scala MCS e la magnitudo momento (Mw) epicentrale.

10.2 Effetti della Liquefazione a seguito degli eventi sismici del 2012

La scossa del 20 Maggio 2012 (MI = 5.9) e, in misura minore, quella del 29 Maggio (MI = 5.8), hanno causato evidenti fenomeni di liquefazione in prossimità dell'area epicentrale. I rapporti dei rilievi eseguiti ad oggi disponibili dai tecnici di diversi enti, riportano come tali fenomeni risultino maggiormente evidenti in corrispondenza di paleovalvei fluviali, dove le risalite di sabbie risultano in genere allineate lungo fratture. La maggiori evidenze si concentrano nei comuni ferraresi lungo il palealveo del Fiume Reno, ma per quanto queste siano macroscopiche sul terreno, gli effetti di tali fenomeni sulle costruzioni appaiono tutto sommato ridotti. Dalla consultazione dei dati disponibili (Carta degli Effetti di liquefazione della sequenza sismica del Maggio 2012 della Regione Emilia Romagna), per quanto concerne l'area di studio di Suzzara non sono state riscontrate evidenze di fenomeni di liquefazione e fratturazione del terreno, diversamente rispetto ad altri comuni sempre del mantovano, presenti più a Sud Est.

10.3 Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

Oltre al rischio di scuotimento sismico, che può essere affrontato in sede di progettazione esecutiva tenendo conto delle accelerazioni previste nei diversi Stati Limite, la valutazione della pericolosità sismica non può trascurare il rischio di fagliazione superficiale, considerate le possibili ripercussioni su una struttura rigida.

A tale proposito è stato consultato il Database "Ithaca" che raggruppa e segnala le faglie capaci, cioè faglie che si sono attivate almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno; queste strutture sono considerate l'espressione superficiale di strutture più profonde. ITHACA è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Dalla sua consultazione è stato possibile individuare una serie di faglie, ubicabili indicativamente come nella figura sotto riportata (immagine estratta dal sito dell'ISPRA).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 26
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021



Figura 16 – Mappa delle faglie capaci (Database Ithaca)

Le faglie capaci più prossime all'area di studio sono quattro, tutte faglie di tipo inverso;

- la **Faglia di "Piadena"** con andamento ONO-ESE segnalata più a sud rispetto all'area di studio (cod 90301) di origine alpina;
- la **Faglia di "Fabbrico-Reggio Emilia"** con andamento ENE-OSO segnalata più a sud rispetto all'area di studio (cod 90901) di origine appenninica (Arco di Modena);
- la **Faglia di "Concordia sulla Secchia - Modena"**, con andamento Est-Ovest segnalata poco più a sud rispetto all'area di studio con passaggio nelle adiacenze dell'abitato di Moglia (cod 90301) di origine appenninica (Arco di Modena);
- la **Faglia di "Novi Modena - Modena"** ubicata a Sud-Est rispetto all'area di studio (cod. 91502) di origine appenninica (Arco di Modena) ad andamento Nord-Sud.

Per l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all'area di Suzzara (MN), si è fatto invece riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.2.1.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 27
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

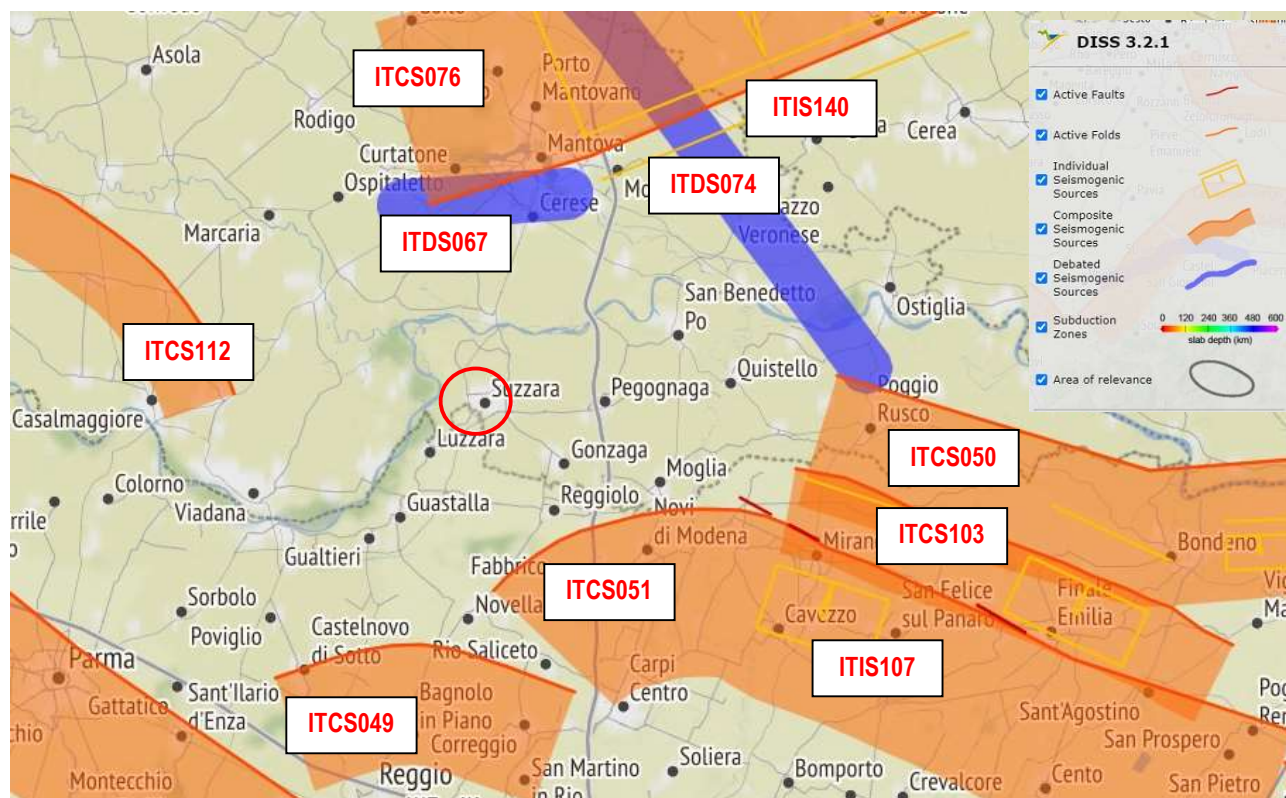


Figura 17 – Stralcio della Mappa DISS 3.2.1. delle sorgenti sismogenetiche

La mappa dell'INGV riportata in fig. 14, denominata DISS 3.2.1. (*Database of Individual Seismogenic Sources – DISS Version 3*), mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- **Sorgenti individuali (IS):** per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.
- **Sorgenti composite (CS):** sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate a uno specifico gruppo di terremoti storici.
- **Sorgenti dibattute (DS):** sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS evidenzia che il Comune di Suzzara (MN) si ubica esternamente alle Sorgenti sismogenetiche riportate; possiamo affermare che si ubica nell'area di potenziale influenza della Sorgente composta **ITCS040 “Campegine-Correggio”** (Max Magnitudo riportata pari a 5,5), della Sorgente composta **ITCS050 “Poggio Rusco Migliarino”** (Max Magnitudo riportata pari a 5,5), della sorgente composta **ITCS051 “Carpi Poggio Renatico”** (Max Magnitudo riportata pari a 6,0) e della sorgente composta **ITCS103 “Finale Emilia-Mirabello”** (Max Magnitudo riportata pari a 6,1), tutte **di origine appenninica**; e nell'area di influenza della Sorgente Individuale **ITIS 107 “Mirandola”** (Max magnitudo

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 28
--	--	---------

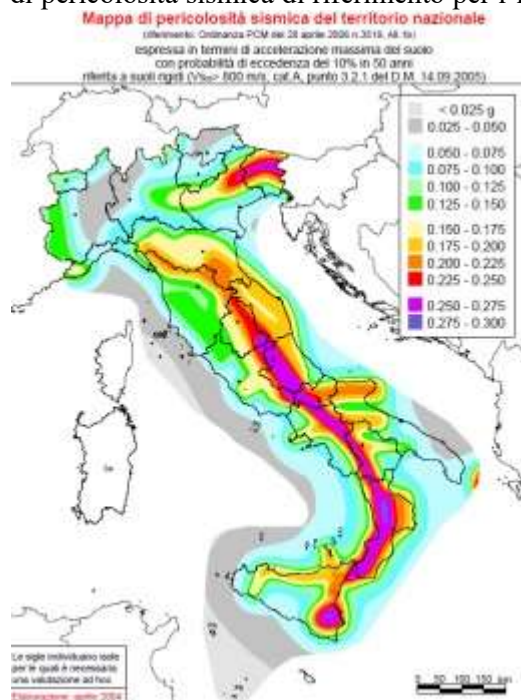
Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

6,0). Sono inoltre riportate le faglie attive di Concordia e di Mirandola (segmenti rossi) entrambe associate alla ITIS107 e alla ITCS051.

Per ciò che riguarda le sorgenti sismogenetiche di **origine alpina** vengono riportate Sorgente composita **ITCS112 “Piadena”** (Max Magnitudo riportata pari a 5,5), Sorgente composita **ITCS076 “Adige Plain”** (Max Magnitudo riportata pari a 6,7) e la Sorgente Individuale **ITIS 140 “Veronese”** (Max magnitudo 6,7). Infine sempre di origine alpina le due sorgenti dibattute la **ITDS067 “dei laghi di Mantova”** e la **ITDS074 di “Nogara”**.

10.4 Zonazione Sismica Nazionale e pericolosità sismica

In seguito all’emanazione dell’O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274, in cui si manifestava l’esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l’individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale, è stato



redatto a cura dell’INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato “Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile” (INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici), che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (figura a lato). All’interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone. Tale zonazione è stata condotta tramite l’analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi

ampiamente sull’impianto generale e sul *background* informativo della precedente zonazione S4 (Scandone e Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio (con i fondamentali contributi del *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS) che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (all’epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione CPTI11). Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 29
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza è stata tradotta in una Carta di Pericolosità Sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006.

Dall'osservazione della mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia settentrionale si evince come il territorio comunale di Suzzara (MN) ricada in una zona intermedia esterna tra la **Zona sismogenetica 912** denominata **"Pieghe emiliane e Dorsale Ferrarese"** e la **Zona sismogenetica 906 "Garda Veronese"** quale continuazione sepolta delle strutture appenniniche nell'antistante area di pianura per la 912 e delle strutture alpine per la 906. Alla zona 912 è associata una magnitudo massima di riferimento M_{wmax} pari a 6,14, mentre alla zona 906 è associata una magnitudo massima di riferimento M_{wmax} pari a 6,60. Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati è di tipo faglia inversa per entrambe le fasce sismogenetiche suddette, con una profondità ipocentrale media stimata di 6 km per la zona 912 e 8-9 km per la zona 906.

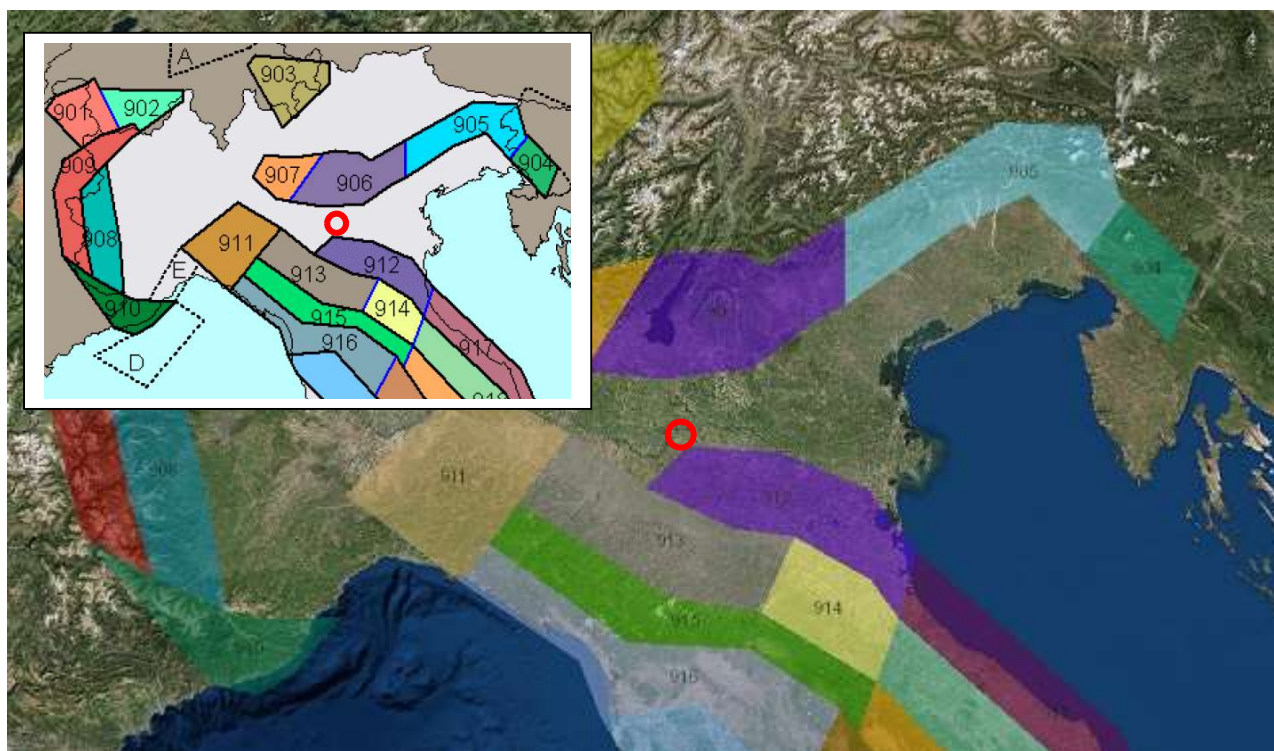


Figura 18 – Stralcio della Mappa della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004)

Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006, e considerata nell'emanazione del D.M.14/01/2008, il territorio oggetto dello studio è inseribile interamente nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale ag riferito a suoli rigidi sub-pianeggianti caratterizzati da $V_{S30} > 800$ m/s compreso tra **0,075g e 0,100g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile)

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 30
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

e compreso tra **0,100g e 0,125g** per valori riferiti ad una probabilità di superamento del 5% in 50 anni – mappa 50° percentile.

Si fa comunque presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, le stesse vengono considerate omogenee ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa contenuti abbiano la stessa probabilità di essere sede di eventi sismici e, in rapporto agli epicentri noti, non esisterebbe quindi l'effetto distanza.

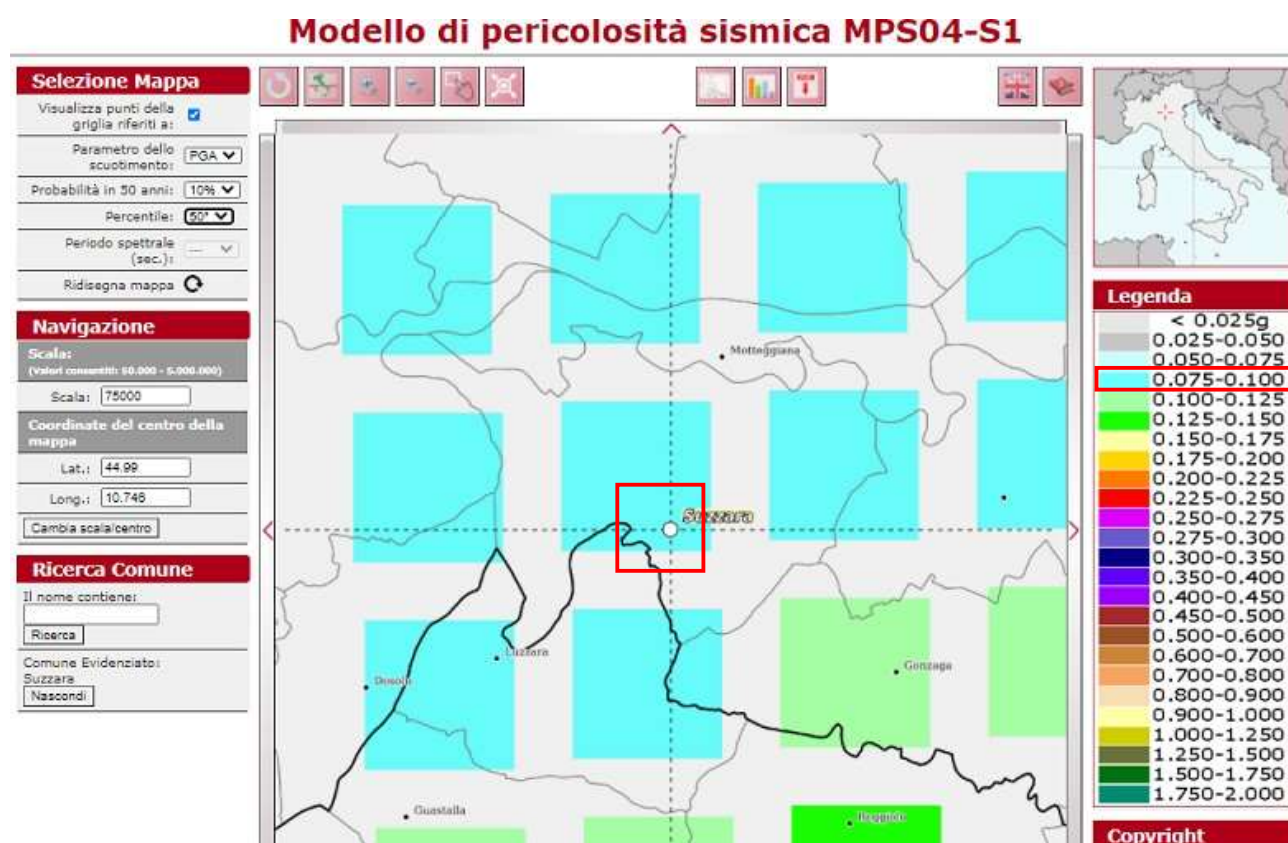


FIGURA 19 – Individuazione dell'area di studio all'interno della mappa interattiva di pericolosità sismica - valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile (dal sito dell'INGV)

Infine, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità sismica: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo-distanza di un evento, considerando che il sito di indagine non rientra in nessuna zona sismogenetica.

La disaggregazione consente di definire il contributo alla pericolosità di un sito di diverse sorgenti sismogenetiche a distanza D capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-D fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario), inteso come l'evento di magnitudo M a distanza D dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 31
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).

Per il Comune di Suzzara, considerando un accadimento con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, la massima probabilità, pari al 13.2%, si ha per una magnitudo compresa tra 4,5 e 5,0 con distanza epicentrale di circa 10 – 20 km. In genere, **poiché trattasi di Magnitudo locale media MI** e non di **Magnitudo momento Mw** si può utilizzare la magnitudo **MI** che comprenda tuttavia **una percentuale $\geq 90\%$ dei contributi (v. tabella Magnitudo-Distanza)**; dall'analisi complessiva dei dati, si hanno valori medi di Magnitudo **M** pari a **5,17**, Distanza **D** pari **30,5km** ed un ϵ di **1,3** (il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione, dati M ed R). Nell'intervallo di Magnitudo 4,0-4,5 c'è una probabilità di occorrenza pari a circa il 11,92%; nell'intervallo 4,5-5,0 pari a circa il 30,44%; nell'intervallo 5,0-5,5 pari a circa il 28,43%; nell'intervallo 5,5-6,0 pari a circa il 21,77%; nell'intervallo 6,0-6,5 pari a circa il 6,60% e 0,82% nell'intervallo 6,5-7,0. Semplificando (nel senso di considerare nell'intervallo di magnitudo di analisi, una curva crescente lineare) e prendendo come riferimento il 90° percentile della serie ritenuto statisticamente accettabile, si ottiene un valore di Mw pari a circa 5,90.

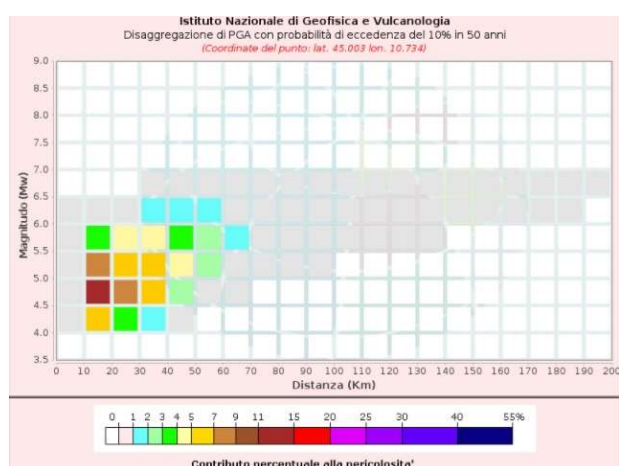
Considerando un accadimento con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, la massima probabilità, pari al 16,6%, si ha per una magnitudo compresa tra 4,5 e 5,0 con distanza epicentrale di circa 10 - 20km. In genere, **poiché trattasi di Magnitudo locale media MI** e non di **Magnitudo momento Mw** si può utilizzare la magnitudo **MI** che comprenda tuttavia **una percentuale $\geq 90\%$ dei contributi (v. tabella Magnitudo-Distanza)**; dall'analisi complessiva dei dati, si hanno valori medi di Magnitudo **M** pari a **5,21**, Distanza **D** pari **26km** ed un ϵ di **1,40** (il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione, dati M ed R).

Nell'intervallo di Magnitudo 4,0-4,5 c'è una probabilità di occorrenza pari a circa il 10,65%; nell'intervallo 4,5-5,0 pari a circa il 28,4%; nell'intervallo 5,0-5,5 pari a circa il 28,63%; nell'intervallo 5,5-6,0 pari a circa il 24,20%; nell'intervallo 6,0-6,5 pari a circa il 7,22% e 0,85% nell'intervallo 6,5-7,0. Semplificando (nel senso di considerare nell'intervallo di magnitudo di analisi, una curva crescente lineare) e prendendo come riferimento il 90° percentile della serie ritenuto statisticamente accettabile, si ottiene un valore di Mw pari a circa 5,95.

La Magnitudo di riferimento che sarà quindi impiegata per le verifiche a liquefazione sarà posta pari a **5,95**.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 32
--	--	---------

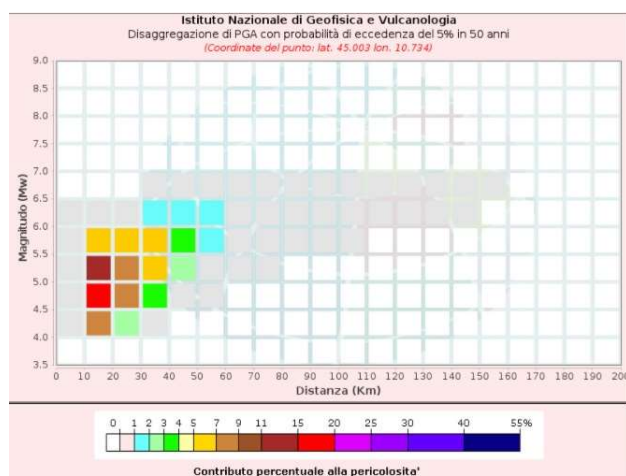
Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 45.003 lon. 10.734)										
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)									
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.0000	0.3920	0.6500	0.3070	0.1240	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	6.7100	13.2000	7.9500	3.9800	0.4730	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	3.1100	7.9500	6.6400	4.4100	0.6190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	1.5000	5.5600	6.1000	4.6600	1.2000	0.1040	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.2080	2.5100	4.1800	3.6800	1.3000	0.1600	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.5300	2.1500	2.4000	1.0600	0.1510	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0400	0.8390	1.3200	0.6470	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.2290	0.6840	0.4040	0.0700	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0399	0.3320	0.3670	0.0763	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.1350	0.2600	0.0628	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0315	0.1130	0.0340	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0086	0.0419	0.0138	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0350	0.0119	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0292	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0199	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0099	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.17	20.5	1.2

FIGURA 20 – Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni per il territorio di Suzzara (MN)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 45.003 lon. 10.734)										
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)									
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.0000	0.5230	0.9590	0.5180	0.2340	0.0261	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	7.3700	16.2000	11.3000	6.4400	0.8280	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	2.3900	7.3900	7.4900	5.8500	0.9040	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.3710	3.3200	5.4400	5.1100	1.5400	0.1490	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.5760	2.8500	3.4400	1.5000	0.2070	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0122	0.8880	1.9100	1.1000	0.1770	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.1390	0.8360	0.6080	0.1080	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0056	0.2840	0.3310	0.0673	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0739	0.2260	0.0617	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.1150	0.0427	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0285	0.0170	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0089	0.0056	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.21	26.0	1.4

FIGURA 21 – Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni per il territorio di Suzzara (MN)

11 CONCLUSIONI

La presente relazione sulla modellazione geologica del sito e pericolosità sismica locale è stata redatta a supporto del progetto dei lavori di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Viale Zonta in Comune di Suzzara (MN).

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti in materia il D.M. 17.01.2018 e relativa Circolare applicativa del 21 Gennaio 2019 n.° 7 del C.S.LL.PP. E' stata eseguita una campagna di indagini geognostiche come descritte al Capitolo 8.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 33
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

La presente relazione è a completamento delle altre specialistiche sulla modellazione sismica e sulla caratterizzazione geotecnica.

In generale è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- l'area di studio è ubicata nel centro abitato capoluogo di Suzzara (MN), nella sua porzione più centrale, in un'area urbanizzata; il Teatro Guido è ubicato nel centro capoluogo lungo Viale Zonta ed è attualmente inagibile.
- da un punto di vista geologico l'area in esame è costituita da depositi quaternari di origine fluviale, associabili alle dinamiche del Fiume Po che scorre qualche km più a nord e più ad Ovest; l'assetto geomorfologico è quindi quello tipico di piana alluvionale con interdigitazione orizzontale e verticale di sedimenti a tessitura differente pelitica e granulare; l'area risulta stabile, pianeggiante senza evidenziare problematiche di dissesto
- per la definizione del Modello Geologico è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche consistita in due Prove Penetrometriche Statiche con piezocono (CPTU1 e CPTU2) ed una prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT3) spinte sino alla profondità di 20m dall'attuale piano di campagna, ritenuta idonea ai fini del concetto di "volume significativo per gli obiettivi del presente lavoro
- il Modello Geologico (per i dettagli vedi cap. 9) è stato suddiviso in 4 Unità principali; il carattere generale evidenzia terreni a tessitura pelitica sino ai circa 11,00m di profondità (Unità A e B) e successive Unità granulari (C e D) sino a fondo foro
- al momento dell'esecuzione delle prove in sito, è stata rilevata la profondità della falda freatica superficiale compresa tra i -2,00m ed i -2,20m da p.c.; si ritiene comunque che i valori di soggiacenza della stessa potranno oscillare tra i -1,50/1,60m ed i -3,00m da p.c. attuale, in condizioni di regime idrologico ordinario
- per ciò che riguarda la pericolosità sismica locale al capitolo 10 sono state riportate le Faglie Capaci e le sorgenti sismogenetiche che sono prossimali e direttamente associabili al territorio di studio
- sulla base delle litologie presenti, non è possibile escludere a priori, il rischio di liquefazione, per la presenza di livelli limo sabbiosi e sabbiosi nei primi 15m; il rischio potenziale derivante dalla presenza di livelli granulari saturi sarà verificato nella Relazione sulla Modellazione Sismica
- in relazione al piano di imposta di eventuali fondazioni superficiali, si ricorda che quest'ultime devono essere congruenti alle seguenti indicazioni: sottostare alla massima profondità del gelo del terreno, essere più profonde del cosiddetto strato attivo, ovvero quello strato superficiale del suolo soggetto a ritiro/rigonfiamento in conseguenza all'andamento delle precipitazioni stagionali, sottostare all'eventuale strato sovraconsolidato per essiccazione. Nel caso di adozione di fondazioni superficiali, queste dovranno

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 34
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021

appoggiare ad almeno -150/200cm dall'attuale piano campagna per la presenza di terreni di riporto evidenziati in tutte le prove eseguite

- in ottemperanza alla normativa vigente in materia delle terre e rocce da scavo (articolo 186 del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e DPR n.° 120/2017), le terre provenienti dalle attività di sbancamento e/o di scavo delle fondazioni, per quantità complessive inferiori ai 6000 mc, se ritenuti idonei ambientalmente, dovranno essere regolati con un opportuno “progetto di utilizzo” o “Piano di Gestione”
- qualora fossero previsti scavi, si ritiene opportuno, in fase di esecuzione dei lavori, effettuare un'accurata ispezione visiva del terreno di fondazione per accertare la presenza di disomogeneità litologiche particolarmente evidenti e/o di livelli rammolliti, saturi d'acqua, formati in seguito a precipitazioni particolarmente intense e prolungate, e/o particolari disomogeneità del terreno di riporto. In presenza di tali singolarità, si deve procedere con un'omogeneizzazione delle proprietà meccaniche e deformative del terreno, tipicamente mediante la rimozione di uno strato di adeguato spessore e la sua sostituzione con un getto di magrone.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e in ottemperanza con quanto previsto dalle disposizioni delle leggi vigenti nazionali (D.M. 17.01.2018), si ritiene di avere adempiuto alle necessità di ordine geologico che lo studio di ristrutturazione e miglioramento sismico dell'edificio richiede.

GEOLOGO

DANIELE DE TOGNI



GEOLOGO

FRANCESCO GABRIELLI



STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 35
--	--	---------

Titolo:	Data:
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

APPENDICE DOCUMENTALE

RISULTATI E CERTIFICATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

TAV. 1 - Planimetria generale ubicazione indagini in sito (da google earth)

Tabulati prove penetrometriche statiche con piezocono e punta meccanica (CPTU1, CPTU2 e CPT3)

Documentazione fotografica

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 36
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)	Ottobre 2021



● PROVA PENETROMETRICA CPTU1 E CPTU2

○ PROVA PENETROMETRICA CPT3

★ INDAGINE GEOFISICA PASSIVA HSR1

↔ STENDIMENTO MASW + REMI

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 37
--	--	---------

Titolo:	Data:
<i>Relazione sulla modellazione geologica a supporto del progetto di realizzazione dell'intervento di restauro, rifunzionalizzazione e miglioramento sismico del Teatro Guido ubicato in Comune di Suzzara (MN)</i>	<i>Ottobre 2021</i>

REPORT PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPTU E CPT

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 335.577.1941 - 339.407.3066 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI SUZZARA Piazza Castello n. 1 46029 - Suzzara (MN)	Pag. 38
--	--	---------

GEOLOG S.R.L.	
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 09:52:36	
Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: SUZZARA TEATRO CPTU 1	

Company information

Name: GEOLOG S.R.L.

Address: VIALE DELLA LIRICA, 15

Zip code: 48124

City: RAVENNA

P.IVA: 02194680399

E-Mail: geologsrl@virgilio.it

Phone number: 0544/202700

Fax number: 0544/202700

Site information

Name: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA

Date: 13/09/2021

Commissioner: COMUNE DI SUZZARA

Locality: SUZZARA-MN-

Test information

Name: SUZZARA TEATRO CPTU 1

Location: SUZZARA_TEATRO

Date: 13/09/2021 09:52:36

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 20

Hydrostatic line [cm]: 200

Ground level [cm]: 0

Latitude: 44.992967

Longitude: 10.747543

Operator:

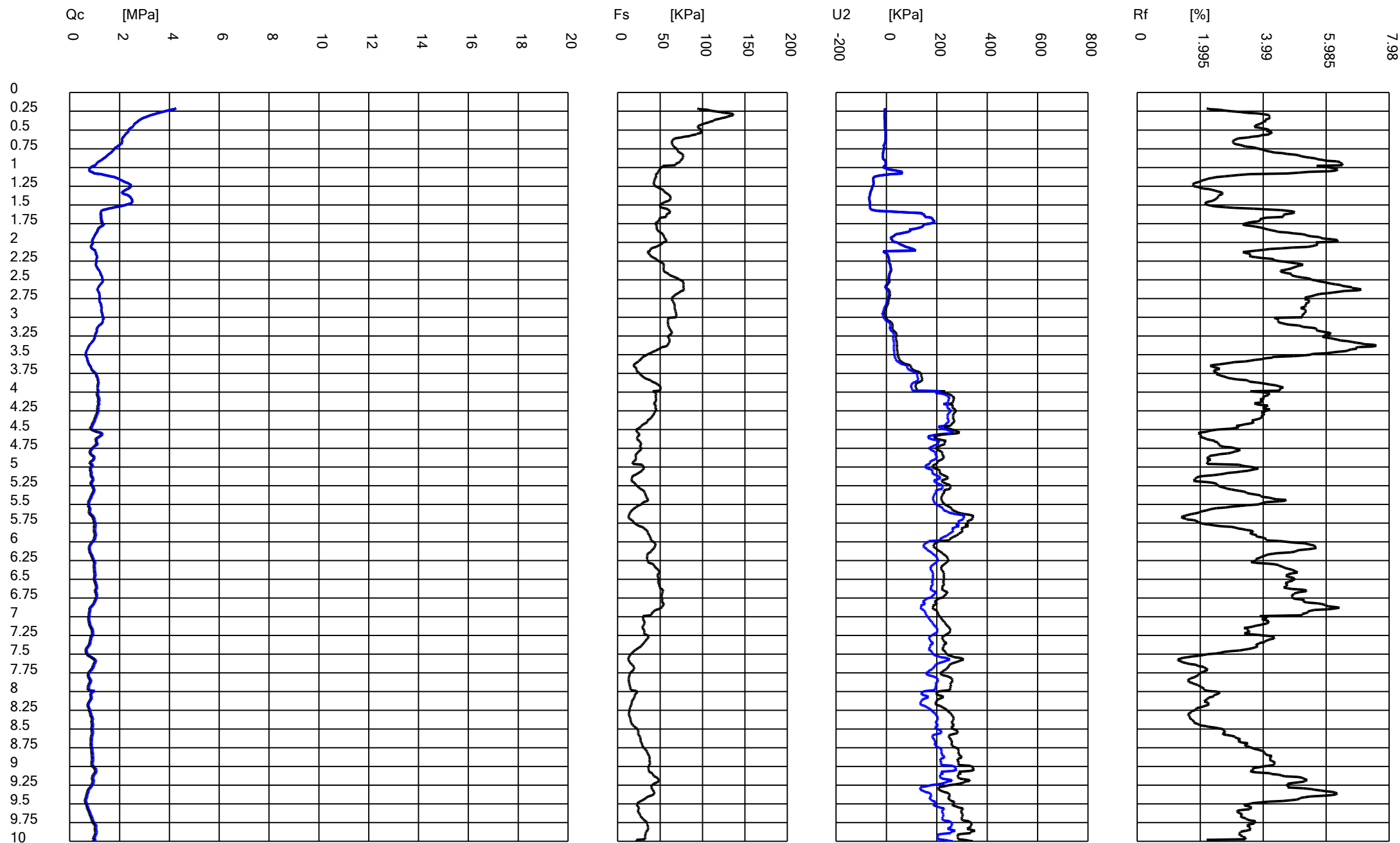
Comments: DRAPELLI

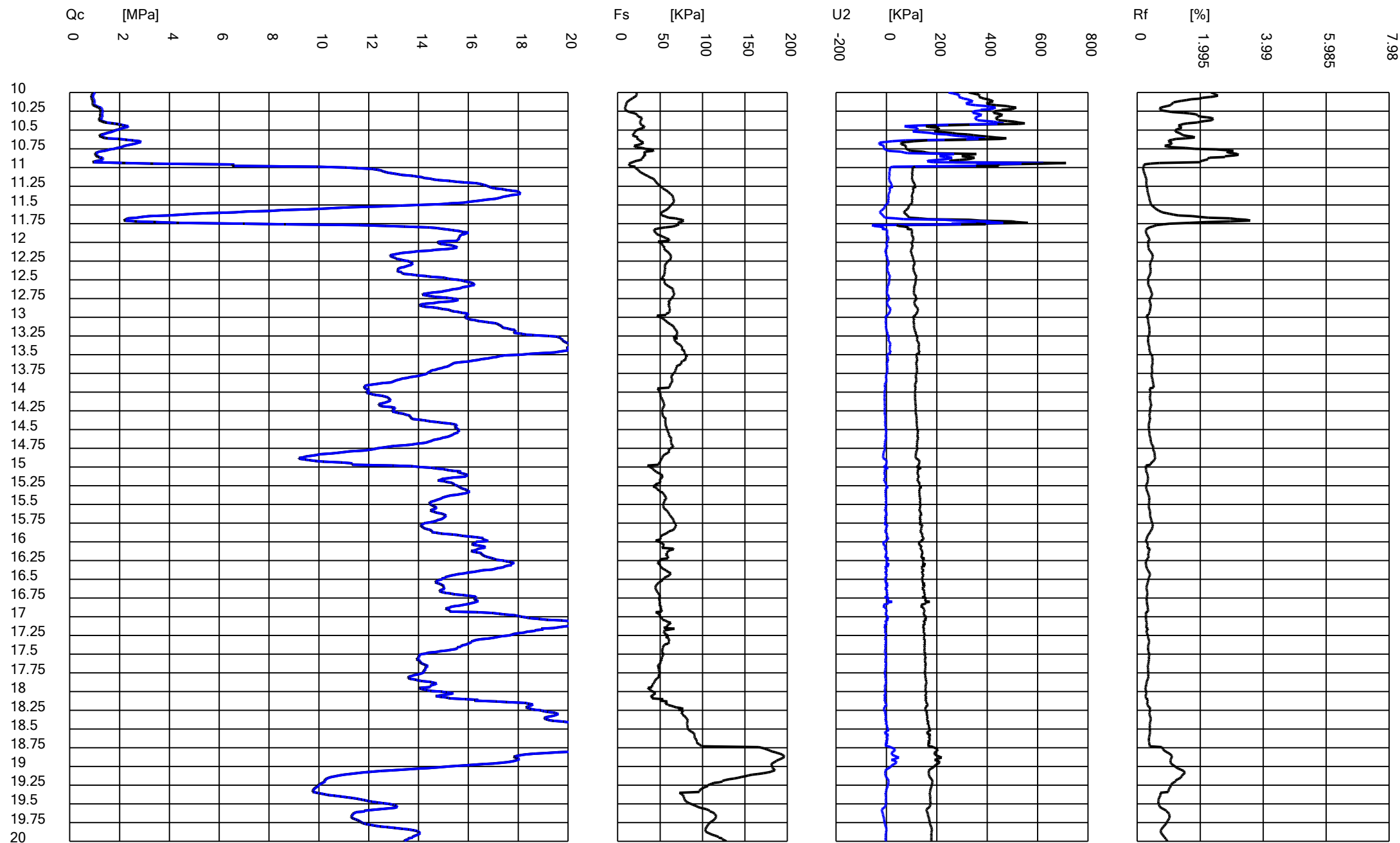
Probe code: Mks584

GEOLOG S.R.L.

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 09:52:36

Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: SUZZARA TEATRO CPTU 1

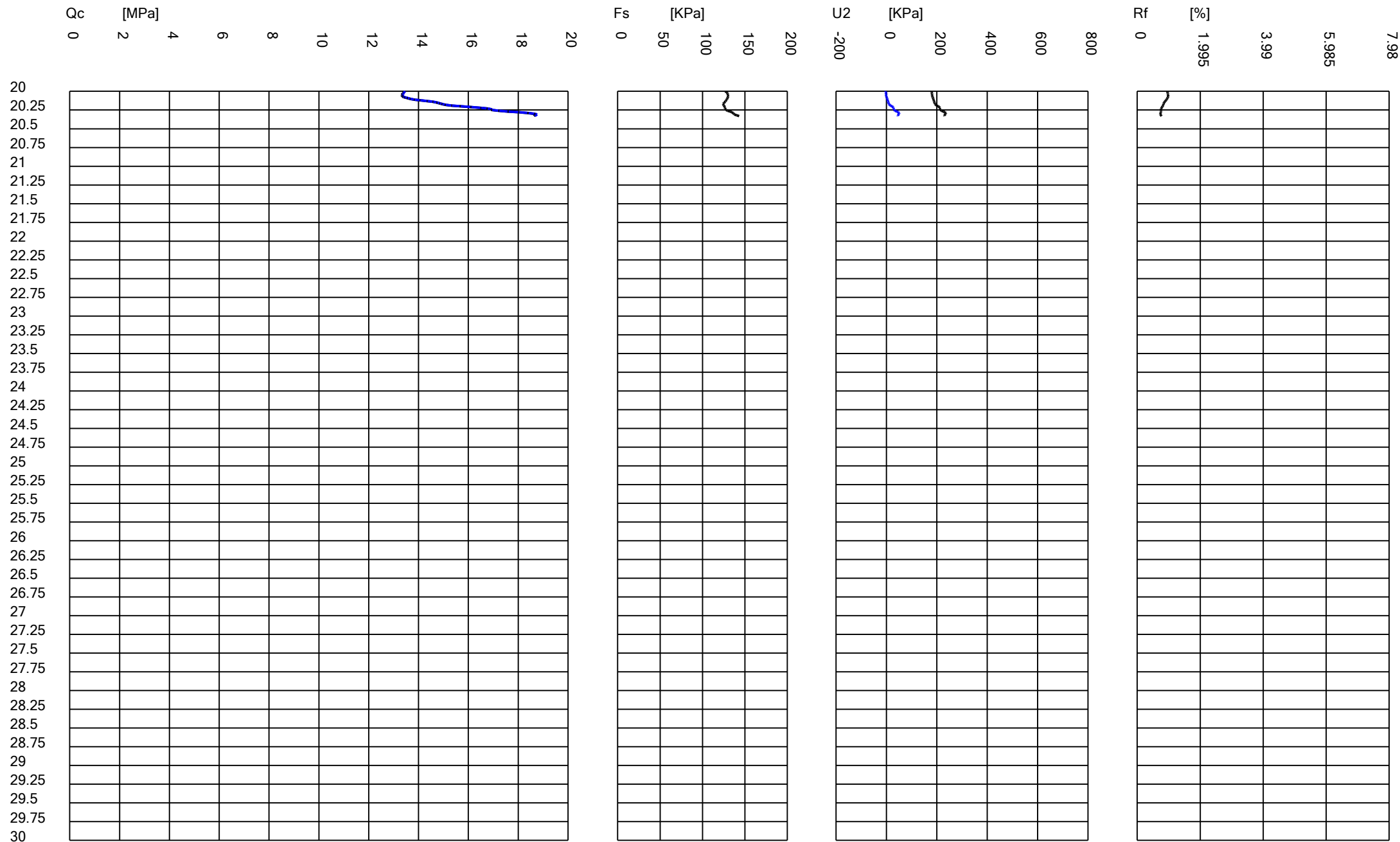


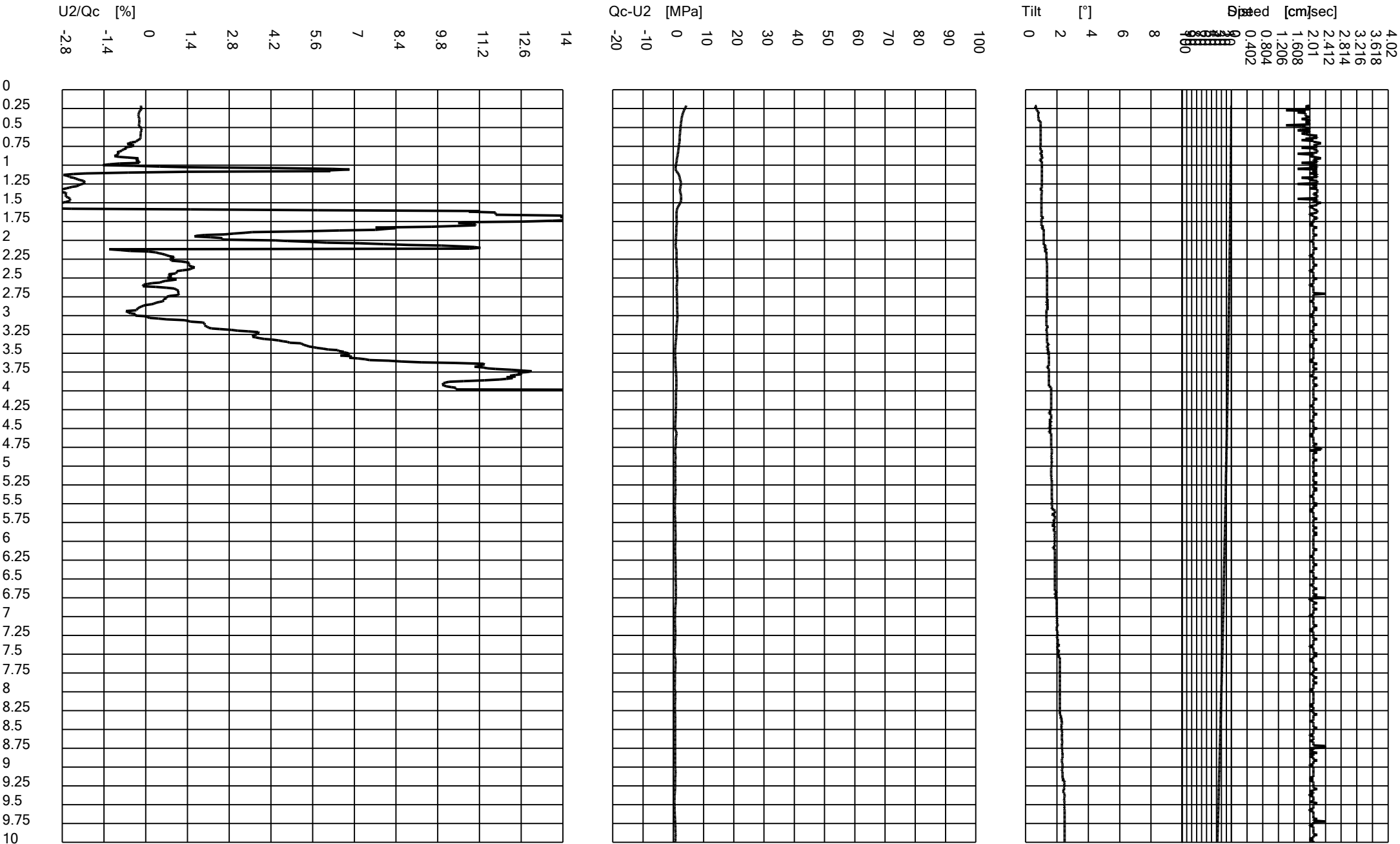


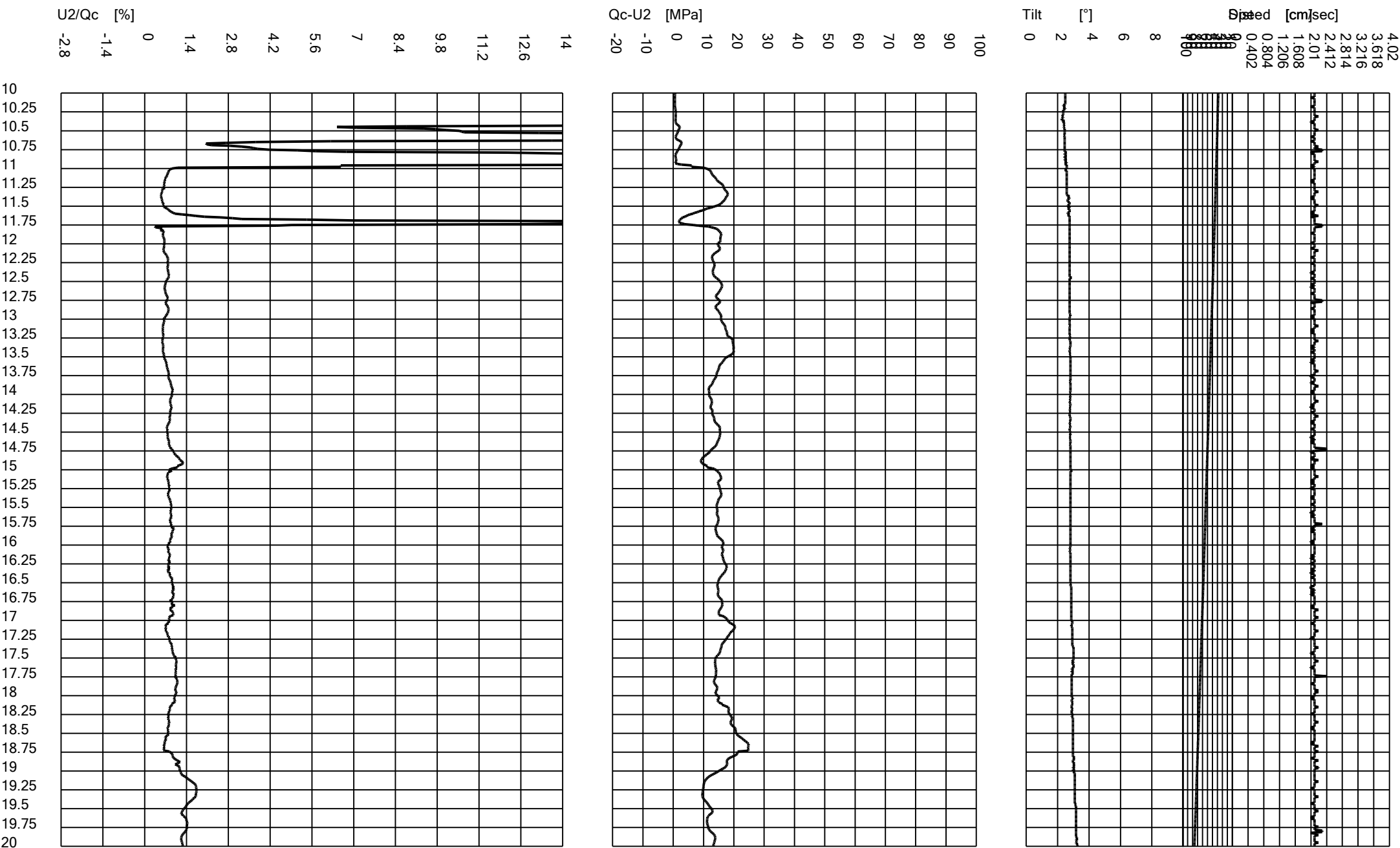
GEOLOG S.R.L.

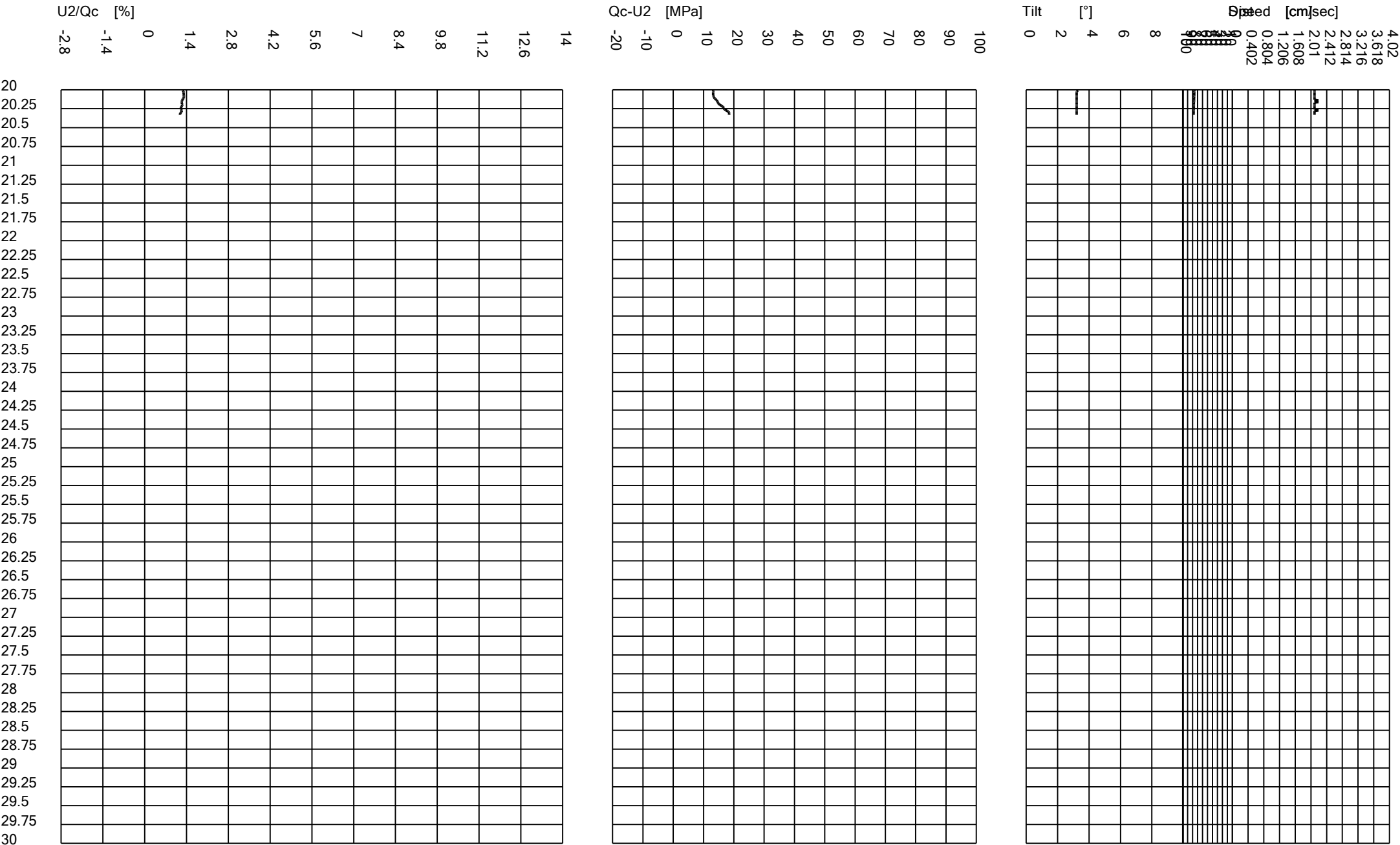
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 09:52:36

Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: SUZZARA TEATRO CPTU 1









GEOLOG S.R.L.	
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 11:31:37	
Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: CPTU2	

Company information

Name: GEOLOG S.R.L.

Address: VIALE DELLA LIRICA, 15

Zip code: 48124

City: RAVENNA

P.IVA: 02194680399

E-Mail: geologsrl@virgilio.it

Phone number: 0544/202700

Fax number: 0544/202700

Site information

Name: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA

Date: 13/09/2021

Commissioner: COMUNE DI SUZZARA

Locality: SUZZARA-MN-

Test information

Name: CPTU2

Location: SUZZARA_TEATRO

Date: 13/09/2021 11:31:37

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 0

Hydrostatic line [cm]: 200

Ground level [cm]: 0

Latitude: 44.992443

Longitude: 10.748238

Operator: DRAPELLI

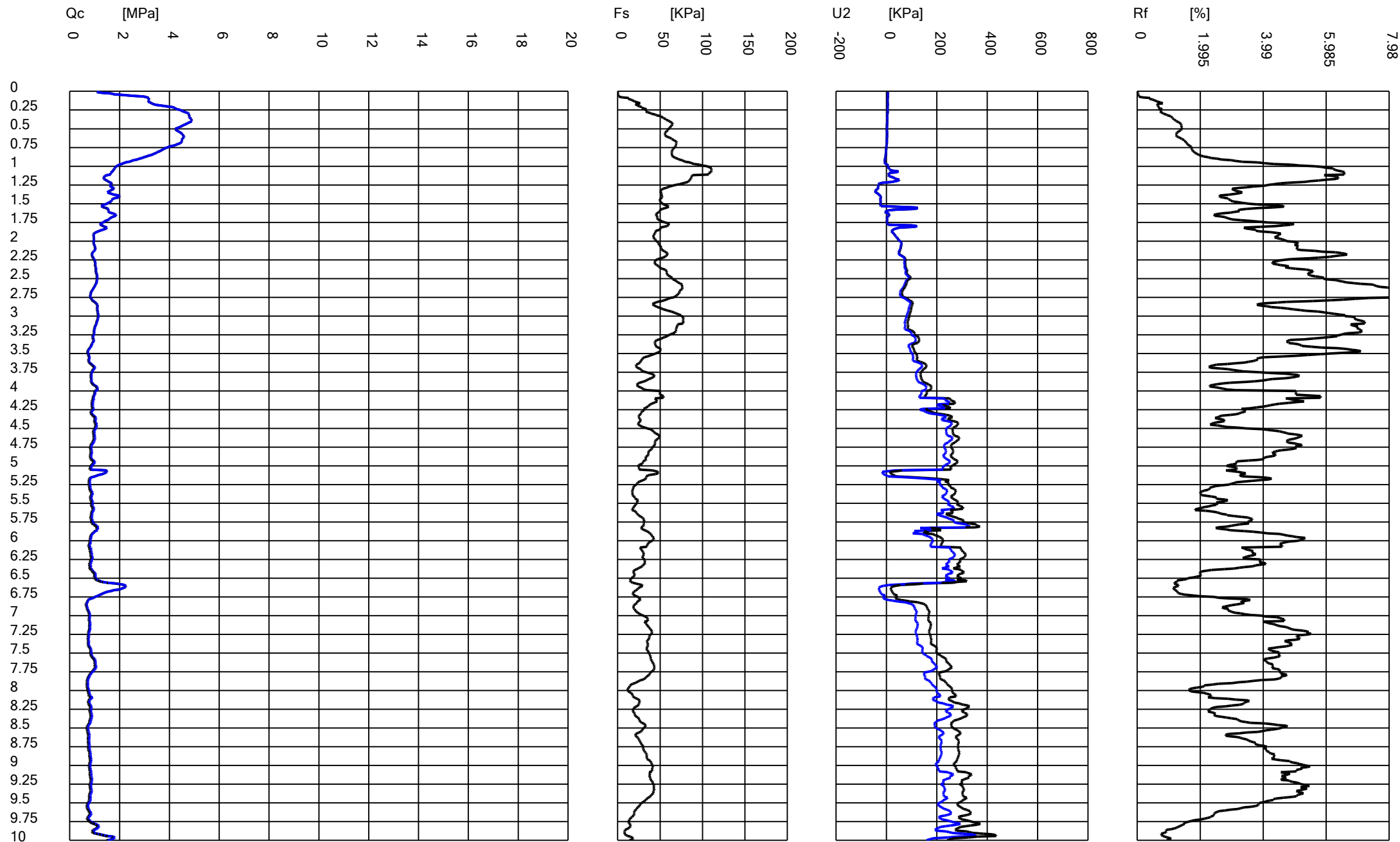
Comments:

Probe code: Mks584

GEOLOG S.R.L.

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 11:31:37

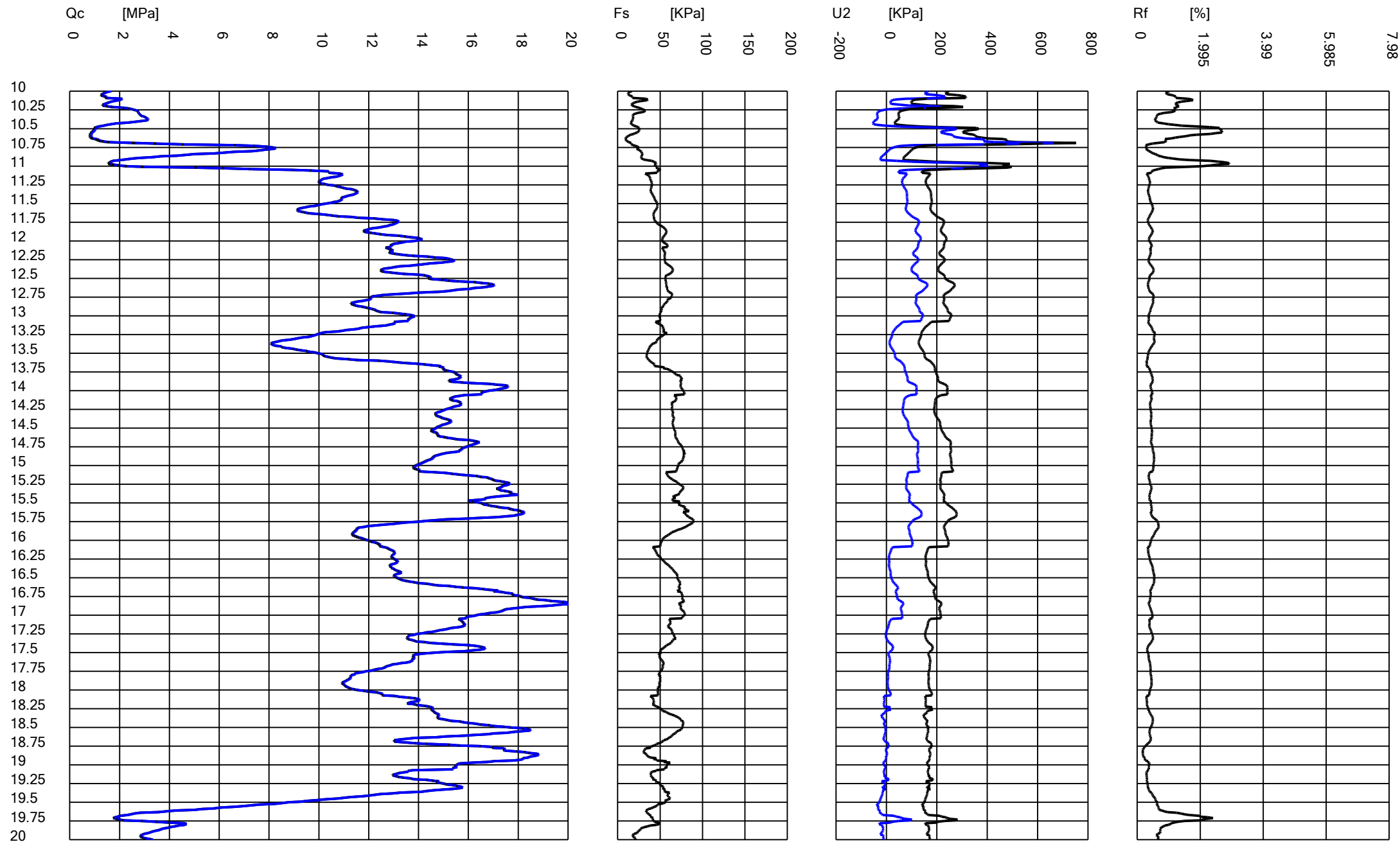
Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: CPTU2

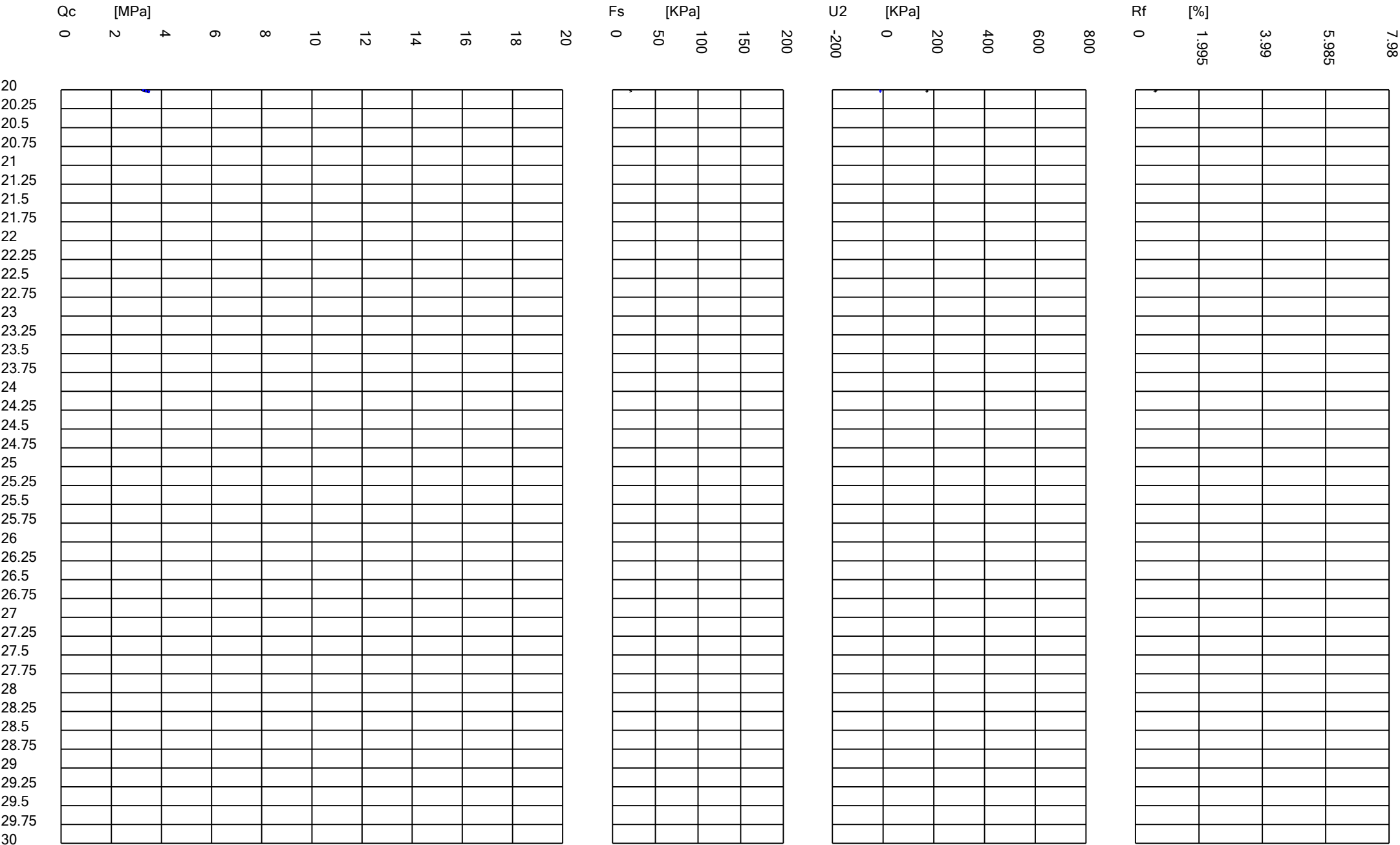


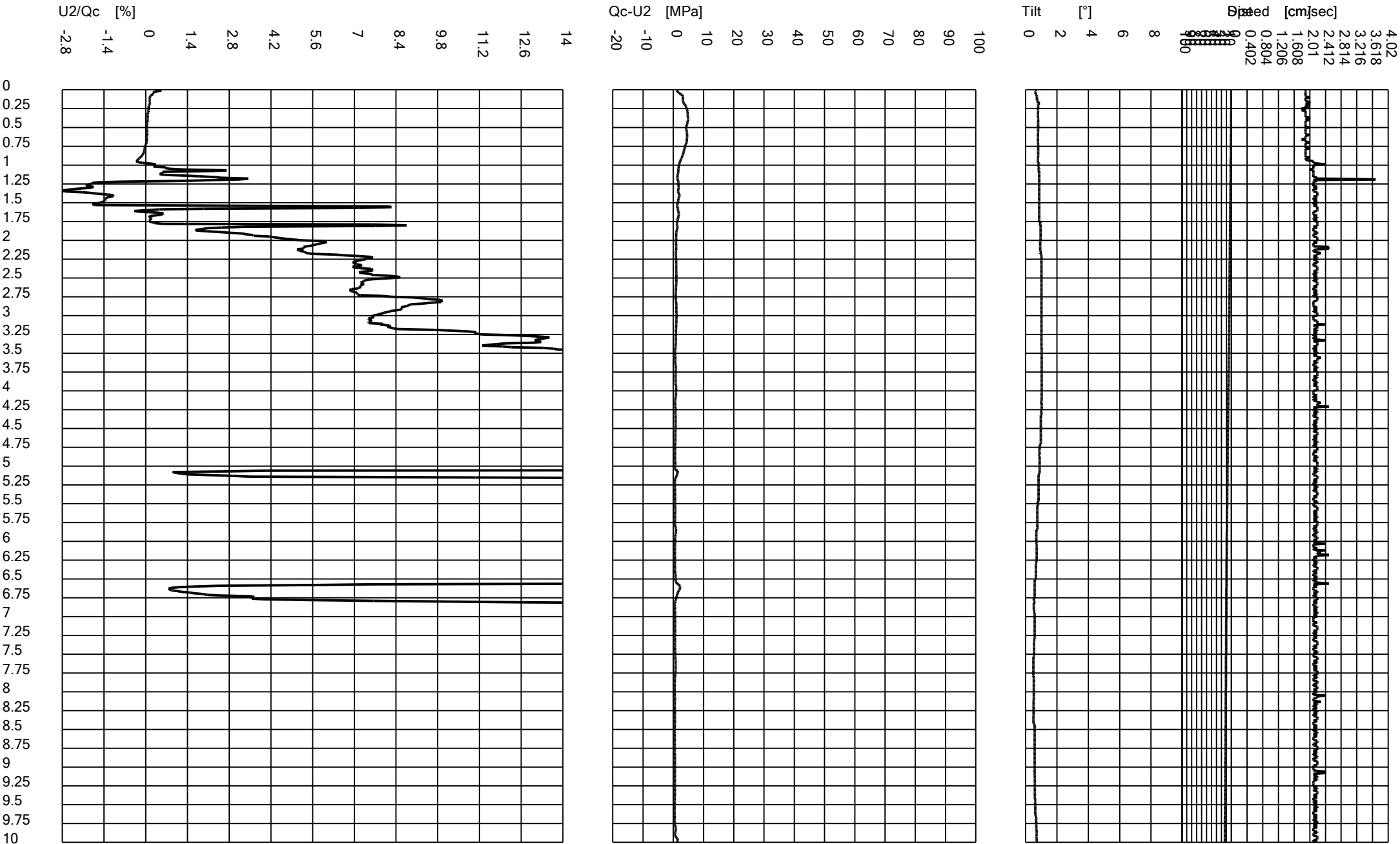
GEOLOG S.R.L.

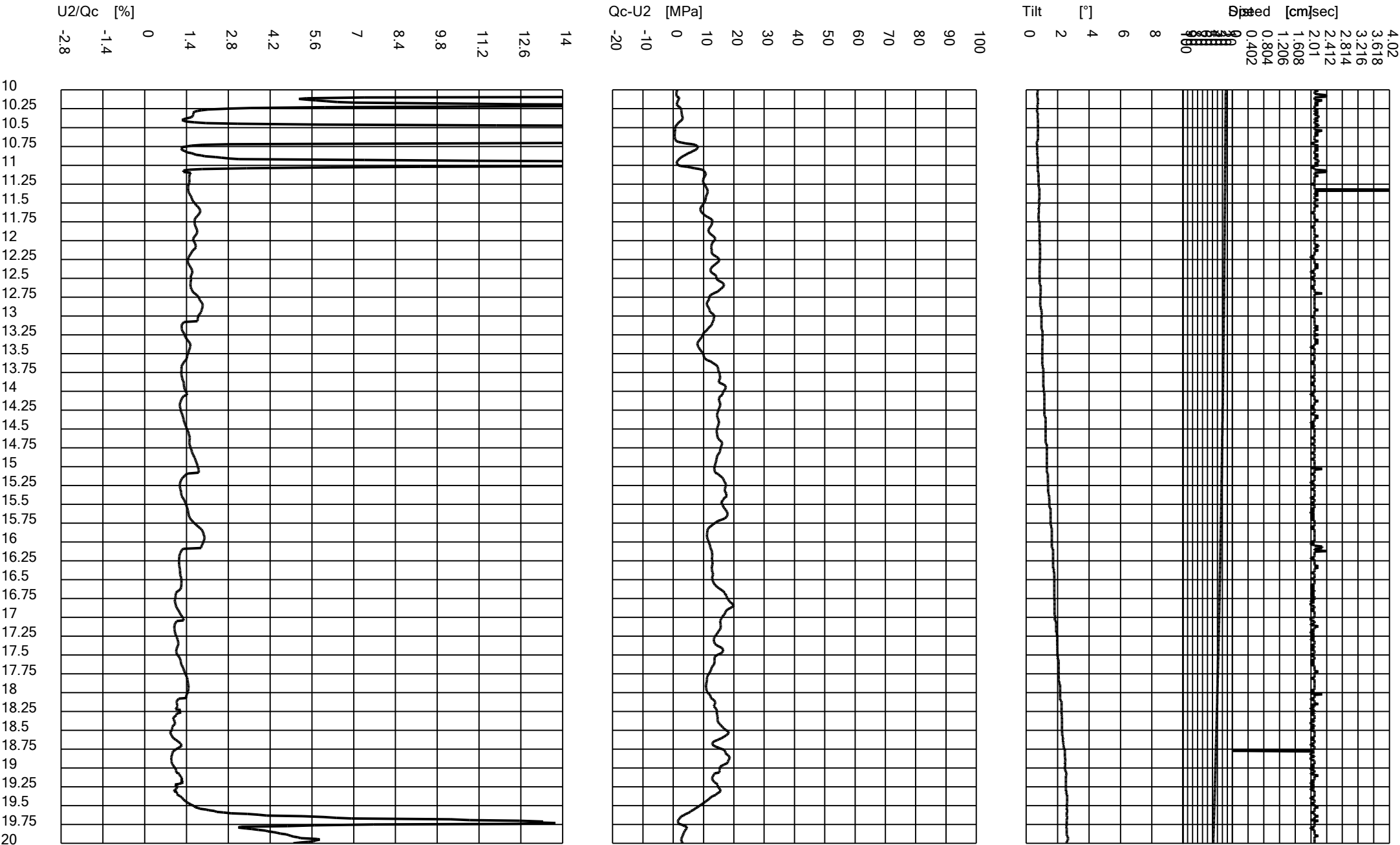
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 13/09/2021 11:31:37

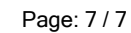
Site: RISTRUTTURAZIONE TEATRO SUZZARA - Test: CPTU2











PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	3
	Riferimento	115-2021

Committente	COMUNE DI SUZZARA	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	13/09/2021
Cantiere	RISTRUTTURAZIONE TEATRO COMUNALE	Pagina	1		
Località	SUZZARA	Elaborato		Falda	-2.20

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm²	fs kg/cm²	F -	Rf %
0.20	0.0	0.0		0.00	2.33	0		15.20	107.0	131.0		107.00	1.53	70	1.4
0.40	33.0	68.0		33.00	0.33	100	1.0	15.40	117.0	140.0		117.00	2.20	53	1.9
0.60	36.0	41.0		36.00	2.27	16	6.3	15.60	171.0	204.0		171.00	4.93	35	2.9
0.80	44.0	78.0		44.00	1.93	23	4.4	15.80	203.0	277.0		203.00	1.80	113	0.9
1.00	31.0	60.0		31.00	1.20	26	3.9	16.00	220.0	247.0		220.00	1.20	183	0.5
1.20	38.0	56.0		38.00	1.13	34	3.0	16.20	231.0	249.0		231.00	2.07	112	0.9
1.40	20.0	37.0		20.00	0.93	22	4.7	16.40	230.0	261.0		230.00	2.80	82	1.2
1.60	19.0	33.0		19.00	1.00	19	5.3	16.60	221.0	263.0		221.00	2.40	92	1.1
1.80	16.0	31.0		16.00	0.53	30	3.3	16.80	173.0	209.0		173.00	2.20	79	1.3
2.00	8.0	16.0		8.00	0.73	11	9.1	17.00	144.0	177.0		144.00	1.53	94	1.1
2.20	9.0	20.0		9.00	0.47	19	5.2	17.20	148.0	171.0		148.00	2.33	64	1.6
2.40	19.0	26.0		19.00	0.80	24	4.2	17.40	168.0	203.0		168.00	1.60	105	1.0
2.60	11.0	23.0		11.00	0.60	18	5.5	17.60	177.0	201.0		177.00	2.60	68	1.5
2.80	11.0	20.0		11.00	0.60	18	5.5	17.80	138.0	177.0		138.00	2.40	58	1.7
3.00	7.0	16.0		7.00	0.60	12	8.6	18.00	188.0	224.0		188.00	3.60	52	1.9
3.20	9.0	18.0		9.00	0.67	13	7.4	18.20	177.0	231.0		177.00	4.60	38	2.6
3.40	10.0	20.0		10.00	0.67	15	6.7	18.40	181.0	250.0		181.00	1.93	94	1.1
3.60	10.0	20.0		10.00	0.93	11	9.3	18.60	204.0	233.0		204.00	3.27	62	1.6
3.80	10.0	24.0		10.00	0.53	19	5.3	18.80	287.0	336.0		287.00	5.80	49	2.0
4.00	8.0	16.0		8.00	0.60	13	7.5	19.00	231.0	318.0		231.00	6.00	39	2.6
4.20	9.0	18.0		9.00	0.60	15	6.7	19.20	226.0	316.0		226.00	1.20	188	0.5
4.40	11.0	20.0		11.00	0.53	21	4.8	19.40	286.0	304.0		286.00	13.80	21	4.8
4.60	16.0	24.0		16.00	0.60	27	3.8	19.60	91.0	298.0		91.00	3.20	28	3.5
4.80	8.0	17.0		8.00	0.53	15	6.6	19.80	229.0	277.0		229.00	2.87	80	1.3
5.00	11.0	19.0		11.00	0.53	21	4.8	20.00	285.0	328.0		285.00			
5.20	8.0	16.0		8.00	0.53	15	6.6								
5.40	7.0	15.0		7.00	0.47	15	6.7								
5.60	8.0	15.0		8.00	0.53	15	6.6								
5.80	8.0	16.0		8.00	0.47	17	5.9								
6.00	9.0	16.0		9.00	0.53	17	5.9								
6.20	9.0	17.0		9.00	0.60	15	6.7								
6.40	7.0	16.0		7.00	0.40	18	5.7								
6.60	10.0	16.0		10.00	0.60	17	6.0								
6.80	9.0	18.0		9.00	0.60	15	6.7								
7.00	10.0	19.0		10.00	0.60	17	6.0								
7.20	9.0	18.0		9.00	0.53	17	5.9								
7.40	9.0	17.0		9.00	0.73	12	8.1								
7.60	8.0	19.0		8.00	0.40	20	5.0								
7.80	10.0	16.0		10.00	0.53	19	5.3								
8.00	9.0	17.0		9.00	0.47	19	5.2								
8.20	9.0	16.0		9.00	0.53	17	5.9								
8.40	10.0	18.0		10.00	0.40	25	4.0								
8.60	14.0	20.0		14.00	0.60	23	4.3								
8.80	12.0	21.0		12.00	0.53	23	4.4								
9.00	8.0	16.0		8.00	0.60	13	7.5								
9.20	10.0	19.0		10.00	0.60	17	6.0								
9.40	10.0	19.0		10.00	0.60	17	6.0								
9.60	10.0	19.0		10.00	0.53	19	5.3								
9.80	8.0	16.0		8.00	0.40	20	5.0								
10.00	18.0	24.0		18.00	0.60	30	3.3								
10.20	17.0	26.0		17.00	0.73	23	4.3								
10.40	15.0	26.0		15.00	1.40	11	9.3								
10.60	30.0	51.0		30.00	1.20	25	4.0								
10.80	18.0	36.0		18.00	1.47	12	8.2								
11.00	96.0	118.0		96.00	2.27	42	2.4								
11.20	112.0	146.0		112.00	0.93	120	0.8								
11.40	117.0	131.0		117.00	2.40	49	2.1								
11.60	120.0	156.0		120.00	2.07	58	1.7								
11.80	139.0	170.0		139.00	1.00	139	0.7								
12.00	115.0	130.0		115.00	2.67	43	2.3								
12.20	163.0	203.0		163.00	3.07	53	1.9								
12.40	157.0	203.0		157.00	2.93	54	1.9								
12.60	163.0	207.0		163.00	1.93	84	1.2								
12.80	188.0	217.0		188.00	2.73	69	1.5								
13.00	166.0	207.0		166.00	5.40	31	3.3								
13.20	117.0	198.0		117.00	3.80	31	3.2								
13.40	120.0	177.0		120.00	2.33	52	1.9								
13.60	187.0	222.0		187.00	3.73	50	2.0								
13.80	180.0	236.0		180.00	6.13	29	3.4								
14.00	155.0	247.0		155.00	2.40	65	1.5								
14.20	130.0	166.0		130.00	1.53	85	1.2								
14.40	140.0	163.0		140.00	3.53	40	2.5								
14.60	155.0	208.0		155.00	2.93	53	1.9								
14.80	177.0	221.0		177.00	3.13	57	1.8								
15.00	120.0	167.0		120.00	1.60	75	1.3								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	0.20 m sopra quota qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10.00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT**3**

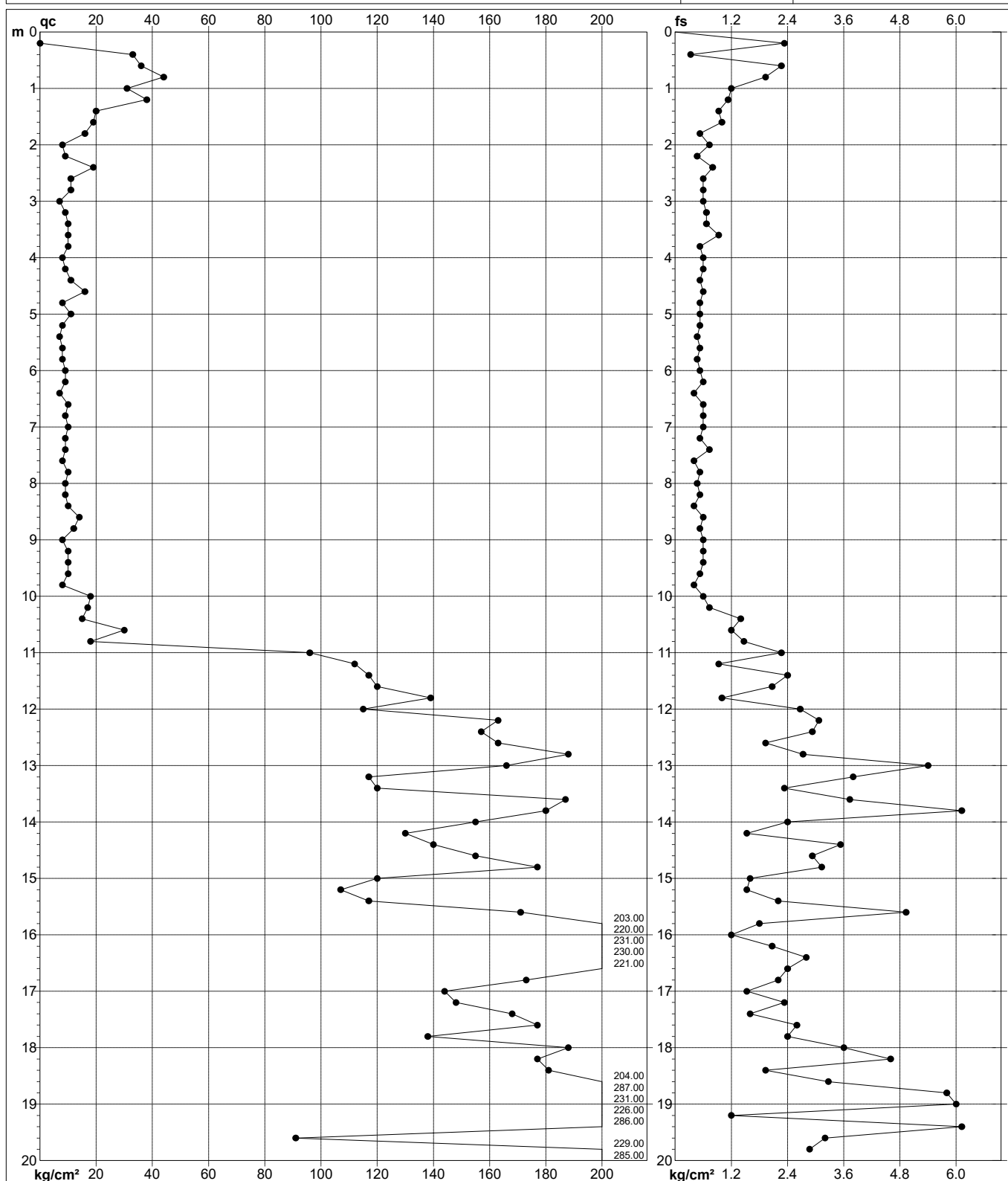
Riferimento

115-2021

Committente **COMUNE DI SUZZARA**
 Cantiere **RISTRUTTURAZIONE TEATRO COMUNALE**
 Località **SUZZARA**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:100**
 Pagina **1**
 Elaborato

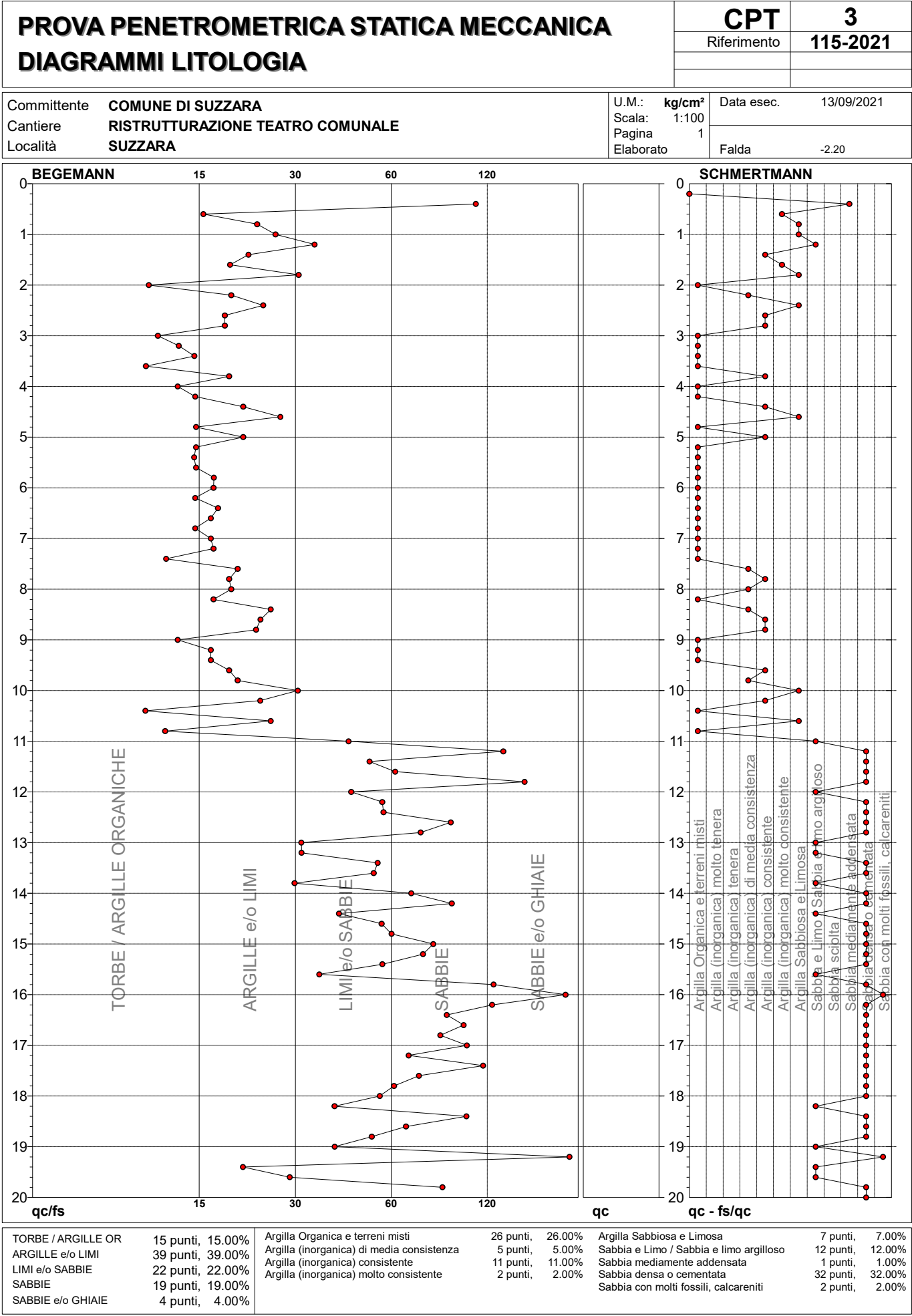
Data esec. **13/09/2021**
 Quota inizio:
 Falda **-2.20**



Penetrometro: TG63-200Stat
 Responsabile:
 Assistente:

preforo m
 Corr.astine: kg/ml
 Cod. tip:

FON035



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA														CPT		3	
PARAMETRI GEOTECNICI														Riferimento		115-2021	

Committente	COMUNE DI SUZZARA	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	13/09/2021
Cantiere	RISTRUTTURAZIONE TEATRO COMUNALE	Pagina	1		
Località	SUZZARA	Elaborato		Falda	-2.20

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
H	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	E'50	E'25	Mo	FL1	FL2
m	U.M.			t/m³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	U.M.	U.M.	U.M.		
0.20	--	--	3	1.85	0.04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	33.00	100.00	3	1.85	0.07	207	--	--	--	--	--	97	43	40	38	35	43	29	55.0	82.5	99.0	--	--
0.60	36.00	15.86	4	1.85	0.11	214	1.20	99.9	204.0	306.0	108.0	91	42	38	36	33	42	30	60.0	90.0	108.0	--	--
0.80	44.00	22.80	4	1.85	0.15	230	1.47	99.9	249.3	374.0	132.0	90	42	38	35	33	42	31	73.3	110.0	132.0	--	--
1.00	31.00	25.83	4	1.85	0.19	202	1.03	53.9	175.7	263.5	93.0	73	40	35	32	30	39	29	51.7	77.5	93.0	--	--
1.20	38.00	33.63	3	1.85	0.22	218	--	--	--	--	--	75	40	35	33	30	39	30	63.3	95.0	114.0	--	--
1.40	20.00	21.51	4	1.85	0.26	171	0.80	25.7	136.0	204.0	60.0	50	37	31	28	27	36	27	33.3	50.0	60.0	--	--
1.60	19.00	19.00	2	1.85	0.30	168	0.78	20.9	131.8	197.8	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1.80	16.00	30.19	4	1.85	0.33	157	0.70	15.8	118.3	177.4	51.8	36	36	29	26	24	33	27	26.7	40.0	48.0	--	--
2.00	8.00	10.96	2	1.85	0.37	121	0.40	6.9	93.2	139.8	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.20	9.00	19.15	2	1.85	0.41	127	0.45	7.1	101.5	152.3	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.40	19.00	23.75	2	1.85	0.44	168	0.78	12.6	131.8	197.8	58.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.60	11.00	18.33	2	1.85	0.48	137	0.54	7.2	119.5	179.2	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.80	11.00	18.33	2	1.85	0.52	137	0.54	6.6	133.1	199.6	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.00	7.00	11.67	1	1.85	0.56	115	0.35	3.5	29.9	44.8	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.20	9.00	13.43	2	1.85	0.59	127	0.45	4.5	165.2	247.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.40	10.00	14.93	2	1.85	0.63	132	0.50	4.7	174.8	262.3	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.60	10.00	10.75	2	1.85	0.67	132	0.50	4.4	185.9	278.9	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	10.00	18.87	2	1.85	0.70	132	0.50	4.1	196.3	294.4	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.00	8.00	13.33	2	1.85	0.74	121	0.40	2.9	200.2	300.3	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.20	9.00	15.00	2	1.85	0.78	127	0.45	3.2	215.6	323.4	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.40	11.00	20.75	2	1.85	0.81	137	0.54	3.7	229.6	344.4	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.60	16.00	26.67	2	1.85	0.85	157	0.70	4.9	235.6	353.5	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	8.00	15.09	2	1.85	0.89	121	0.40	2.3	216.7	325.1	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.00	11.00	20.75	2	1.85	0.93	137	0.54	3.2	256.8	385.2	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.20	8.00	15.09	2	1.85	0.96	121	0.40	2.1	221.9	332.8	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.40	7.00	14.89	1	1.85	1.00	115	0.35	1.7	43.4	65.2	10.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	8.00	15.09	2	1.85	1.04	121	0.40	1.9	225.9	338.8	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.80	8.00	17.02	2	1.85	1.07	121	0.40	1.8	227.5	341.2	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	9.00	16.98	2	1.85	1.11	127	0.45	2.0	251.3	376.9	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.20	9.00	15.00	2	1.85	1.15	127	0.45	1.9	253.2	379.8	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	7.00	17.50	2	1.85	1.18	115	0.35	1.4	205.9	308.9	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	10.00	16.67	2	1.85	1.22	132	0.50	2.1	278.5	417.7	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.80	9.00	15.00	2	1.85	1.26	127	0.45	1.7	257.9	386.9	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.00	10.00	16.67	2	1.85	1.30	132	0.50	1.9	282.3	423.5	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.20	9.00	16.98	2	1.85	1.33	127	0.45	1.6	260.3	390.5	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.40	9.00	12.33	2	1.85	1.37	127	0.45	1.6	261.3	392.0	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	8.00	20.00	2	1.85	1.41	121	0.40	1.3	236.3	354.4	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.80	10.00	18.87	2	1.85	1.44	132	0.50	1.7	288.1	432.1	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.00	9.00	19.15	2	1.85	1.48	127	0.45	1.4	263.9	395.9	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.20	9.00	16.98	2	1.85	1.52	127	0.45	1.4	264.7	397.0	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.40	10.00	25.00	2	1.85	1.55	132	0.50	1.5	291.2	436.9	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.60	14.00	23.33	2	1.85	1.59	150	0.64	2.0	356.5	534.7	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.80	12.00	22.64	2	1.85	1.63	141	0.57	1.7	328.6	492.8	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.00	8.00	13.33	2	1.85	1.67	121	0.40	1.1	239.4	359.1	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.20	10.00	16.67	2	1.85	1.70	132	0.50	1.4	294.4	441.6	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	10.00	16.67	2	1.85	1.74	132	0.50	1.3	295.0	442.5	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	10.00	18.87	2	1.85	1.78	132	0.50	1.3	295.6	443.4	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	8.00	20.00	2	1.85	1.81	121	0.40	0.9	240.0	360.0	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.00	18.00	30.00	4	1.85	1.85	164	0.75	2.0	418.8	628.1	56.2	--	31	21	18	17	25	27	30.0	45.0	54.0	--	--
10.20	17.00	23.29	2	1.85	1.89	161	0.72	1.9	409.1	613.6	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.40	15.00	10.71	2	1.85	1.92	154	0.67	1.7	384.1	576.2	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.60	30.00	25.00	4	1.85	1.96	199	1.00	2.7	515.7	773.6	90.0	14	33	23	20	19	26	29	50.0	75.0	90.0	--	--
10.80	18.00	12.24	2	1.85	2.00	164	0.75	1.8	426.0	639.0	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11.00	96.00	42.29	3	1.85	2.04	309	--	--	--	--	--	53	38	29	26	24	33	34	160.0	240.0	288.0	--	--
11.20	112.00	120.43	3	1.85	2.07	328	--	--	--	--	--	58	38	30	27	25	34	34	186.7	280.0	336.0	--	--
11.40	117.00	48.75	3	1.85	2.11	333	--	--	--	--	--	59	38	30	27	25	34	35	195.0	292.5	351.0	--	--
11.60	120.00	57.97	3	1.85	2.15	336	--	--	--	--	--	60	38	30	27	25	34	35	200.0	300.0	360.0	--	--
11.80	139.00	139.00	3	1.85	2.18	355	--	--	--	--	--	64	39	30	27	26	34	36	231.7	347.5	417.0	--	--
12.00	115.00	43.07	3	1.85	2.22	331	--	--	--	--	--	57	38	29	26	25	33	35	191.7	287.5	345.0	--	--
12.20	163.00	53.09	3	1.85	2.26	377	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	36	271.7	407.5	489.0	--	--
12.40	157.00	53.58	3	1.85	2.29	372	--	--	--	--	--	67	39	31	28	26	35	36	261.7	392.5	471.0	--	--
12.60	163.00	84.46	3	1.85	2.33	377	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	36	271.7	407.5	489.0	--	--
12.80	188.00	68.86	3	1.85	2.37	398	--	--	--	--	--	73	40	31	29	27	36	37	313.3	470.0	564.0	--	--
13.00	166.00	30.74	3	1.85	2.41	380	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	37	276.7	415.0	498.0	--	--
13.20	117.00	30.79	3	1.85	2.44	333	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	35	195.0	292.5	351.0	--	--
13.40	120.00	51.50	3	1.85	2.48	336	--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	35	200.0	300.0	360.0	--	--
13.60	187.00	50.13	3	1.85	2.52	397	--	--	--	--	--	71	40	31	28	26	35	37	311.7	467.5	561.0	--	--
13.80	180.00	29.36	4	1.85	2.55	392	6.00	18.3	1020.0	1530.0	540.0	69	40	31	28	26	35	37	300.0	450.0	540.0	--	--
14.00	155.00	64.58	3	1.85	2.59	370	--	--	--	--	--	64	39	30	27	25	34						

DOCUMETAZIONE FOTOGRAFICA

CPTU 1



CPTU 2



CPT 3



MASW E REMI

