

Struttura Territoriale Emilia Romagna
Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 – F [+39] 051 244970
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it – www.stradeanas.it

**S.S. 67 "Tosco-Romagnola"
Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna**

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI:

Zollet Ingegneria Srl

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

IL GEOLOGO

David Pomarè Montin

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

PROTOCOLLO

DATA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
Geologia
Relazione geologica

CODICE PROGETTO

PROGETTO

BO328

NOME FILE

T00GE00GEORE01A.doc

REVISIONE

SCALA

CODICE
ELAB.

T00GE00GEORE01

A

–

A

EMISSIONE

Settembre 2020

D. Pomarè

M. Zanchettin

L. Zollet

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO



Comune di RAVENNA (RA)

Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna
Prestazione di servizi tecnici per la redazione dello studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo.

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di adeguamento da Classe al Porto di Ravenna

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	PREMESSA	3
2	CARATTERIZZAZIONE GENERALE DELL'AREA	5
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
2.2	STRATIGRAFIA	6
2.3	GEOMORFOLOGIA	8
3	GEOTECNICA	10
3.1	INDAGINI GEOGNOSTICHE	10
3.1.1	Indagini pregresse	10
3.2	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETÀ MECCANICHE	13
3.3	PROBLEMATICHE GEOTECNICHE	13
4	MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI	14
4.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI	14
4.2	PROVE STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)	16
4.2.1	Prelievo di campioni indisturbati	17
4.3	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO (CPTU)	17
4.4	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO	18
5	PRESENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI	20
5.1	SONDAGGI STRATIGRAFICI	20
5.2	PROVA SPT	20
5.3	POCKET PENETRATION TEST E VANE TEST	27
5.4	PROVA CPTU	28
5.5	PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO	29
6	PROVE DI LABORATORIO	30
6.1	CARATTERIZZAZIONE FISICA	30
6.2	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA	30
6.2.1	Prova di taglio diretto	30
6.2.2	Prova triassiale TxCU	31
6.2.3	Prova di consolidazione edometrica	33
7	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	35

1 PREMESSA

Il tracciato della S.S.67 sottoposto a interventi di adeguamento, è situato nel territorio pianeggiante della Regione Emilia-Romagna, nella Provincia di Ravenna. La tratta compresa tra lo svincolo presso la località Classe sulla tangenziale di Ravenna (S.S.16) e lo svincolo del porto, con sviluppo circa N-S, interessa il solo Comune di Ravenna e si posiziona a pochi km dalla linea di costa (3-7km). Per la progettazione dell'adeguamento della S.S.67, che prevede interventi di ampliamento della sezione per conformarla alla tipologia B del D. M. 05/11/2001 "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*", è stata redatta una relazione geologico-tecnica finalizzata a illustrare la natura e le caratteristiche dei terreni attraversati dal tracciato oggetto di studio.

La presente relazione è stata elaborata sulla base delle indagini geologiche e geognostiche eseguite in corrispondenza della S.S.67 "Tosco-Romagnola" dalla società **ITESA S.R.L.** con sede legale in Casoria (NA), 80026 Via Orione Don Luigi 6 su incarico di Anas S.p.A..

In accordo con la Committenza e quanto definito dal Piano Indagini presentato a Giugno 2019, e in ottemperanza alla normativa tecnica attualmente in vigore, sono state eseguite le seguenti indagini geognostiche:

- Esecuzione di **n.2** sondaggi geognostici (SN₁ – SN₂) a carotaggio continuo e andamento verticale, spinti fino alla profondità di 40 m;
- Esecuzione di **n.20** prove penetrometriche in foro SPT (Standard Penetration Test);
- Esecuzione di **n.11** prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- Prelievo di **n.2** campioni indisturbati con campionatore a pareti sottili da sottoporre a prove di laboratorio;
- Prelievo di **n.10** campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimiche.

Tutte le fasi del programma d'indagine sono state eseguite in conformità a:

- "*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*" – A.G.I. (1977);
- Legislazione e normativa tecnica, inerente alle singole prove, redatta dagli organi internazionali, American Society for Testing and Materials (norme ASTM), Deutsches Institut für Normung (norme DIN), International Organization for Standardization (norme ISO), Associazione Geotecnica Internazionale (norme ISSMFE).

L'elaborazione dei risultati delle prove, invece, è stata effettuata nel pieno rispetto delle normative tecniche vigenti:

- "*Indagini sui terreni e sulle rocce, e la realizzazione di scavi e di fondazioni sia superficiali che profonde*" – D.M.LL.PP. n.47 del 11 Marzo 1988;
- "*Progettazione geotecnica – Eurocodice 7*" della Normativa Internazionale UNI – ENV 1997;
- "*Norme tecniche per le costruzioni*" D.M. 17.01.2018;
- "*Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018*" Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici G.U. n.42 del 20 febbraio 2018.

Inoltre, tali indagini e la loro elaborazione sono state realizzate in conformità a quanto riportato nello specifico Capitolato tecnico.

In allegato, sono riportati:

1. Ubicazione delle indagini (Allegato 1);
2. Documentazione fotografica (Allegato 2);
3. Stratigrafie dei sondaggi geognostici (Allegato 3);
4. Elaborazione delle prove penetrometriche statiche (Allegato 4);
5. Certificati laboratorio terre (Allegato 5).

2 CARATTERIZZAZIONE GENERALE DELL'AREA

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio preso in esame appartiene al settore romagnolo del bacino sedimentario padano (Fig.1). Il modello geologico locale può essere schematizzato con una successione sedimentaria recente, pliocenico-quadernaria, formata da una alternanza ciclica di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri e alluvionali. A causa di questa molteplicità di ambienti deposizionali i sedimenti presentano un'elevata variabilità litologica degli strati, costituiti da sabbie, limi e argille e da combinazioni di essi. Queste successioni sono il risultato, soprattutto, di cicli legati ad avanzamenti e arretramenti della linea di costa. In specifico, nella parte finale del Quaternario la frequenza delle variazioni litologiche si è accentuata in seguito a significativi movimenti eustatici del livello marino.

Durante l'ultima glaciazione il livello del mare si situa circa un centinaio di metri più in basso rispetto ai giorni d'oggi (regressione Wurmiana o pre-Flandriana, 60.000 – 70.000 anni fa). In questo periodo la linea di costa, collocata circa a sud di Ancona, lascia emersa la parte settentrionale della piattaforma continentale e forma un'ampia pianura drenata dal prolungamento dei fiumi che attualmente sfociano lungo la costa. In questa fase regressiva Wurmiana si depositano terreni alluvionale di natura argillosa contenenti all'interno livelli sabbiosi irregolari e sedimenti riferibili rispettivamente a depositi di esondazione e di alveo fluviale.

In seguito, circa 17000 anni fa, con l'innalzamento della temperatura media di alcuni gradi centigradi e il conseguente ritiro dei ghiacciai, inizia una fase di trasgressione eustatica su scala mondiale chiamata trasgressione Flandriana; a testimonianza dell'inizio di questa fase si rinviene un livello argilloso di ambiente lagunare e palustre. Durante il suo massimo avanzamento, circa 5.000-6.000 anni fa, all'altezza di Ravenna la linea di costa si posiziona a circa 16-18 km ad ovest da quella attuale e all'incirca parallela alla S.S.16. Tale evento è testimoniato dalla deposizione di sabbie fini di ambiente litorale con intercalazioni limoso-argillose e argille-limi poco consistenti con lenti di sabbia attribuibili a un ambiente marino poco profondo in cui sfociavano i fiumi Lamone, Montone e Ronco (Fiume Uniti) e Savio. Terminata la regressione Flandriana, la linea di costa, a meno di modeste oscillazioni, rimane poco ad ovest della città di Ravenna.

Segue una successiva fase regressiva olocenica di tipo deposizionale in cui la linea di costa, da circa 2000 anni fa ad oggi, si sposta progressivamente verso est fino alla posizione attuale, dando luogo alla formazione dei depositi olocenici recenti composti da un corpo sabbioso complesso costituito da una serie di cordoni sabbiosi con locali intercalazioni ghiaiose e con orientamento NW-SE (parallelo alla linea di costa precedente). L'elevato spessore, superiore a 15 metri circa, dei sedimenti sabbiosi testimonia la lenta evoluzione di questa fase regressiva.

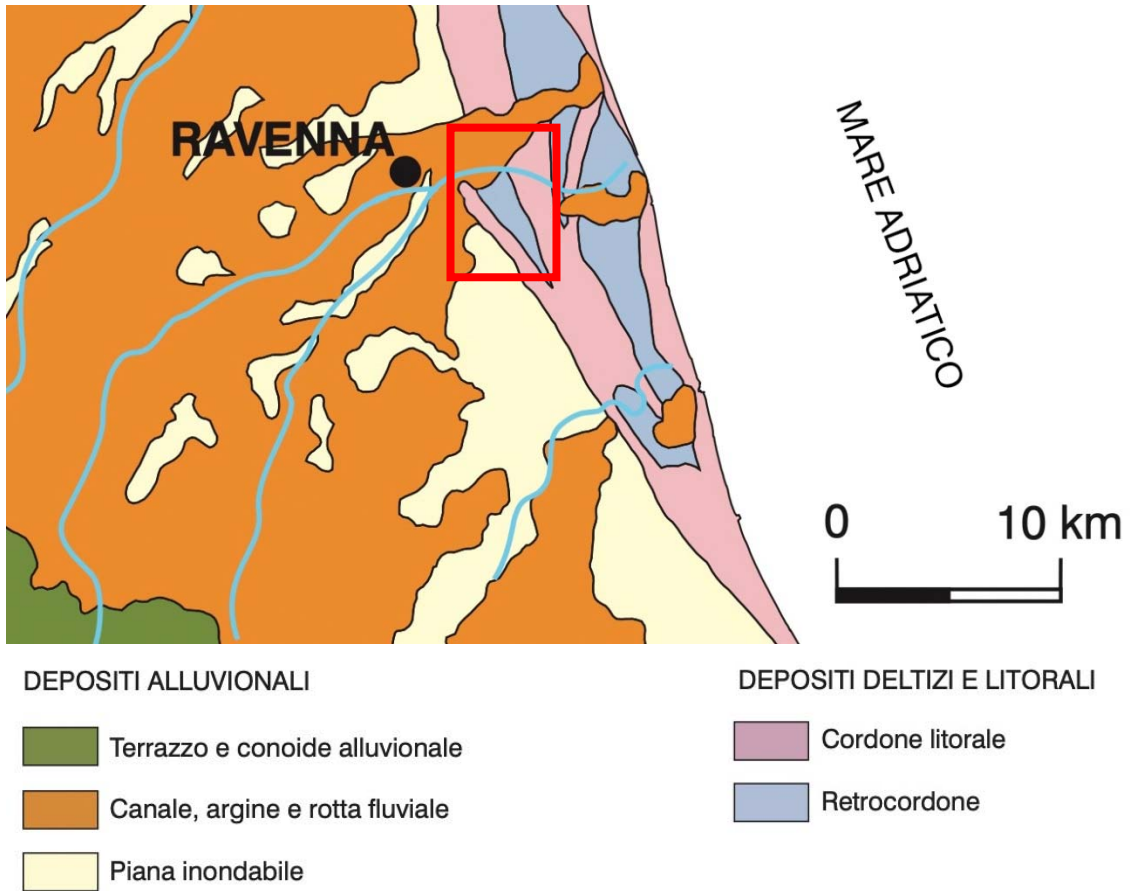


Figura 1 - Schema geologico di superficie della Pianura Padana orientale. Nel riquadro rosso l'area presa in oggetto. Modificato dalla Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna

2.2 STRATIGRAFIA

In riferimento agli approfondimenti geologici di superficie, effettuati dalla Regione Emilia-Romagna, la zona in esame risulta localizzata su depositi appartenenti al Subsistema di Ravenna che costituisce l'elemento sommitale dell'Alloformazione EmilianoRomagnola Superiore (AES). Il Subsistema di Ravenna è formato da sabbie argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale, organizzati in corpi sedimentari lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di spessore plurimetrico.

Nel dettaglio, osservando gli stralci allegati in scala adattata della Carta Geologica in scala 1:10.000 e 50.000 della Regione Emilia-Romagna, risulta che il tratto stradale interessato dagli interventi è posto su depositi appartenenti al:

- Subsistema di Ravenna, sigla AES8. Depositii sabbiosi (simbolo punto) di piana costiera, fronte deltizia, piana di sabbia (simbolo di colore azzurro) con presenza di cordoni litorali certi (linee blu); questi sedimenti possono essere associati a sottili depositi argillosi di laguna di retrocordone. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei al tetto si presentano di colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, lo spessore dell'orizzonte decarbonatato

varia da 0,5 ad 1 m e può contenere reperti archeologici dall'età dal Bronzo al periodo Romano. Il Subsistema di Ravenna contiene un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che ne costituisce il tetto stratigrafico. Il suo spessore massimo è di 25-28 metri. Età: *PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE* (c.a. 14.000 anni BP non cal. - attuale).

- Unità di Modena (AES8a), costituisce la parte sommitale del Subsistema di Ravenna (AES8). Alternanze di sabbie, limi e argille (punto e tratto), di tracimazione fluviale distinti in depositi di argine e depositi di piana inondabile (colore blu) legati alla dinamica deposizionale più recente dei corsi d'acqua Montone e Ronco (Fiumi Uniti); sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia con locali livelli argillosi organici di laguna di retrocordone e; depositi con tessitura limoso-argillosa (tratto) di piana costiera, fronte deltizio e piana di sabbia (colore azzurro) o di piana alluvionale (blu). Lo spessore è di pochi metri, localmente raggiunge i 10m. Età: *POST-ROMANA* (IV-VI sec. d.C. - Attuale).

La tratta è localizzata principalmente su depositi appartenenti sia al Subsistema di Ravenna (sigla AES8 e area di colore verde scuro) con presenza di cordoni litorali certi (linee blu), orientati all'incirca NNW-SSE e sia all'unità di rango gerarchico inferiore (sigla AES8a e area di colore verde chiaro).

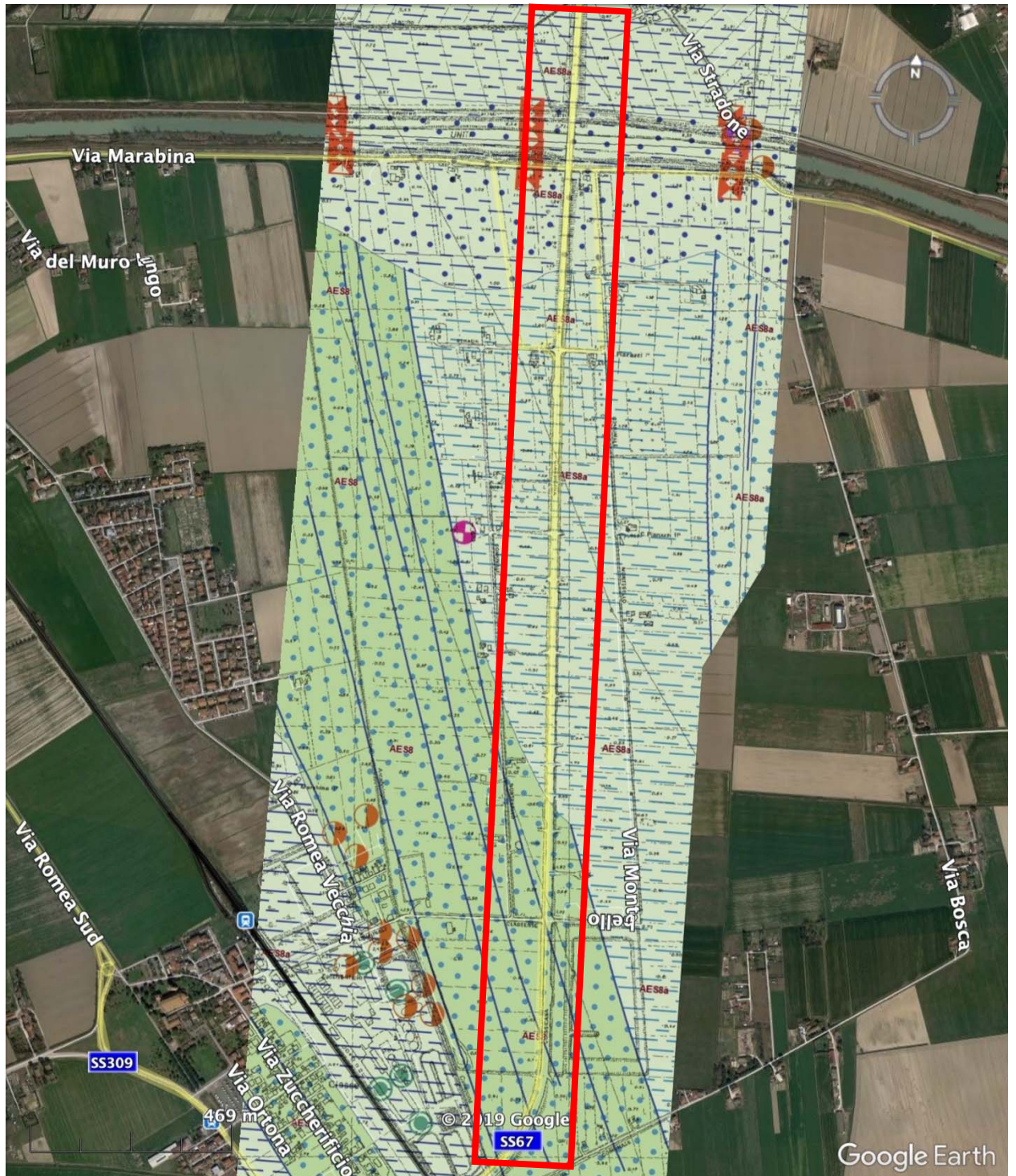


Figura 2 – Carta geologica dell'area presa in esame (riquadro rosso)

2.3 GEOMORFOLOGIA

L'area in esame è pianeggiante, ad uso prevalentemente agricolo caratterizzata da un reticolo idrografico naturale e da una rete di rogge e canali artificiali. L'unico corso d'acqua principale interferente con l'adeguamento delle infrastrutture è il Fiume Uniti.

Nel tratto a sud sono evidenziati cordoni litorali certi (tratti blu), orientati all'incirca in direzione NNW-SSE.

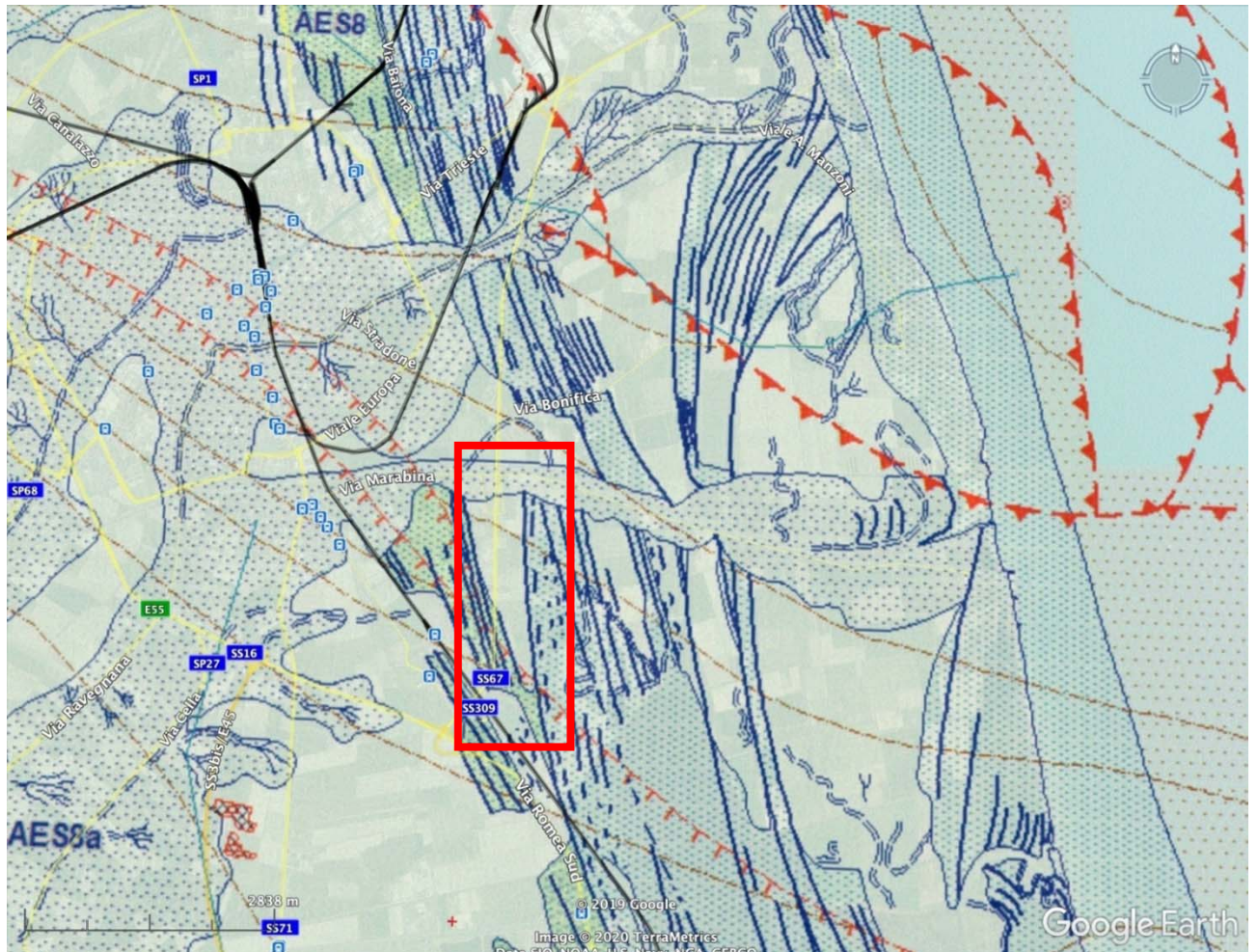


Figura 3 - Carta geologica e geomorfologica. Nel riquadro rosso è evidenziata l'area presa in esame. I simboli arancioni indicano elementi strutturali profondi, quali faglie profonde dirette, i segni blu sono di carattere geomorfologico, si notino i cordoni litorali certi orientati all'incirca NNW-SSE nel tratto preso in esame (tratti blu); in tratteggio marrone è indicata l'isobata della base del Pliocene, a -5.000 metri. Il Subsistema di Ravenna (AES8) è evidenziato con il colore verde mentre la sua unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) è evidenziata con un colore ciano-verde pallido.

3 GEOTECNICA

Nel presente capitolo vengono esaminati gli aspetti geotecnici legati allo studio di fattibilità dell'adeguamento della SS-67.

Di seguito vengono affrontati e sviluppati i seguenti argomenti:

- analisi geotecnica del tracciato evidenziando le tematiche e le eventuali criticità incontrate lungo il tracciato;
- descrizione sommaria dei terreni interessati dal tracciato e loro caratterizzazione a fisico-meccanica;
- indicazioni riguardo alle tipologie delle opere di fondazione.

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ricostruire la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo in una zona pianeggiante e priva di affioramenti come quella dello studio, è risultato indispensabile utilizzare in maniera massiccia i dati provenienti da sondaggi geognostici esistenti.

3.1.1 Indagini pregresse

Si è provveduto a reperire tutti i dati disponibili/indagini pregresse. La documentazione bibliografica consiste, specialmente per la documentazione più datata, in stratigrafie con descrizioni del materiale sommarie, soprattutto per quanto riguarda gli strati più superficiali e significativi ai fini della progettazione geotecnica o prive di quegli elementi indispensabili per una inequivocabile attribuzione alle unità geologiche.

Tutte le ubicazioni delle indagini geognostiche pregresse sono state riportate negli elaborati cartografici, in scala adattata, utilizzando simbologia differente in relazione alla tipologia di indagine.

INDAGINI GEOGNOSTICHE 1970

Per il Lotto 2, sono state eseguite una serie di indagini sui terreni di fondazione lungo il tracciato del lotto. Costituite in una prima campagna di prove penetrometriche statiche e da una di sondaggi a rotazione. Le indagini sono qui di seguito sintetizzate:

Le prove penetrometriche sono state eseguite come segue:

- n.4 – dal n.7al n.10 – sul viadotto Fiumi Uniti
- n. 1 – la n. 5 – sull'incrocio alla progressiva 1340 (km 219+200)
- n. 1 – la n. 6 – sull'incrocio alla progressiva 2698 (km 220+600)

È stato impiegato un penetrometro statico olandese da 20 ton autocarrato e fornito di punta con manicotto per la lettura dell'attrito locale. Il rilevamento della resistenza all'infissione e delle altre misure è stato ripetuto ogni 20 cm di avanzamento nel sottosuolo e tutti i dati sono stati diagrammati su tavole fornite col primo rapporto geotecnico.

I sondaggi sono stati eseguiti con sonda rotativa Western fornita di doppio carotiere con il quale si è riusciti a prelevare carote rappresentative anche nei terreni più sabbiosi.

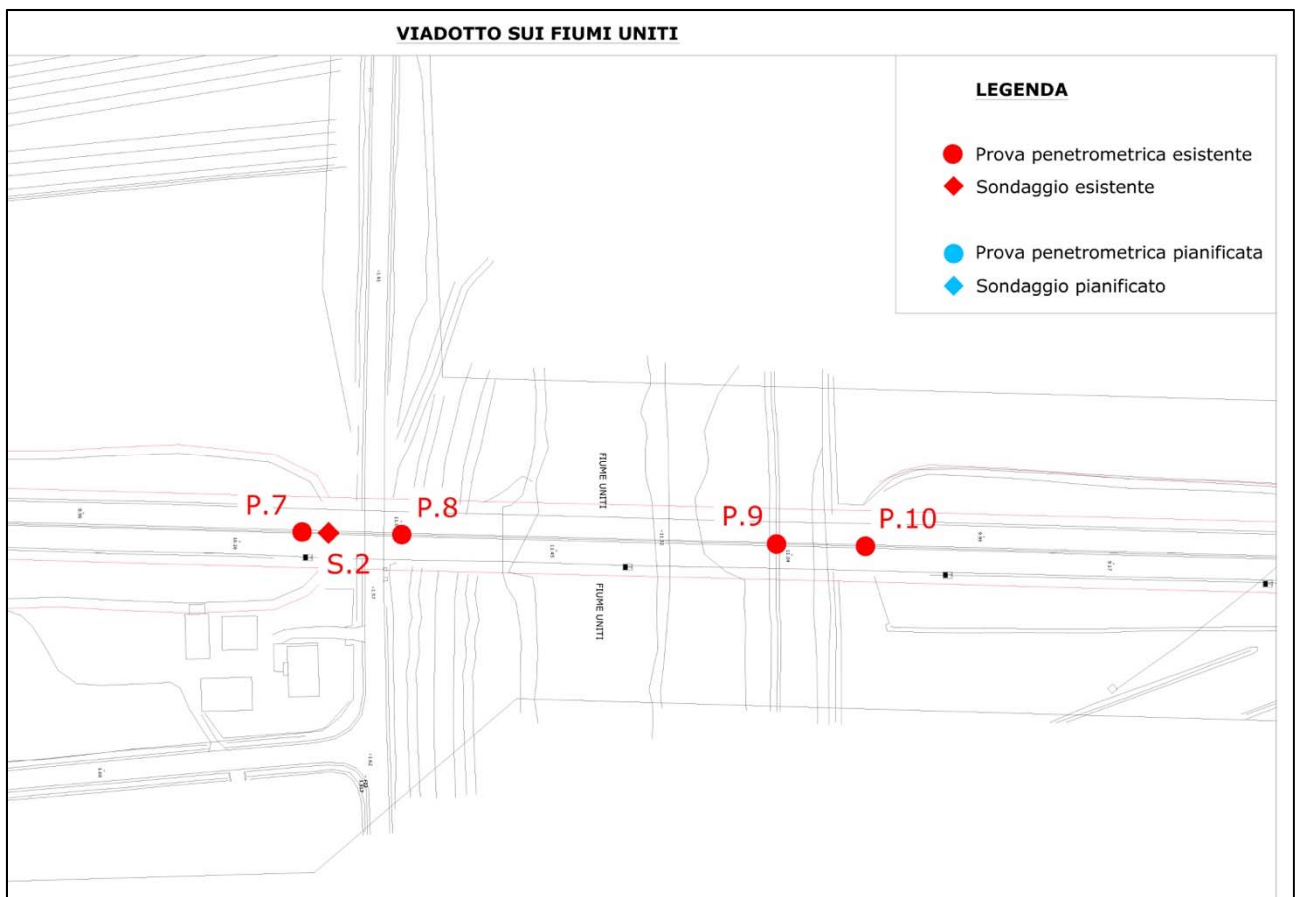
A conclusione delle indagini e senza aver condotto prove di laboratorio sui terreni tranne le misure col penetrometro e con il vane test tascabili in campagna, sono state desunte le seguenti caratteristiche dei terreni:

VIADOTTO SUI FIUMI UNITI

Su questo viadotto sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche e un sondaggio in corrispondenza della P.7. In superficie sono stati rinvenuti terreni argillosi molli che terminano tuttavia fra quota +5,00 e +9,00 dove iniziano le sabbie grigie. Tali sabbie, in quest'area, hanno uno spessore minimo di 13 m e terminano con il solito orizzonte di limi, argille e sabbie conchigliifere a bassa consistenza.

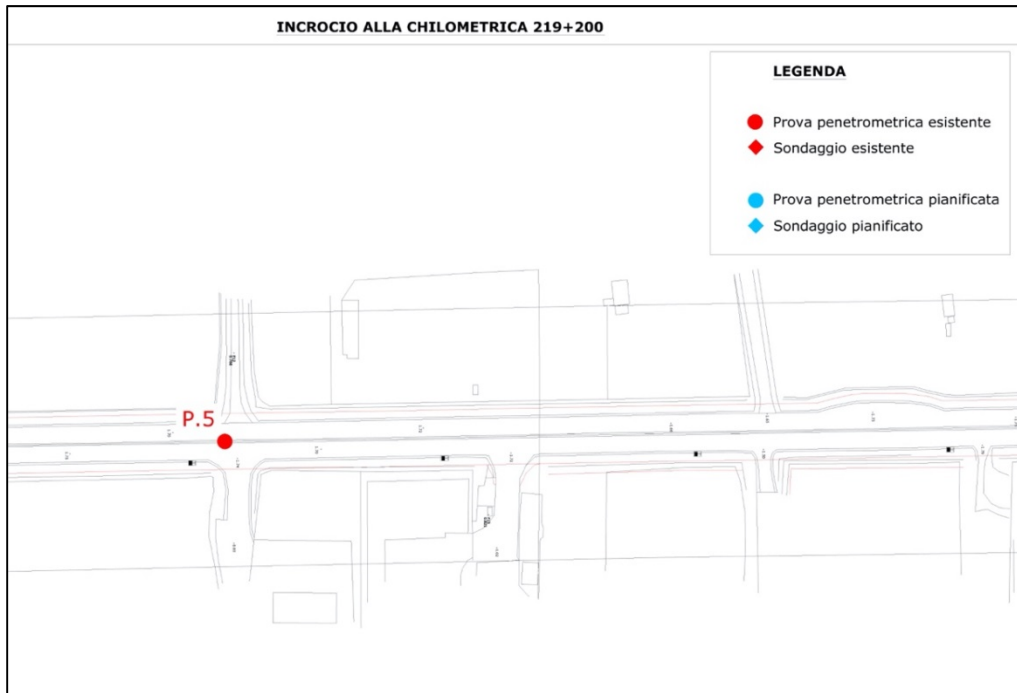
A quota -5,00 ricominciano gli strati di sabbia con frazione di limo sempre più abbondante e quindi a compattezza decrescente con la profondità.

A quota -22,00, in corrispondenza della P.7 e del sondaggio relativo, si è rinvenuta una lente di sabbia con gas in pressione che ha espulso il fango usato in circolazione nel sondaggio fino a circa 10 m di altezza e ha bruciato con foro franato con fiamma di 1,00 m. Al di sotto di quota -23,00 si sono rinvenute argille con orizzonti di sabbia.



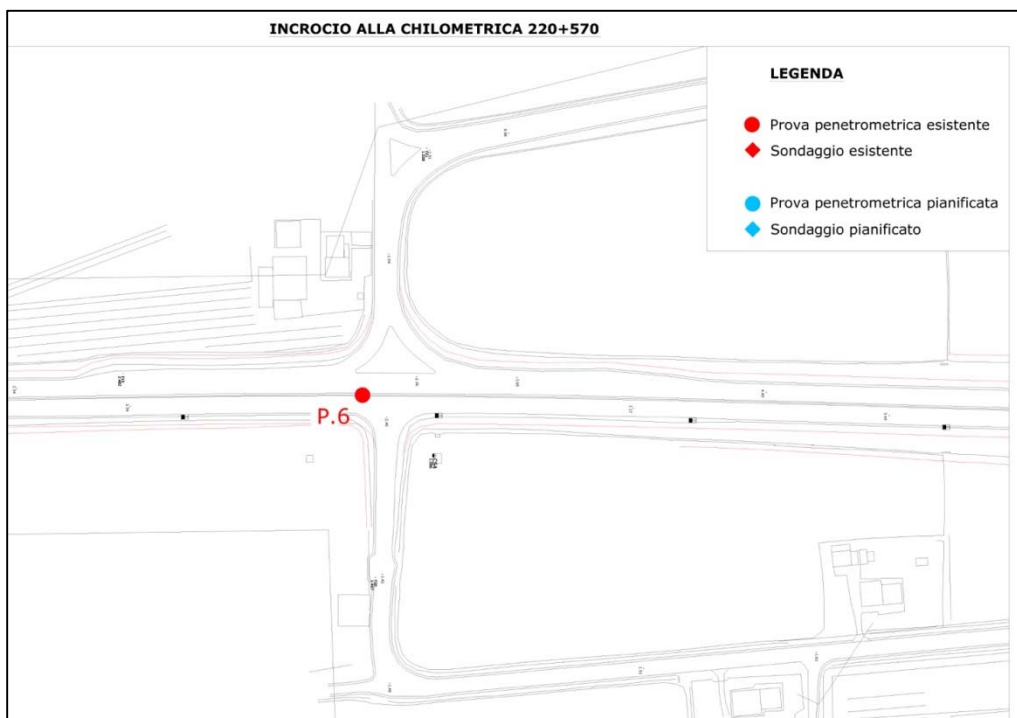
INCROCIO ALLA PROGRESSIVA 1340

È stata eseguita la prova penetrometrica P.5. Dopo 1,40 m di terreni molli superficiali, si è rinvenuto un banco di sabbia poco compatta che è stato seguito fino a 10 m di profondità, dove la prova è stata interrotta.



INCROCIO ALLA PROGRESSIVA 2698

Dopo un metro circa di terreni compatti appartenenti al rilevato della Strada Comunale di Montebello, si hanno terreni limo-argillosi molto molli fino a 4,00 m di profondità ove inizia un banco di sabbia mediamente compatta che è stato seguito fino a 10 m di profondità, dove la prova è stata interrotta. Seguono argille sabbiose generalmente consistenti fino a 40 m di profondità.



3.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE, STRATIGRAFICHE E PROPRIETÀ MECCANICHE

Alla luce dell'esame della documentazione a disposizione (indagini pregresse e riferimenti bibliografici) è possibile descrivere, in termini generali, la natura dei terreni incontrati lungo il tracciato, allo scopo di definire le problematiche geotecniche presenti. La caratterizzazione completa ed esaustiva dei terreni sarà sviluppata nelle successive fasi progettuali previste.

Il tracciato interessa depositi alluvionali quaternari con prevalenza di materiali fini (limo – argillosi) al cui interno sono presenti lenti sabbiose discontinue e difficilmente correlabili spazialmente e livelli sabbiosi più o meno limosi.

3.3 PROBLEMATICHE GEOTECNICHE

Le problematiche geotecniche che interessano il tratto stradale in esame possono essere riassunte nei seguenti punti:

- Le misure dei livelli di falda indicano valori , pertanto gli scavi di fondazione dovranno prevedere tutti gli accorgimenti necessari per la possibile esecuzione in presenza di acqua; in presenza di strati superficiali sabbiosi sciolti, si dovranno condurre le opportune verifiche relative alla stabilità del fondo scavo per evitare problematiche di sifonamento/instabilità del piano di scavo. La realizzazione dei rilevati dovrà prevedere l'esecuzione di uno strato materiale granulare con funzione di anticapillare;
- Dall'esame dei dati geognostici a disposizione risulta che la quasi totalità dei terreni di fondazione dei rilevati stradali sono rappresentati da terreni sabbiosi limoso-argillosi o limoso-argillosi poco compatti, pertanto il progetto dovrà prevederne la stabilizzazione a cemento (o a calce). Gli scavi di bonifica variano tra 20÷100 cm. Sporadicamente sotto i primi quattro metri di profondità dal p.c. sono presenti livelli torbosi decimetrici;
- Le pendenze di progetto delle scarpate dei rilevati in ampliamento sono 3H:2V. Le problematiche di cedimento differenziale a lungo termine potrebbero essere non particolarmente importanti grazie alla presenza di livelli sabbiosi saturi che accelerano il decorso dei cedimenti nel tempo. Il dimensionamento e la verifica delle lunghezze dei pali saranno condotti in modo da minimizzare l'effetto del cedimento residuo atteso (attrito negativo). In sede di affinamento della progettazione potrà essere definito l'impatto che la presenza dei livelli sabbiosi ha sul decorso dei cedimenti nel tempo valutando l'esatta entità delle problematiche correlate con i cedimenti differenziali sulle opere;

Sollecitazioni cicliche e dinamiche (accumulo di deformazioni plastiche e sviluppo di sovrappressioni interstiziali), durante un evento sismico, in terreni in cui la presenza di frequenti livelli sabbiosi saturi è significativa, possono innescare fenomeni di liquefazione. Per tale motivo, in fase di approfondimento di indagine e di livello progettuale, saranno svolte analisi di suscettibilità alla liquefazione.

4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE INDAGINI

Nei seguenti capitoli sono riportate le indagini geologiche e geognostiche eseguite dalla società ITESA S.R.L. lungo il tracciato in esame, al fine di affinare la ricostruzione geologica e la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti.

4.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in conformità alle seguenti normative:

- Associazione Geotecnica Italiana (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- ASTM D4220-95 (2000) – Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples;
- ASTM D5079-02 (1996) – Standard Practices for Preserving and Transporting Rock Core Samples;
- ASTM D6032-96 – Standard Test Method for Determining Rock Quality Designation (RQD) of Rock Core.

I sondaggi verticali sono stati effettuati a carotaggio continuo, della profondità massima di 40 m, ubicati in prossimità delle opera d'arte da investigare, con metodo di perforazione a rotazione a circolazione diretta di acqua.

I sondaggi sono stati eseguiti con tre perforatrici idrauliche: Soil System modello SE CK 600 SL; Soil Impianti modello SI TR 900 CSO; CMV modello MK 420 D (Tabella 1).

Le perforatrici sono attrezzate con:

- Asta di perforazione;
- Carotiere
 - o Semplice da 101 mm di diametro esterno e lunghezza 150/300 cm con corona al widia;
 - o Doppio T2 da 101 mm di diametro esterno e lunghezza 150 cm con corona al widia/diamante, per eventuali carotaggi su roccia.

Per la stabilizzazione dei fori durante le perforazioni e la successiva installazione delle tubazioni per la prova Down-Hole, sono stati utilizzati dei rivestimenti provvisori in tubi d'acciaio del diametro 152 mm, spessore 10 mm, lunghezza 150 mm.

Tabella 1 – Caratteristiche tecniche delle perforatrici idrauliche

Perforatrice SE CK 600 SL	Perforatrice SI TR 900 CSO	Perforatrice CMV MK 420 D
Coppia max. di rotazione 600 kgm	Coppia max. di rotazione 900 kgm	Coppia max. di rotazione 490 kgm
Giri max. di rotazione 600 rpm	Giri max. di rotazione 400 rpm	Giri max. di rotazione 200 rpm
Corsa utile della rotary 3200 mm	Corsa utile della rotary 3300 mm	Corsa utile della rotary 2200 mm
Forza di spinta e di tiro XXX-3500 kg	Forza di spinta e di tiro 4500-6000 kg	Forza di spinta e di tiro 2700-3500 kg
Carico massimo argano 1300 kg	Carico massimo argano 1200 kg	Carico massimo argano 1300 kg
Coppia max. morse 3000 kgm	Coppia max. morse 4800 kgm	Coppia max. morse 3500 kgm
Pompa fluidi di perforazione pressione max 60 bar portata 100 l/min	Pompa fluidi di perforazione pressione max 60 bar portata 120 l/min	Pompa fluidi di perforazione pressione max 21 bar portata 125 l/min
Pompa ad alta pressione per campionamento pressione max 100 bar	Pompa ad alta pressione per campionamento pressione max 100 bar	Pompa ad alta pressione per campionamento pressione max 150 bar

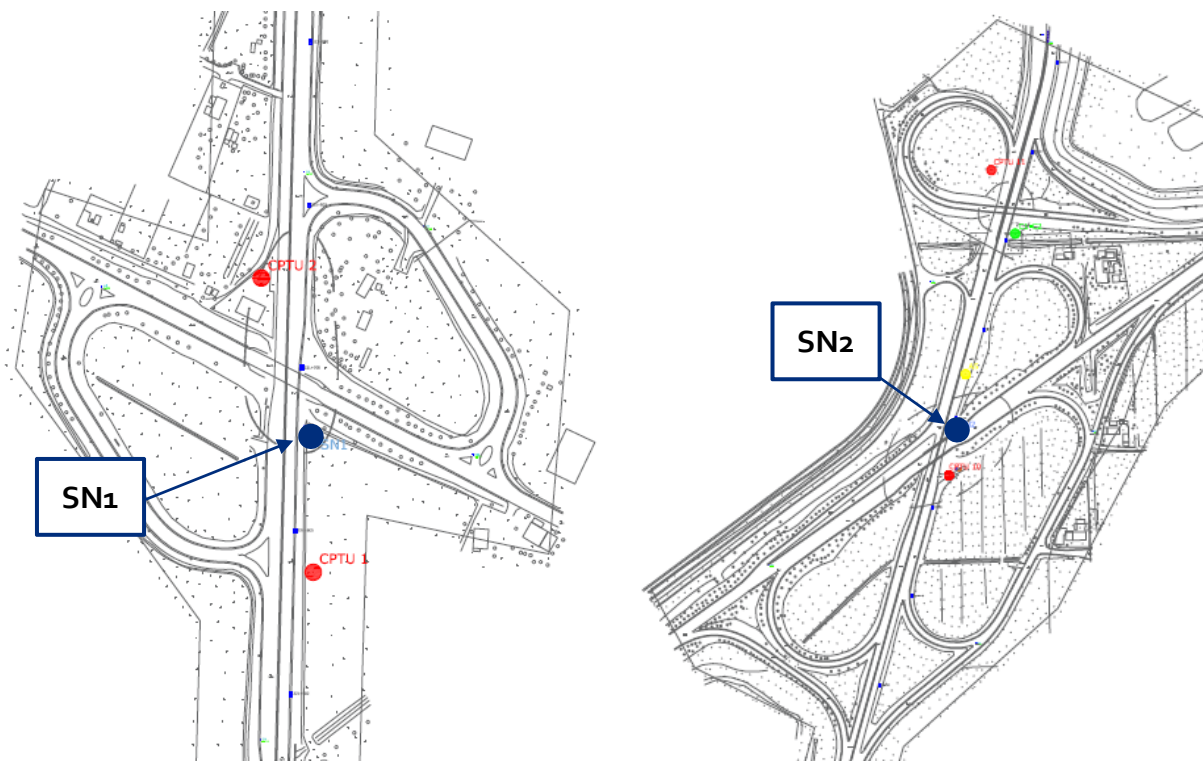
Le carote prelevate sono state conservate in apposite cassette in pvc, sottoposte ad analisi speditive in sito (valutazione della litologia, umidità, consistenza, plasticità, colore, ecc..) e fotografate. Le cassette sono opportunamente contrassegnate con: committente, cantiere di riferimento, data di esecuzione, nome sondaggio, numero cassetta, profondità di campionamento, prove effettuate e campioni prelevati.

Sulle carote prelevate, relativamente ai terreni coesivi (limi e argille), sono state realizzate:

- Prove di resistenza alla penetrazione (Pocket Penetration Test) con penetrometro tascabile CONTROLS modello 16-To160 per la stima della consistenza;
- Prove scissometriche (Vane Test) con scissometro tascabile CONTROLS modello 16-To175 per la stima della resistenza al taglio non drenata.

Durante l'esecuzione delle perforazioni è stato realizzato, all'interno dei fori di sondaggio, il rilievo del livello piezometrico mediante freatimetro elettrico.

ID	Data	Quota	Profondità [m]	Coordinate	
				Latitudine	Longitudine
SN1	09-10/01/2020	1 m s.l.m.	40 m	44.439602° N	12.252916° E
SN2	08-09/01/2020	1 m s.l.m.	40 m	44.404167° N	12.244049° E



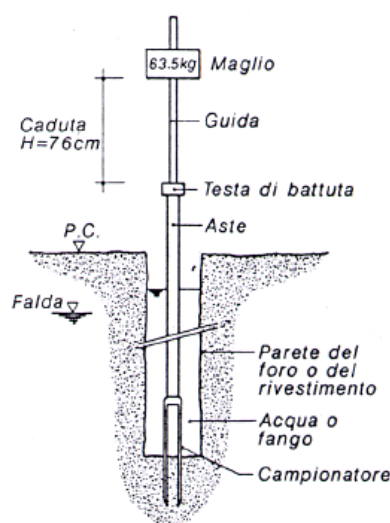
4.2 PROVE STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.)

Le prove penetrometriche dinamiche tipo SPT (Standard Penetration Test), sono state eseguite in conformità alle seguenti normative:

- ASTM – D1586-99 (2001) – Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil;
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione dell'indagine geotecnica;
- ISSMFE Technical Committee (1988) – Standard Penetration Test (SPT): International Reference Test Procedure;
- UNI ENV 1997-3 (2002) – Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.

Nelle prove penetrometriche dinamiche, l'utensile viene infisso a percussione e si registra il numero di colpi necessario per ottenere un avanzamento prefissato; l'utensile può essere cavo e costituito da un campionatore standard (*Standard Penetration Test*) come nel caso in esame, o a punta conica chiusa (SCPT).

La prova penetrometrica dinamica standard è un tipo di indagine geotecnica per ricavare e studiare le caratteristiche di un terreno che consiste nel farlo penetrare da un campionatore standardizzato sotto i colpi di un maglio con peso di 63,50 kg ed un'altezza di 76,2 cm (30 pollici): quest'ultimo, battendo a caduta libera, infigge l'attrezzo nel terreno. Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (N_{SPT}) per ogni avanzamento e la resistenza alla penetrazione è data dalla somma del numero di colpi nel secondo e terzo avanzamento (30 cm). La prova dà esito negativo se il numero di colpi nel primo avanzamento è maggiore di 50 o se la somma del numero di colpi nel secondo e terzo avanzamento è maggiore di 100. All'aumentare della profondità, oltre i 20 m, i risultati sono meno attendibili in relazione anche alla diminuzione dell'energia trasmessa alla punta.



Nel sito in esame, all'interno dei fori di sondaggio, sono state effettuate n.20 prove SPT per valutare le caratteri-

stiche geotecniche dei terreni intercettati con la seguente strumentazione:

SISTEMA D'INFISSIONE
Maglio a caduta libera con sgancio automatico da 63,50 kg
Aste standard \varnothing int=34,2 mm, \varnothing est=43,7 mm; L=150 cm; P=6,0 kg/m
Punta conica aperta/chiusa
Altezza di caduta libera del maglio=76,2 cm costanti

Preventivamente all'esecuzione della prova è stata controllata la pulizia del foro mediante il confronto tra la quota misurata in foro dallo scandaglio e la quota raggiunta dall'ultima manovra di perforazione.

4.2.1 Prelievo di campioni indisturbati

Il tubo di infissione utilizzato per il prelievo di campioni (fustella) è in acciaio, di diametro 86 cm, spessore di 3 mm e lunghezza variabile 60-70 cm con, alla base, un tagliente con un angolo della scarpa di 10° e 15°.

Il prelievo di campioni indisturbati è eseguito impiegando:

- Campionatore Shelby a parete sottile di tipo aperto infisso a pressione, di norma in presenza di terreni coesivi di medio-bassa consistenza o a grana fine di medio addensamento;
- Campionatore a pistone infisso idraulicamente (tipo Osterberg), di norma in presenza di terreni coesivi di medio-alta consistenza o a grana fine di basso-medio addensamento;
- Campionatore rotativo a pareti sottili, con scarpa sporgente, di norma in presenza di terreni coesivi di alta consistenza.

Il contenitore del campionatore, subito dopo il prelievo, è sigillato ermeticamente con coperchio e paraffina per mantenere invariate le caratteristiche meccaniche e il contenuto di umidità del campione stesso.

Su ogni campione prelevato sono riportati: il sondaggio, la data e la profondità di prelievo.

4.3 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO (CPTU)

La prova penetrometrica statica con piezocono "CPTU" – ASTM (D3441) è stata eseguita con un penetrometro statico-dinamico da 20 tonnellate in spinta ed estrazione (modello Pagani TG 63/200 kN montato su autocarro Unimog-Mercedes) ed è stata spinta a 20 m di profondità dal piano campagna.

La punta piezocono utilizzata (Pagani) produce dei segnali continui con rilievo delle grandezze ogni centimetro; tali segnali vengono trasmessi tramite un cavo passante all'interno delle aste di spinta. I segnali sono ricevuti in superficie da una centralina di condizionamento la quale riceve anche gli impulsi trasmessi da un generatore (encoder) collegato meccanicamente al dispositivo di spinta e che fornisce il parametro profondità. I segnali digitali trasmessi dalla punta alla centralina vengono, nel corso della prova, direttamente elaborati e visualizzati sul visore della centralina stessa. Le prove CPTU permettono di valutare in maniera continua i valori della resistenza di punta (q_c), dell'attrito laterale specifico (f_s) e della pressione dinamica dell'acqua nei pori (u_2); dal rapporto $R_f(f_s/q_c \%)$

è possibile valutare la stratigrafia del terreno.

Le prove penetrometriche CPTU differiscono dalle prove penetrometriche con punta elettrica particolarmente nella preparazione dell'elemento poroso di misura della pressione neutrale e dal fatto che vengono eseguite in terreni saturi al di sotto del livello di falda.

Le caratteristiche della punta utilizzata sono: apertura di 60°, diametro di 35,7 mm e area di 10 cm² per la misura della pressione di rottura (qc), manicotto di attrito per la misurazione delle resistenze di attrito laterale (fs) con superficie di 150 cm², velocità di penetrazione della punta- manicotto pari a 2 cm/sec. La speciale attrezzatura utilizzata permette l'acquisizione dei dati ogni 2 cm di avanzamento attraverso sensori di pressione elettrici. Inoltre erano attivi anche due inclinometri posti a 90°, per il controllo della deviazione delle aste dalla verticale (essenziale per prove in profondità). L'acquisizione delle informazioni è avvenuta direttamente durante la prova con centralina elettronica.

Nell'elaborazione in esame, sono state realizzate n.11 prove penetrometriche statiche a gennaio 2020, ubicate come pianificato nel piano indagini, lungo il tracciato stradale in modo da coprirne l'intero sviluppo.

ID	Latitudine	Longitudine
CPTU1	44.242269 N	12.146303 E
CPTU2	44.243087 N	12.146242 E
CPTU3	44.246614 N	12.146370 E
CPTU4	44.247463 N	12.146543 E
CPTU5	44.255207 N	12.148473 E
CPTU6	44.255425 N	12.148145 E
CPTU7	44.428363 N	12.248935 E
CPTU8	44.430252 N	12.249352 E
CPTU9	44.430475 N	12.248843 E
CPTU10	44.439163 N	12.252857 E
CPTU11	44.442172 N	12.253438 E

4.4 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Durante il carotaggio, come precedentemente anticipato, sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno, successivamente sottoposti a prove di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica.

Le prove sono state effettuate presso il laboratorio geotecnico della Geoplanning s.r.l. autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, con Decreto n. 53582 del 01.07.2005 ai sensi del D.P.R. 246/1993, Circolare LL.PP. 349/1999, D.P.R. 380/2001.

Le principali caratteristiche fisiche individuate sono:

- Grado di umidità naturale media (Wn) [C.N.R. U.N.I. 10008; A.S.T.M. D 2216-92; BS 1377-1990];

- Peso di volume naturale (γ_n) (o massa volumetrica apparente) [A.G.I. 1994; C.N.R. B.U. XII N.63; BS 1377-1990];
- Peso di volume dei granuli (γ_s) (o massa volumetrica reale) [C.N.R. U.N.I. 10010; C.N.R. U.N.I. 10013; A.S.T.M. D 854-00; A.S.T.M. D 4718-87; BS 1377-1990];
- Limiti di consistenza (Atterberg) [C.N.R. U.N.I. 10014; A.S.T.M. D 4318-00; BS 1377-1990];
- Analisi granulometrica per vagliatura [A.G.I. 1994; U.N.I. EN 933-1-1999; C.N.R. B.U. A.VI N.23; A.S.T.M. D422-63-1998; A.S.T.M. D 421-85-1998; BS 1377-1990];
- Analisi granulometrica per sedimentazione, per individuare la granulometria dei terreni [A.S.T.M. D422-63-1998; BS 1377-1990].

Per individuare le principali caratteristiche meccaniche sono state eseguite le seguenti prove:

- Prova di taglio diretto (TD) lento (consolidato drenato), che fornisce i valori di coesione drenata (c') e angolo di attrito drenato (ϕ') [A.G.I. 1994; A.S.T.M. D 3080-98 BS 1377-1990];
- Prova triassiale consolidata isotropicamente e non drenata (CIU), che fornisce i valori di resistenza in termini di tensioni totali ed efficaci [A.G.I. 1994; A.S.T.M. D 2850-95; A.S.T.M. D 4767-95; BS 1377-1990].

5 PRESENTAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

5.1 SONDAGGI STRATIGRAFICI

L'elaborazione delle stratigrafie dei sondaggi è stata eseguita con il programma **Stratigrafie 10.0** della SGEO.

Per ogni sondaggio eseguito è stata redatta una stratigrafia (Allegato 3), con indicazioni relative a:

- Cantiere; numero ed ubicazione precisa del sondaggio (con coordinate geografiche WGS84);
- Data di inizio e di ultimazione;
- Attrezzatura e utensile/i di perforazione;
- Accorgimenti per assicurare la stabilità delle pareti del foro (rivestimento utilizzato);
- Quota del piano campagna in riferimento alla struttura definita come coordinata Z (di segno negativo nelle stratigrafie), ovvero affondamento dalla chiave dell'arco o dall'intradosso delle travi impalcato, a seconda della struttura;
- Per ogni strato di terreno attraversato, sono stati indicati: profondità relativa al piano campagna di esecuzione dell'indagine; quota definita come coordinata Z (di segno negativo nelle stratigrafie), ovvero affondamento dalla chiave dell'arco o dall'intradosso travi-impalcato; spessore;
- Numero ed ubicazione dei campioni di terreno prelevati;
- Rappresentazione stratigrafica dei terreni attraversati alle varie profondità;
- Percentuali di carotaggio;
- Presenza ed ubicazione precisa dei livelli acquiferi eventualmente intercettati e relative quote di livello statico;
- Valori rilevati dalle prove con penetrometro tascabile e vane test;
- Risultati delle prove SPT;
- Descrizione della natura e caratteristiche litologiche dei terreni attraversati.

Nella descrizione litologica dei terreni attraversati sono specificate le seguenti caratteristiche: il colore/i prevalente del livello; la composizione granulometrica approssimata nei termini correnti (blocchi, ghiaia, sabbia, limo, argilla), l'eventuale tessitura o stratificazione, la presenza di sostanze organiche o torbe, fossili, legno, ecc; il grado di umidità; l'eventuale presenza di coerenza o cementazione; le caratteristiche di consistenza nei terreni coesivi; le caratteristiche di addensamento nei terreni granulari; il grado di arrotondamento e/o di appiattimento, il diametro massimo e la natura della frazione grossolana (ghiaie e blocchi).

A corredo di ogni sondaggio eseguito, in Allegato 2 viene riportata documentazione fotografica relativa a postazione di sondaggio e cassette catalogatrici.

5.2 PROVA SPT

Nelle schede delle prove SPT sono riportate indicazioni relativamente a: numero della prova; data di esecuzione; quota della tubazione provvisoria di rivestimento del foro riferita al piano campagna; quota di esecuzione della prova riferita al piano campagna; tipo di campionatore impiegato (punta aperta o chiusa); numero di colpi per infissione di ciascuno dei tre tratti di 15 cm, oppure penetrazione misurata dopo aver raggiunto il limite dei colpi;

valore dell' N_{SPT} ; eventuali annotazioni riguardo l'esecuzione della prova.

Il valore del numero di colpi N_{SPT} può essere normalizzato:

- per profondità, con il metodo di Bazaraa $N'=(4N)/(3.25+0.01\sigma)$
- per efficienza $N_{60}=N_{SPT}(\text{eff\%/60\%})$

La prova è stata effettuata nei due fori di sondaggio a varie profondità, per un numero complessivo di rilevazioni pari a 10 per ogni foro.

Il valore del numero di colpi registrato N_{SPT} , al fine di ottenere un valore riferibile alla prova SPT caratterizzata da un'energizzazione al 60% (N_{60}), nel caso in esame, è stato corretto con una serie di fattori definibili sulla base delle caratteristiche del foro e dell'attrezzatura utilizzata nella prova in analisi, secondo la seguente formula (Skempton 1986):

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R \cdot C_W$$

con:

- C_E = correzione per rapporto di energia $E_R/60$; per la prova in esame, il rendimento del sistema di battitura (E_R) è del 53%, come proposto da Skempton (1986), per utilizzo di aste di diametro 76 mm, spessore 8 mm, fattore di correzione=0,88%.
- C_B = correzione per il diametro del foro; per la prova in esame, diametro del foro 101 mm, fattore di correzione=1;
- C_S = correzione per tipo di campionatore; per la prova con punta aperta, fattore di correzione=1 – per la prova con punta chiusa, fattore di correzione=1,2.
- C_R = correzione per lunghezza delle aste (L); per la prova in esame, fattore di correzione [L=1-4 m] = 0,75; [L=4-6 m] = 0,86; [L=6-8 m] = 0,95; [L>10 m] = 1.
- C_W = correzione per presenza di falda; si applica solo quando presente la falda in terreni sabbiosi con $N_{SPT}>15$, la correzione corrispondente secondo la formula di Terzaghi Peck (1948) $N_{(60)}=15+0,5*(N_{SPT} - 15)$. Tale fattore non viene applicato per il calcolo del valore normalizzato $N_{(60)r}^*$, relativo alla valutazione a liquefazione.

Il valore di N_{60} ottenuto è normalizzato per la pressione litostatica efficace al fine di poter comparare prove eseguite a profondità diverse, secondo la seguente formula:

$$N_{I(60)} = C_N \cdot N_{60}$$

Nell'elaborazione effettuata, secondo la formula di Jamiolkowski (1985)

$$C_N = 1/(\sigma'_{v0})^{0,56}$$

I parametri geotecnici e fisici dei terreni granulari sono definiti mediante le relazioni riportate di seguito.

Il peso specifico saturo e secco ($\gamma_{\text{sat}} - \gamma_{\text{dry}}$) è stato stimato tramite le tabelle di correlazione di Terzaghi&Peck (1948-1967).

Correlazione N_{SPT} e Peso specifico – TERZAGHI&PECK (1948 – 1967)											
N_{SPT}	γ_{sat} [t/m ³]	γ_{d} [t/m ³]	N_{SPT}	γ_{sat} [t/m ³]	γ_{d} [t/m ³]	N_{SPT}	γ_{sat} [t/m ³]	γ_{d} [t/m ³]	N_{SPT}	γ_{sat} [t/m ³]	γ_{d} [t/m ³]
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

Un'importante correlazione si ha tra la densità relativa D_r e i valori di N_{SPT} , sia in modo qualitativo con la correlazione di Terzaghi e Peck (1948) che in modo quantitativo con prove in cella di calibrazione di Gibbs e Holtz (1957).

N_{SPT} (colpi / 30 cm)	Densità relativa	
	<i>Terzaghi-Peck</i>	<i>Gibbs-Holtz</i>
0 ÷ 4	Molto sciolta	0 ÷ 15%
4 ÷ 10	Sciolta	15 ÷ 35%
10 ÷ 30	Media	35 ÷ 65%
30 ÷ 50	Densa	65 ÷ 85%
> 50	Molto densa	85 ÷ 100%

La densità relativa è definita mediando i valori risultanti della relazione di correlazione di Gibbs e Holtz (1957):

$$D_r = 21 * \sqrt{\frac{N_{60}}{\sigma'_{v0} + 0.7}}$$

Nel caso di depositi ghiaiosi, il valore di D_r (%) viene sovrastimato, nel caso di depositi limosi viene sottostimato, il metodo fornisce generalmente valori in eccesso nei primi metri di approfondimento della prova.

L'angolo d'attrito efficace (ϕ') è stato definito mediante le seguenti relazioni:

- Correlazioni e formule di Hatanaka e Uchida (1996), valida per sabbie e ghiaie

$$\Phi = (15 * N_{I(60)})^{1/2} + 20$$

- R.B.S. formula (Shio – Fukuni, 1982), valida per sabbie, sabbie fini e limi

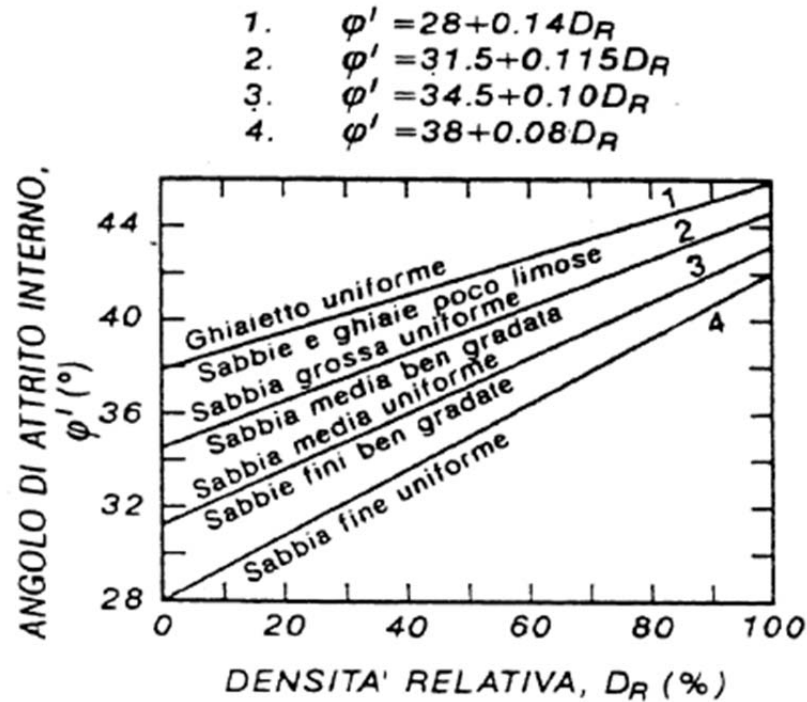
$$\Phi' = (15 * N_{I(60)})^{1/2} + 15$$

- Grafici e correlazioni di De Mello (1971) basati sulla seguente relazione valida per terreni prevalentemente limoso-sabbiosi

$$\Phi' = 19 - 0,38 \cdot \sigma + 8,73 \cdot \log N_{I(60)}$$

Vi sono anche delle correlazioni tra l'angolo d'attrito ϕ' e la densità relativa D_r per terreno con differenti granulometrie.

metrie (Schmertmann, 1977).



Sono disponibili anche dei diagrammi che correlano il numero di colpi NSPT e la pressione verticale effettiva σ'_{vo} con l'angolo d'attrito di picco ϕ' per sabbie non cementate e mediamente compressibili.

I parametri geotecnici dei terreni coesivi sono definiti mediante le relazioni riportate di seguito.

Il peso specifico saturo e secco ($\gamma_{sat} - \gamma_{dry}$) è stato stimato tramite le tabelle di correlazione di Terzaghi&Peck (1948-1967), precedentemente riportate.

La coesione non drenata (c_u) è stata stimata mediando le seguenti relazioni:

- sulla base delle correlazione DM-7 (Design Manual for Soil Mechanics) valide per argilla a alta, media e bassa plasticità, definite dalle seguenti relazioni

$$c_u = 0,125 \cdot N_{I(60)} \rightarrow \text{Argille ad alta plasticità}$$

$$c_u = 0,074 \cdot N_{I(60)} \rightarrow \text{Argille a media plasticità}$$

$$c_u = 0,038 \cdot N_{I(60)} \rightarrow \text{Argille a bassa plasticità}$$

- sulla base dei grafici di correlazione di Terzaghi&Peck (1967) validi per le argille di media plasticità e limi di bassa plasticità.

PROVA SN₁

N° SPT	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	N° colpi	Nspt	C _E	C _B	C _S	C _R	C _W	Nspt modificata	γ _{sat} [t/m ³]	γ _d [t/m ³]	σ' _{med}	Dr(kg/cm ²)	φ	Cu
1	1,70	1,85	1	3	0,88	1,00	1,00	0,75	1,00	1,99	1,86	1,38	1,357865			0,147075
	1,85	2,00	2		0,88	1,00	1,00	0,75	1,00							
	2,00	2,15	1		0,88	1,00	1,00	0,75	1,00							
2	4,50	4,65	3	4	0,88	1,00	1,00	0,86	1,00	3,04	1,87	1,39	1,551995			0,115469
	4,65	4,80	2		0,88	1,00	1,00	0,86	1,00							
	4,80	4,95	2		0,88	1,00	1,00	0,86	1,00							
3	7,00	7,15	2	2	0,88	1,00	1,00	0,95	1,00	1,68	1,85	1,35	1,76769			0,063777
	7,15	7,30	1		0,88	1,00	1,00	0,95	1,00							
	7,30	7,45	1		0,88	1,00	1,00	0,95	1,00							
4	12,50	12,65	11	30	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	26,50	2,05	1,69	1,978415	66,05463505	34,9374	
	12,65	12,80	14		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	12,80	12,95	16		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
5	15,00	15,15	9	26	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	22,97	2,03	1,65	2,192765	59,17138043	33,56071	
	15,15	15,30	12		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	15,30	15,45	14		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
6	18,00	18,15	11	29	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	25,62	2,04	1,68	2,408865	60,28089219	34,6023	
	18,15	18,30	12		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	18,30	18,45	17		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
7	21,00	21,15	9	26	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	22,97	2,03	1,65	2,623465	55,20427664	33,56071	
	21,15	21,30	13		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							

	21,30	21,45	13		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
8	24,00	24,15	14	31	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	27,38	2,06	1,70	2,192765	64,61091243	35,26697	
	24,15	24,30	14		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	24,30	24,45	17		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
9	27,00	27,15	12	25	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	22,08	2,02	1,64	2,408865	55,96940331	33,20027	
	27,15	27,30	11		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	27,30	27,45	14		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
10	30,00	30,15	14	33	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	29,15	2,07	2,07	2,623465	62,19321669	35,91052	
	30,15	30,30	16		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							
	30,30	30,45	17		0,88	1,00	1,00	1,00	1,00							

PROVA SN₂

N° SPT	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	N° colpi	Nspt	Nspt modifi- cata	σ'_{med}	Dr(kg/cm ²)	φ	Cu
1	4,50	4,65	1	3	25	1,357865			1,85
	4,65	4,80	1						
	4,80	4,95	2						
2	7,50	7,65	2	6	44	1,551995			1,672
	7,65	7,80	2						
	7,80	7,95	4						

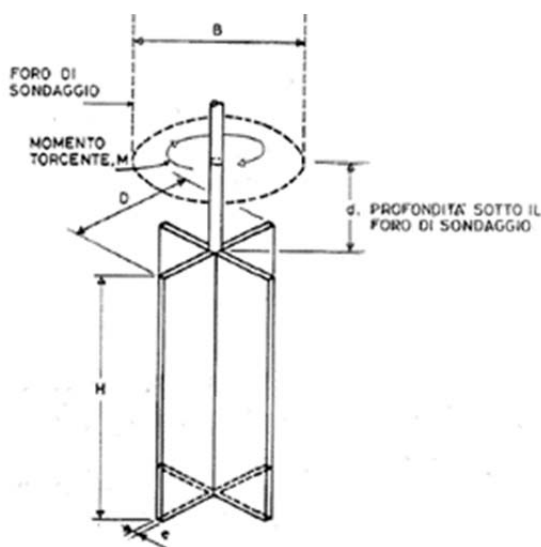
3	10,00	10,15	5	23	72	1,76769			2,736
	10,15	10,30	10						
	10,30	10,45	13						
4	13,00	13,15	7	23	45	1,978415	86,07689992	40,98076	
	13,15	13,30	11						
	13,30	13,45	12						
5	18,00	18,15	6	21	27	2,192765	64,1570815	35,12461	
	18,15	18,30	8						
	18,30	18,45	13						
6	21,00	21,15	4	18	30	2,408865	65,23474819	36,2132	
	21,15	21,30	7						
	21,30	21,45	11						
7	24,00	24,15	5	18	46	2,623465	78,12727122	41,26785	
	24,15	24,30	9						
	24,30	24,45	9						
8	27,00	27,15	10	31	27	2,192765	64,1570815	35,12461	
	27,15	27,30	15						
	27,30	27,45	16						
9	30,00	30,15	9	30	30	2,408865	65,23474819	36,2132	
	30,15	30,30	13						
	30,30	30,45	17						
10	33,00	33,15	10	23	46	2,623465	78,12727122	41,26785	
	33,15	33,30	10						
	33,30	33,45	13						

5.3 POCKET PENETRATION TEST E VANE TEST

Le prove di resistenza alla penetrazione (Pocket Penetration Test) e scissometrica (Vane Test) eseguite su carotaggi prelevati, relativamente ai terreni coesivi, permettono di stimare approssimativamente in loco, il valore medio della coesione non drenata (c_u).

Il Pocket Penetrometer (Penetrometro tascabile) è utilizzato per determinare la resistenza alla penetrazione di strati superficiali e di campioni: lo strumento viene spinto nel terreno incontrando la forza della terra che comprime la molla fornendo il valore della resistenza stessa con profondità di misura di 5 mm.

Il Torvane, invece, è un dispositivo di taglio portatile usato per la determinazione rapida della resistenza al taglio in terreni coesivi saturi, la cui forza non drenata è indipendente dalla pressione normale (argille di varia consistenza). Lo strumento, costituito da lame tra loro ortogonali, viene infisso nel foro e contemporaneamente viene fatto ruotare, misurando il momento torcente; durante la prova non è possibile alcun drenaggio e dunque la prova può essere assimilata alla prova triassiale senza drenaggio. La prova va eseguita con velocità di rotazione standard di 6 gradi/min e il rapporto H/D deve essere pari a 2 con diametro da 40 a 70 mm.



Il valore della coesione non drenata, nello studio in esame è stata stimata mediante le seguenti correlazioni:

$$c_u = \frac{1}{2} \div \frac{1}{3} R_{PP} \quad \text{con resistenza misurata con Pocket Penetration Test}$$

$$c_u = R_{VT} \quad \text{con resistenza misurata nell'esecuzione del Vane Test}$$

Laddove le prove di resistenza alla penetrazione (P.P.T.) siano eseguite su terreni coesivi con una frazione granulare (sabbie e limi grossolani) non trascurabile, la coesione non drenata viene stimata con maggiore precisione dal valore relativo a $1/3 R_{PP}$, mentre se la frazione granulare è trascurabile, tale valore è più prossimo a $1/2 R_{PP}$.

5.4 PROVA CPTU

Le misure registrate durante la prova vengono riportate in appositi grafici in cui, in ordinata viene messa la profondità di prova, mentre in ascissa vengono riportate q_c , f_s e R_f (rapporto tra q_c ed f_s) come quelli forniti a seguito della prova e riportati in Allegato 4.

Mediante i valori ottenuti, è possibile ricavare i seguenti parametri:

1. Classificazione dei terreni sottoposti alla prova, servendosi di alcuni abachi

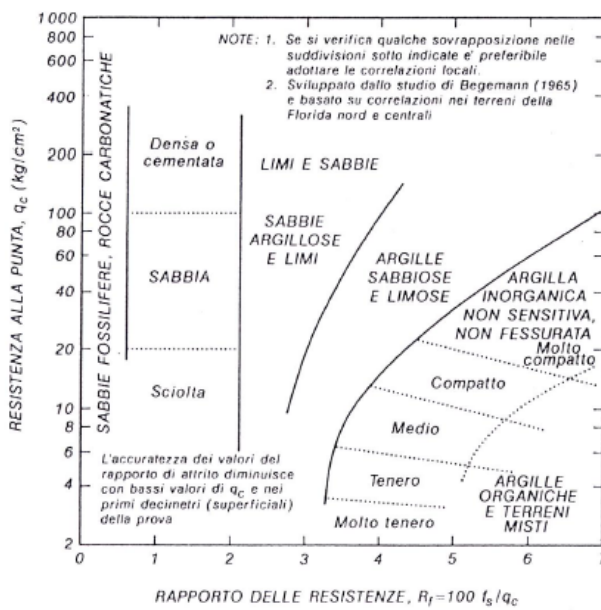


Figura 4 – Punta Meccanica

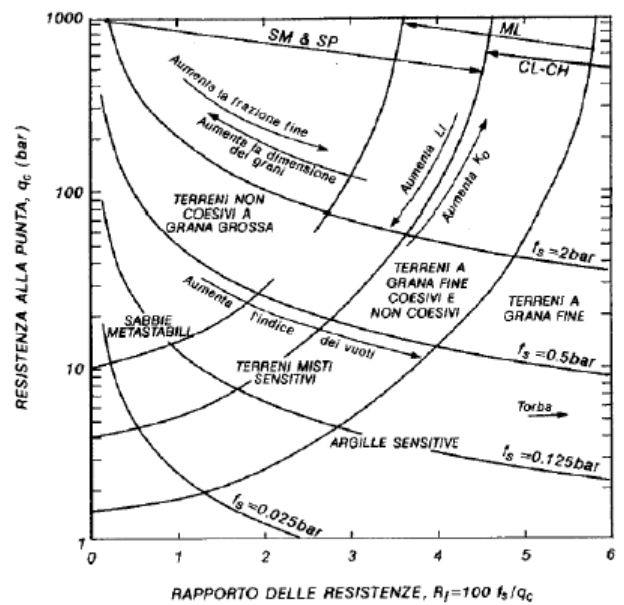


Figura 5 – Punta Elettrica

2. Densità relativa e angolo d'attrito con la correlazione di Schmertmann

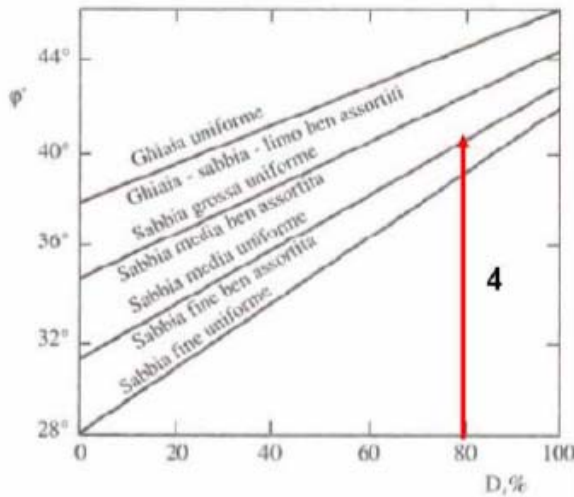
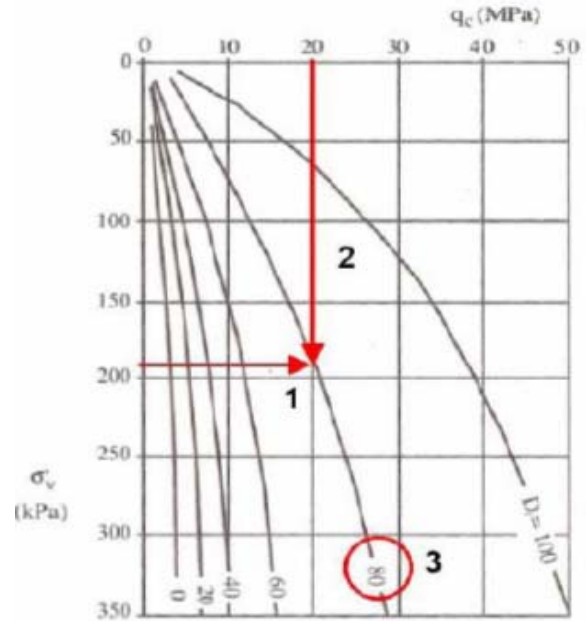


Figura 6 – Abachi di Schmertmann



3. Resistenza al taglio non drenata, mediante una relazione base empirica derivata dalle formule di capacità portante del singolo palo:

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_c} \quad \text{con} \quad N_c = 15-20$$

4. Modulo di compressione edometrica:

$$E_{ed} = \alpha q_c \rightarrow \text{per terreni a grana grossa con } \alpha \text{ parametro adimensionale che assume valori pari a } 2,5 < \alpha < 5;$$

$$M = \alpha q_c \rightarrow \text{per terreni limo-argillosi con } \alpha \text{ che dipende dal tipo di materiale.}$$

5.5 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

I campioni indisturbati, prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi stratigrafici, sono stati sottoposti alle prove di laboratorio per la definizione delle caratteristiche fisiche e meccaniche.

I dati completi relativi alle prove effettuate e la loro interpretazione sono riportati nei certificati di laboratorio riportati in Allegato 5.

L'analisi dei risultati di laboratorio, per ciò che riguarda le caratteristiche fisiche dei terreni, consiste nel confronto delle classi granulometriche dei campioni con quelle definite nelle analisi di campagna e riportate nelle stratigrafie.

Inoltre, per i terreni coesivi, sulla base del diagramma di plasticità di Casagrande e dei limiti di Atterberg rilevati, si individua la classificazione dei diversi tipi di terreno.

6 PROVE DI LABORATORIO

6.1 CARATTERIZZAZIONE FISICA

Per la caratterizzazione fisica dei terreni in sito si sono determinati i seguenti parametri:

- grado di umidità media: W_n
- peso di volume naturale: γ_n
- peso di volume dei granuli: γ_s
- Limiti di consistenza (Atterberg)
- Analisi granulometrica per sedimentazione, per individuare la granulometria dei terreni

6.2 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA

6.2.1 Prova di taglio diretto

La prova di taglio diretto permette di determinare l'angolo di attrito ϕ' in laboratorio o direttamente sul posto; con apposita apparecchiatura (Figura 7), viene raggiunta nel provino la rottura provocando un taglio secondo un piano prestabilito e viene misurata la forza orizzontale applicata al campione per raggiungere tale rottura: si misura così la resistenza data dal campione al fatto che questo venga indotto a rompersi su un piano orizzontale.

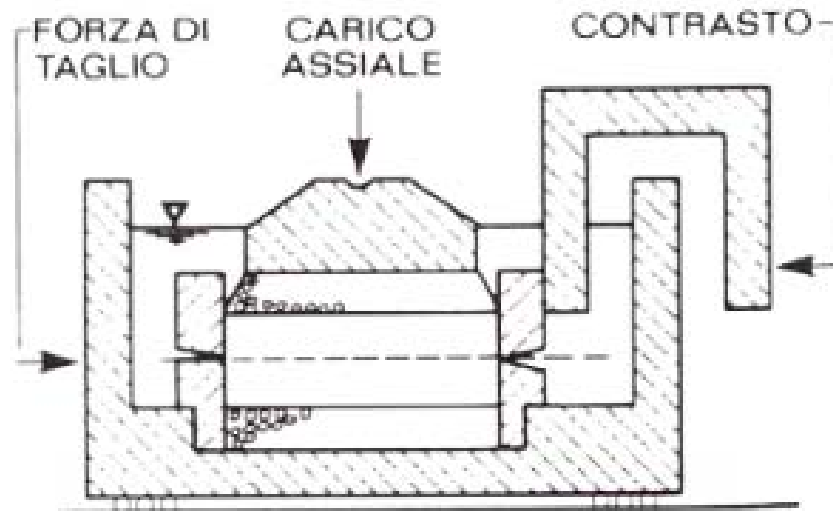


Figura 7 – Apparecchiatura prova di taglio diretto

Le grandezze che vengono misurate in questa prova sono:

- F : forza orizzontale (misurata);
- x : spostamento orizzontale (imposto);
- N : forza normale applicata (imposta);
- y : spostamento verticale (misurata).

Da questa prova si ottiene un legame F-x rappresentato da una curva, nella quale è possibile identificare il valore critico (o residuo) ed il valore di picco (Figura 8); inoltre è possibile ricavare l'angolo d'attrito dalla relazione seguente:

$$F = N \tan \phi' \begin{cases} \rightarrow \tan \phi'_{picco} = \frac{F_{picco}}{N} \\ \rightarrow \tan \phi'_{crit} = \frac{F_{crit}}{N} \end{cases}$$

L'angolo d'attrito può essere ricavato anche mediante costruzione grafica, riportando i valori delle varie resistenze di picco in funzione della tensione efficace applicata ed interpolandoli.

Una volta identificato il valore di questi due angoli, è possibile ricavare la dilatanza come loro differenza, ossia la capacità del materiale di ordinarsi in presenza di forze di taglio che dipende dal rapporto fra le forze interparticellari; essa permette di interpretare la conformazione del materiale e la densità dei suoi costituenti.

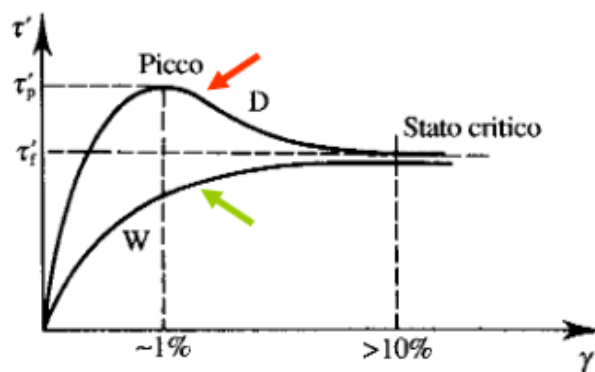


Figura 8 – Diagramma tensioni-deformazioni

La dilatanza (e di conseguenza l'angolo di resistenza al taglio) cresce con la densità relativa, ma diminuisce all'aumentare della tensione efficace normale sul piano di rottura; essa, responsabile dell'instabilità del materiale, è massima in condizioni di resistenza di picco, tendendo poi ad attestarsi su un valore costante fino ad annullarsi a grandi deformazioni: allo stato critico, ovvero in condizioni ultime di resistenza, l'angolo di resistenza del materiale coincide con l'angolo d'attrito interno ϕ_{cv} , essendo $\Delta V = 0$.

6.2.2 Prova triassiale TxCU

La prova triassiale è una prova fondamentale per lo studio del comportamento delle terre e permette di ricavare la resistenza al taglio e la deformabilità dei terreni in termini di tensioni principali: è un dispositivo assialsimmetrico, dunque il provino è soggetto sostanzialmente a due tensioni principali.

È un'attrezzatura cilindrica opportunamente predisposta (Figura 9), con un campione di dimensioni standard pari a:

- $d = 35-38\text{mm}$;

- $h = 2-2,5 d_i$

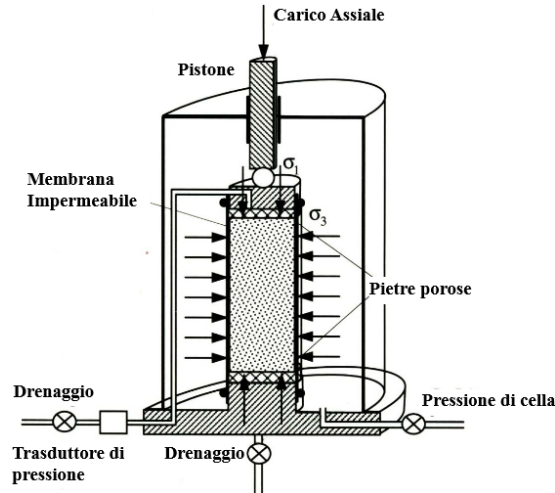


Figura 9 – Apparecchiatura della prova Tx

Il provino è prima sottoposto ad una pressione isotropica durante la fase di consolidazione, mettendo in pressione l'acqua della cella (pressione di contenimento) con l'applicazione della tensione di confinamento σ_c , sia con drenaggi aperti che con drenaggi chiusi. Successivamente il provino viene sottoposto ad una pressione in direzione assiale σ_a mediante l'utilizzo di una pressa a velocità di deformazione costante, fino ad arrivare a rottura con l'applicazione della tensione deviatorica, sia con drenaggi aperti che con drenaggi chiusi.



Le prova triassiali si distinguono in relazione alla condizione di drenaggio realizzata:

- Prova triassiale non consolidata e non drenata TxUU (o senza drenaggio) = non viene permesso il drenaggio e nessuna dissipazione di pressione dei pori in nessuna delle due fasi;
- Prova con consolidazione e senza drenaggio TxCU = viene permesso il drenaggio soltanto nella prima fase, mentre non è permesso alcun drenaggio nella seconda e si misura la pressione neutrale.

Prova TxCU

La prova prevede una prima fase con l'applicazione di una tensione di confinamento con drenaggi aperti, in cui il terreno può consolidare, variare di volume ed espellere l'acqua, raggiungendo l'equilibrio tra tensioni totali esterne e tensioni efficaci; successivamente si effettua la seconda fase in cui, con drenaggi chiusi, si porta il campione a

rottura per incremento di deformazione assiale. Si ha un incremento della tensione efficace che permette la misura di una resistenza al taglio via via crescente fino al valore di rottura e la misura delle sovrappressioni neutrali che si sviluppano. Anche in questo caso, è possibile ricavare i cerchi di Mohr (Figura 10) e, tracciando la retta tangente ai tre cerchi, si ricava l'involuppo di resistenza: una retta di pendenza costante dalla quale si ricava l'angolo d'attrito e la cui intercetta con l'asse delle ordinate varia in base al tipo di materiale, normalconsolidato o sovraconsolidato:

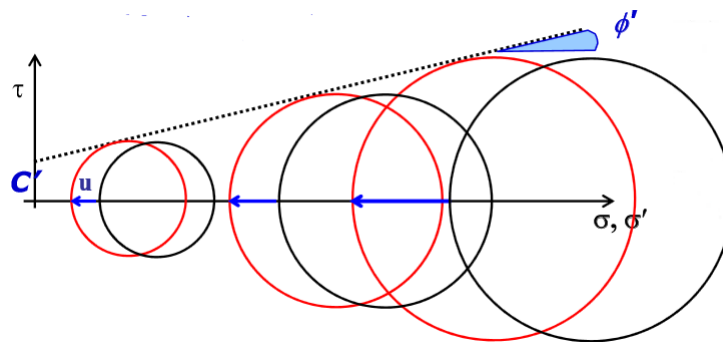


Figura 10 – Cerchi di Mohr TxCU

$$TxCU/NC \begin{cases} \tau = \sigma' \tan \phi' \\ \phi'_{crit} = costante(\sigma') > 0 \end{cases} \quad TxCU/OC \begin{cases} \tau_p = c' + \sigma' \tan \phi'_p \\ \phi'_p < \phi'_{crit} \end{cases}$$

6.2.3 Prova di consolidazione edometrica

La prova edometrica permette di determinare le caratteristiche di compressibilità delle terre, utilizzando uno stato di simmetria radiale e non considerando componenti radiali della deformazione (deformazione monodimensionale); è una prova molto utilizzata per la semplicità di realizzazione e perché simula la consolidazione naturale del terreno per effetto del peso degli strati sovrastanti senza deformazioni laterali.

La prova viene realizzata con apposita apparecchiatura (Figura 11), incrementando geometricamente un carico assiale che, ad ogni gradino, viene mantenuto costante per un tempo sufficiente a completare la consolidazione.

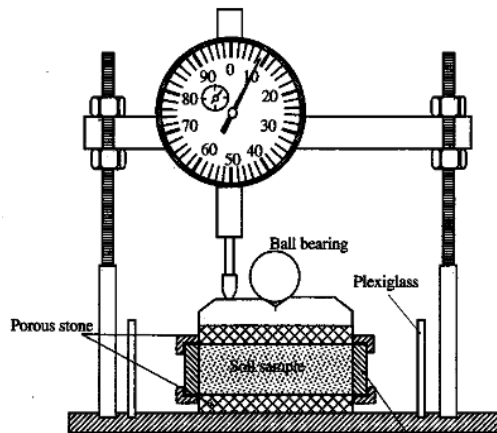


Figura 11 – Apparecchiatura della prova edometrica

Le grandezze misurate dalla prova edometrica sono:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta\sigma = \frac{\Delta P}{A} \rightarrow \text{tensioni} \\ \Delta H (\rightarrow \Delta\varepsilon_z) \rightarrow \text{deformazioni} \\ \Delta t \rightarrow \text{tempi} \end{array} \right.$$

Dai risultati ottenuti, è possibile ricavare una relazione tra l'indice dei vuoti e la pressione efficace, realizzando dei diagrammi $e-\sigma'$ (come quelli forniti dall'esercitazione) e un insieme di curve che rappresentano come variano i cedimenti in funzione del tempo, realizzando dei diagrammi $H-t$.

Dalla pendenza dei vari tratti del grafico $e'-\log\sigma'$, è possibile ricavare C_r (indice di ricomprensione), C_c (indice di compressione) e C_s ; inoltre è possibile calcolare il valore del coefficiente di consolidazione primaria C_v (con la costruzione di Casagrande) e del coefficiente di consolidazione secondaria C_{α} , considerando un tratto nella parte terminale del grafico:

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{\Delta H_{\alpha}}{H_0} \rightarrow C_{\alpha,\varepsilon} = \frac{\varepsilon_{\alpha}}{\log(t_2/t_1)} \rightarrow C_{\alpha} = \frac{\Delta e_{\alpha}}{\Delta \log t} = (1 + e_o)C_{\alpha,\varepsilon}$$

Con la costruzione di Casagrande è possibile determinare il valore di pressione di consolidazione il quale, confrontato con quello della tensione verticale efficace attuale, fornisce il grado di consolidazione OCR:

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}$$

- $OCR > 1$: terreni sovraconsolidati o precompressi;
- $OCR = 1$: terreni normalconsolidati;
- $OCR < 1$: terreni sottoconsolidati.

7 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Le prove effettuate nel tratto analizzato avvalorano il risultato ottenuto con il sondaggio SN₁ ed evidenziano una caratterizzazione pressoché omogenea dei terreni interessati dall'intervento.

Nello specifico, dopo un primo strato di 50 cm di terreno vegetale che verrà rimosso, il terreno è stato suddiviso in strati prevalentemente sabbiosi, intercalati da limi e argille, alternati e con diversi spessori. Dopo un primo strato di sabbia fine limosa debolmente argillosa e un secondo di limo sabbioso con presenza di materiale organico, ver-

so i 10 metri di profondità è presente un banco sabbioso moderatamente addensato di circa 10-15 m di spessore.

Dopodiché si susseguono strati di limo sabbioso e in seguito di sabbia limosa.

La linea di falda individuata con le prove penetrometriche e con il sondaggio si attesta attorno a 1-2 m dal piano campagna.

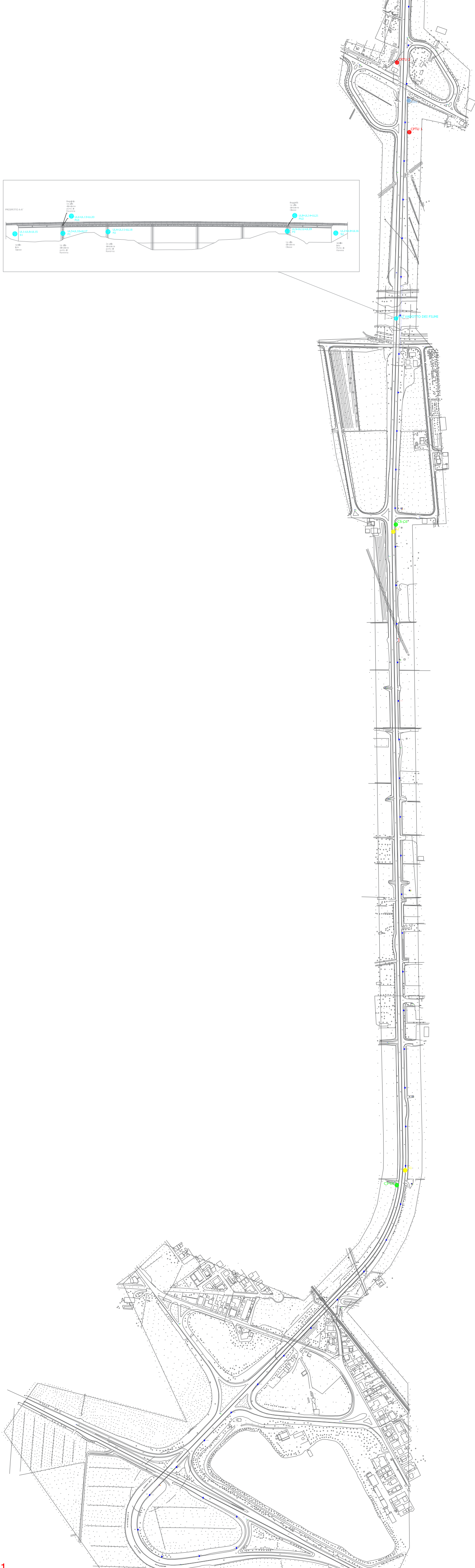
Di seguito viene riportata la stratigrafia individuata dallo studio delle varie prove esposte con tabella riassuntiva dei parametri che caratterizzano i diversi strati di terreno.

La tabulazione delle tensioni iniziali è riportata in Allegato 6.

Livelli	Profondità [m]	Spessore [m]	Classificazione terreno	Note	Dati forniti e calcolati						
1	0,50	2,00	Sabbia fine limosa debolmente argillosa, sciolta, da umida a satura, poco coerente, di colore da marrone avana a grigio	Si utilizzano i dati relativi alla SPT1 (m 1,70-2,15)	γ_{dry} [t/m ³] e [KN/m ³]	1,38	13,53				
	SPT 1,70				γ_{sat} [t/m ³] e [KN/m ³]	1,86	18,24				
					α	4,00					
					q_c medio [kg/cm ²] e [kPa]	59,14	5800				
					PP [kg/cm ²]	1,40					
					C_u [kg/cm ²]	0,20					
					M [kPa]	23200,00					
					m_v [kPa ⁻¹]	0,0000431					
					v	0,35					
					Φ' [°]	24,00					
					E' [kPa]	23200,00					
2,50					G' [kPa]	8592,59					
2	2,50	8,50	Da limo sabbioso a sabbia limosa, moderatamente coerente, da sciolta a poco addensata, nei tratti marcatamente coesivi consistente e plastico, da umido a saturo, di colore grigio. Sono presenti dei tratti ricchi di materia organica: - da 6,8 m a 7,2 m; da 8,7 m a 9,1 m.	Si utilizzano i dati relativi alla SPT2 (m 4,50-4,95) SPT3 (m 7,00-7,45)	γ_{sat} [t/m ³] e [KN/m ³]	1,86	18,24				
	SPT 4,50				γ' [t/m ³] e [KN/m ³]	0,86	8,43				
					α	3,00					
					q_c medio [kg/cm ²] e [kPa]	59,14	5800				
					E_{ed} [kPa]	17400,00					
					v	0,30					
					Dr [%]	30,00					
					Φ' [°]	28,00					
					E' [kPa]	17400,00					
					11,00				G' [kPa]	6692,31	
					3	11,00	14,60	Sabbia limosa, a tratti limo con sabbia, coerente, moderatamente addensata, da umida a satura, di colore grigio.	Si utilizzano i dati relativi alla SPT4 (m 12,50-12,95) SPT5 (m 15,00-15,45) SPT6 (m 18,00-18,45) SPT7 (m 21,00-21,45) SPT8 (m 24,00-24,45) Si utilizzano i dati relativi al campione C1 (m 12,00-12,50)	γ_{sat} [t/m ³] e [KN/m ³]	2,04
C1 12,00	γ' [t/m ³] e [KN/m ³]	1,04	10,22								
SPT 12,50	W [%]	-									
SPT 15,00	W_L [%]	N.D.									
	W_P [%]	N.D.									
	I_p [%]	N.C.									
	I_L [%]	N.C.									
	α	2,50									
	q_c medio [kg/cm ²] e [kPa]	61,18	6000								
	E_{ed} [kPa]	15000,00									
	v	0,25									
	Dr [%]	71,00									
	Φ' [°]	32,00									
SPT 18,00	E' [kPa]	12500,00									
SPT 21,00	G' [kPa]	5000,00									
25,60											
4	25,60	9,40	Limo sabbioso e argilloso, da poco coerente a coerente, da umido a saturo, da molto consistente a consistente, di colore ocra chiaro e grigiastro.	Si utilizzano i dati relativi alla SPT9 (m 27,00-27,45) SPT10 (m 30,00-30,45)	γ_{dry} [g/cm ³] e [KN/m ³]	1,72	16,87				
	SPT 27,00				γ_{sat} [g/cm ³] e [KN/m ³]	2,05	20,10				
					α	2,00					
					q_c medio [kg/cm ²] e [kPa]	28,04	2750				
					PP [kg/cm ²]	1,95					
					C_u [kg/cm ²]	1,90					
					M [kPa]	5500,00					
					m_v [kPa ⁻¹]	0,000182					
					v	0,35					
					Φ' [°]	28,00					
					SPT 30,00	E' [kPa]	5500,00				
35,00				G' [kPa]	2037,04						
5	35,00	5,00	Sabbia limosa, coerente, moderatamente addensata, da umida a satura, di colore grigio.		γ_{sat} [gr/cm ³] e [KN/m ³]	1,94	19,00				
					γ' [gr/cm ³] e [KN/m ³]	0,94	9,19				
					α	2,50					
					q_c medio [kg/cm ²] e [kPa]	32,11	3150,00				
					E_{ed} [kPa]	7875,00					
					v	0,25					
					Dr [%]	65,00					
					Φ' [°]	34,00					
					E' [kPa]	6562,50					
					40,00				G' [kPa]	2625,00	

8 ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Ubicazione delle indagini



INQUADRAMENTO AREA



UBICAZIONE INDAGINI

S.S. 67 "Tosco-Romagnola"
Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna



- Legenda**
- Prove pacometriche-Ultrasoniche sui viadotti
 - C. Campioni di terra sottoposti ad analisi chimiche
 - A. Campioni di pavimentazione in conglomerato bituminoso
 - CPTU... Prove penetrometriche statiche
 - SN... Sondaggi geognostici

ALLEGATO 2 – Documentazione fotografica

1 SONDAGGI GEOGNOSTICI



Foto n.1: Postazione sondaggio SN1



Foto n.3: SN1 - Dettaglio Cassetta 1 da 0,0 a 5,0 m



Foto n.2: SN1 - Cassetta 1 da 0,0 a 5,0 m



Foto n.4: SN1 - Cassetta 2 da 5,0 a 10,0 m



Foto n.5: SN1 - Dettaglio Cassetta 2 da 5,0 a 10,0 m



Foto n.7: SN1 - Dettaglio Cassetta 3 da 10,0 a 15,0 m



Foto n.6: SN1 - Cassetta 3 da 10,0 a 15,0 m



Foto n.8: SN1 - Cassetta 4 da 15,0 a 20,0 m



Foto n.9: SN1 - Dettaglio Cassetta 4 da 15,0 a 20,0 m



Foto n.11: SN1 - Dettaglio Cassetta 5 da 20,0 a 25,0 m



Foto n.10: SN1 - Cassetta 5 da 20,0 a 25,0 m



Foto n.12: SN1 - Cassetta 6 da 25,0 a 30,0 m



Foto n.13: SN1 - Dettaglio Cassetta 6 da 25,0 a 30,0 m



Foto n.15: SN1 - Dettaglio Cassetta 7 da 30,0 a 35,0 m



Foto n.14: SN1 - Cassetta 7 da 30,0 a 35,0 m



Foto n.16: SN1 - Cassetta 8 da 35,0 a 40,0 m



Foto n.17: SN1 - Dettaglio Cassetta 8 da 35,0 a 40,0 m



Foto n.19: SN2 - Cassetta 1 da 0,0 a 5,0 m



Foto n.18: Postazione sondaggio SN2



Foto n.20: SN2 - Dettaglio Cassetta 1 da 0,0 a 5,0 m



Foto n.21: SN2 - Cassetta 2 da 5,0 a 10,0 m



Foto n.23: SN2 - Cassetta 3 da 10,0 a 15,0 m



Foto n.22: SN2 - Dettaglio Cassetta 2 da 5,0 a 10,0 m



Foto n.24: SN2 - Dettaglio Cassetta 3 da 10,0 a 15,0 m



Foto n.25: SN2 - Cassetta 4 da 15,0 a 20,0 m



Foto n.27: SN2 - Cassetta 5 da 20,0 a 25,0 m



Foto n.26: SN2 - Dettaglio Cassetta 4 da 15,0 a 20,0 m



Foto n.28: SN2 - Dettaglio Cassetta 5 da 20,0 a 25,0 m



Foto n.29: SN2 - Cassetta 6 da 25,0 a 30,0 m



Foto n.31: SN2 - Cassetta 7 da 30,0 a 35,0 m



Foto n.30: SN2 - Dettaglio Cassetta 6 da 25,0 a 30,0 m



Foto n.32: SN2 - Dettaglio Cassetta 7 da 30,0 a 35,0 m



Foto n.33: SN2 - Cassetta 8 da 35,0 a 40,0 m



Foto n.34: SN2 - Dettaglio Cassetta 8 da 35,0 a 40,0 m

2 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



Foto n.35: Esecuzione prova CPTU1



Foto n.37: Esecuzione prova CPTU3



Foto n.36: Esecuzione prova CPTU2



Foto n.38: Esecuzione prova CPTU4



Foto n.39: Esecuzione prova CPTU5



Foto n.41: Esecuzione prova CPTU7



Foto n.40: Esecuzione prova CPTU6



Foto n.42: Esecuzione prova CPTU8



Foto n.43: Esecuzione prova CPTU9



Foto n.45: Esecuzione prova CPTU11



Foto n.44: Esecuzione prova CPTU10

ALLEGATO 3 – Stratigrafie dei sondaggi geognostici

Committente: Anas S.p.A.	Sondaggio: SN1
Riferimento: Ind.geo.S.S. 67 Tosco-Romagnola-Adeguam. da Classe al Porto di RA	Data: 09-10/01/2020
Coordinate: lat. 44.404167°N long. 12.244049°E	Quota: 1 m slm
Perforazione: carotiere semplice diametro 101 mm rivestimento diametro 152 mm	

SCALA 1 :125

STRATIGRAFIA

Pagina 1/2

R v	A r s	metri batt.	LITOLOGIA	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			Campioni	Cass.	prof. m	Quota m	Spess. m	DESCRIZIONE
						m	S.P.T.	N Pt						
		1								0,5	0,5	0,5	Terreno vegetale limoso-sabbioso di colore marrone.	
		2		1.4		1,7	1-2-1	3	A				Sabbia fine limosa debolmente argillosa, sciolta, da umida a satura, poco coerente, di colore da marrone avana a grigio.	
		3								1	2,5	-1,5	2,0	Da limo sabbioso a sabbia limosa, moderatamente coerente, da sciolta a poco addensata, nei tratti marcatamente coesivi consistente e plastico, da umido a saturo, di colore grigio. Sono presenti dei tratti ricchi in materia organica: - a 6,8 m a 7,2 m; - da 8,7 m a 9,1 m.
		4				4,5	3-2-2	4	A					
		5												
		6												
		7				7,0	2-1-1	2	A					
		8								2				
		9												
		10												
		11												
		12				12,5	11-14-16	30	A	1) She < 12,00 12,50	11,0	-10,0	8,5	Sabbia limosa, a tratti limo con sabbia, coerente, moderatamente addensata, da umida a satura, di colore grigio.
		13								3				
		14												
		15				15,0	9-12-14	26	A					
		16												
		17												
		18				18,0	11-12-17	29	A					
		19								4				
		20												
		21				21,0	9-13-13	26	A					
		22												
		23								5				
		24				24,0	14-14-17	31	A					
		25												

Il Responsabile di sito
Geol. Daniel Marzetti

Il Direttore
Geol. Marco Simoncelli

Committente: Anas S.p.A.	Sondaggio: SN1
Riferimento: Ind.geo.S.S. 67 Tosco-Romagnola-Adeguam. da Classe al Porto di RA	Data: 09-10/01/2020
Coordinate: lat. 44.404167°N long. 12.244049°E	Quota: 1 m slm
Perforazione: carotiere semplice diametro 101 mm rivestimento diametro 152 mm	

SCALA 1:125

STRATIGRAFIA

Pagina 2/2

R v	A r s	metri batt.	LITOLOGIA	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			Campioni	Cass.	prof. m	Quota m	Spess. m	DESCRIZIONE
						m	S.P.T.	N						
		26								25,6	-24,6	14,6	Sabbia limosa, a tratti limo con sabbia, coerente, moderatamente addensata, da umida a satura, di colore grigio.	
		27		2.2		27,0	12-11-14	25	A	6			Limo sabbioso e argilloso, da poco coerente a coerente, da umido a saturo, da molto consistente a consistente, di colore ocra chiaro e grigiastro.	
		28		2.2										
		29												
		30				30,0	14-16-17	33	A					
		31												
		32								7				
		33												
		34		2										
		35		1.4						35,0	-34,0	9,4	Sabbia limosa, coerente, moderatamente addensata, da umida a satura, di colore grigio.	
		36												
		37								8				
		38												
		39												
		40								40,0	-39,0	5,0		

ALLEGATO 4 – Elaborazione delle prove penetrometriche statiche

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18	
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra	

Test information

Name: cptu1 anas Ra

Location: RavennaSS67

Date: 09/01/2020 08:52:18

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 0

Hydrostatic line [cm]: 125

Ground level [cm]: 0

Latitude: 4424.2269N

Longitude: 01214.6303E

Operator: D-R

Comments:

Probe code: MKj584

Site information

Name: ADEGUAMENTO SISMICO SS67

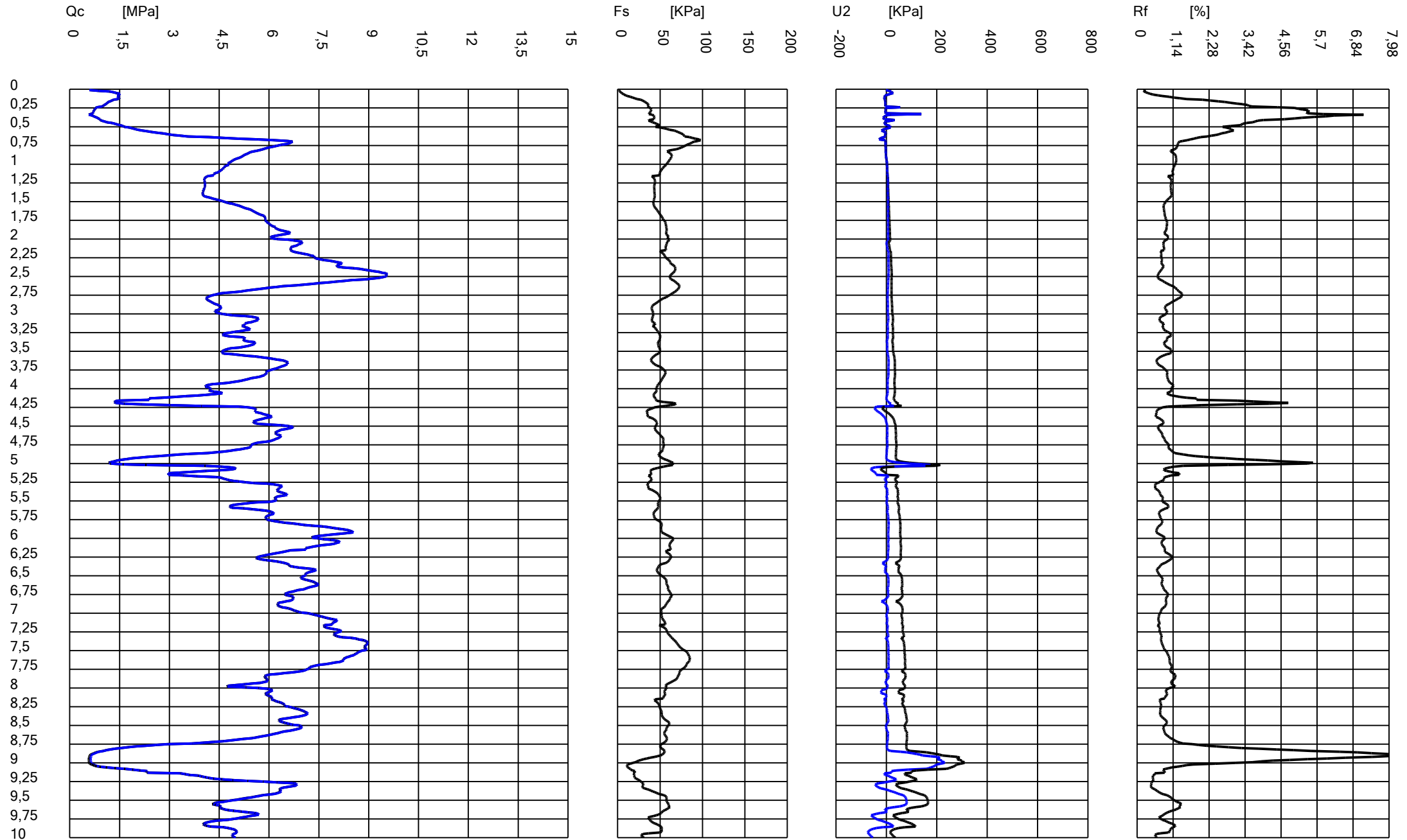
Date: 08/01/2020

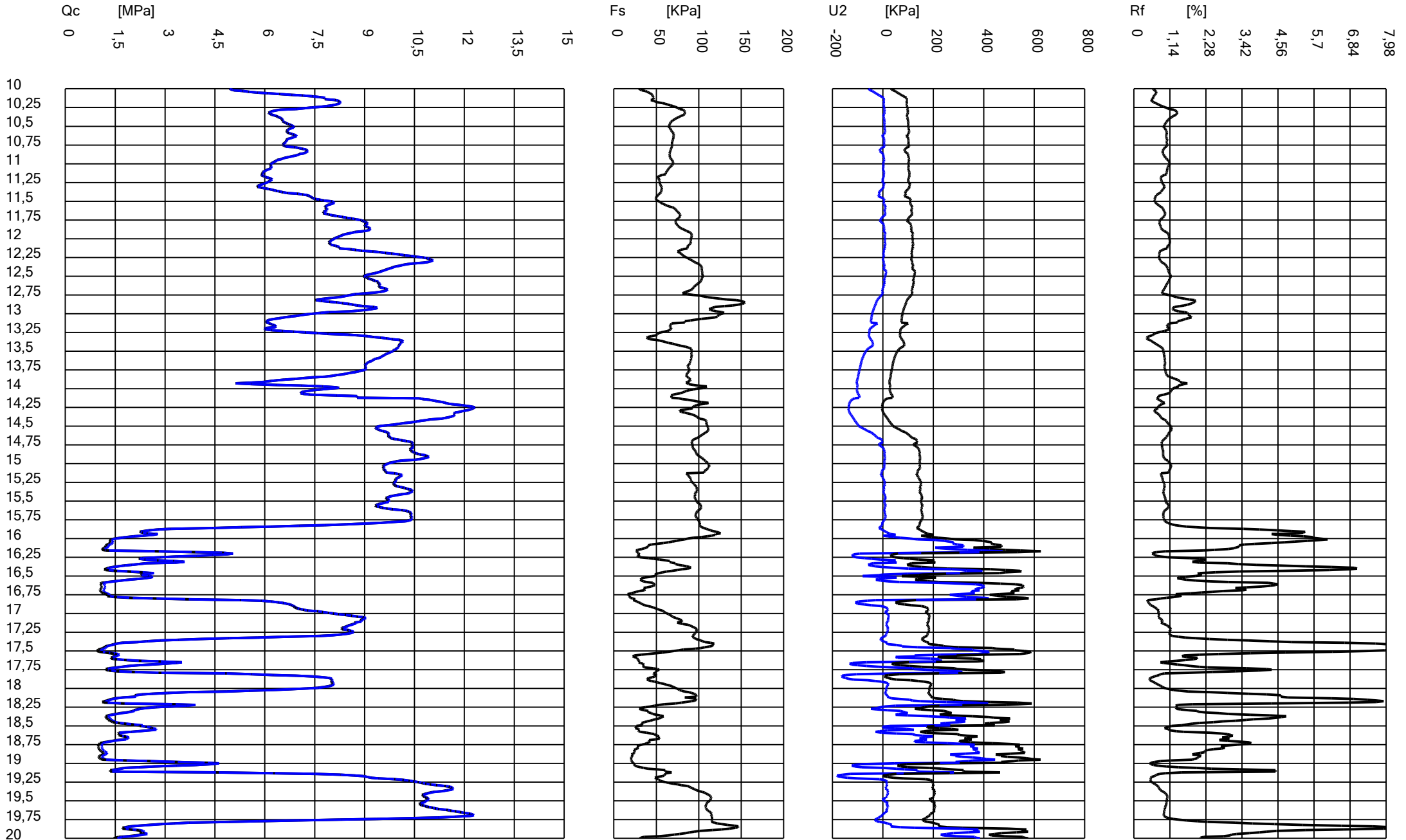
Commissioner: ANAS SPA

Locality: RAVENNA SS 67

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra





Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

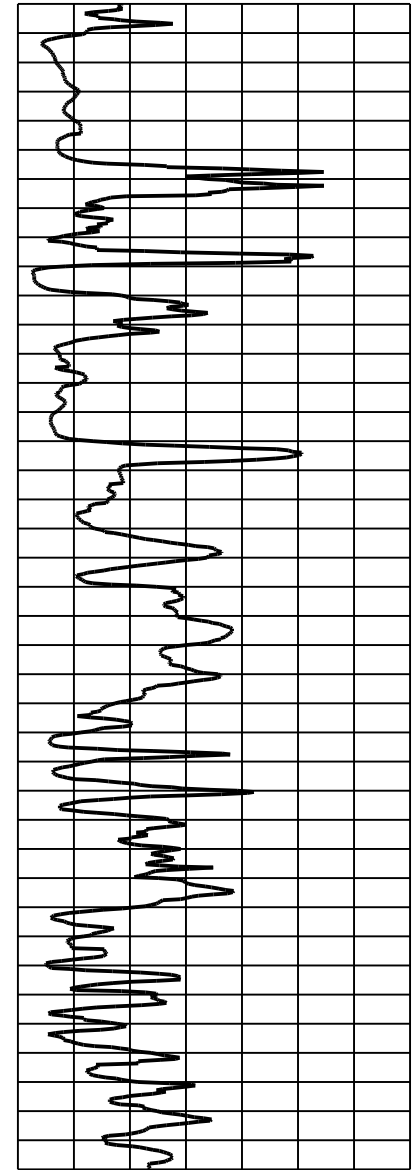
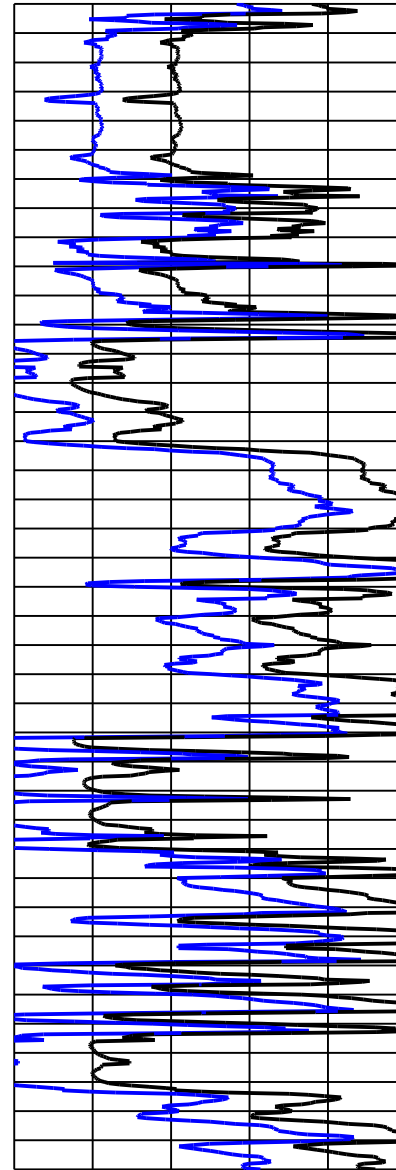
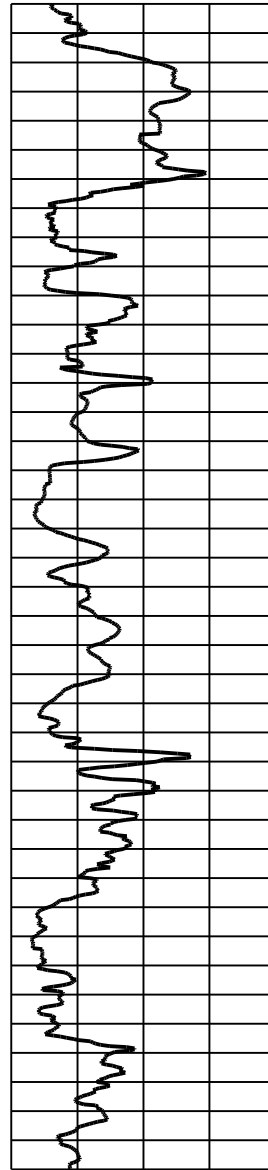
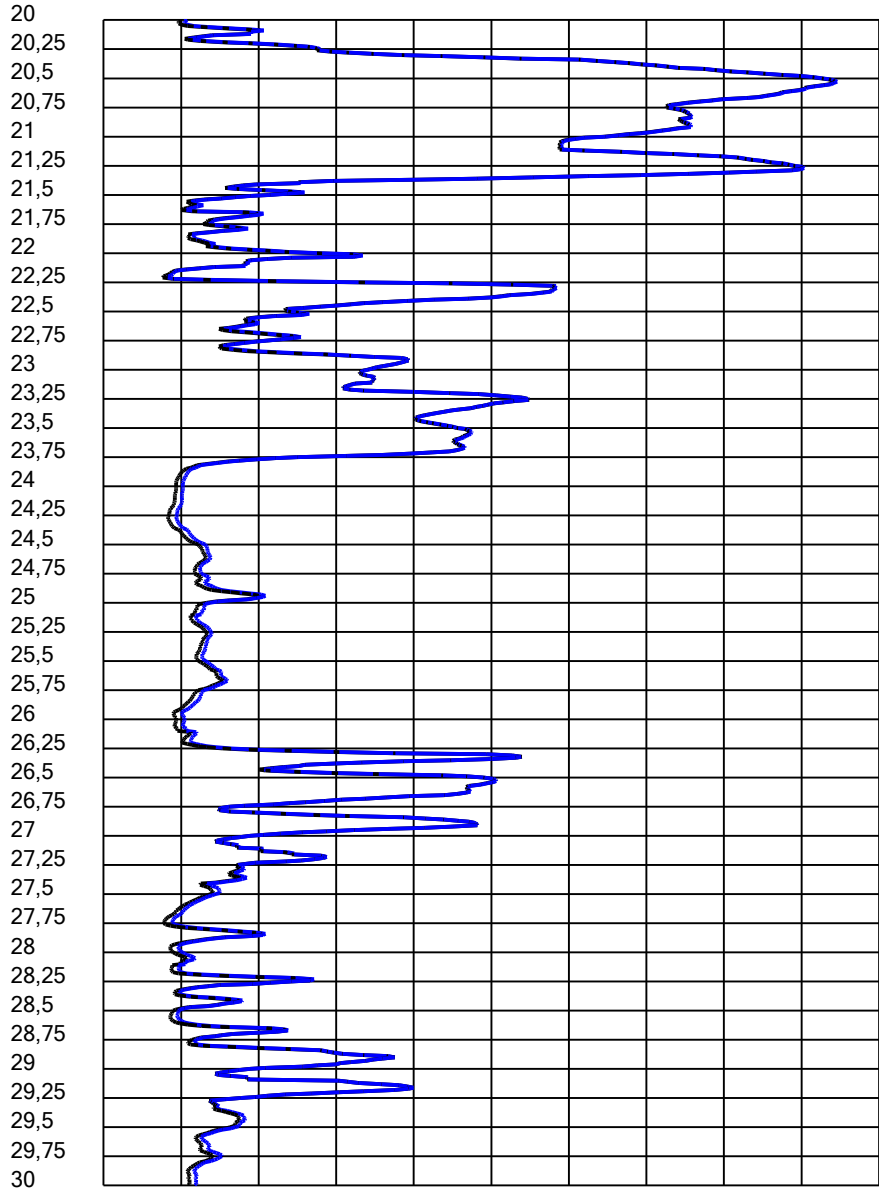
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra

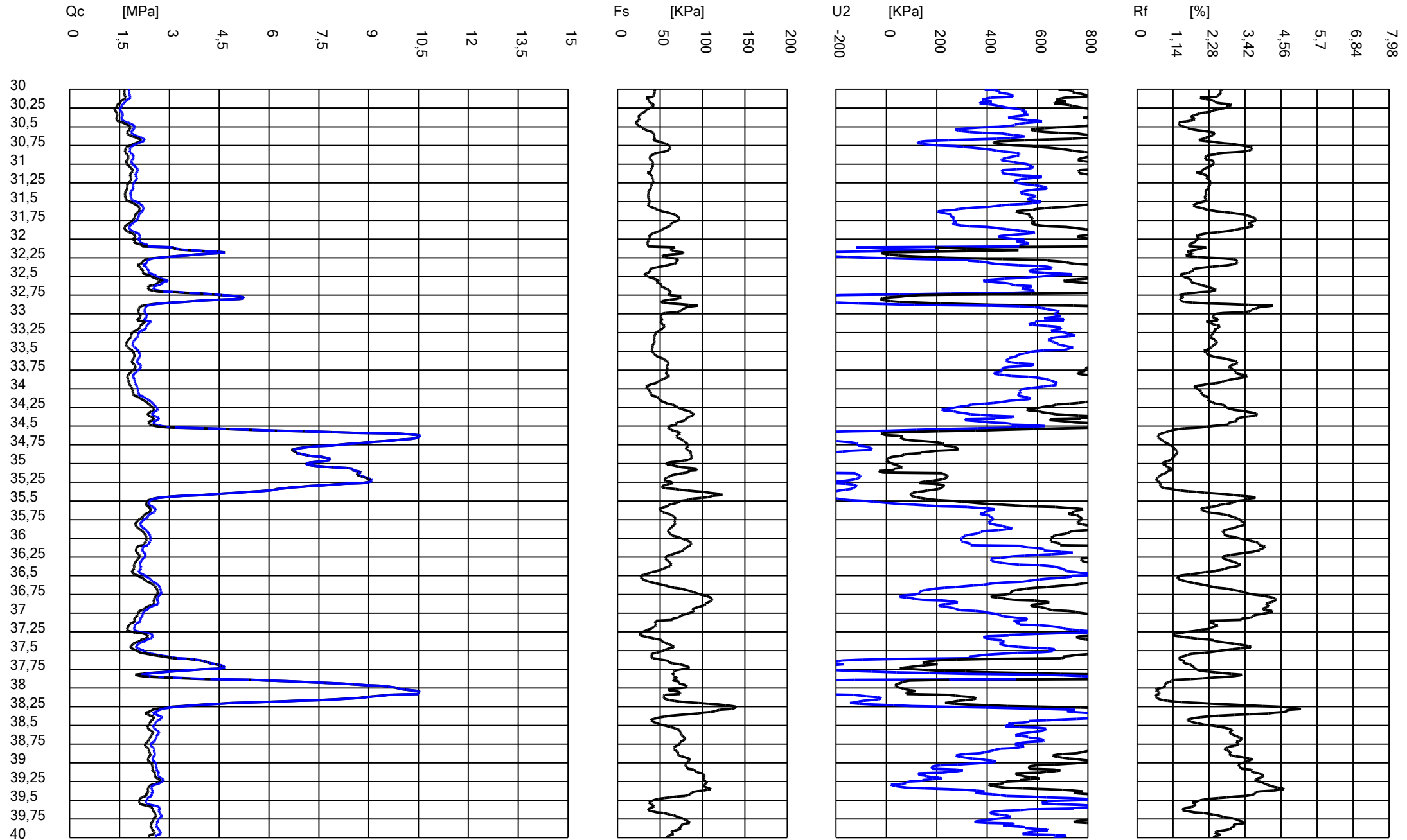
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98





Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra

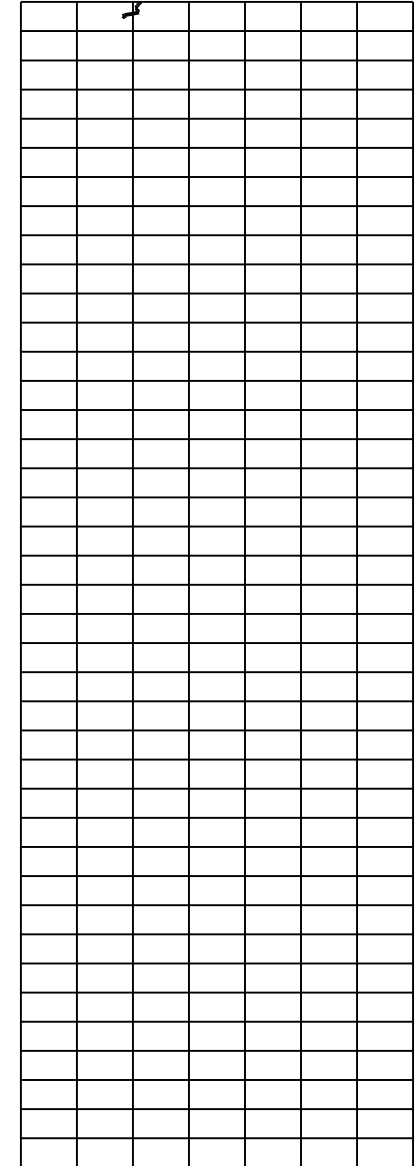
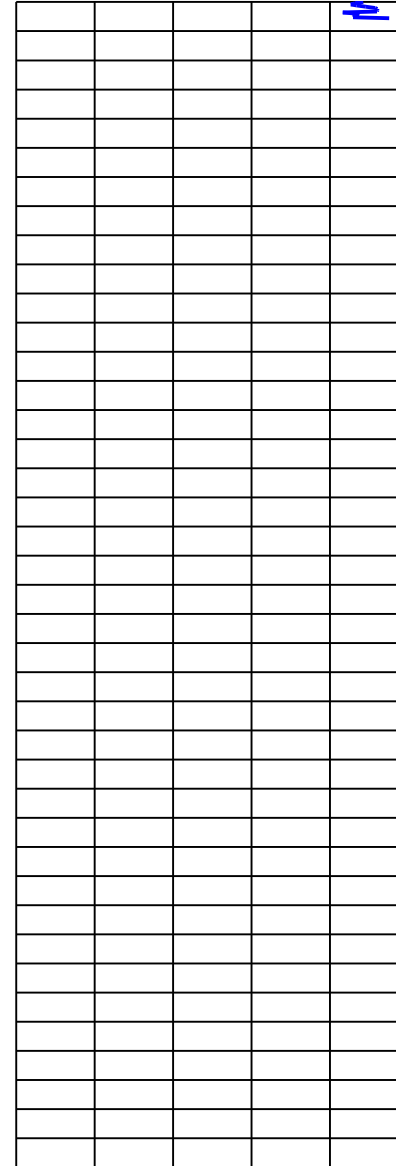
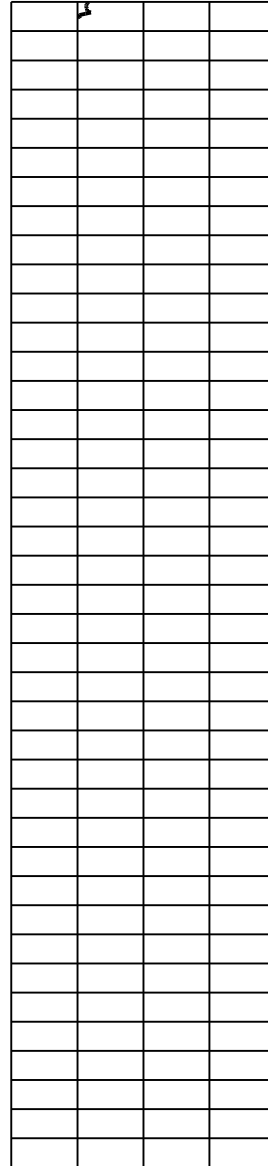
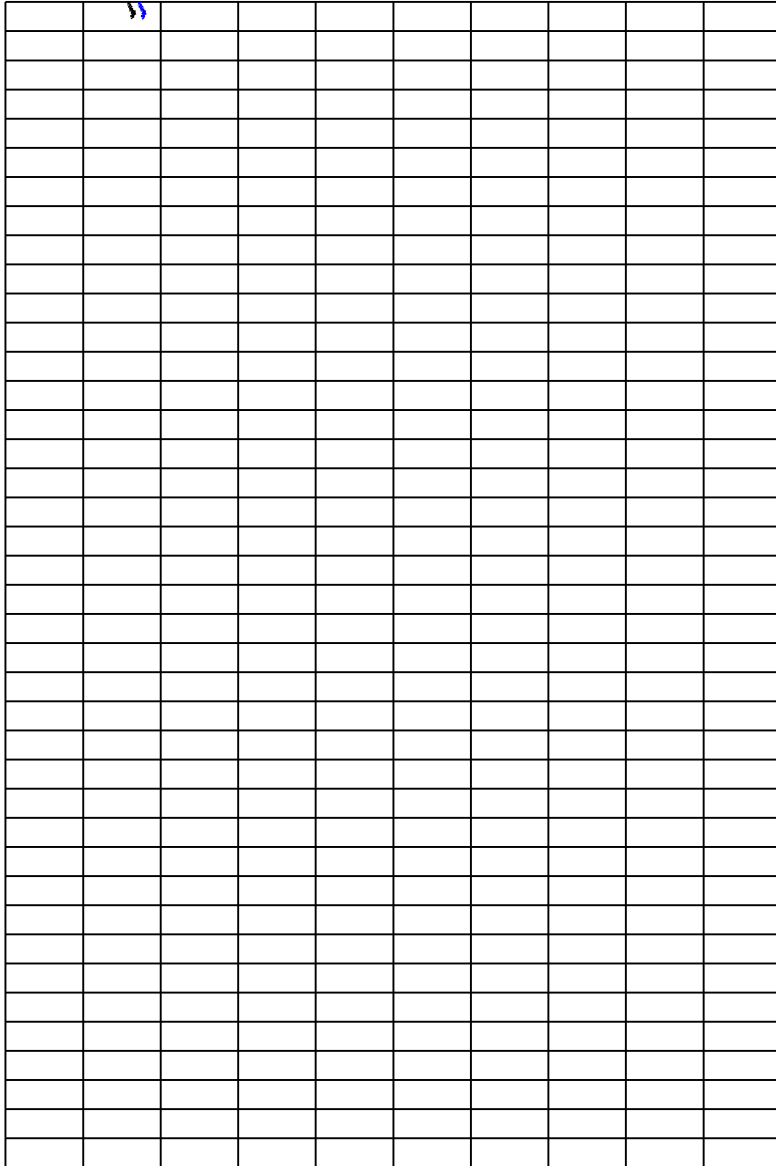
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

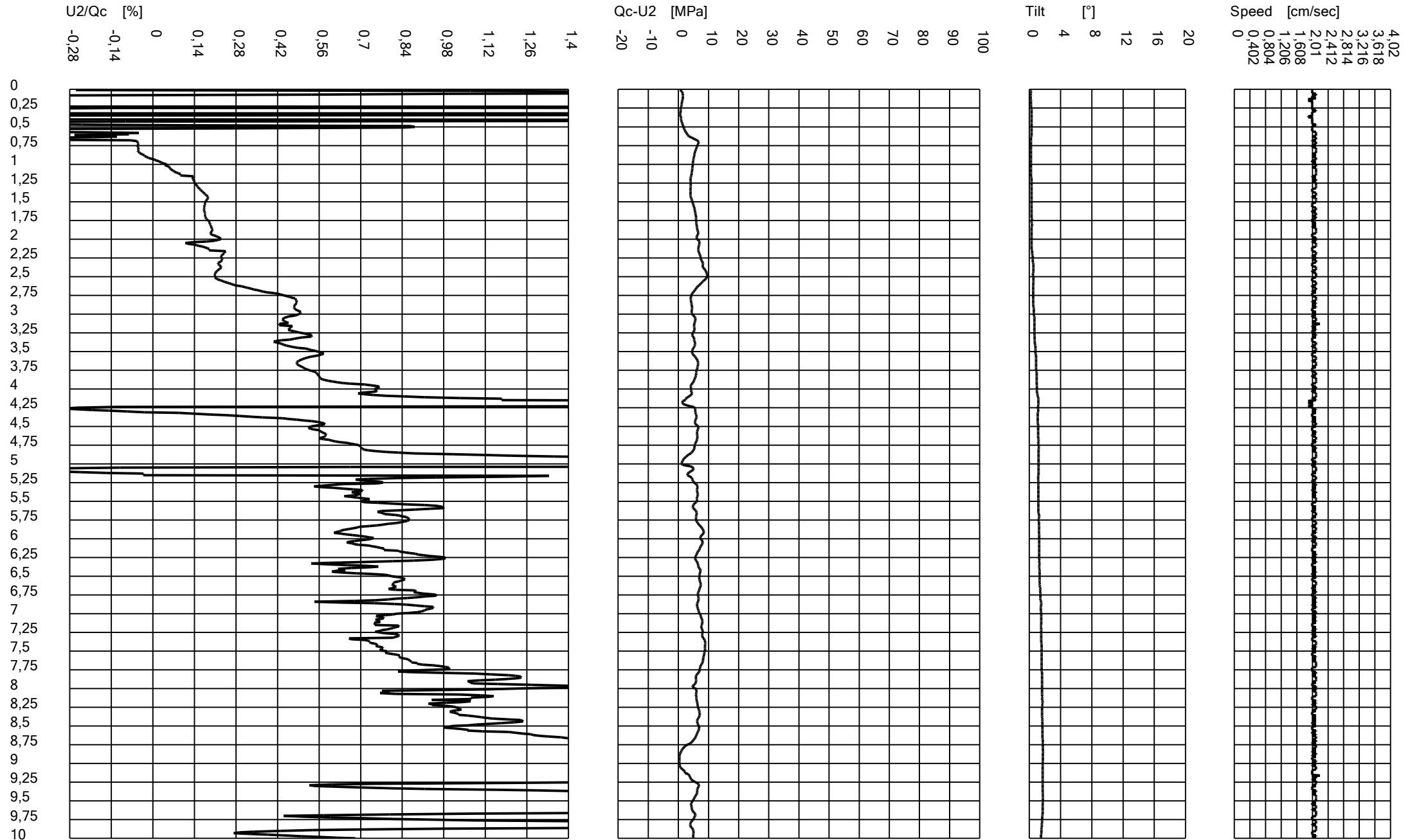
Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98

40
40,25
40,5
40,75
41
41,25
41,5
41,75
42
42,25
42,5
42,75
43
43,25
43,5
43,75
44
44,25
44,5
44,75
45
45,25
45,5
45,75
46
46,25
46,5
46,75
47
47,25
47,5
47,75
48
48,25
48,5
48,75
49
49,25
49,5
49,75
50



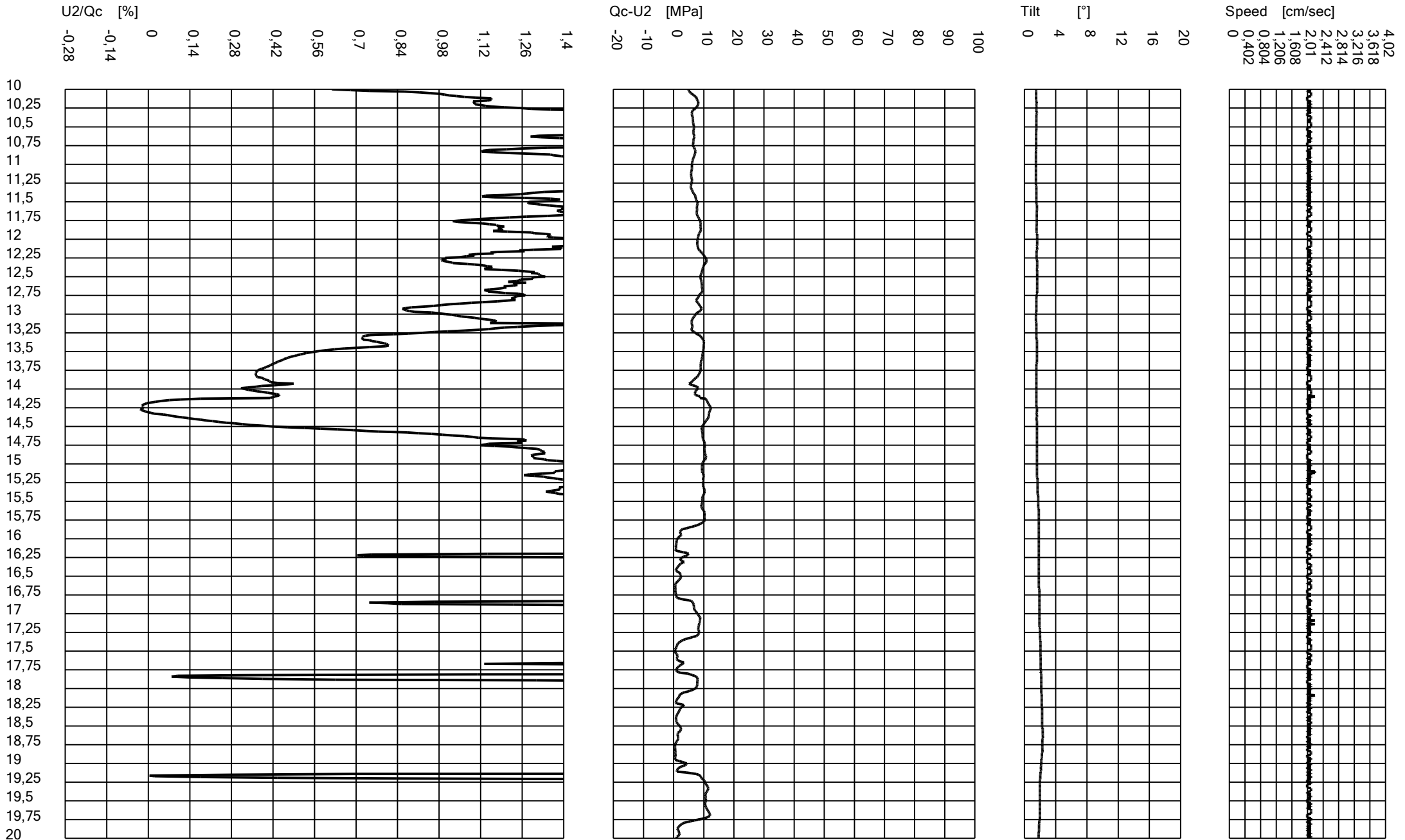
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra



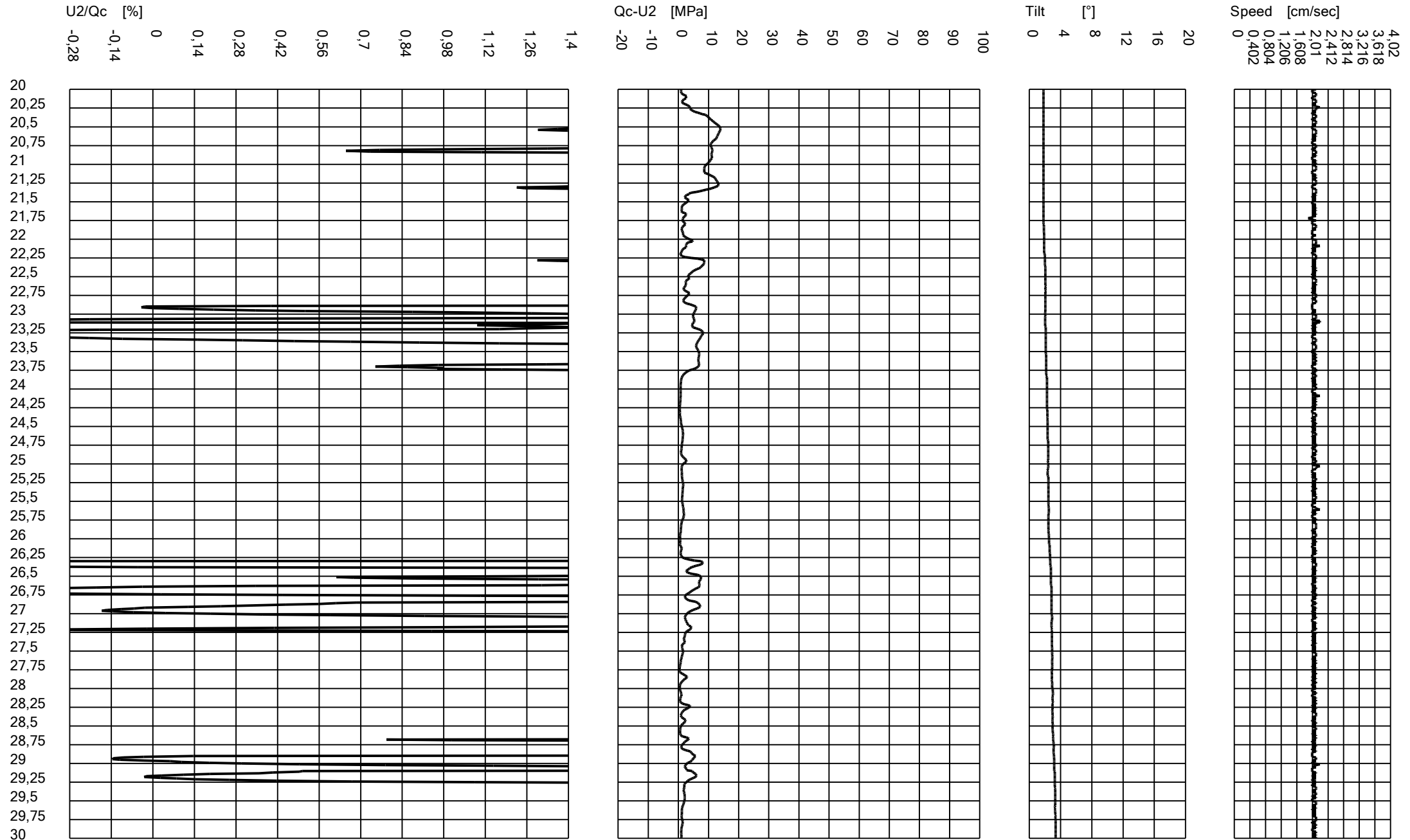
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra



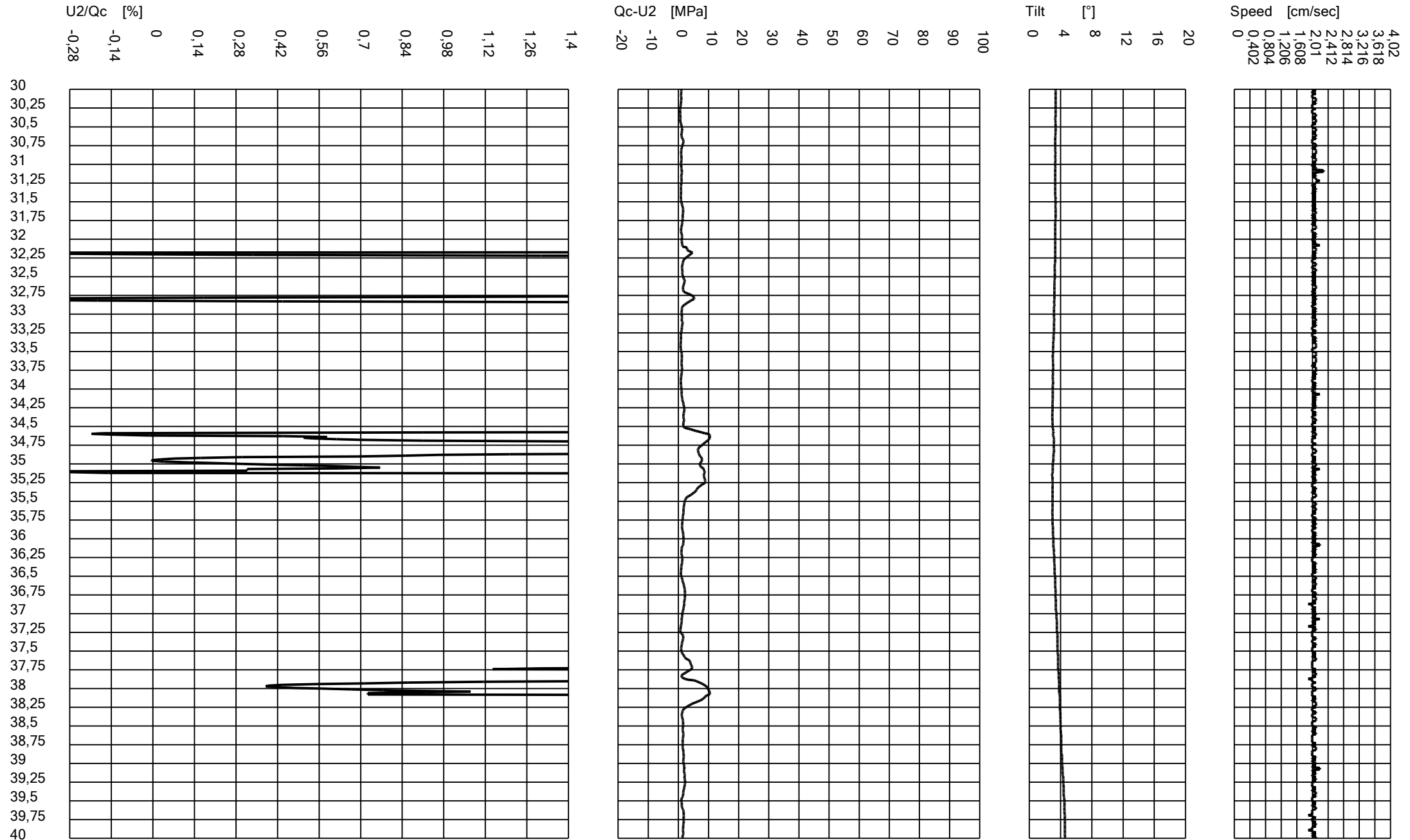
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 08:52:18

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu1 anas Ra

U2/Qc [%]

-0,28 -0,14 0 0,14 0,28 0,42 0,56 0,7 0,84 0,98 1,12 1,26 1,4

Qc-U2 [MPa]

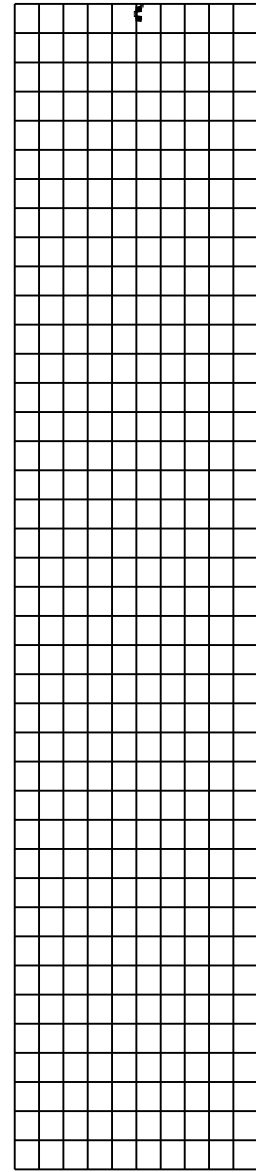
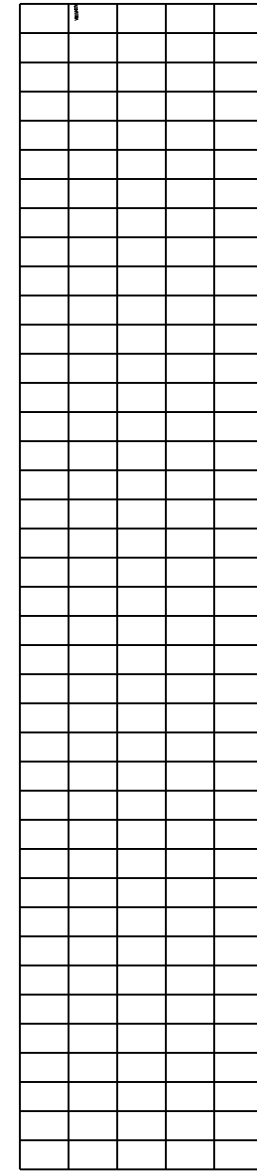
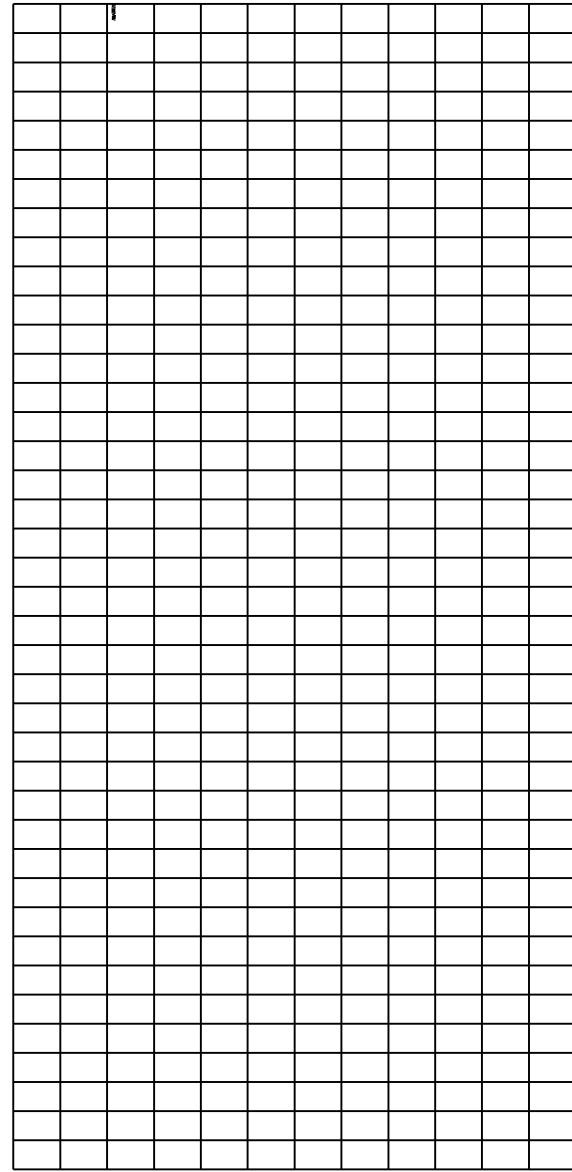
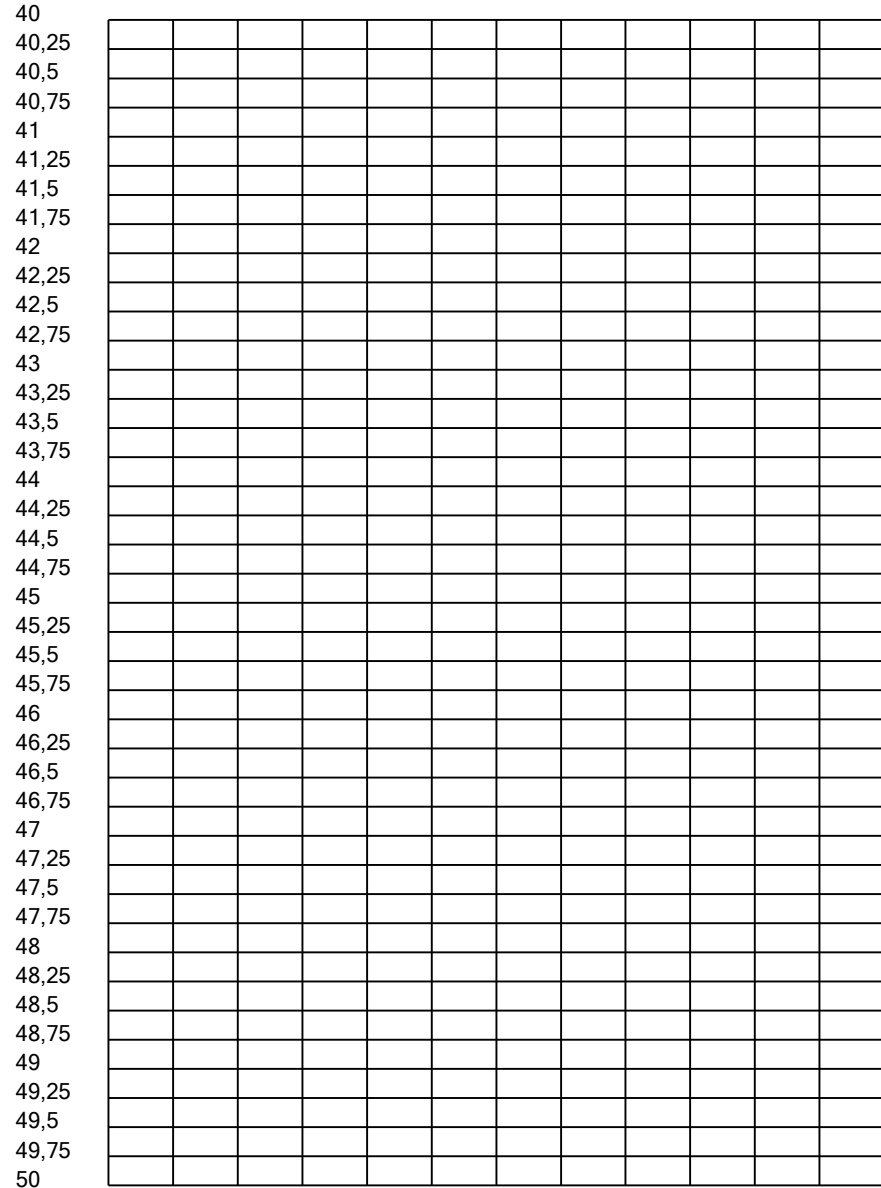
-20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Tilt [°]

0 4 8 12 16 20

Speed [cm/sec]

0 0,402 0,804 1,206 1,608 2,01 2,412 2,814 3,216 3,618 4,02



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28	
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra	

Company information

Test information

Name: cptu2 anas Ra

Location: RavennaSS67

Date: 10/01/2020 09:03:28

Prehole mode: Y

Prehole depth [cm]: 80

Hydrostatic line [cm]: 190

Ground level [cm]: 0

Latitude: 4424.3087N

Longitude: 01214.6242E

Operator: D-R

Comments:

Probe code: MKj584

Site information

Name: ADEGUAMENTO SISMICO SS67

Date: 08/01/2020

Commissioner: ANAS SPA

Locality: RAVENNA SS 67

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra

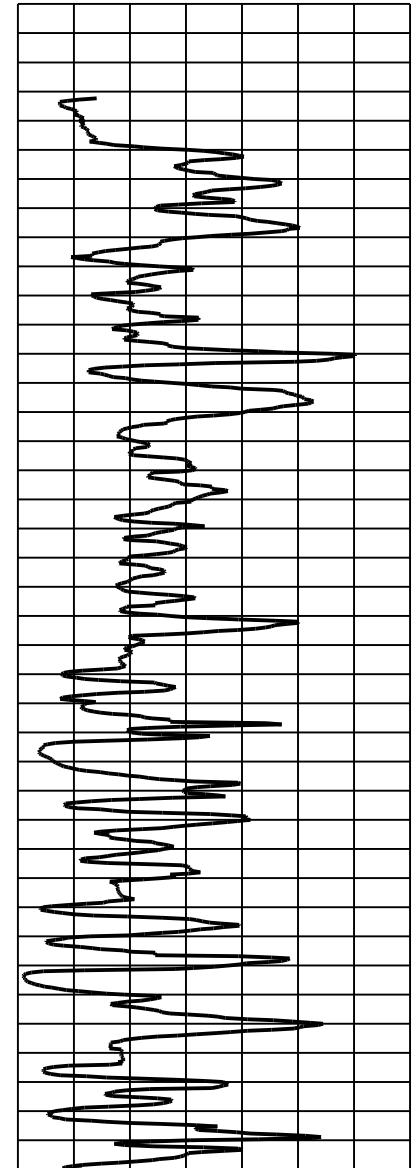
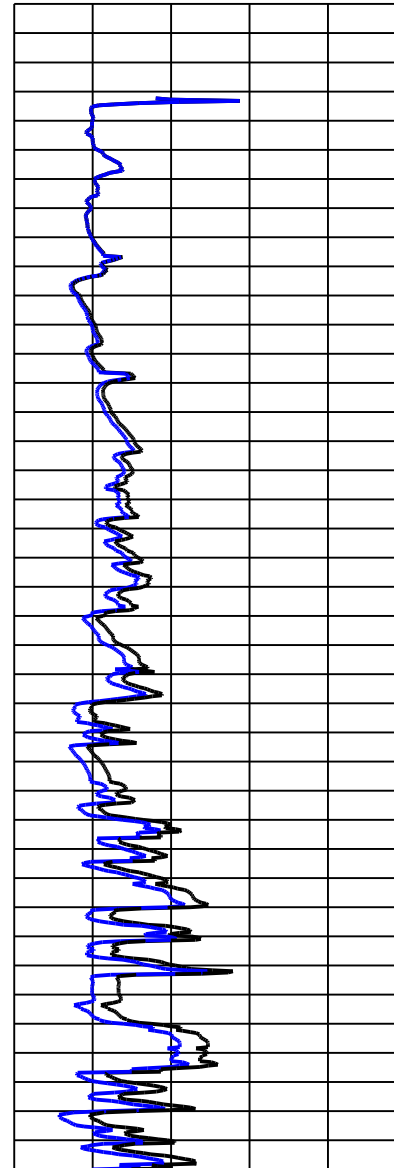
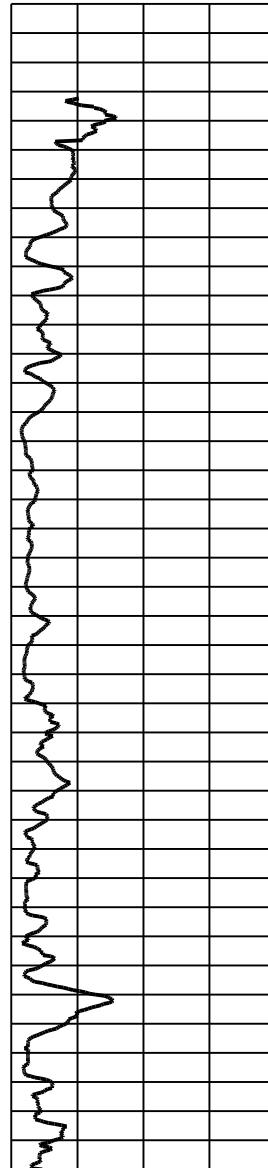
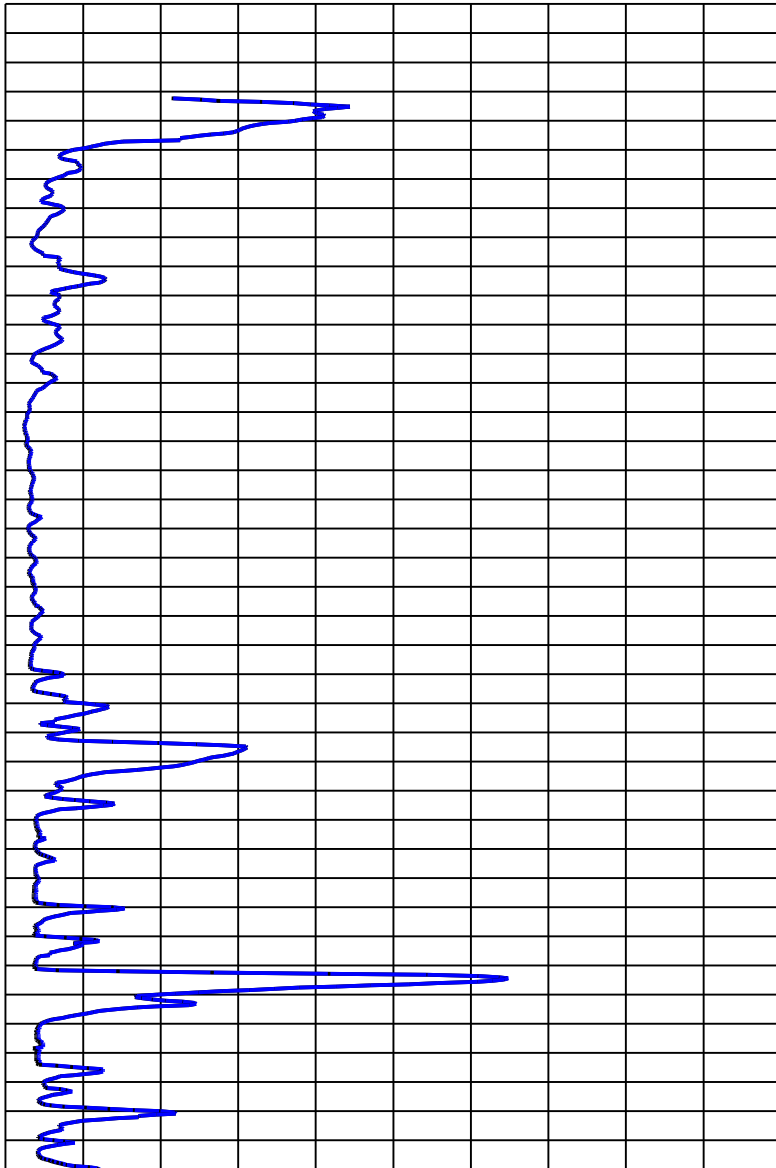
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

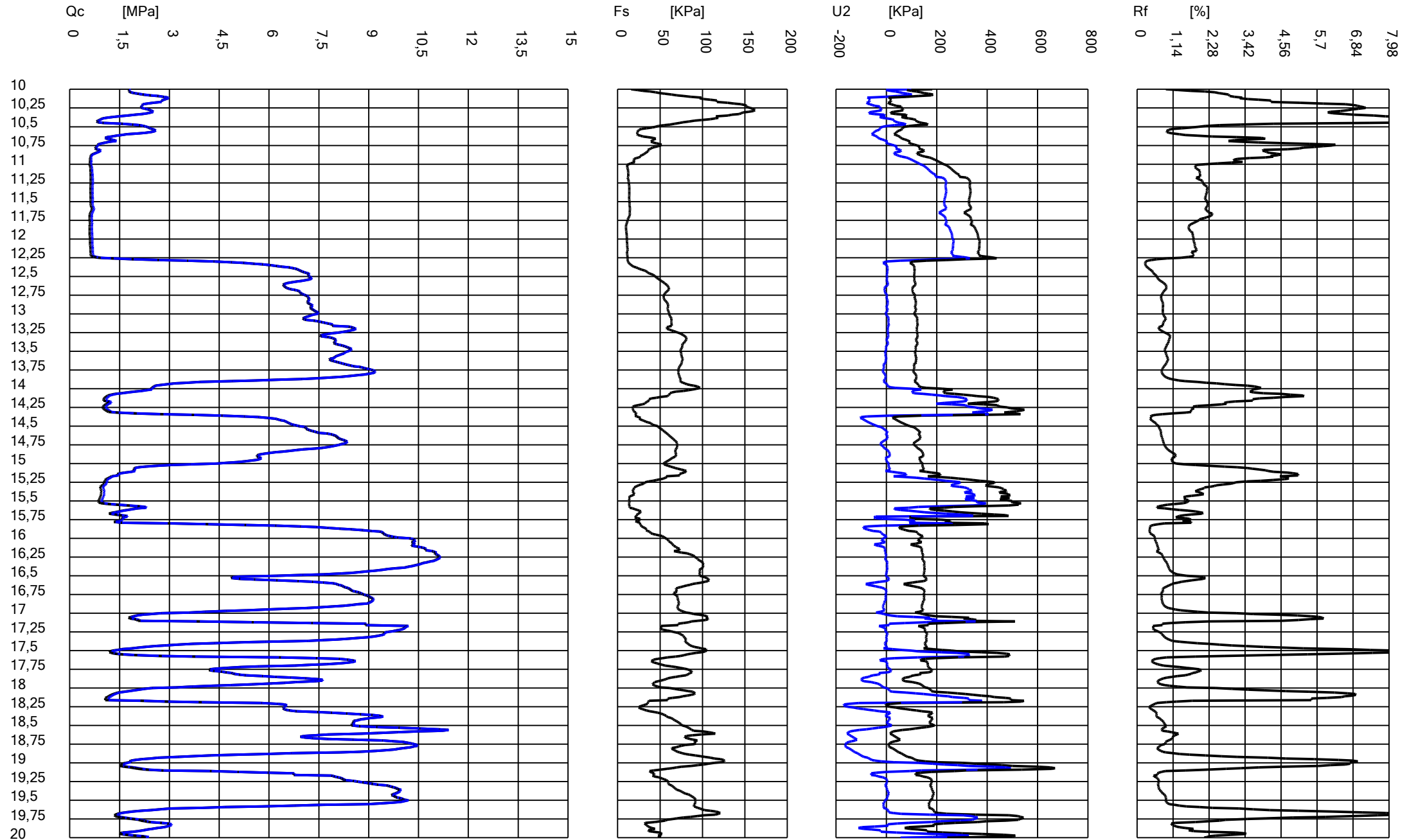
Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98

0
0,25
0,5
0,75
1
1,25
1,5
1,75
2
2,25
2,5
2,75
3
3,25
3,5
3,75
4
4,25
4,5
4,75
5
5,25
5,5
5,75
6
6,25
6,5
6,75
7
7,25
7,5
7,75
8
8,25
8,5
8,75
9
9,25
9,5
9,75
10





Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

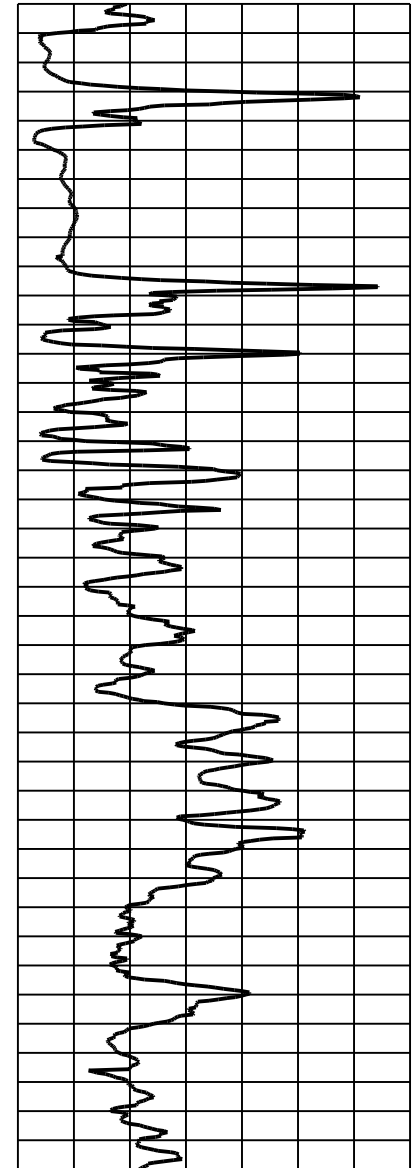
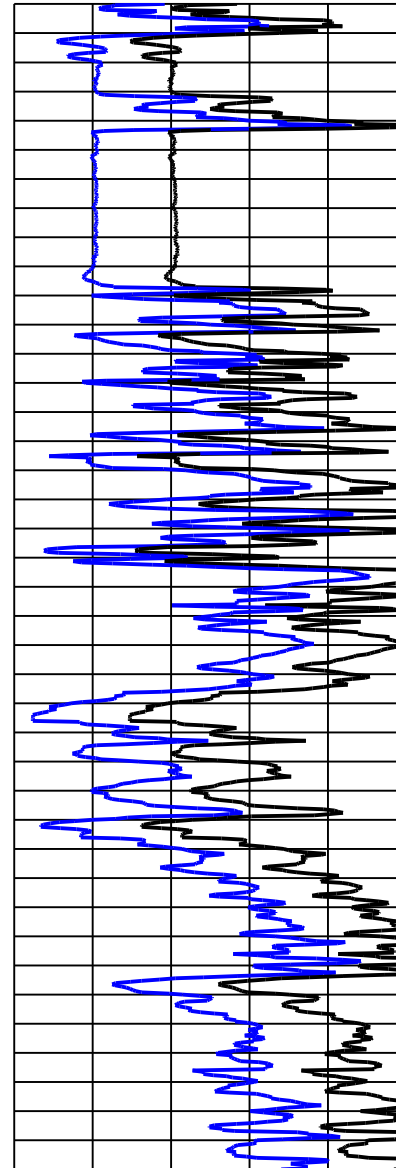
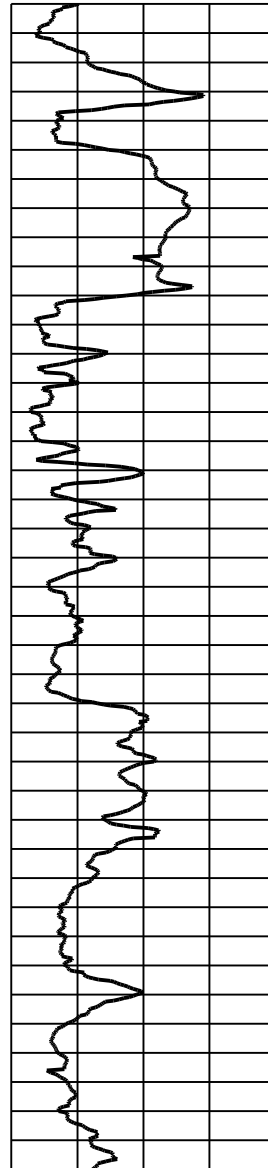
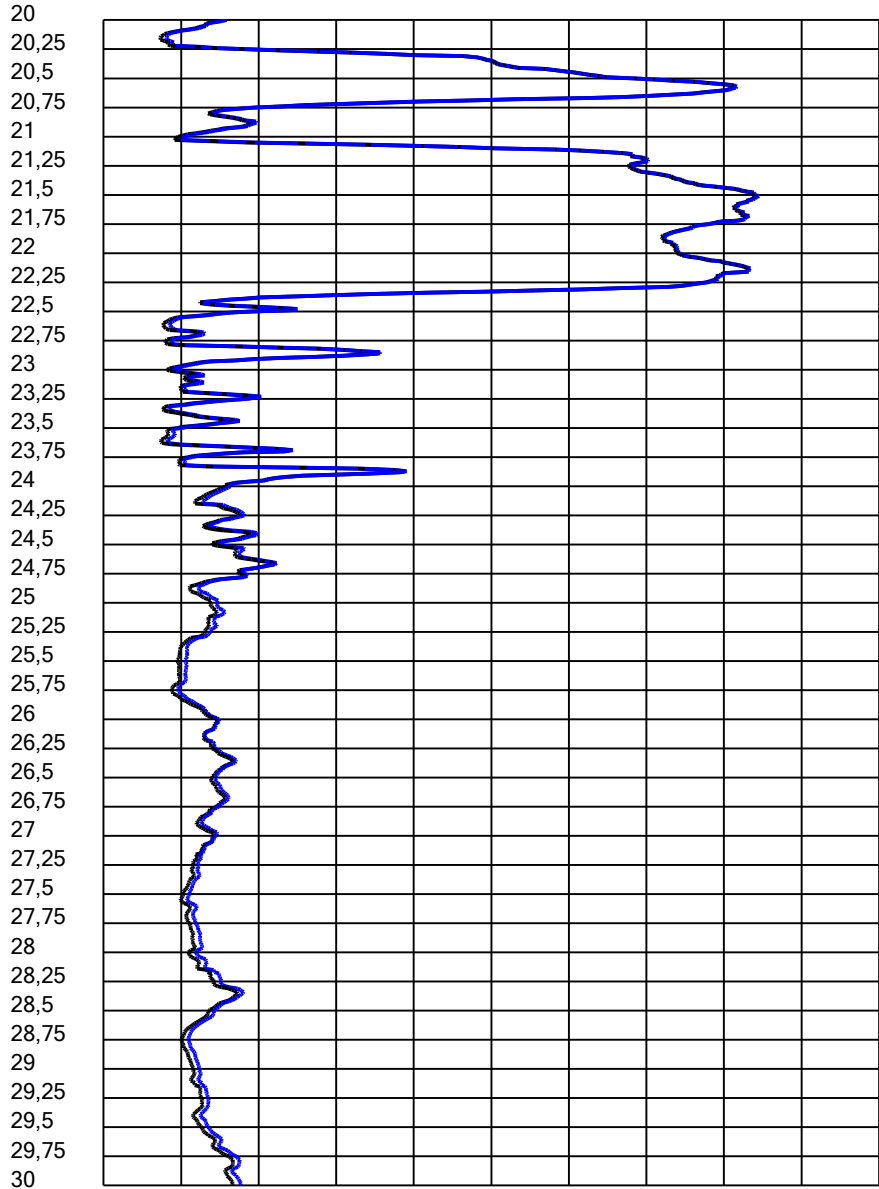
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra

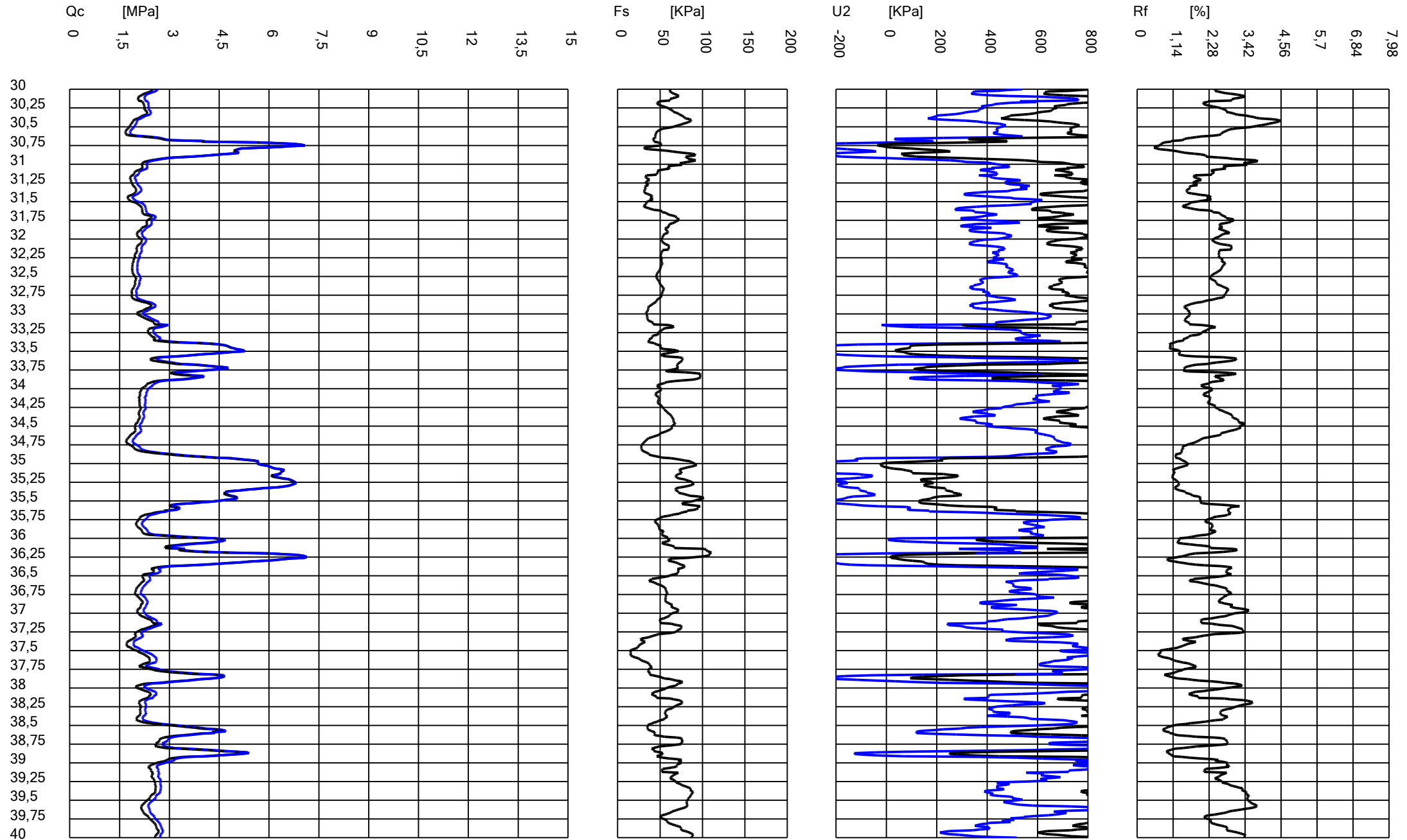
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

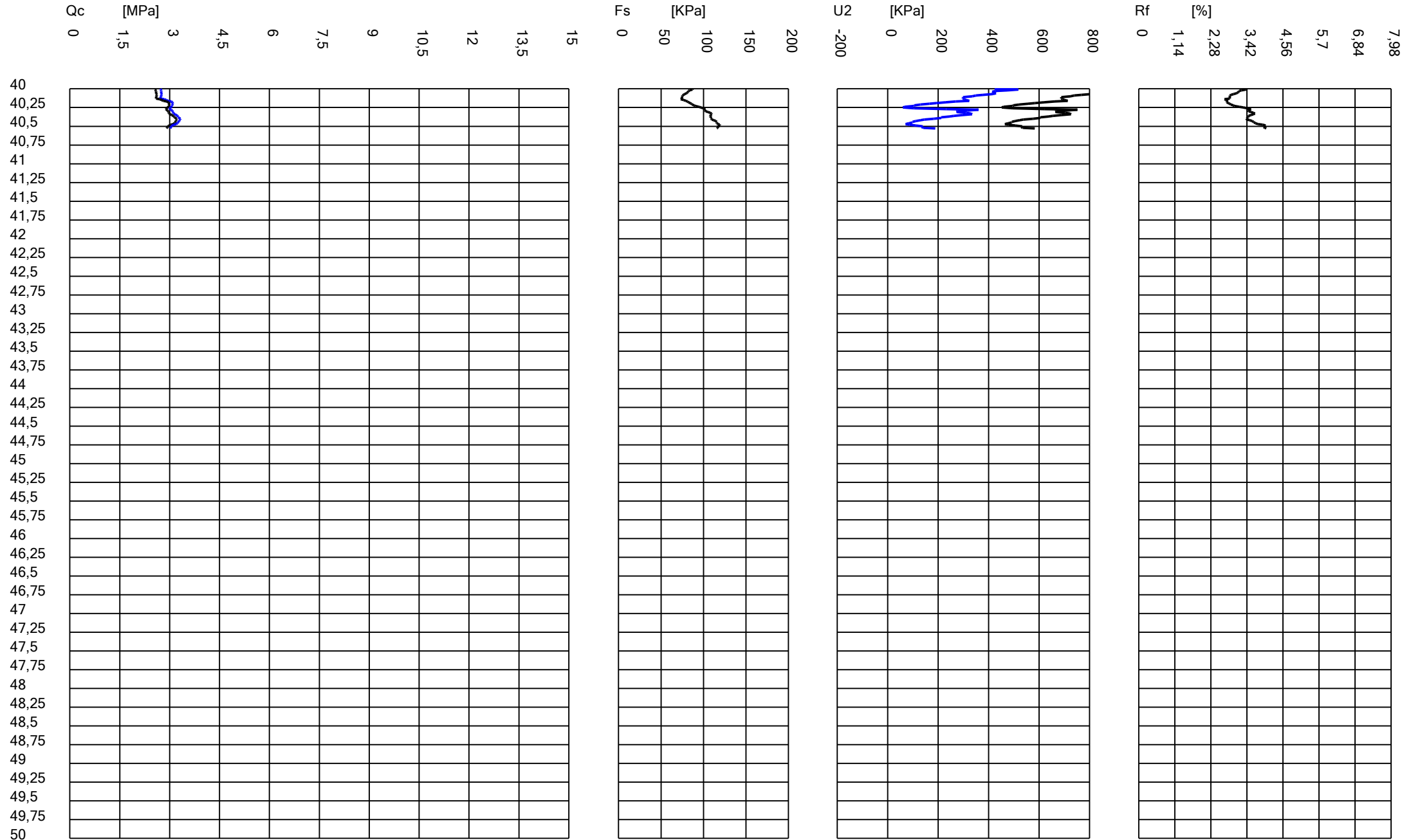
Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98







Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra

U2/Qc [%]

-0,28 -0,14 0 0,14 0,28 0,42 0,56 0,7 0,84 0,98 1,12 1,26 1,4

Qc-U2 [MPa]

-20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

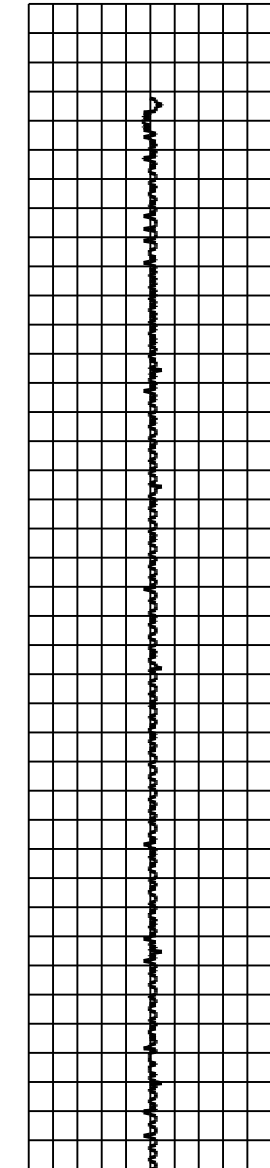
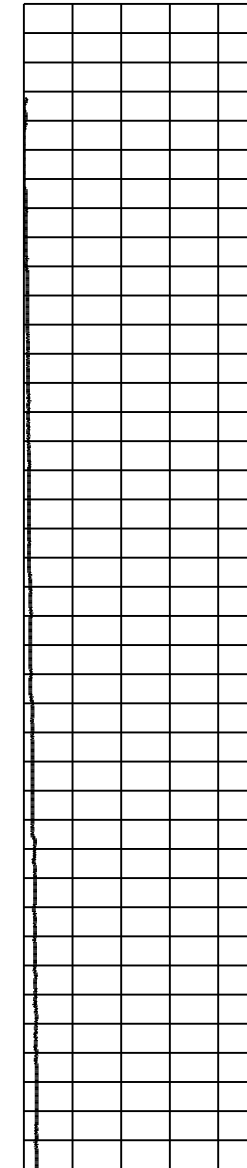
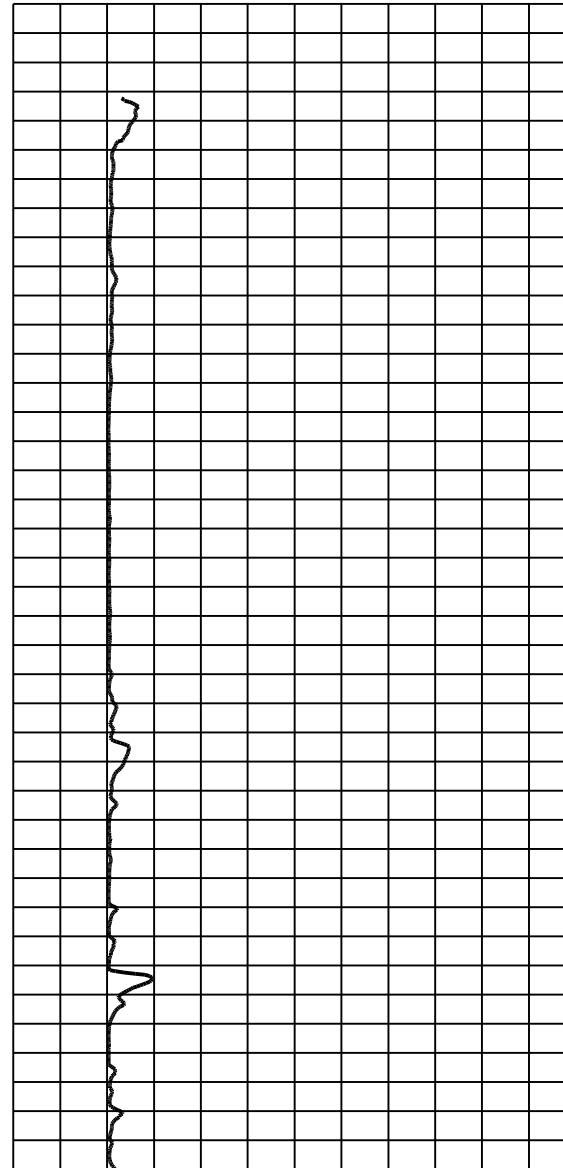
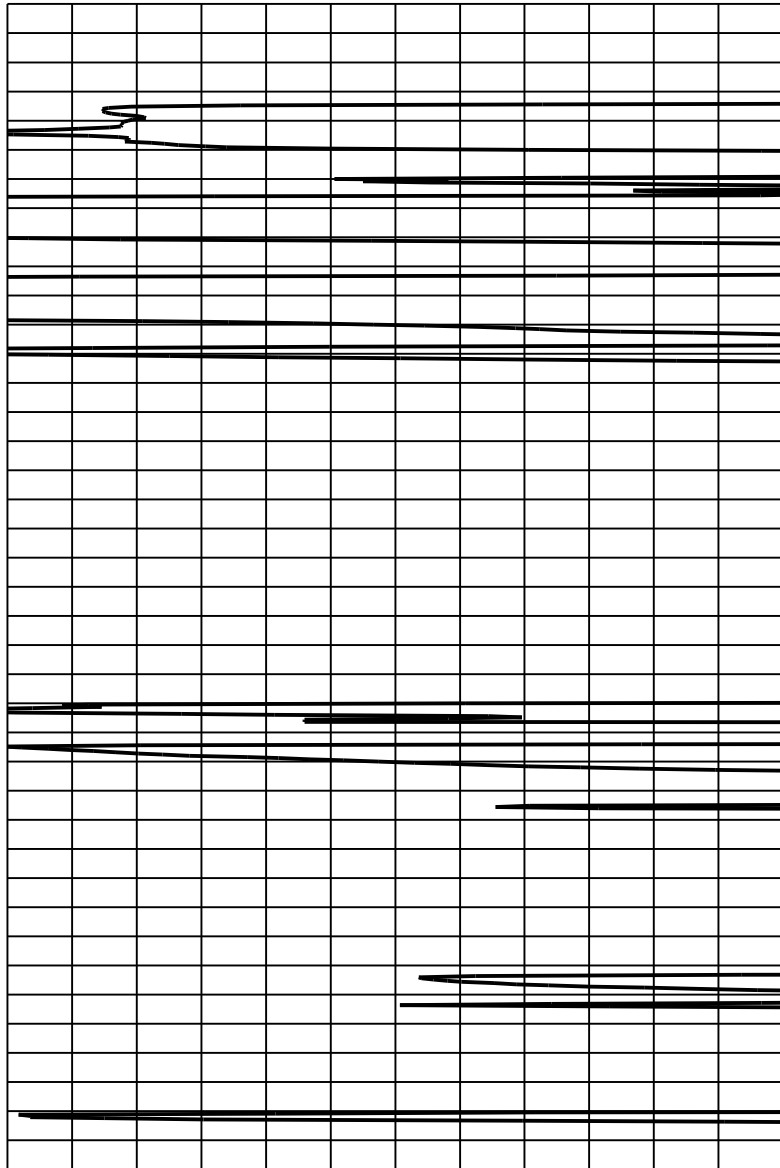
Tilt [°]

0 4 8 12 16 20

Speed [cm/sec]

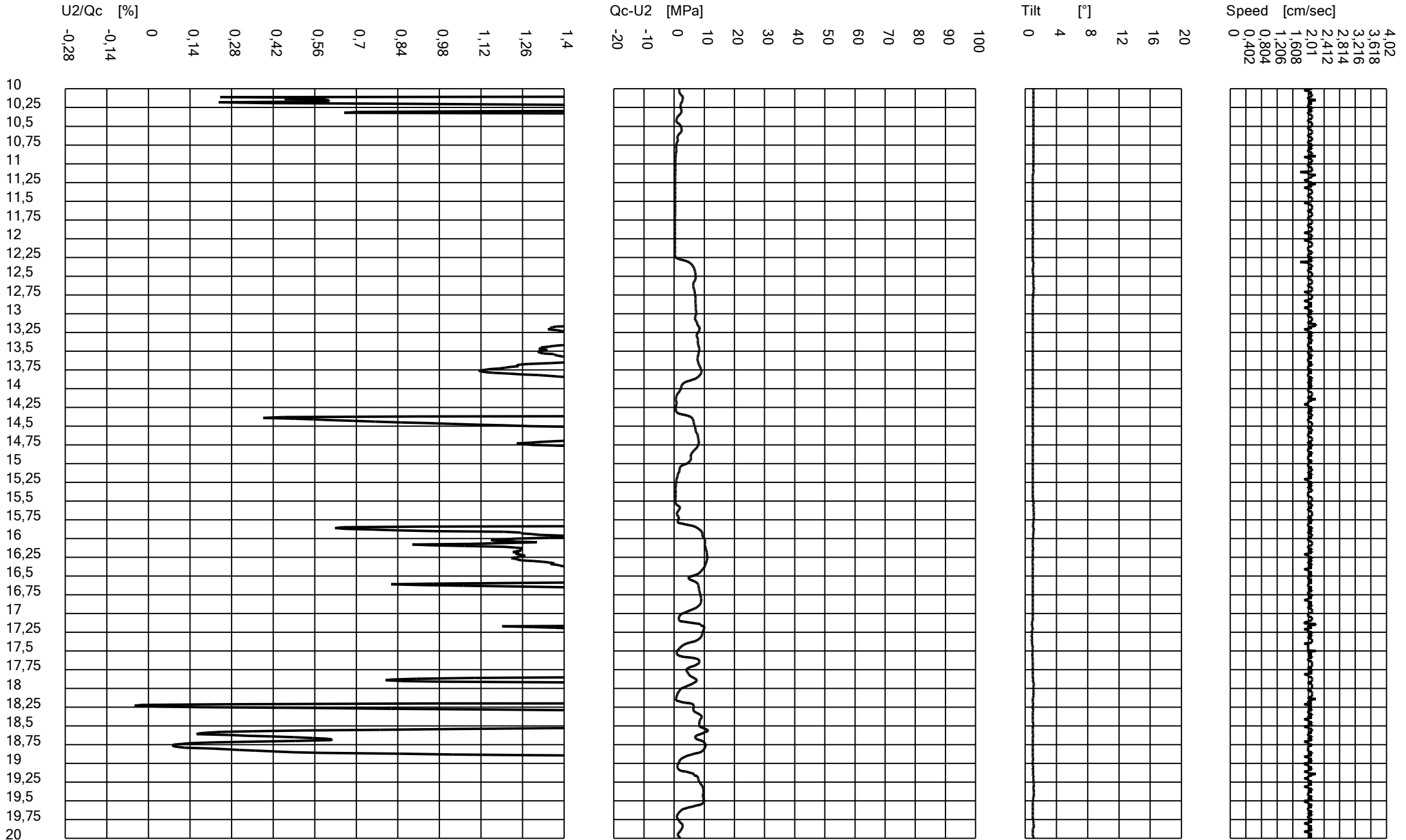
0 0,402 0,804 1,206 1,608 2,01 2,412 2,814 3,216 3,618 4,02

0
0,25
0,5
0,75
1
1,25
1,5
1,75
2
2,25
2,5
2,75
3
3,25
3,5
3,75
4
4,25
4,5
4,75
5
5,25
5,5
5,75
6
6,25
6,5
6,75
7
7,25
7,5
7,75
8
8,25
8,5
8,75
9
9,25
9,5
9,75
10



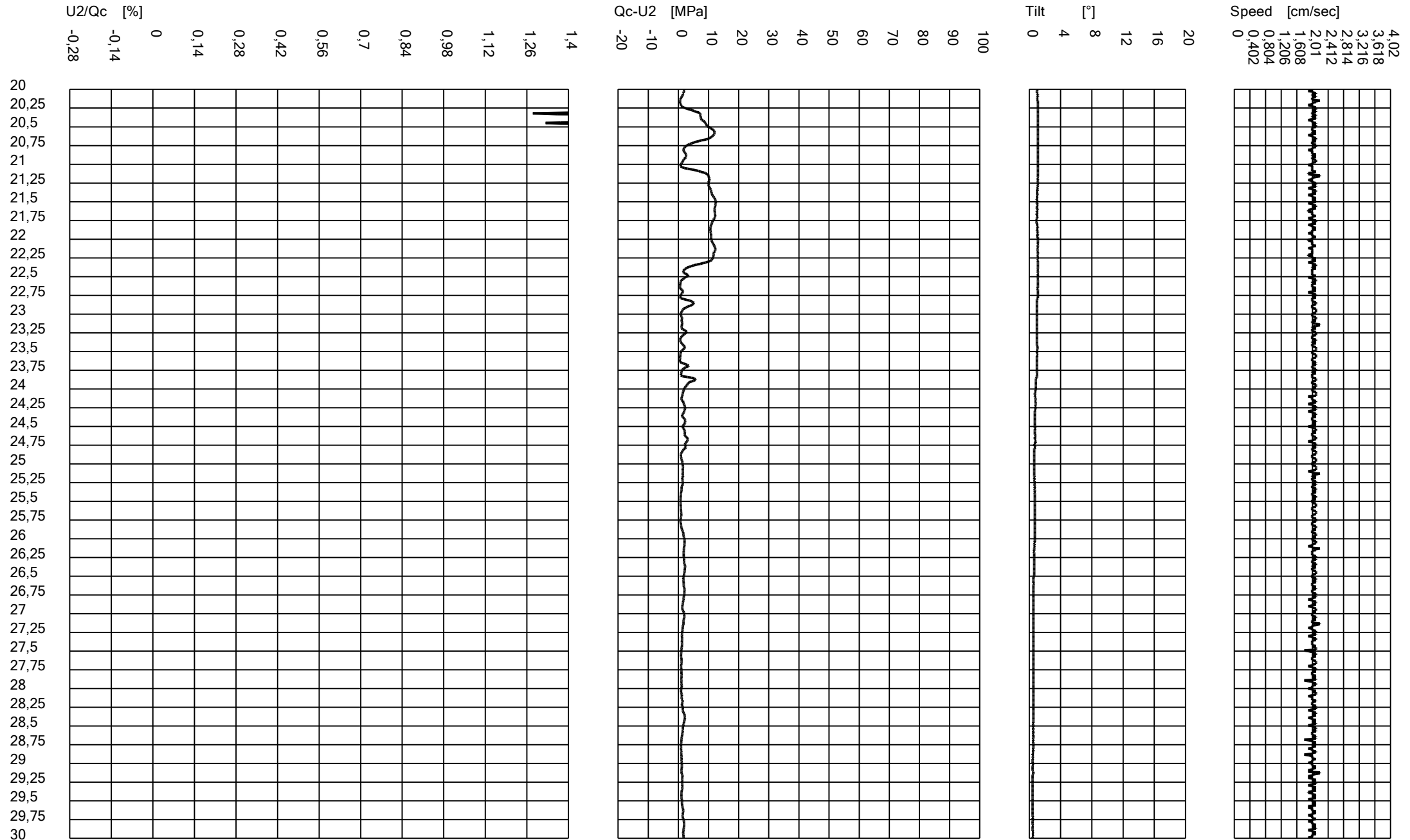
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra



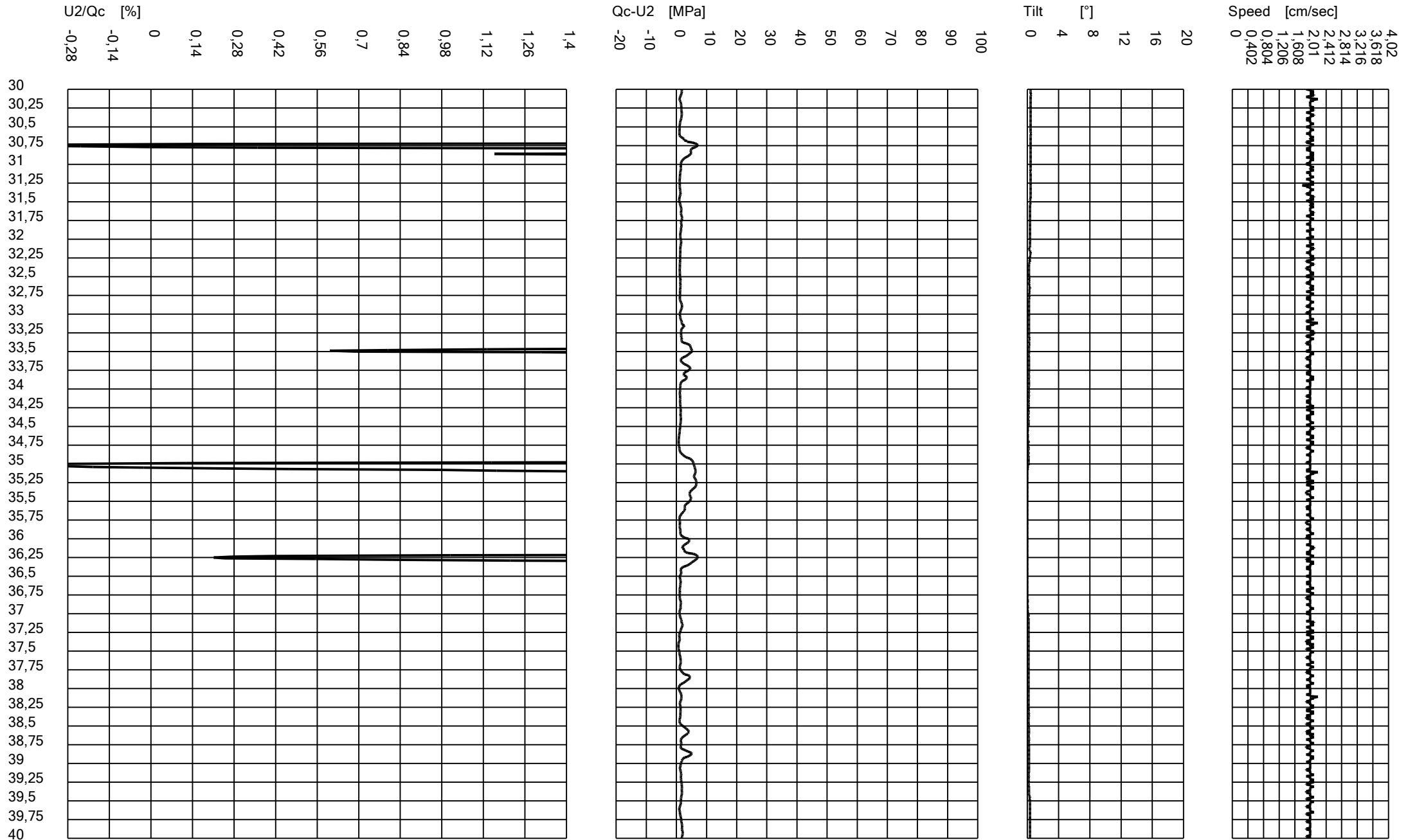
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 10/01/2020 09:03:28

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu2 anas Ra

U2/Qc [%]

-0,28 -0,14 0 0,14 0,28 0,42 0,56 0,7 0,84 0,98 1,12 1,26 1,4

Qc-U2 [MPa]

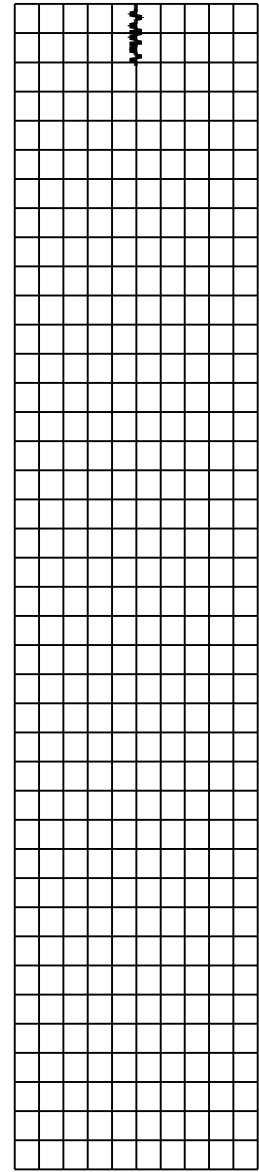
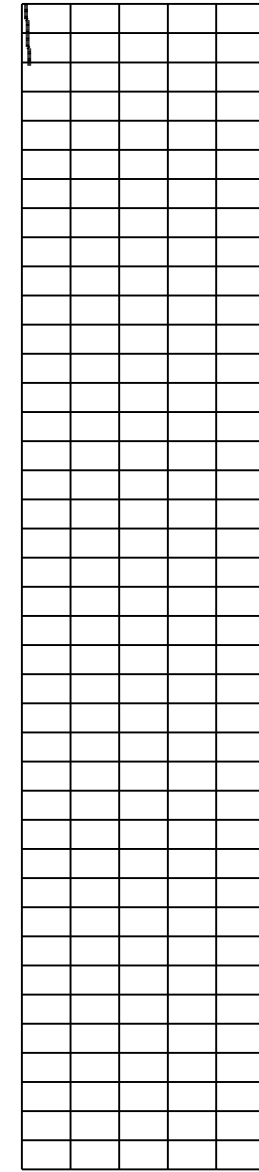
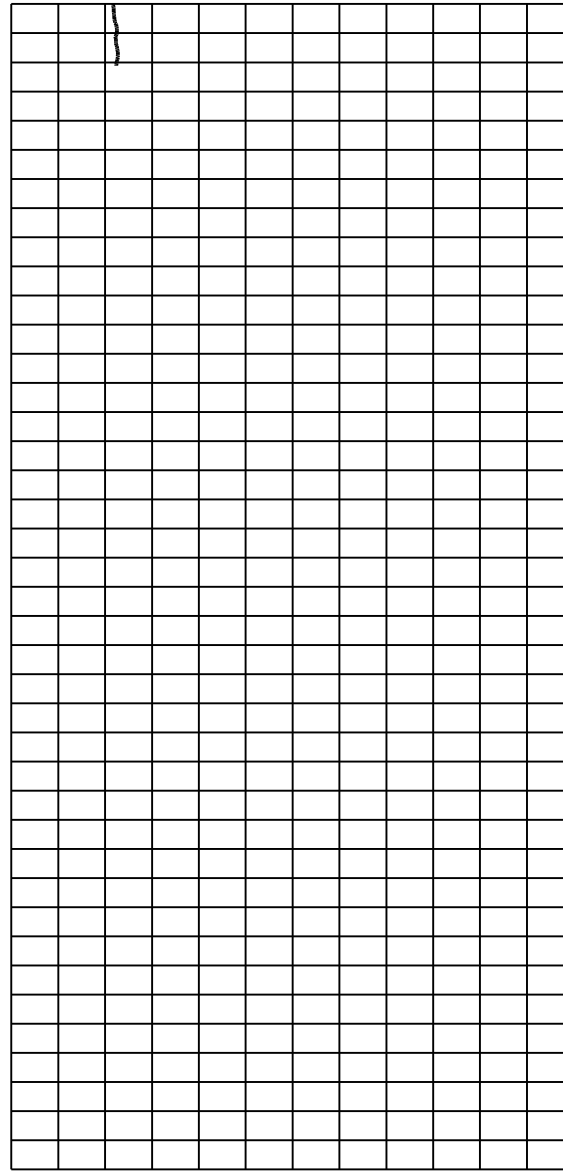
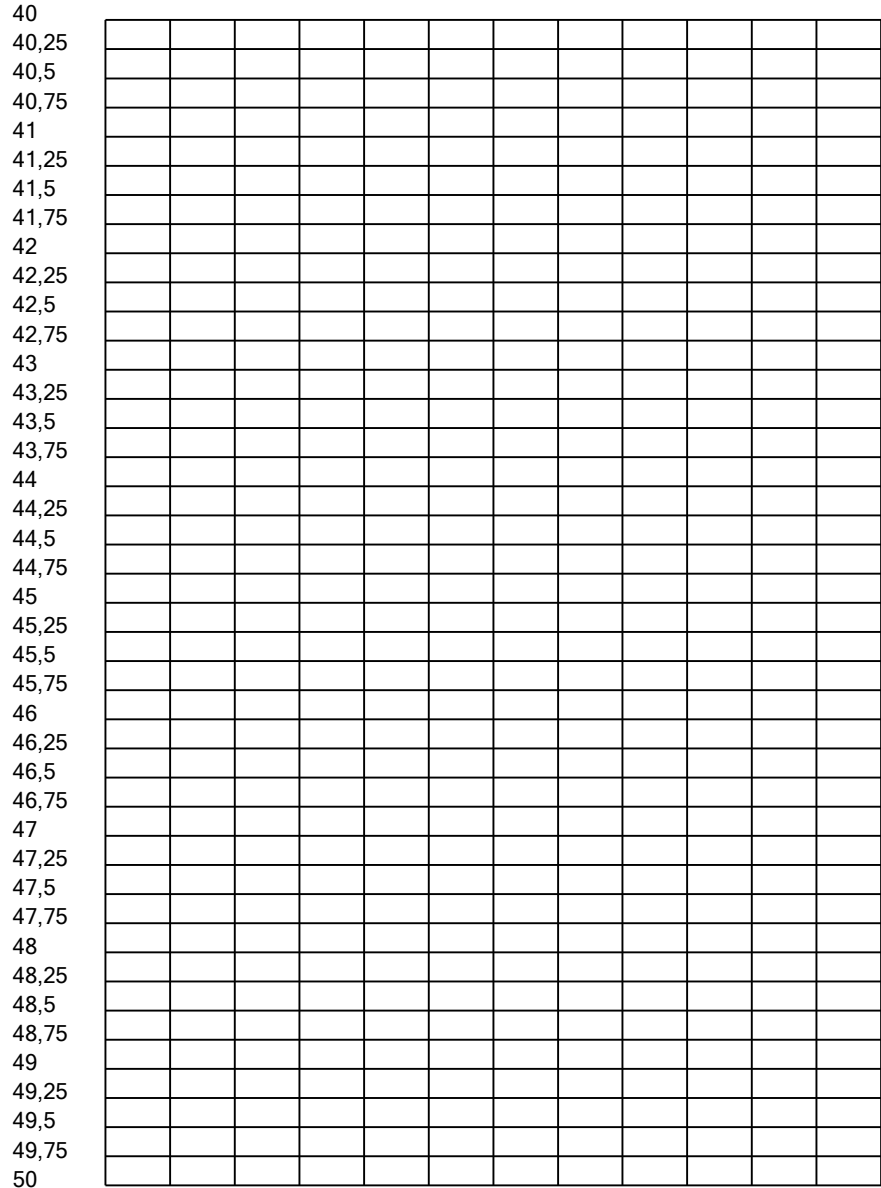
-20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Tilt [°]

0 4 8 12 16 20

Speed [cm/sec]

0 0,402 0,804 1,206 1,608 2,01 2,412 2,814 3,216 3,618 4,02



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46	
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra	

Company information

Test information

Name: cptu3 anas Ra

Location: RavennaSS67

Date: 09/01/2020 14:26:46

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 0

Hydrostatic line [cm]: 100

Ground level [cm]: 0

Latitude: 4424.6614N

Longitude: 01214.6370E

Operator: D-R

Comments:

Probe code: MKj584

Site information

Name: ADEGUAMENTO SISMICO SS67

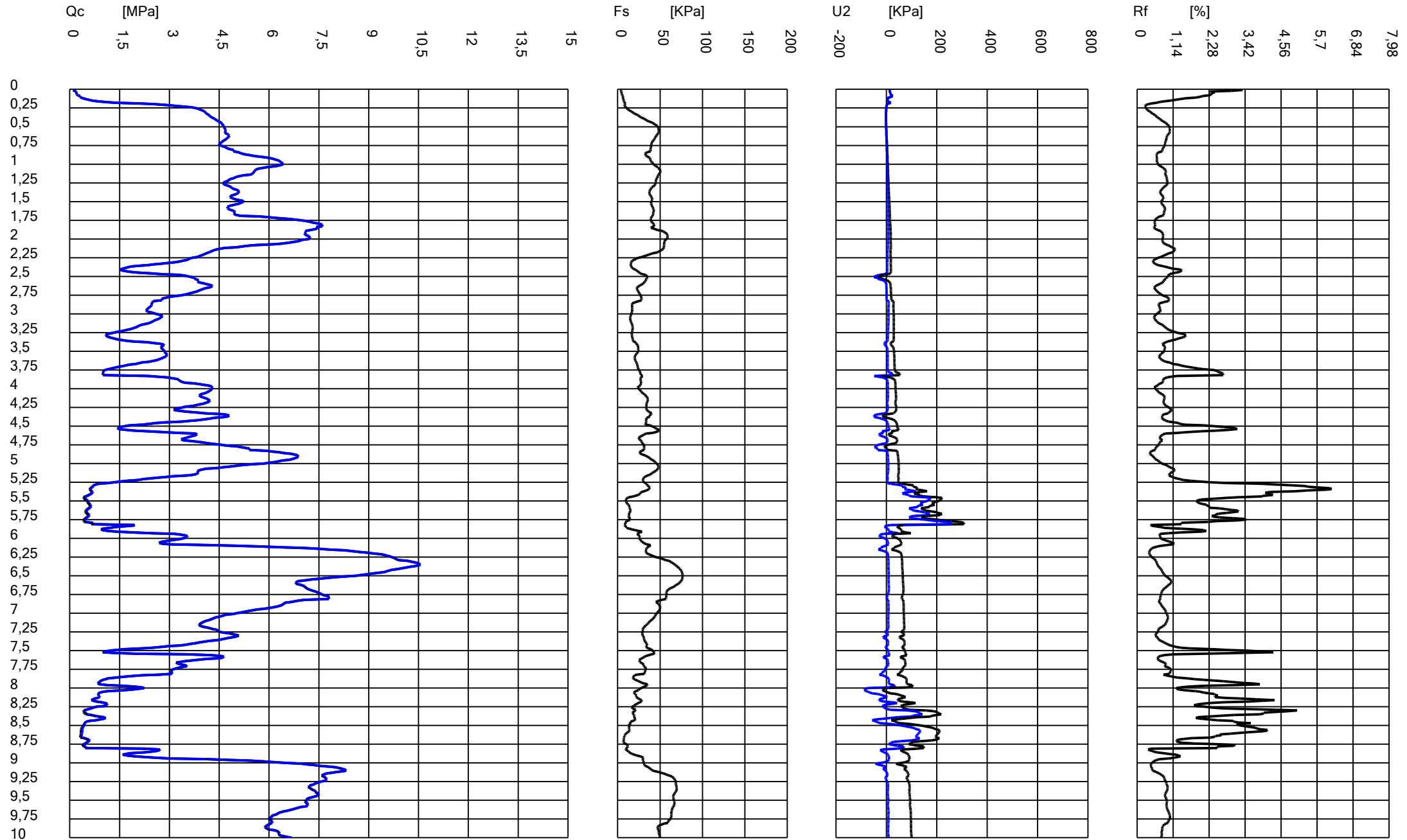
Date: 08/01/2020

Commissioner: ANAS SPA

Locality: RAVENNA SS 67

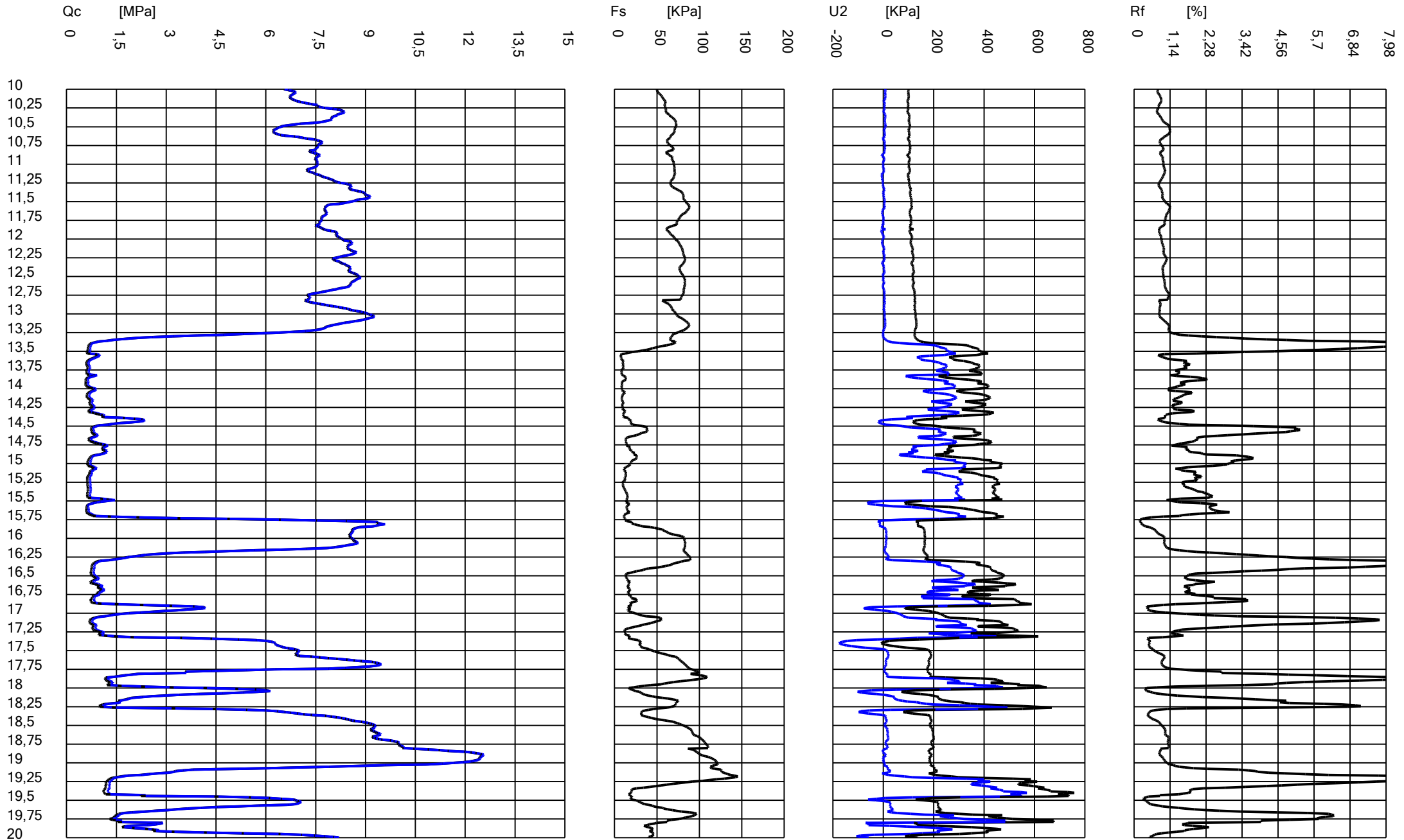
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

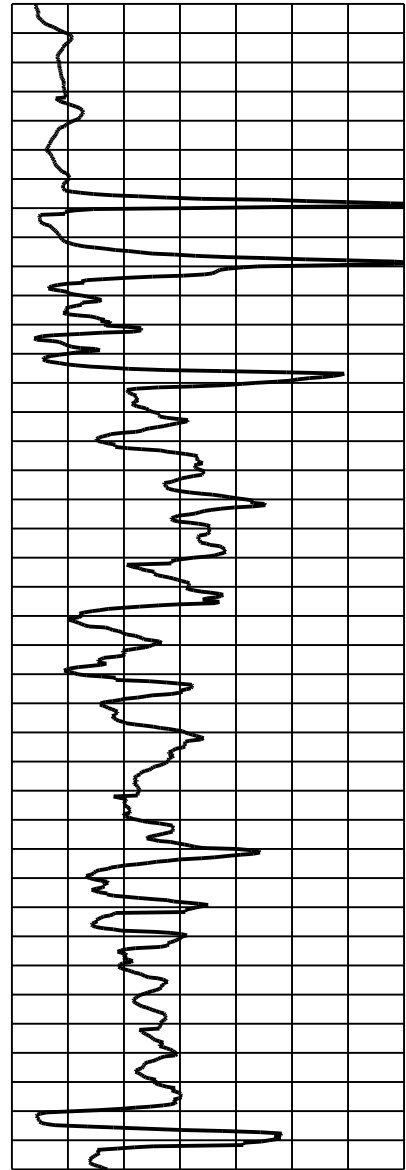
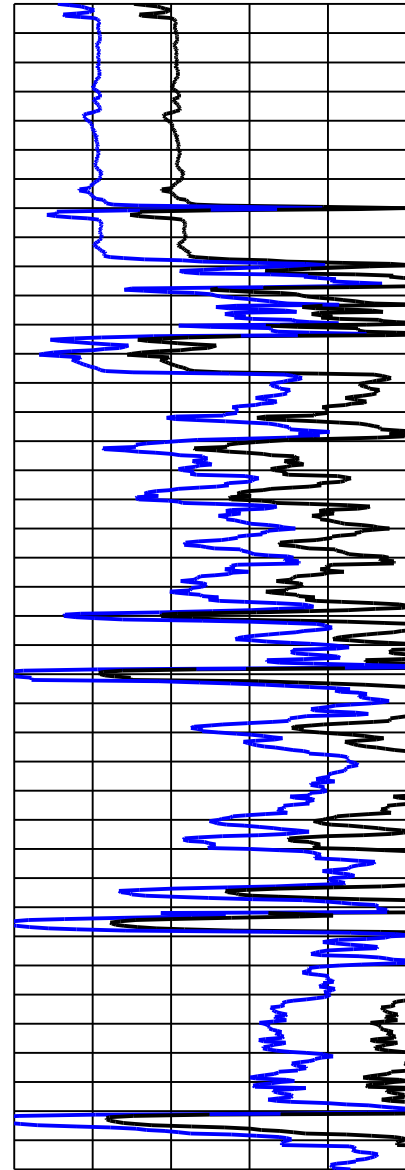
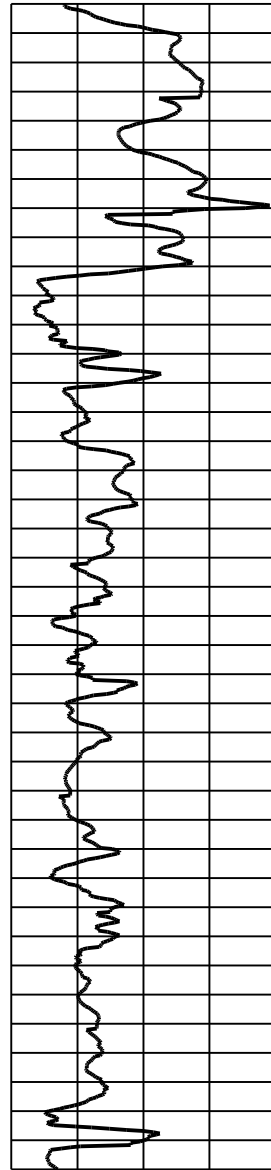
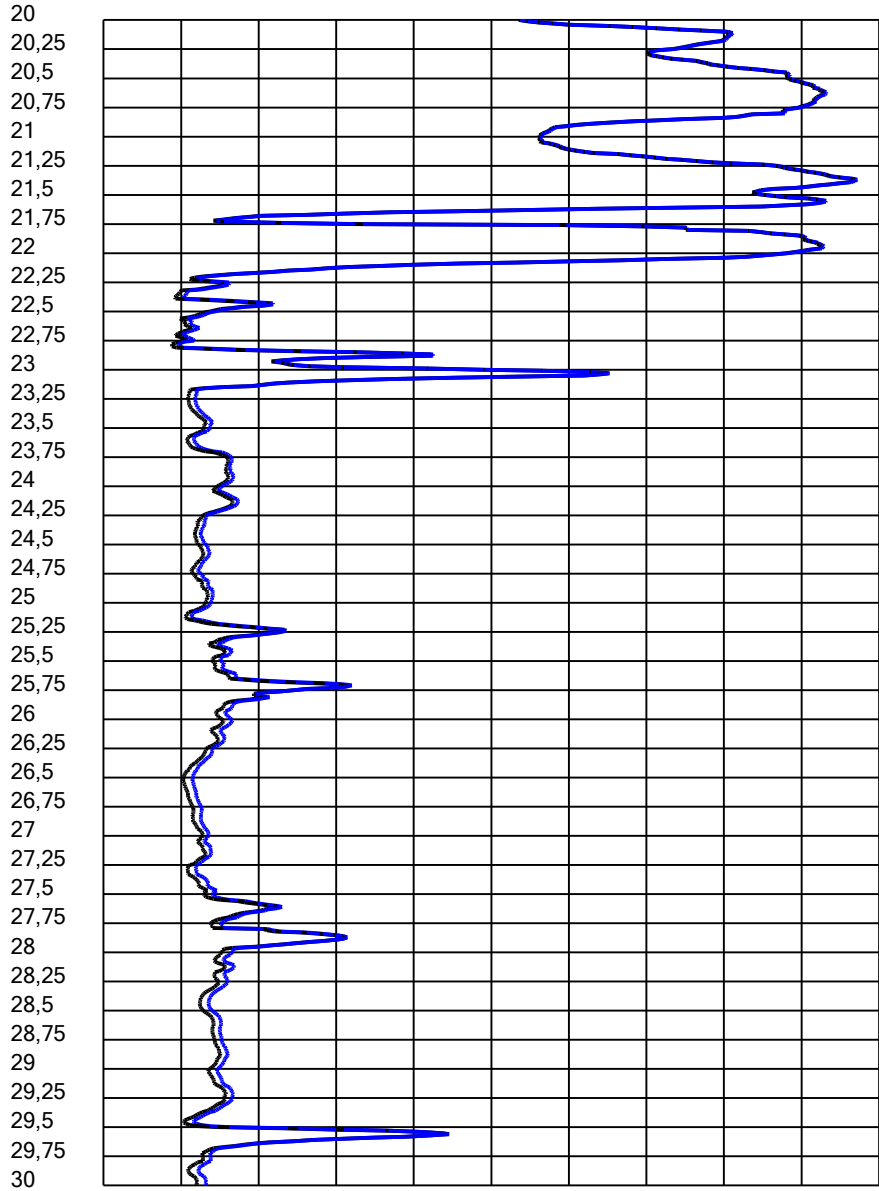
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra

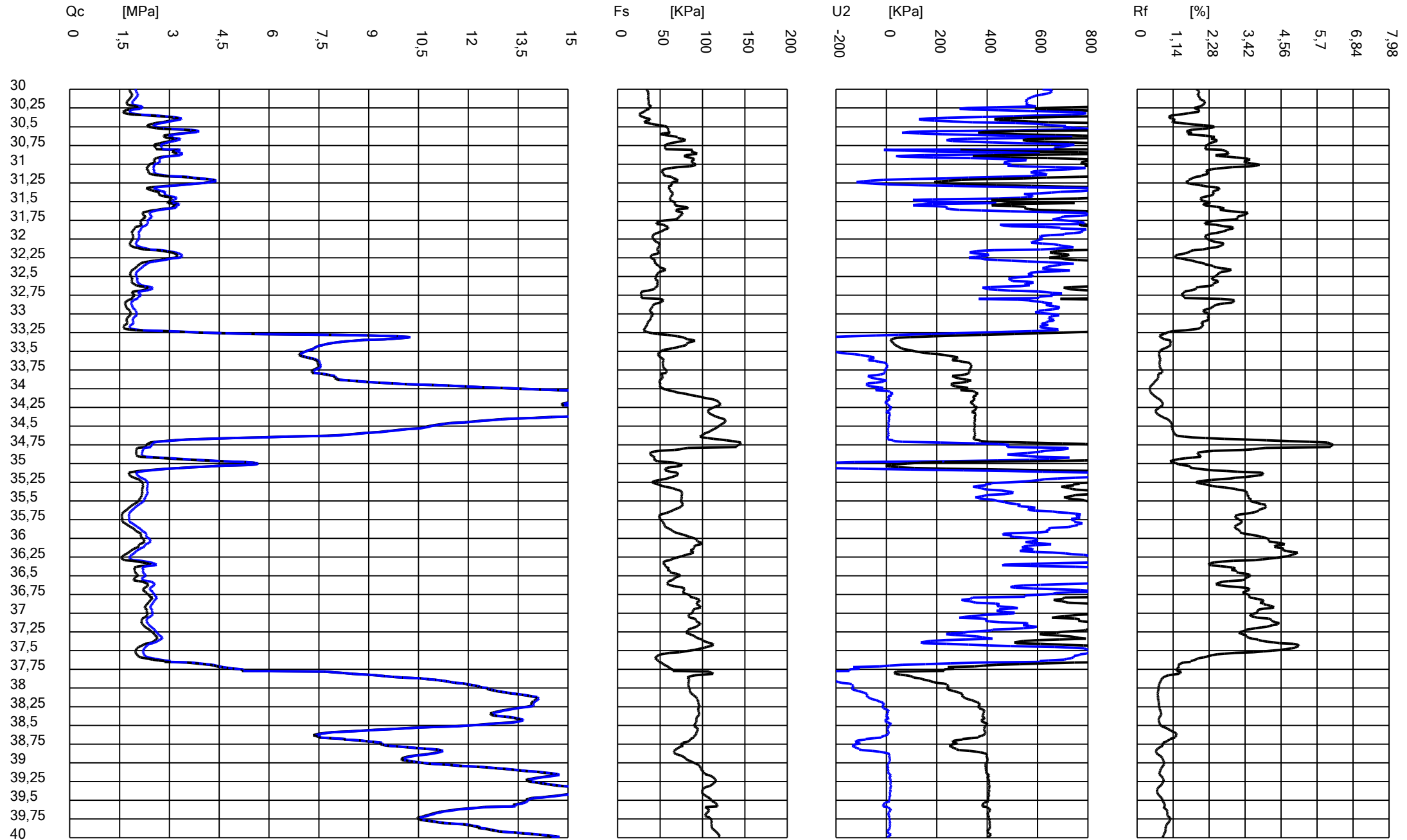
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

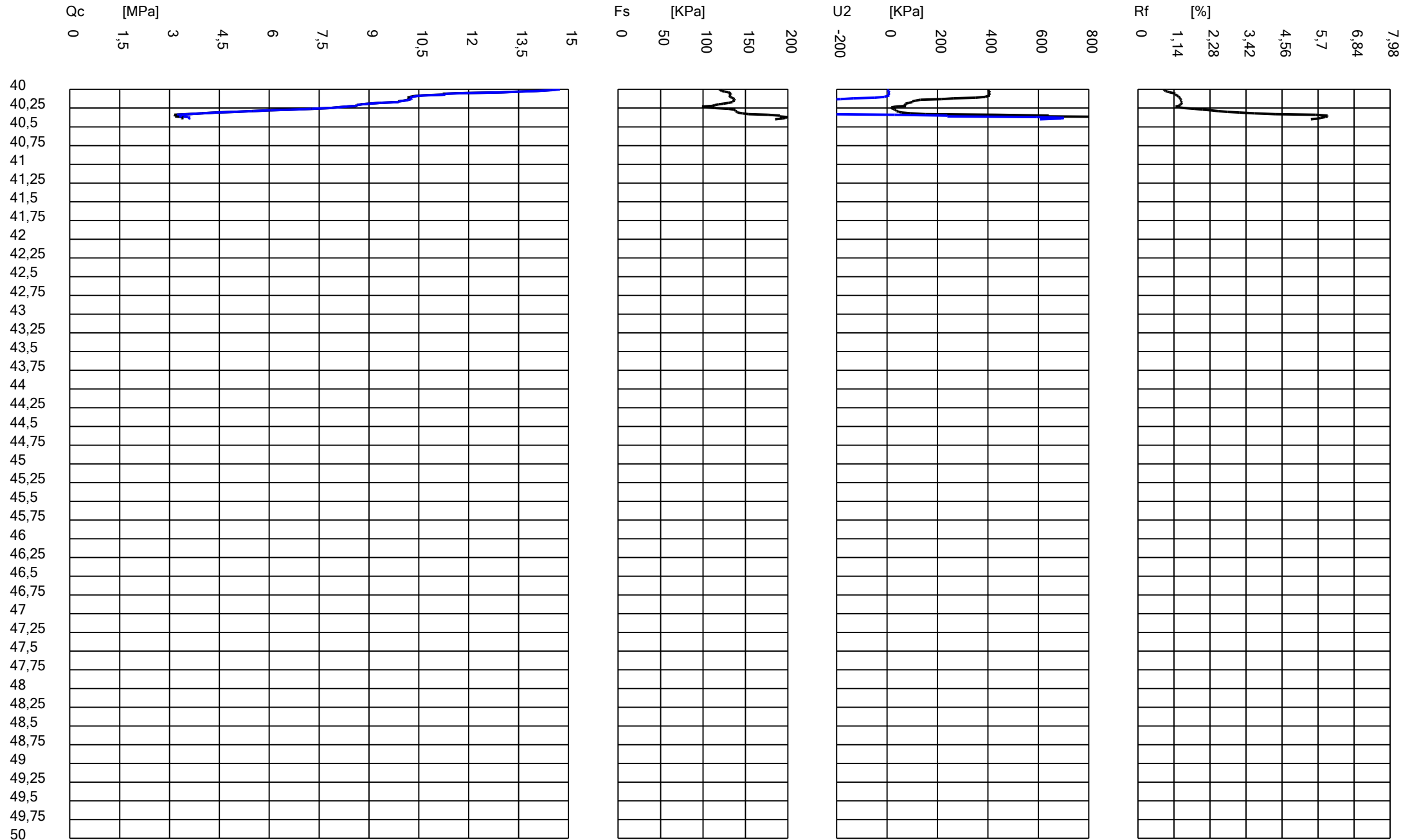
Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98

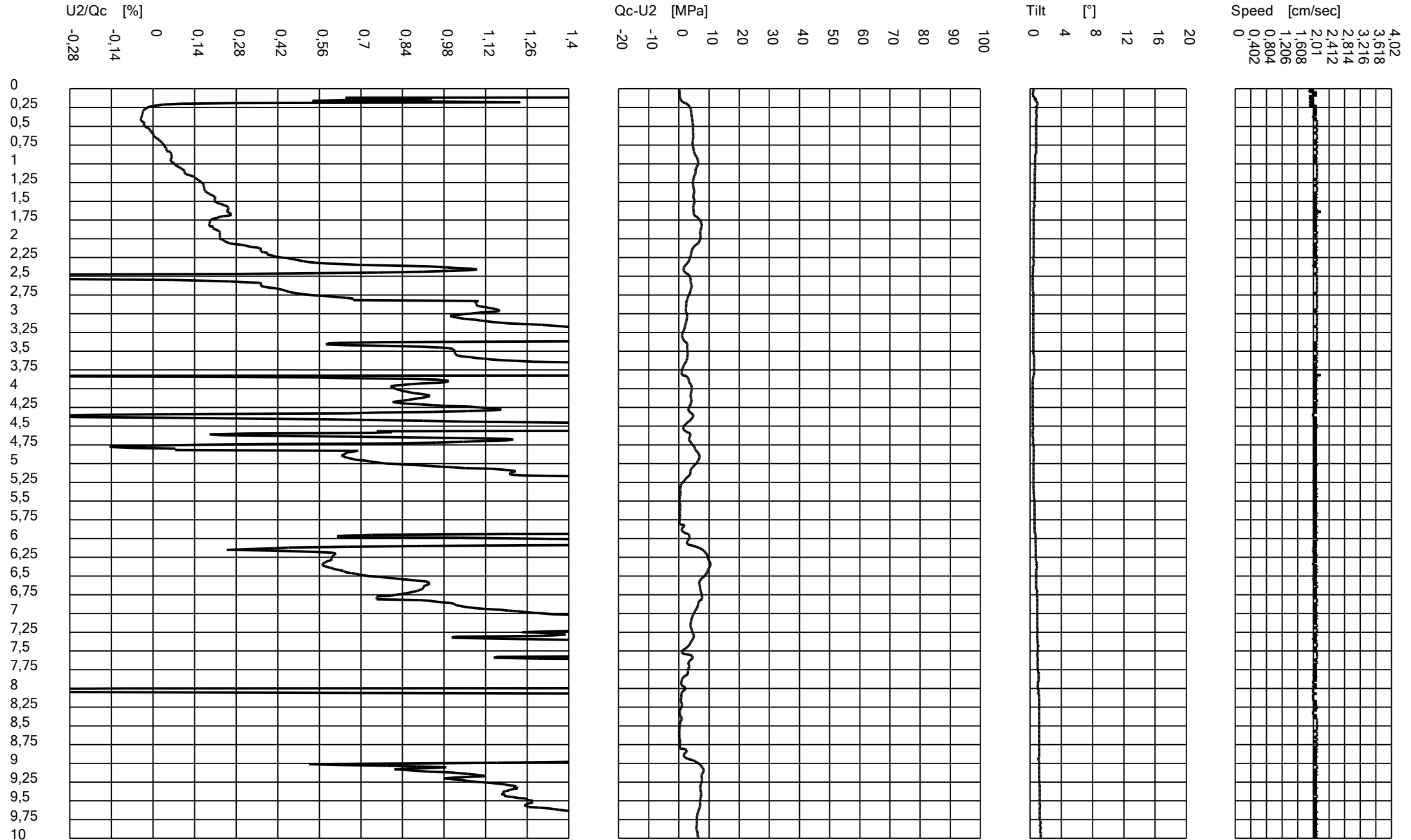






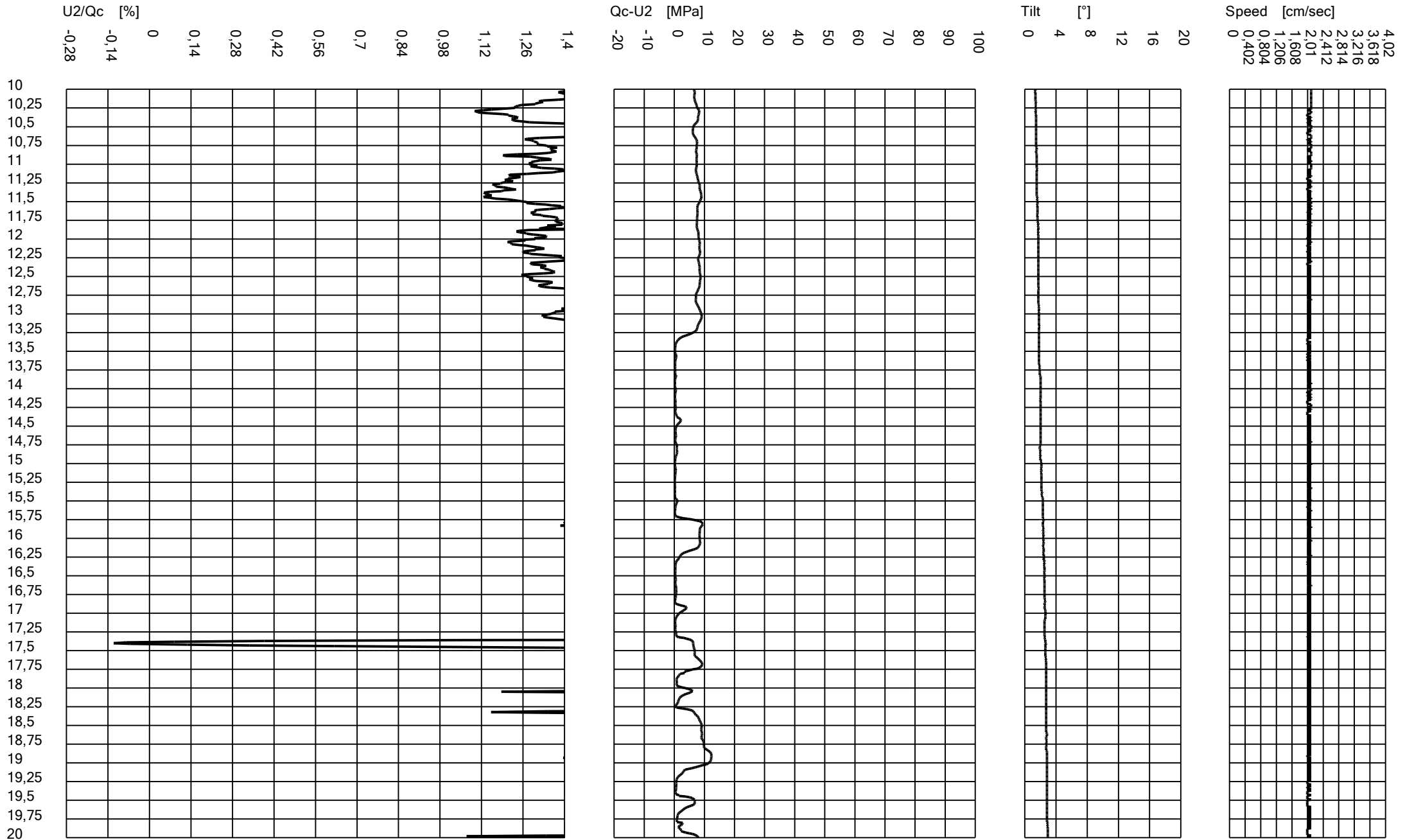
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



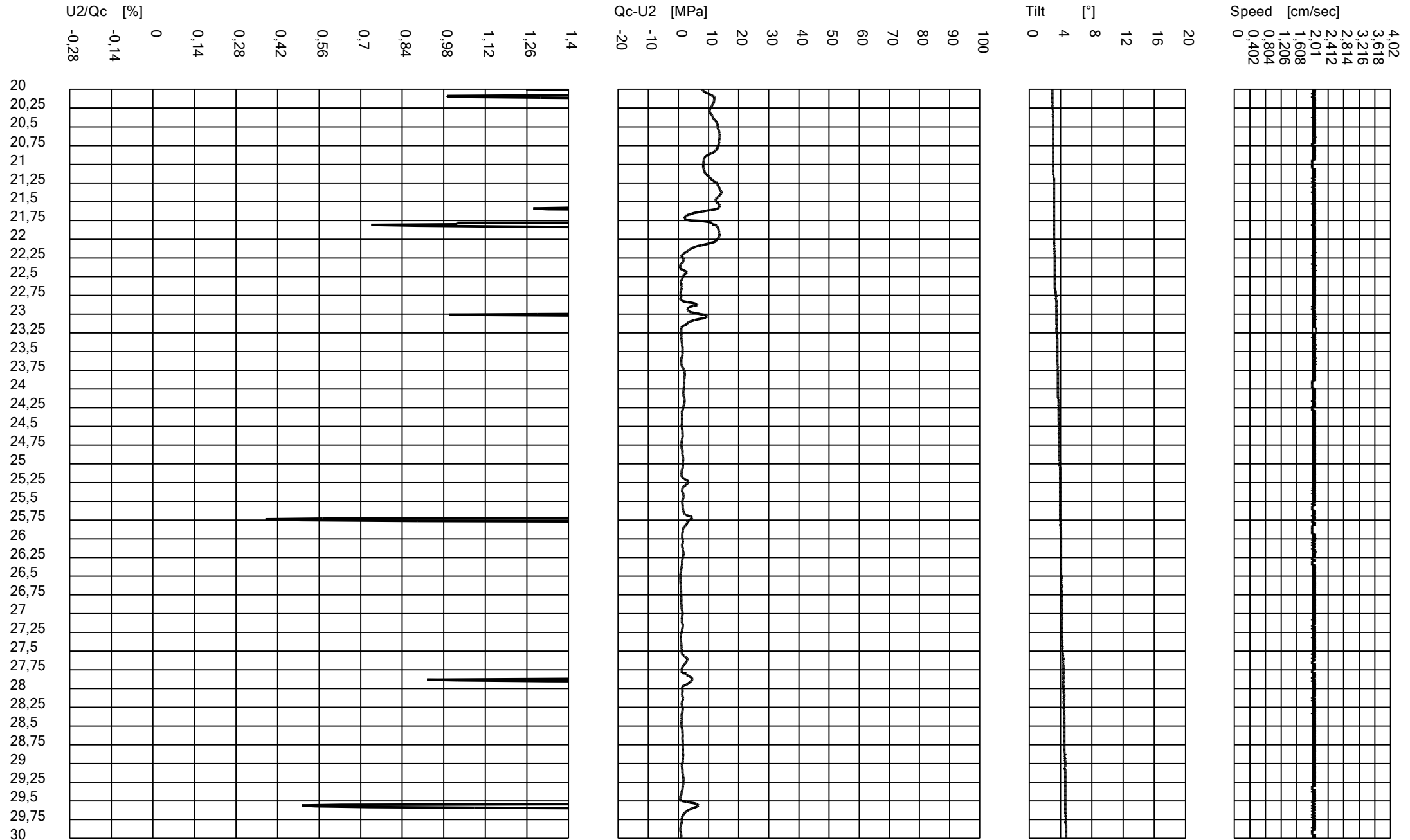
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



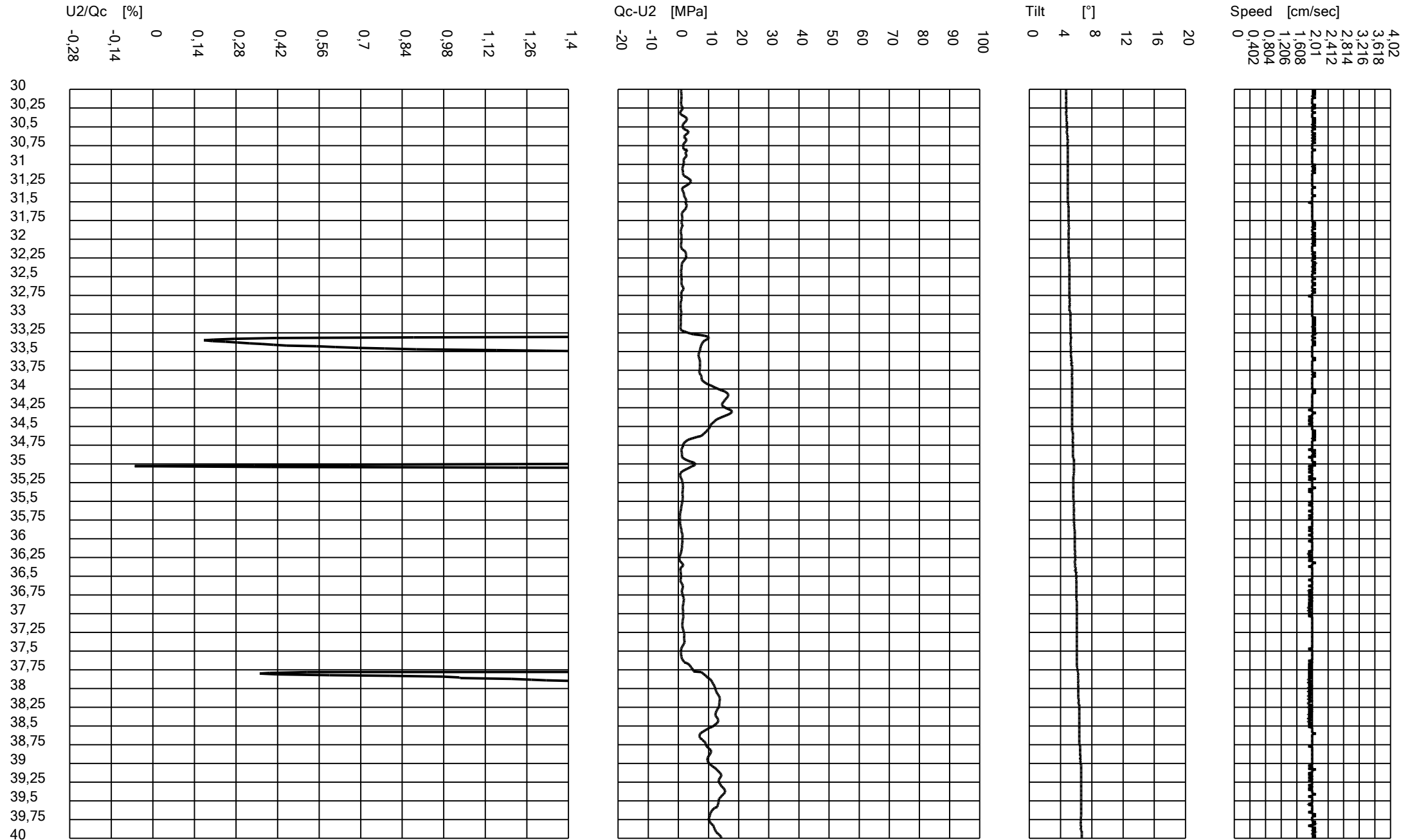
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



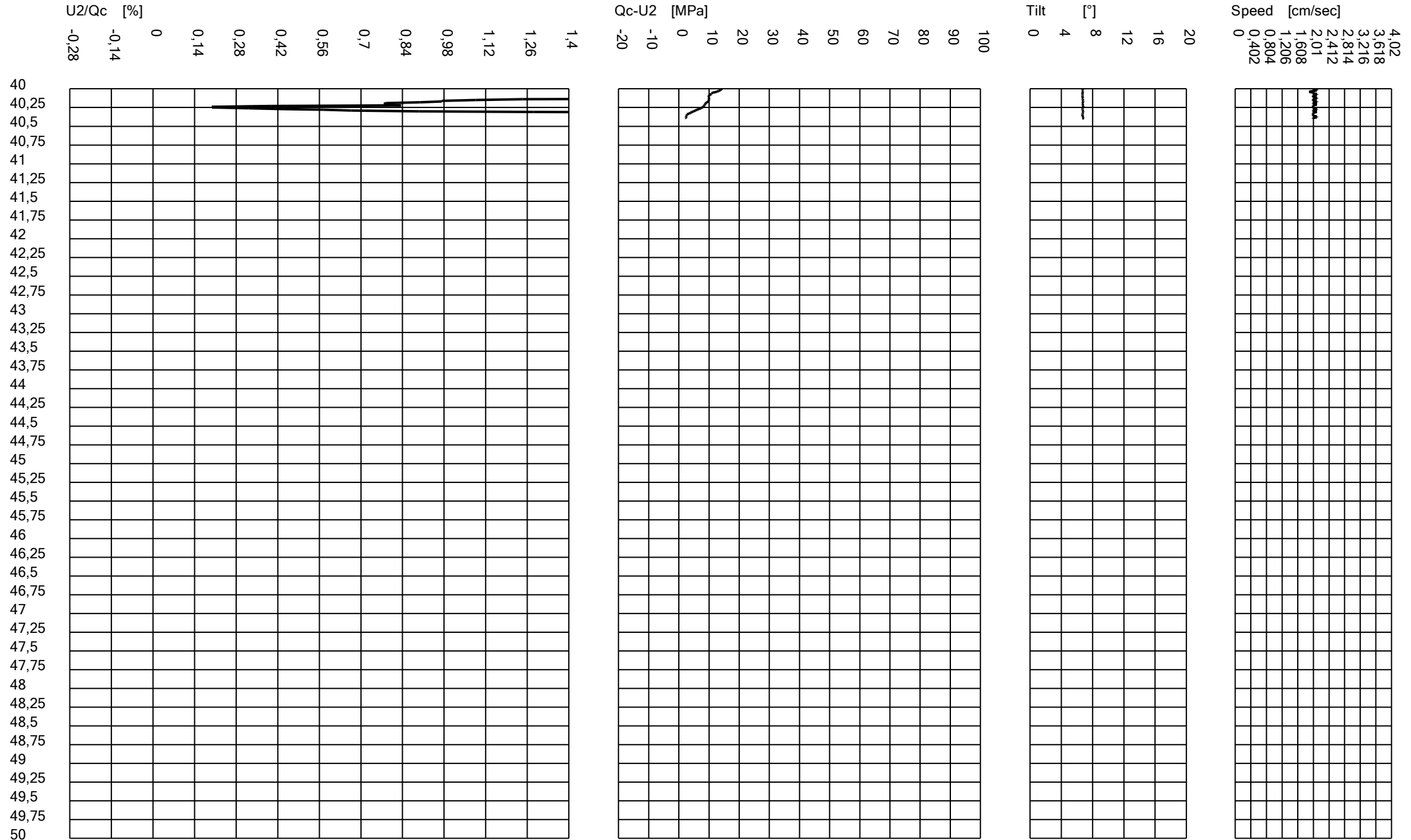
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 09/01/2020 14:26:46

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu3 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24	
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra	

Company information

Test information

Name: cptu4 anas Ra

Location: RavennaSS67

Date: 11/01/2020 11:33:24

Prehole mode:

Prehole depth [cm]: 0

Hydrostatic line [cm]: 120

Ground level [cm]: 0

Latitude: 4424.7463N

Longitude: 01214.6543E

Operator: D-R

Comments:

Probe code: MKj584

Site information

Name: ADEGUAMENTO SISMICO SS67

Date: 08/01/2020

Commissioner: ANAS SPA

Locality: RAVENNA SS 67

Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra

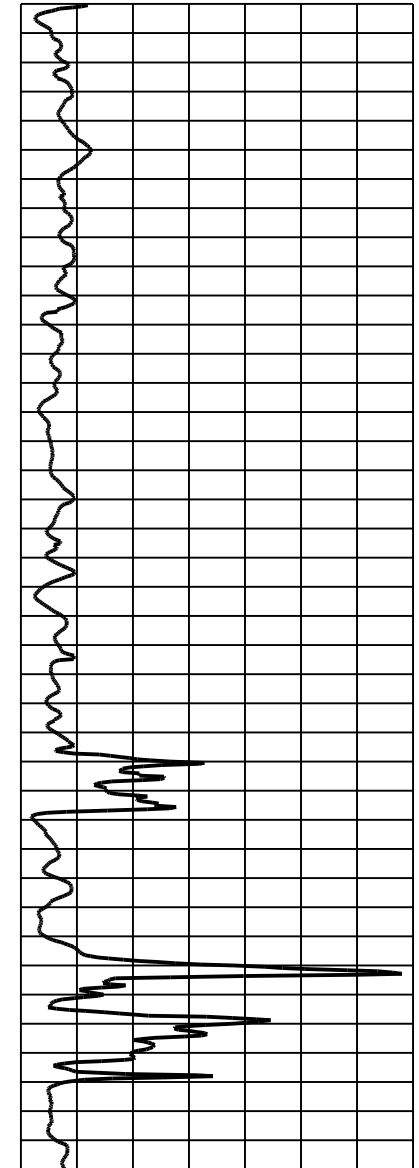
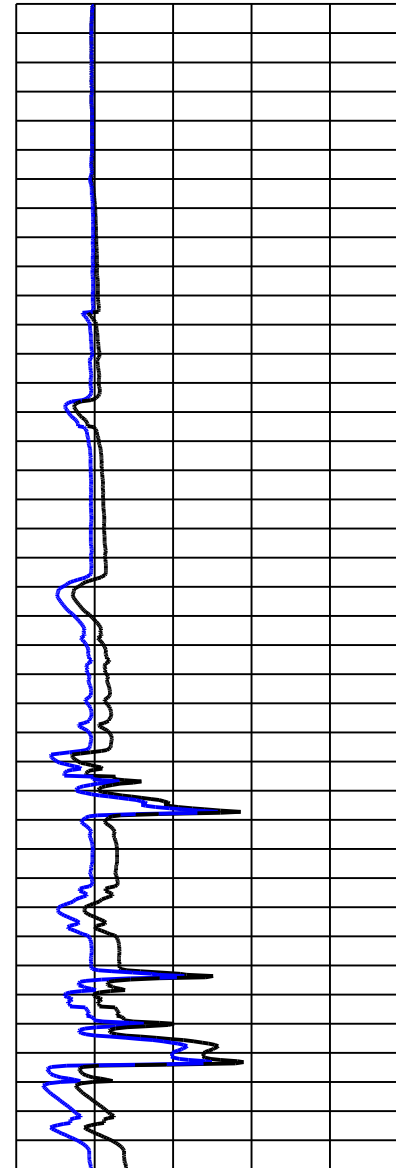
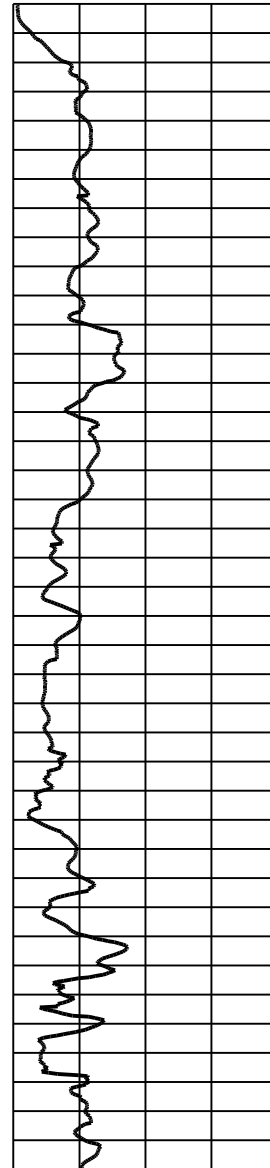
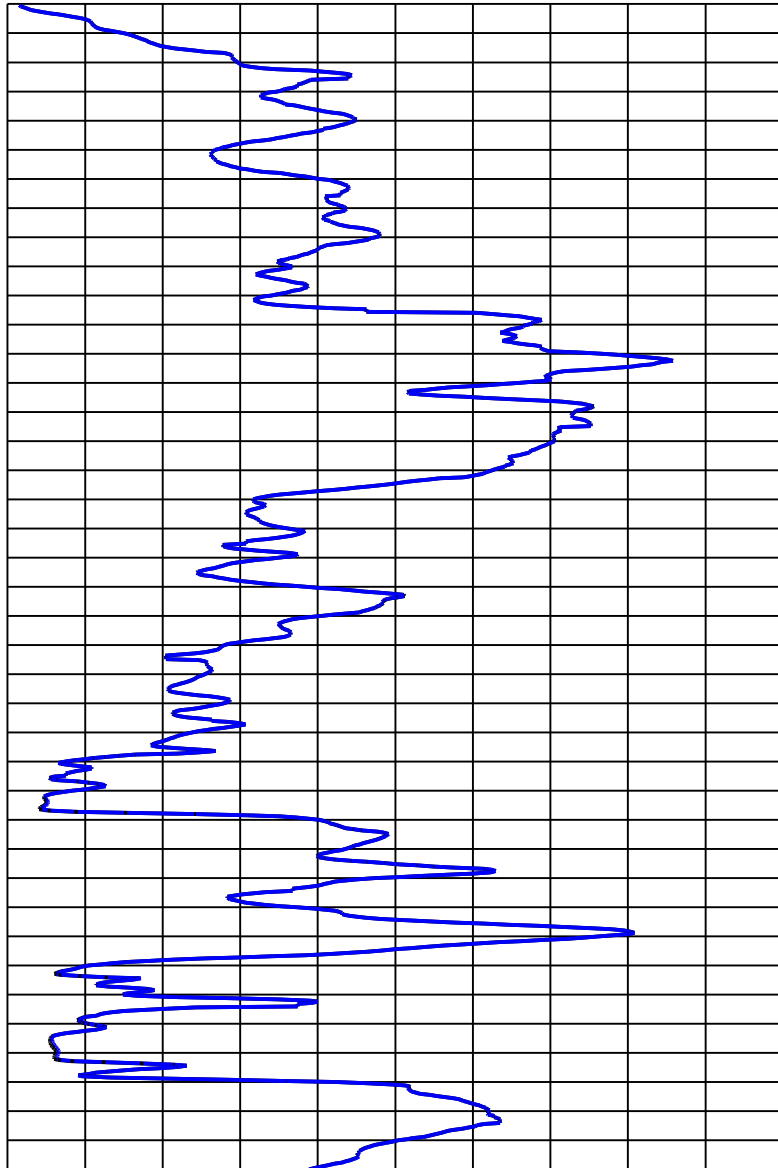
Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

Fs [KPa]
0 50 100 150 200

U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98

0
0,25
0,5
0,75
1
1,25
1,5
1,75
2
2,25
2,5
2,75
3
3,25
3,5
3,75
4
4,25
4,5
4,75
5
5,25
5,5
5,75
6
6,25
6,5
6,75
7
7,25
7,5
7,75
8
8,25
8,5
8,75
9
9,25
9,5
9,75
10



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

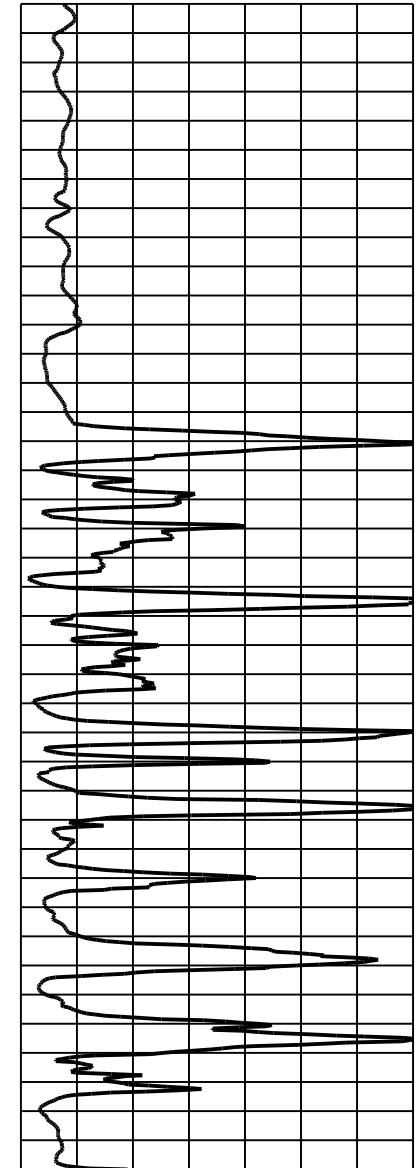
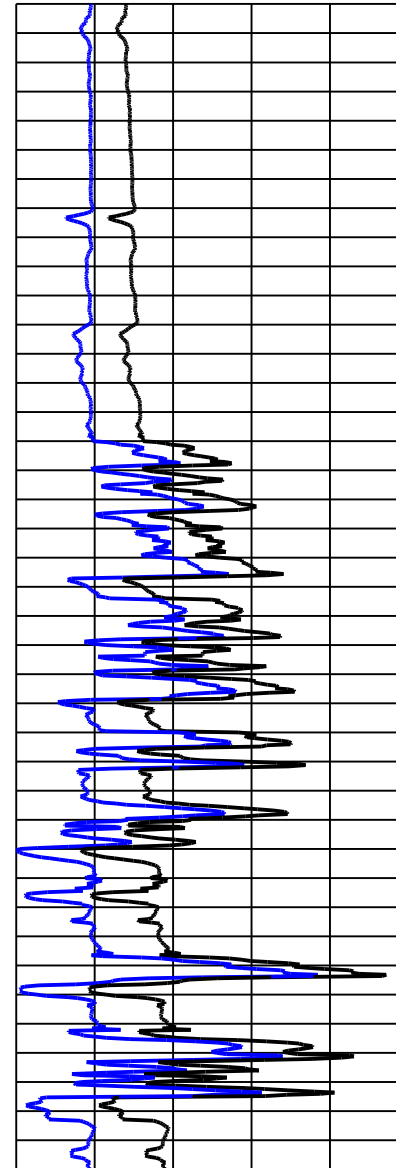
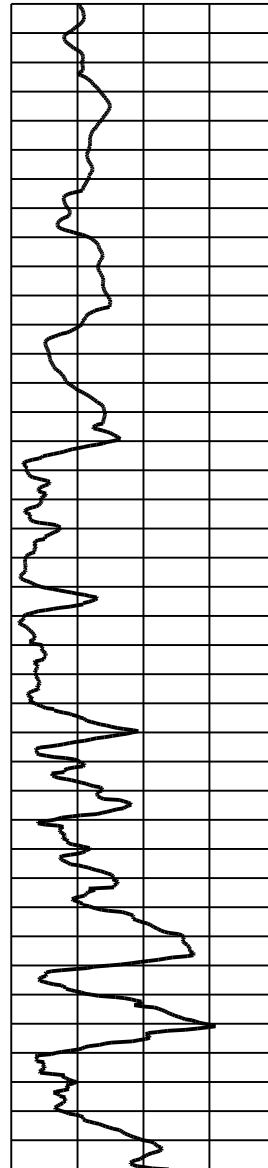
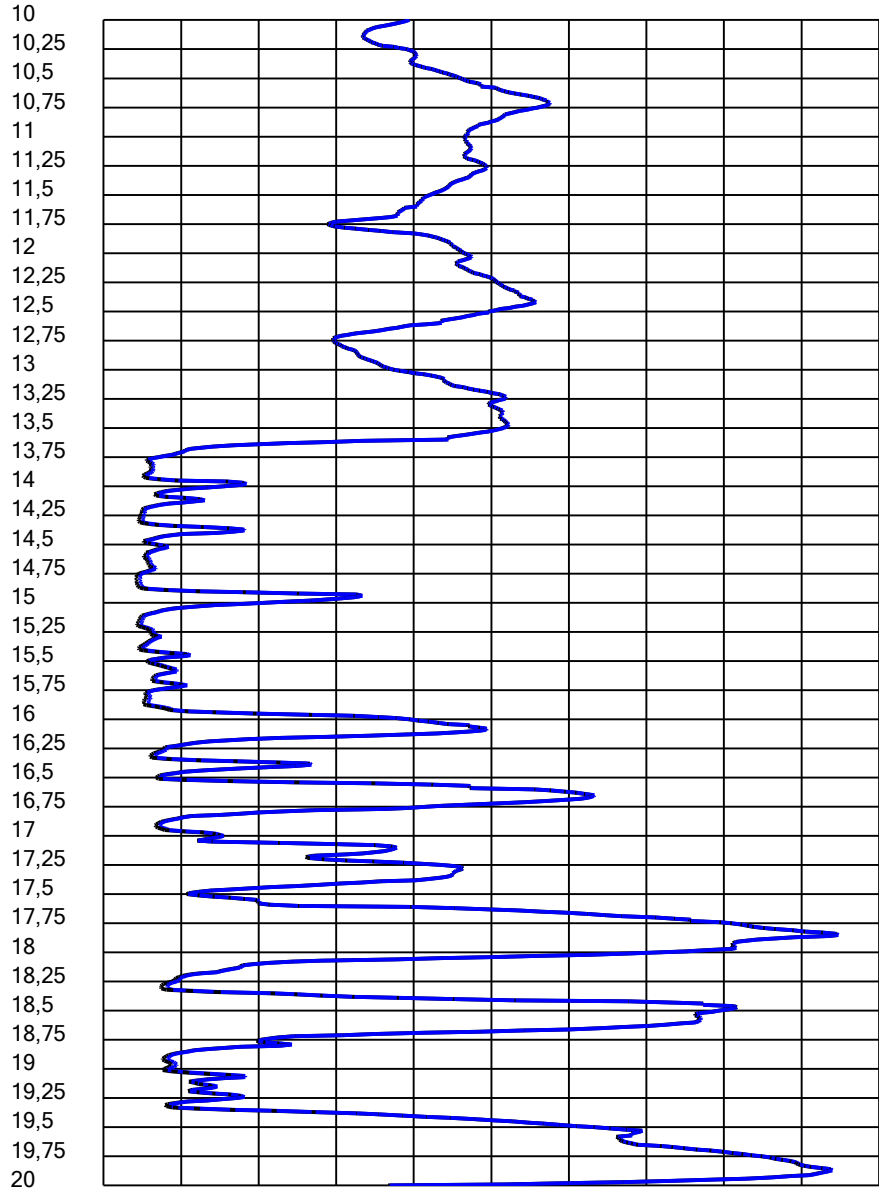
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra

Qc [MPa]
0 1,5 3 4,5 6 7,5 9 10,5 12 13,5 15

Fs [KPa]
0 50 100 150 200

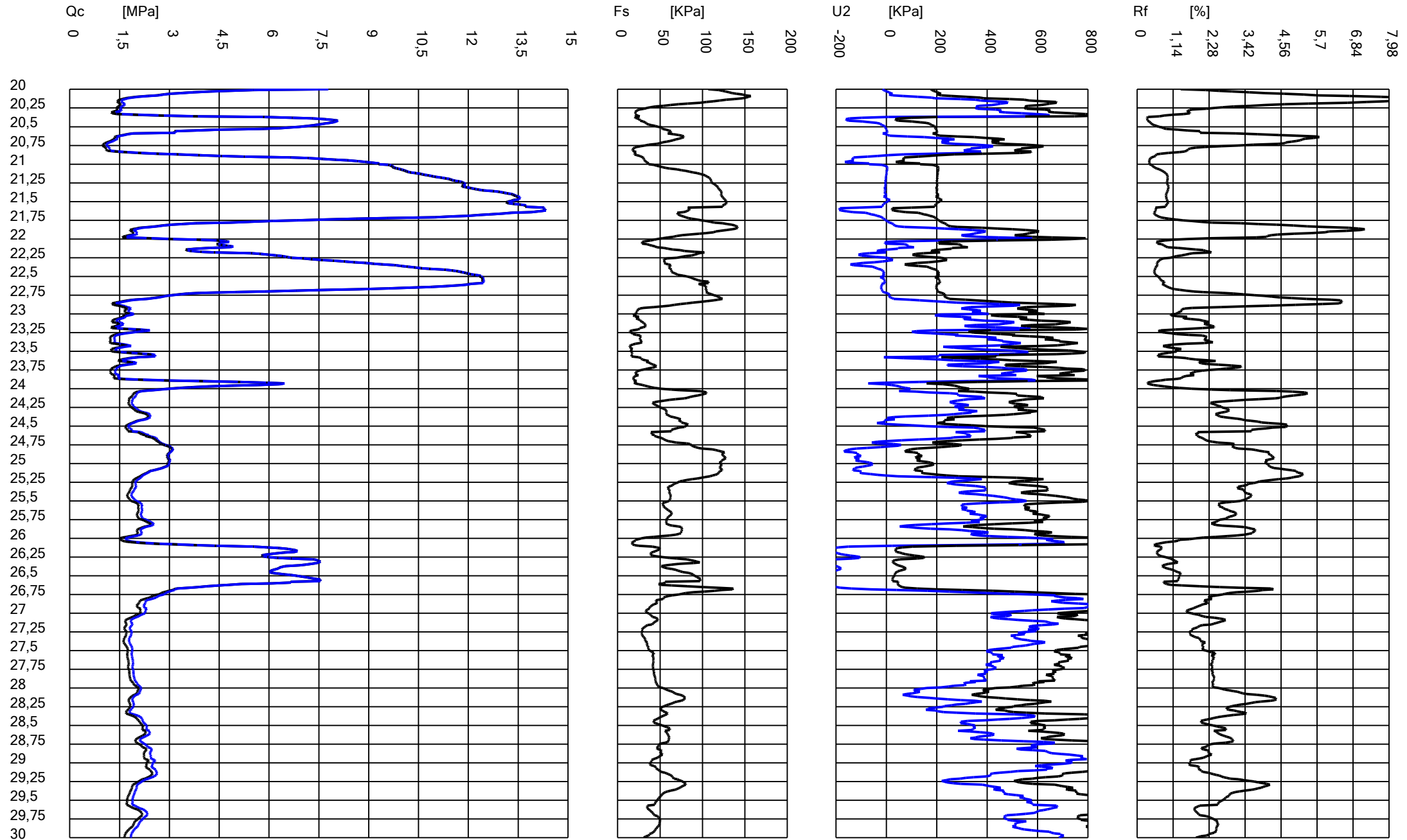
U2 [KPa]
-200 0 200 400 600 800

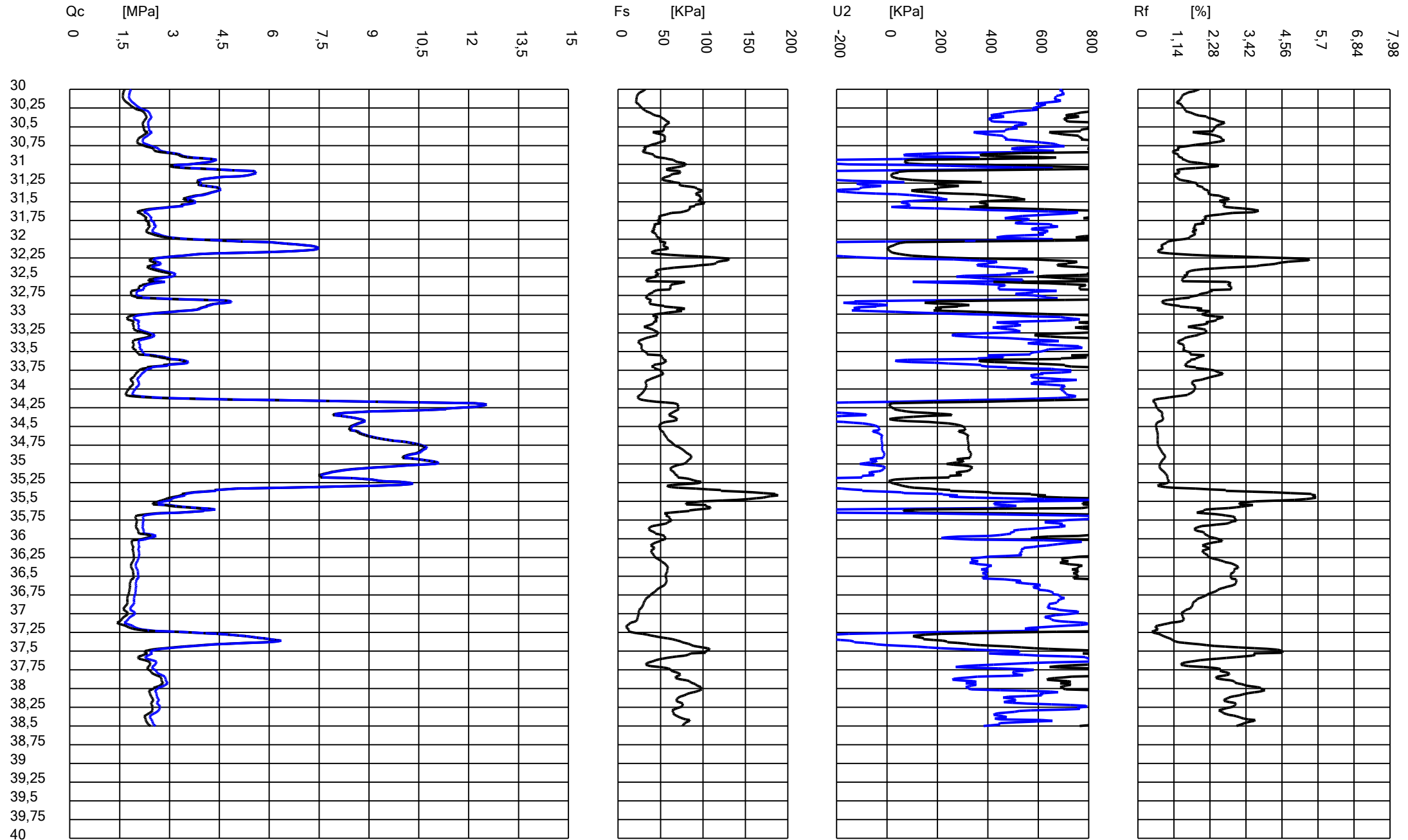
Rf [%]
0 1,14 2,28 3,42 4,56 5,7 6,84 7,98



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

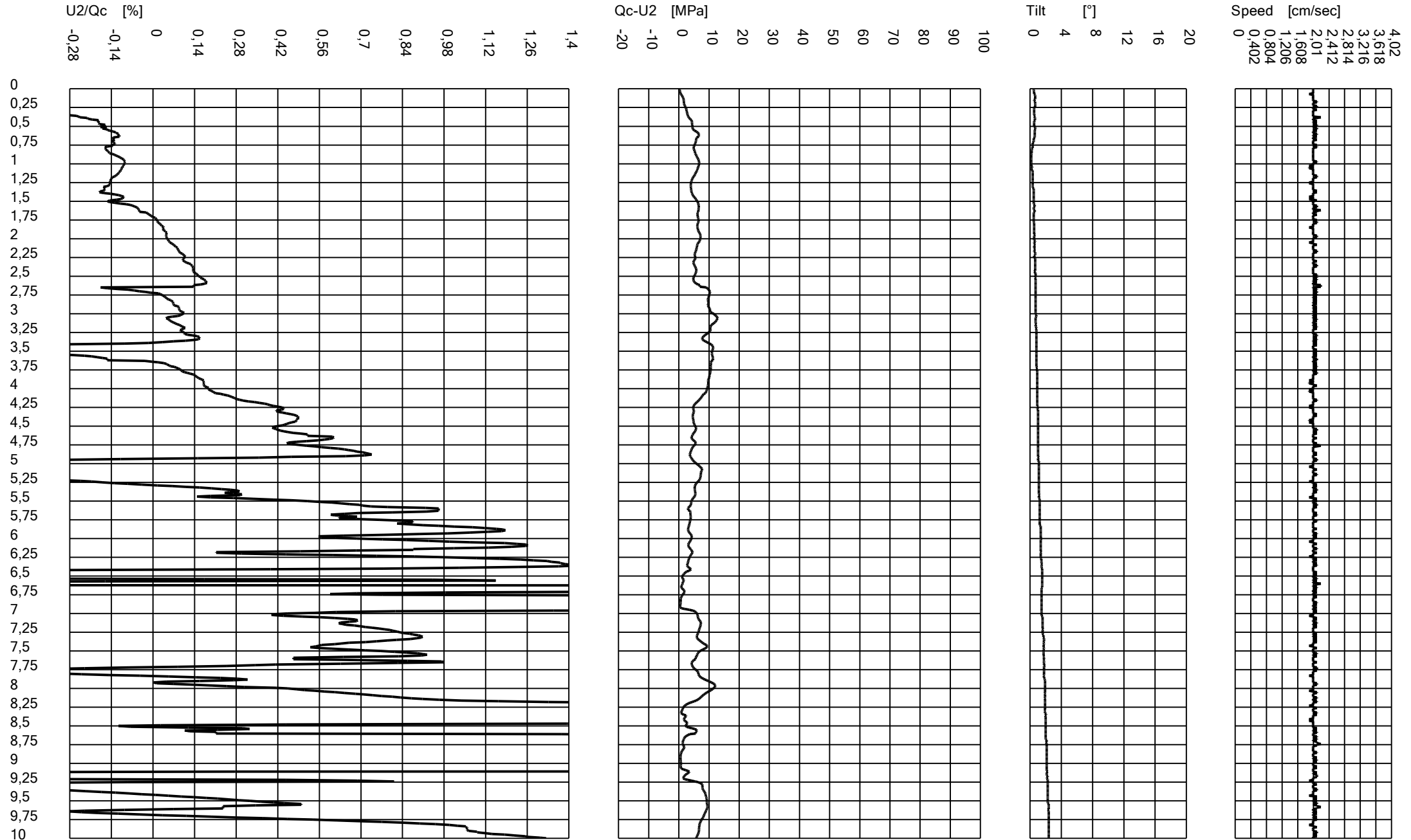
Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra





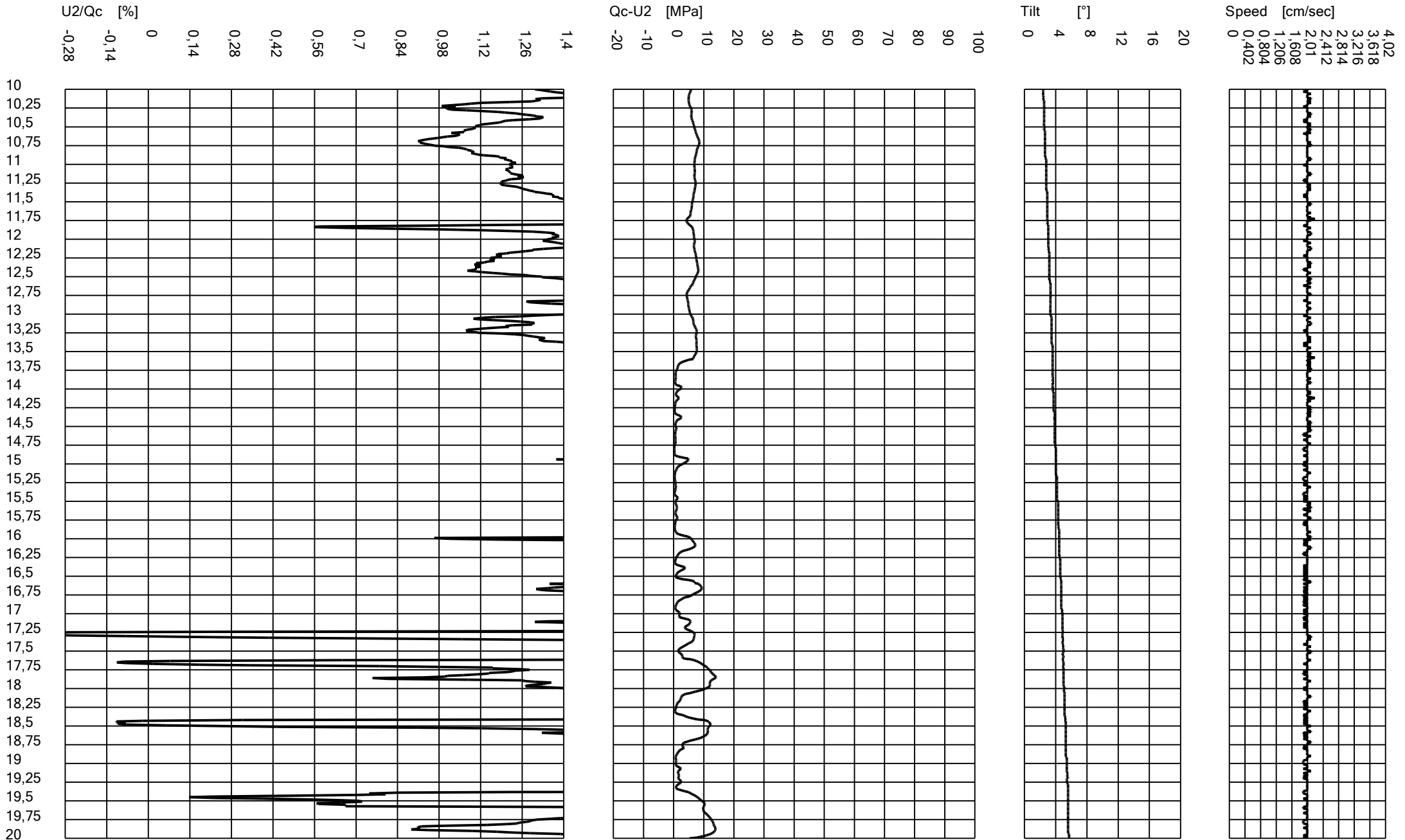
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra



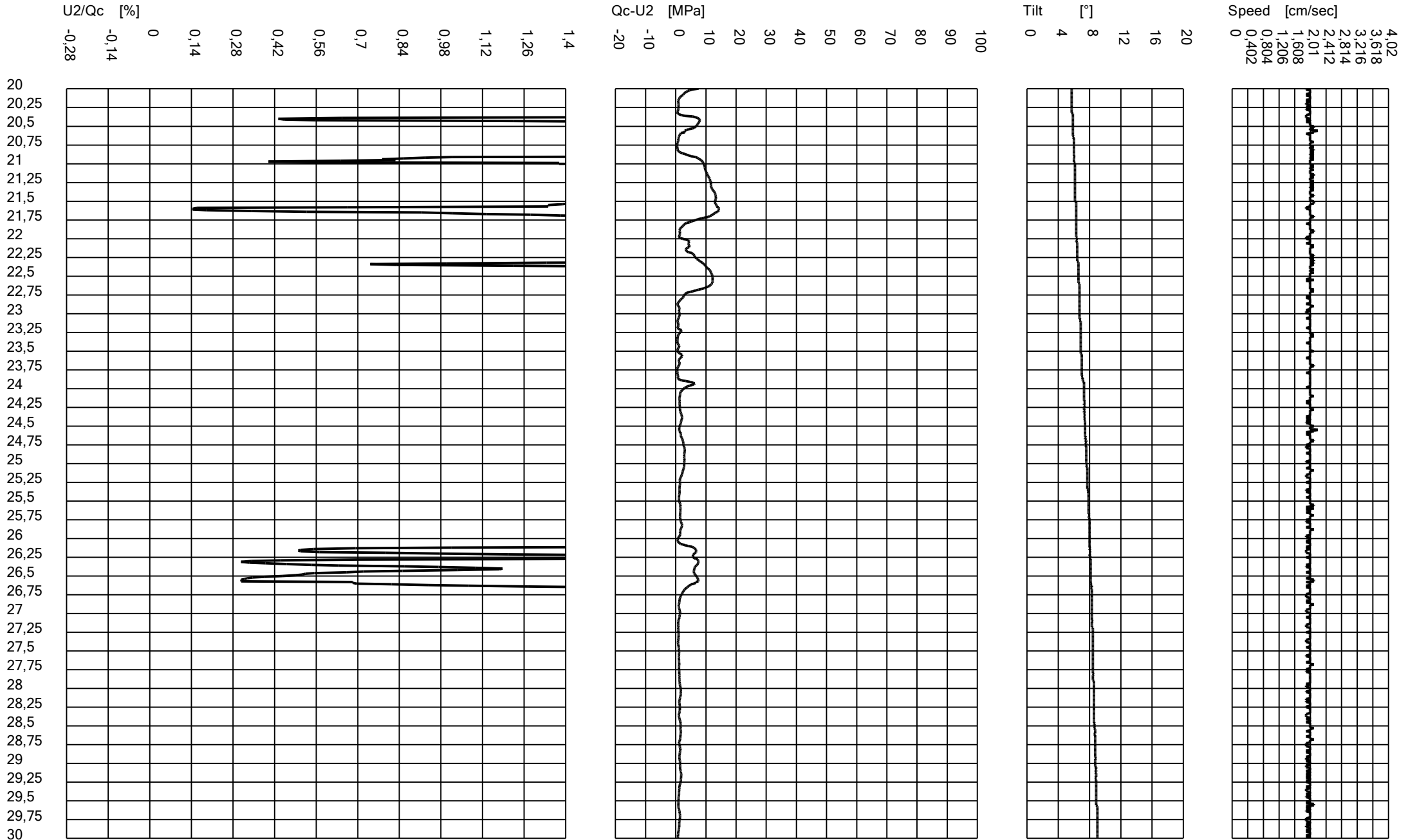
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra



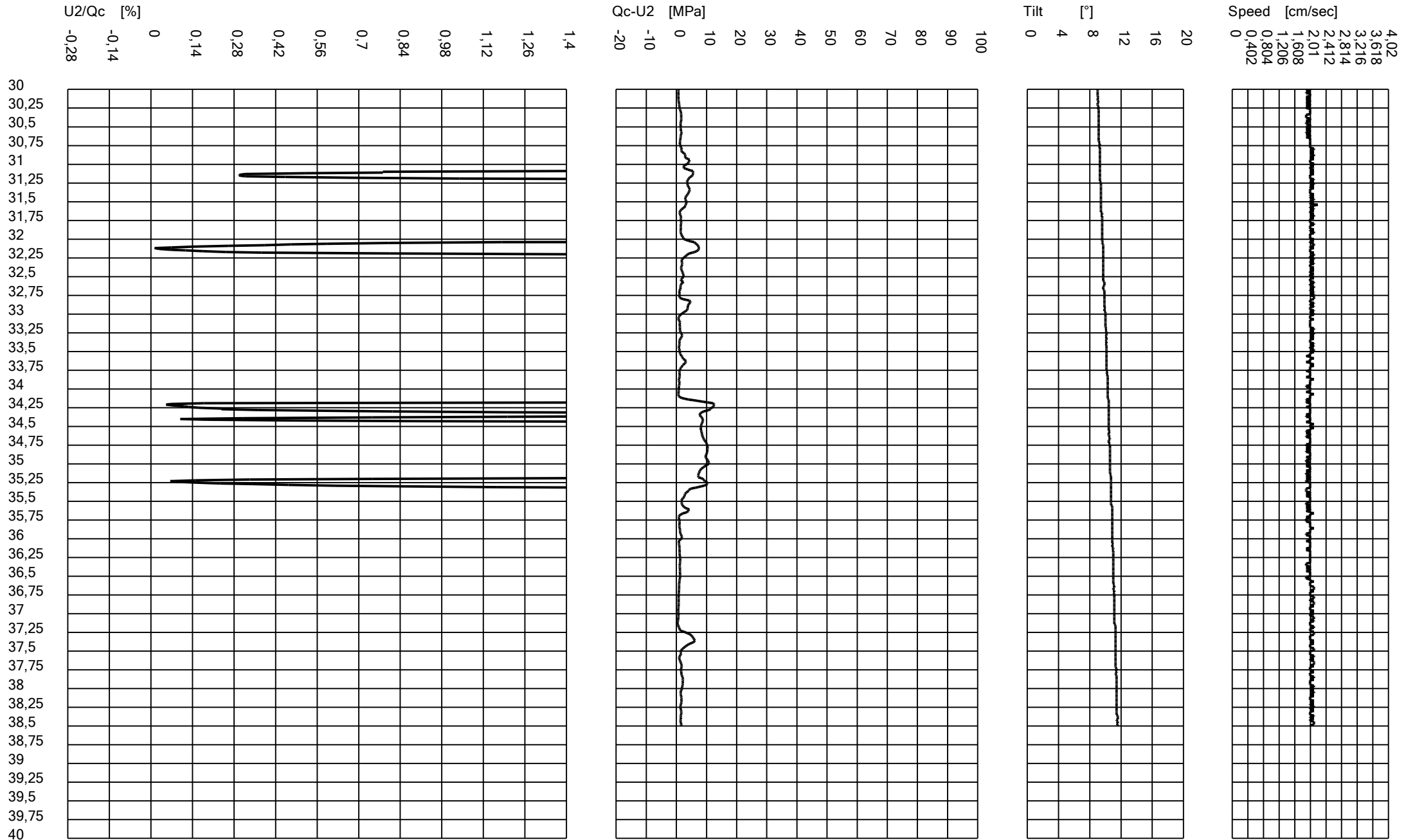
Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra



Cone Penetration Test (CPTU) - Date: 11/01/2020 11:33:24

Site: ADEGUAMENTO SISMICO SS67 - Test: cptu4 anas Ra



ALLEGATO 5 – Certificati laboratorio terre

Prove Geotecniche di laboratorio

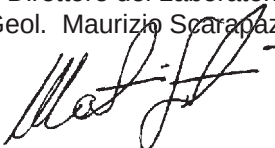
Commessa: 3378
Lavoro: 026/20

Committente: ANAS S.p.A. Area Compartimentale Emilia Romagna

Richiedente: ITESA S.r.l.

Cantiere: S.S. 67 "Tosco-Romagnola". Adeguamento da Classe al porto di Ravenna.
Servizi tecnici per l'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche

Documento approvato da:
il Direttore del Laboratorio
(Geol. Maurizio Scarapazzi)



Laboratorio qualificato
n° 103



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

LABORATORIO AUTORIZZATO
SETTORE A

Prove su terre, di carico su piastra, di densità in sito
Decreto n° 553 del 25 ottobre 2019
ai sensi dell'art. 59 D.P.R. 380/2001, Circolare II.TT. 7618/2010/STC



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e della Ricerca*

LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO

Articolo 14 del Decreto n° 593 del 8 agosto 2000
Decreto Dirigenziale n° 1956/Ric. del 20 novembre 2003
Gazzetta Ufficiale n° 285 del 9 dicembre 2003

6,0%2/2*,\$

9	SHVRGLYROXPH	N1P	:	Q	FRQWHQXWRQDWXUDOHG DFTXD
9	SHVRGLYROXPHQDWXUDOH	PH	:	L	FRQWHQXWRG DFTXDLQLJLDOH
9 _{GU}	SHVRGLYROXPHVHFFR	N1P	:	I	FRQWHQXWRG DFTXDILQDOH
9 _V	SHVRGLYROXPHGHLJUDQN1P		:	//	FRQWHQXWRG DFTXDDO//
9 _{DW}	SHVRGLYROXPHVDWXUR	N1P	:		FRQWHQXWRG DFTXD
+	DOWH]]DLQLJLDOH	FP		Q	SRURVLWjLQLJLDOH
+ _{GU}	DOWH]]DGHOVHFFR	FP		H	LQGLFHGHLYXRWL
9	YROXPHLQLJLDOH	FP		H	LQGLFHGHLYXRWLLQLJLDOH
D	DUHD	FP		6 _U	JUDGRGLVDWXUD]LRQH
9 _K	FHGLPHQWR	PP		L	JUDGLHQWHLGUDXOLFR
G	GHIRUPD]LRQH	PP		L	JUDGLHQWHLGUDXOLFRQLJLDOH
I	GLDPHWUR	PP		5 _Y	FDULFRYHUWLFDOH N3D
K	RUH			5	SUHVVLQRHGLFHOOD N3D
Q	SRURVLWj			5 _{FRQV}	WHQVHIILFPHGLDFRQVRON3D]
//	OLPLWHOLTXLGR			\$	LQGLFHGLDWLWYLWj
/3	OLPLWHSODVWLFR			,*	LQGLFHGLJUXSSR
,3	LQGLFHGLSODVWLFLWj			(PRGXORGLFRPSUHVVLELOLWj
/5	OLPLWHGLLULWLUR			P _Y	FRHIILFLHQWHLGFRPSUHVVLELOLWj
,&	LQGLFHGLFRQVLVWHQJ			F _Y	FRHIILFLHQWHLGFRQVRON3D]LRQH
/	LQGLFHGLOLTXLGLWj			N	FRHIILFLHQWHLGSHUPHDELOLWj
, _U	,QGLFHGLLULWLUR			0G	PRGXORGLGHIRUPD]LRQHIPP
5 _U	5DSSRUWRGLLULWLUR			0 _G	PRGGHIRUP # FLFORFDULFRPP

3529(

/LP	/LPLWL	7[88	7ULDVVLD0H88
*UDQ	*UDQXORPHWULD	(//	(VSDQVLRQH/DWHUDOH/LEHUD
7'	7DJOLR'LUHWWR	.	3HUPHDELOLWj
7'5HY	7DJOLR'LUHWWRUHYqUVH	5LJ	5LJRQILDPHQWR
7'//	7DJOLR'LUHWWRDO//	&6	&RPSUHVVLQRH6HPSOLFH
('	(GRPHWULFD	3URFWRU	&RPSDWD]LRQH
7[&'	7ULDVVLD0H&'	&%5	&%5
7[&8	7ULDVVLD0H&8	62UJ	6RVWDQJ]D2UJDQLFD

1'	1RQ'HHWUPLQDELOH	1&	1RQ&DOFRODELOH
1(1RQ(VHJXLELOH	0,	0LVXUD,QGLFDWLVD

	=RQHLPELELWHG]DFTXDUDPPROOLPHQWL		/LYHOOLOLPRVL
	/LYHOOLVDEELRVL		/LYHOOLDUJLOORVL

,QXPHULLSRUWDWLDFFDQRWDOOSURYDLQGLFDQRLOUHODWLYRSLURXUDR'VHJXLWDFRQVWUXPHQWD]LRQHQRQWUDEL0HHRQRQ

'RFXPHQWRGLSURSULHWj*HRSODQQLQJ6HUYLJLSHULO7HUULWRULR6UO/D6RFLHWjWXWHOHUjLSURSULGLLULWLLQVHGHFLYLOH



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	non dichiarata	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota I :	85 mm
Contenitore:	fustella metallica	Lunghezza della carota:	420 mm
Diametro esterno I del contenitore:	89 mm	Data di prelievo del campione:	--
Lunghezza del contenitore:	640 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Data di consegna del campione:	31/01/20	Data di apertura del campione:	04/02/20
Data di apertura Commessa:	31/01/20	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	04/02/20	Data di fine prova:	04/02/20

SCHEMA DEL CAMPIONE	LUNGH.	POCKET PENETR.	VANE TEST	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
	cm	kPa (M.I.)	kPa (M.I.)		
ALTO				W ₁ Gran. σ_h ■ ED Lim. W ₂ W ₃	Sabbia limosa grigio, a struttura omogenea, non plastica relativamente alle caratteristiche mineralogiche, reattiva ad HCl, vagamente fetida.
10		N.D.	N.D.		
20					
30					
40	▲				
50					
60					
70	BASSO				

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità, presentava forma normale con le superfici laterali esterna ed interna sufficientemente lisce e prive di protuberanze visivamente apprezzabili. Il filo della scarpa, di forma normale, era affilato. Il campione era isolato con paraffina (1 mm in alto e 3 mm in basso). All'apertura, dal campione è fuoriuscita acqua.

Roma, 20/02/20

LOHFQLFR6SHULPHQWDWRUH
'RWW*'HRO)UDQEHVFD7URSHDQR
Francesca Tropeano

LO'LUHWWRUHGHC'DERUDWRULR
'RWW*'HRODXULLR'FUDSDJ]L
Matteo



Committente: ANAS S.p.A., A.C. Emilia Romagna

Richiedente: ITESA S.r.l.

Cantiere: S.S. 67 "Tosco-Romagnola"

Certificato di prova: **12437/b**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **3378/1**

Lavoro di laboratorio: **026/20**

Sondaggio n° **N1**

Campione n° **1**

Profondità di prelievo:
da m **12.00** a m **12.50**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	04/02/20	Data di fine prova:	05/02/20
	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	53,03	51,73	65,80
Peso lordo secco (g)	45,59	45,38	55,73
Tara (g)	21,06	21,38	20,03
Umidità relativa W (%)	30,3	26,5	28,2
UMIDITA' NATURALE MEDIA W_w 28,3 %		DEVIAZIONE STANDARD 1,90	

Note:

Roma, 20/02/20

LOHFQLFR6SHULPHQWDRUH LO'LUHWWRUHGHQ'DERUDWRUL
'RWW*HRO)UDQFHVFD7URSHDQR 'RWW*HROODXUL/LK6FDUDSD]]L
Francesca Tropeano *Mat. J.*

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	04/02/20	Data di fine prova:	04/02/20
Peso umido del terreno (g)	78,35	Volume (cm ³)	39,81
PESO DI VOLUME NATURALE ρ_n 19,31 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite: fustella tarata		

Note:

Roma, 20/02/20

LOHFQLFR6SHULPHQWDRUH LO'LUHWWRUHGHQ'DERUDWRUL
'RWW*HRO)UDQFHVFD7URSHDQR 'RWW*HROODXUL/LK6FDUDSD]]L
Francesca Tropeano *Mat. J.*



Committente: ANAS S.p.A., A.C. Emilia Romagna

Richiedente: ITESA S.r.l.

Cantiere: S.S. 67 "Tosco-Romagnola"

Certificato di prova: **12437/c**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **3378/1**

Lavoro di laboratorio: **026/20**

Sondaggio n° **N1**

Campione n° **1**

Profondità di prelievo:
da m **12.00** a m **12.50**

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANI

(UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Data di inizio prova:	04/02/20	Data di fine prova:	06/02/20
-----------------------	----------	---------------------	----------

Determinazione n° 1	Quantità misurate	Determinazione n° 2
91,51	Tara picnometro (g)	90,58
107,10	Picnometro + campione secco (g)	106,14
221,18	Picnometro + campione + acqua (g)	222,67
20,3	Temperatura di prova (°C)	20,3
211,28	Picnometro + acqua (g)	212,81
26,86	P. di vol. dei grani misurato (kN/m ³)	26,76

PESO DI VOLUME DEI GRANI ρ_s	26,81 kN/m ³	DEVIAZIONE STANDARD	0,064
-----------------------------------	--------------------------------	---------------------	--------------

Note: il peso specifico assoluto a 20° C è pari a 26,86 (2,738).

Roma, 20/02/20

LOHFQLFR6SHULPHQWDWRUH 'RWW*HRO)UDQEHVFD7URSHDQR
 LO'LUHWWRUHGHQ'DERUDWRUL 'RWW*HROODXUL/LK6FDUDSD]]L
 Francesca Tropeano

CARATTERISTICHE FISICHE E VOLUMETRICHE

INDICE DEI VUOTI	e	0,785	GRADO DI SATURAZIONE	S _r	99 %
POROSITA'	n	0,440	PESO DI VOLUME SECCO	ρ_{dry}	15,05 kN/m ³
PESO DI VOL. SATURO	ρ_{sat}	19,33 kN/m ³	PESO DI VOL. IMMERSO	ρ	9,50 kN/m ³

Note:

LOHFQLFR6SHULPHQWDWRUH 'RWW*HRO)UDQEHVFD7URSHDQR
 LO'LUHWWRUHGHQ'DERUDWRUL 'RWW*HROODXUL/LK6FDUDSD]]L
 Francesca Tropeano



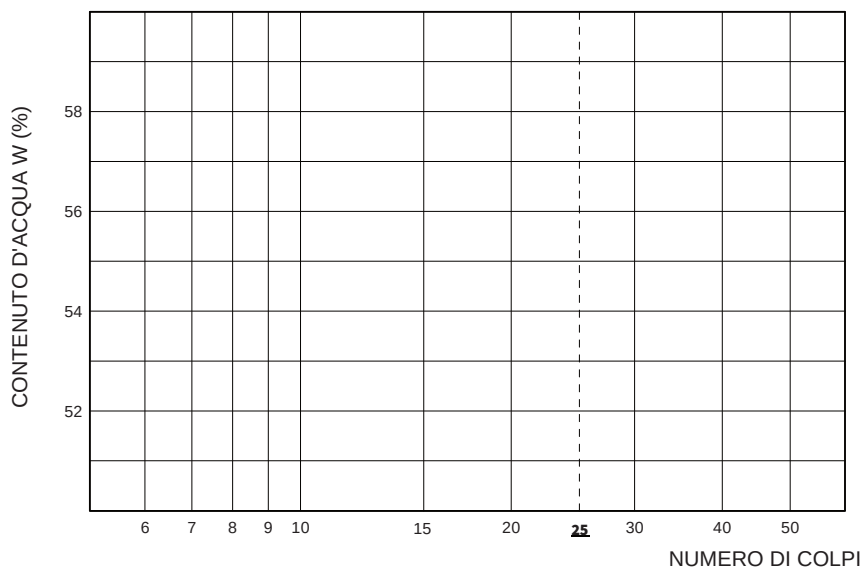
CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

(UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Data di inizio prova LL e LP	04/02/20	Data di fine prova LL e LP	04/02/20
Data di inizio prova LR	--	Data di fine prova LR	--

PARAMETRO	VALORE	UNITA'	PROVA	COLPI	W %	CATEGORIA
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	N.D.	%	1	--	LL
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	N.D.	%	2	--	
INDICE DI PLASTICITA'	IP	N.C.	%	3	--	
LIMITE DI RITIRO	LR	--	%	4	--	
CONTENUTO NATURALE D'ACQUA	W _n	28,3	%	5	--	
INDICE DI CONSISTENZA	IC	N.C.		1	--	LP
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	N.C.		2	--	
INDICE DI RITIRO	I _r	--		1	--	LR
RAPPORTO DI RITIRO	R _r	--		2	--	
INDICE DI ATTIVITA'	A	N.C.				

LIMITE DI LIQUIDITA'



Note:

Roma, 20/02/20

LO7HFQLFR6SHULPHQWDWRUH
'RWW*HRO)UDQFHVFD7URSHDQR

Francesca Tropeano

LO'LUHWWRUHGHO/DERUDWRULR
'RWW*HROODXUL]LR67DUDSD]JL

[Signature]



Committente: ANAS S.p.A., A.C. Emilia Romagna

Richiedente: ITESA S.r.l.

Cantiere: S.S. 67 "Tosco-Romagnola"

Certificato di prova: **12437/f**
(foglio 1 di 6)

Verbale di Accettazione: **3378/1**

Lavoro di laboratorio: **026/20**

Sondaggio n° **N1**

Campione n° **1**

Profondità di prelievo:
da m **12.00** a m **12.50**

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Data di inizio prova:	04/02/20	Data di fine prova:	18/02/20
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro	I	5,033	cm	Peso di vol. dei grani	ρ_s	26,81	kN/m ³
Altezza iniziale	H ₀	2,000	cm	Grado di saturazione	S _r	97	%
Area	a	19,903	cm ²	Cont. d'acqua finale	W _f	27,5	%
Volume iniziale	V ₀	39,806	cm ³	Porosità iniziale	n ₀	0,436	
Cont. d'acqua iniziale	W _i	27,5	%	Altezza del secco	H _{dry}	1,128	cm
Peso di volume	ρ	19,33	kN/m ³	Indice dei vuoti iniziale	e ₀	0,774	

Pressione ζ (kPa)	Tempo t (h)	Cedimento cumulativo d (mm)	Indice dei vuoti e (--)	Modulo di compressibilità E' (kPa)	Coefficiente di compressibilità m _v (kPa ⁻¹)	Coefficiente di consolidazione c _v (cm ² /sec)	Coefficiente di permeabilità k (m/sec)
0	0	0	0,774				
25	24	0,087	0,766	5.747	1,74E-04	N.D.	N.D.
49	24	0,197	0,757	4.345	2,30E-04	N.D.	N.D.
98	24	0,346	0,743	6.512	1,54E-04	N.D.	N.D.
196	24	0,528	0,727	10.583	9,45E-05	N.D.	N.D.
392	24	0,753	0,707	16.962	5,90E-05	N.D.	N.D.
785	24	1,062	0,680	24.479	4,09E-05	N.D.	N.D.
1570	24	1,502	0,641	33.787	2,96E-05	N.D.	N.D.
392	24	1,369	0,653				
98	24	1,219	0,666				
25	24	1,059	0,680				

Roma, 20/02/20

LOHFQLFR6SHULPHQWDWRUH
'RWW*HRO)UDQEHVFD7URSHDQR
Francesca Tropeano

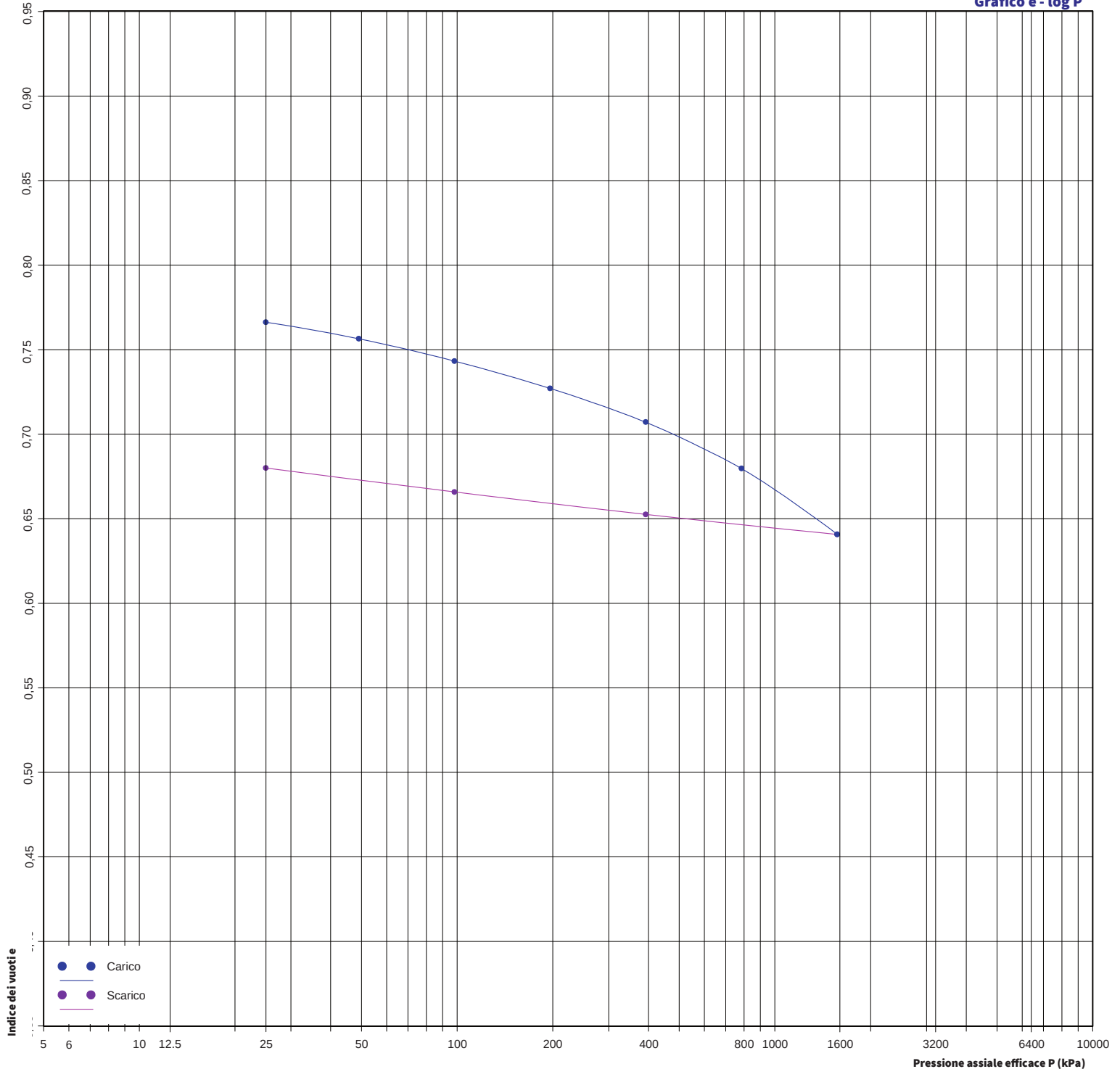
LO'LUHWWRUHGHQ'DERUDWRULR
'RWW*HRO0DXUL[LR6F0UDSD]JL



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico e - log P

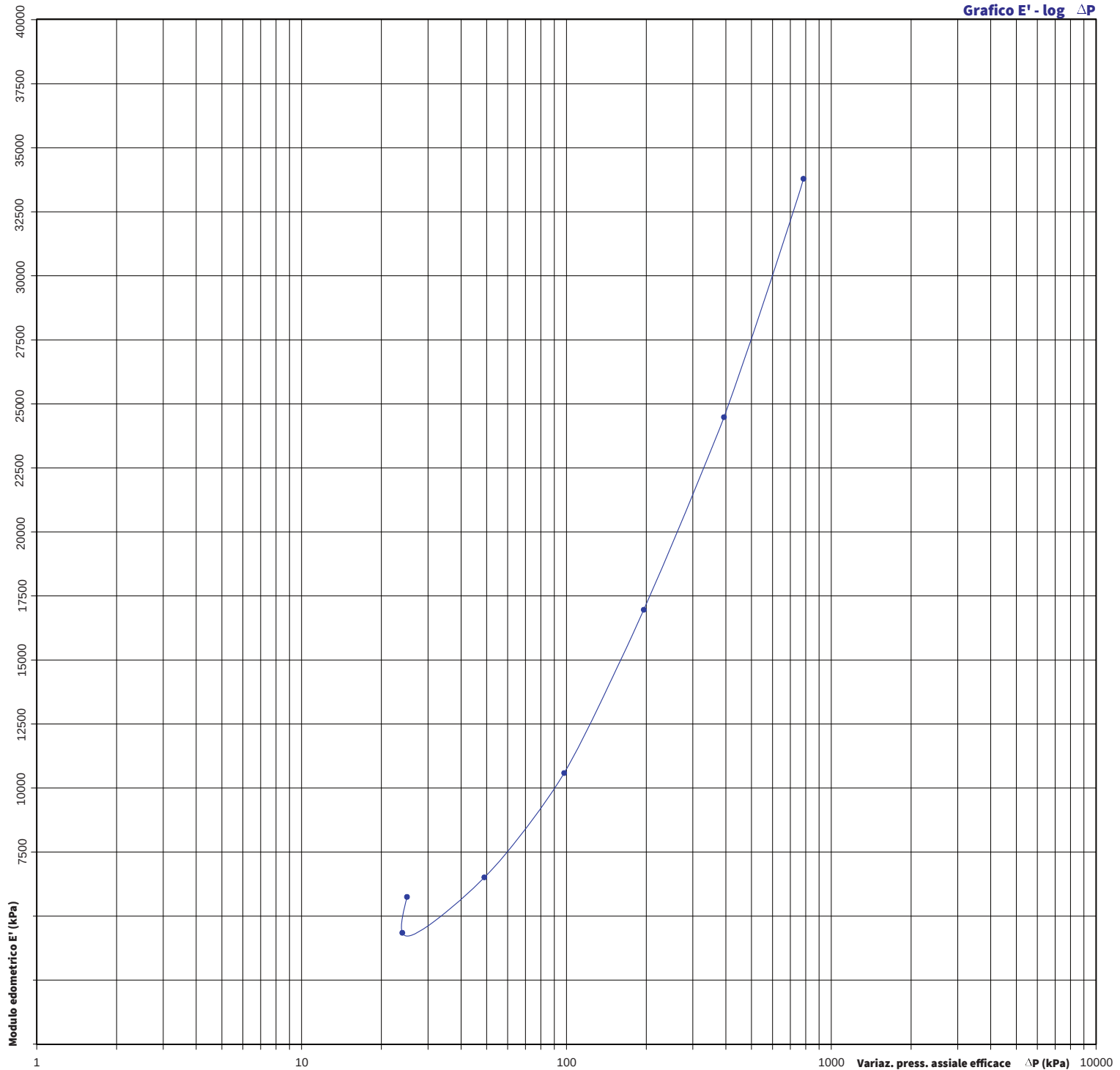


Note:



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)



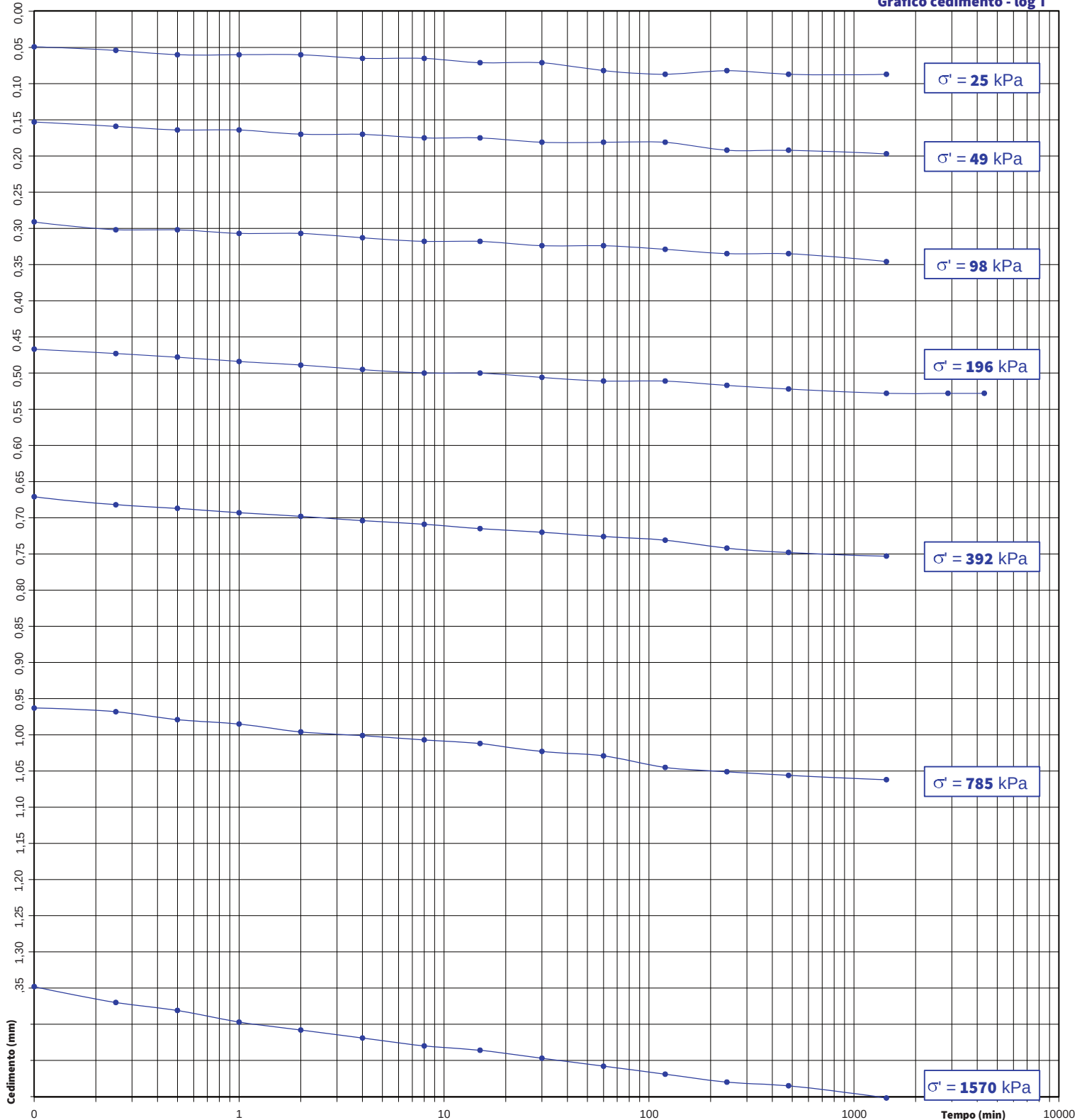
Note:



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico cedimento - log T



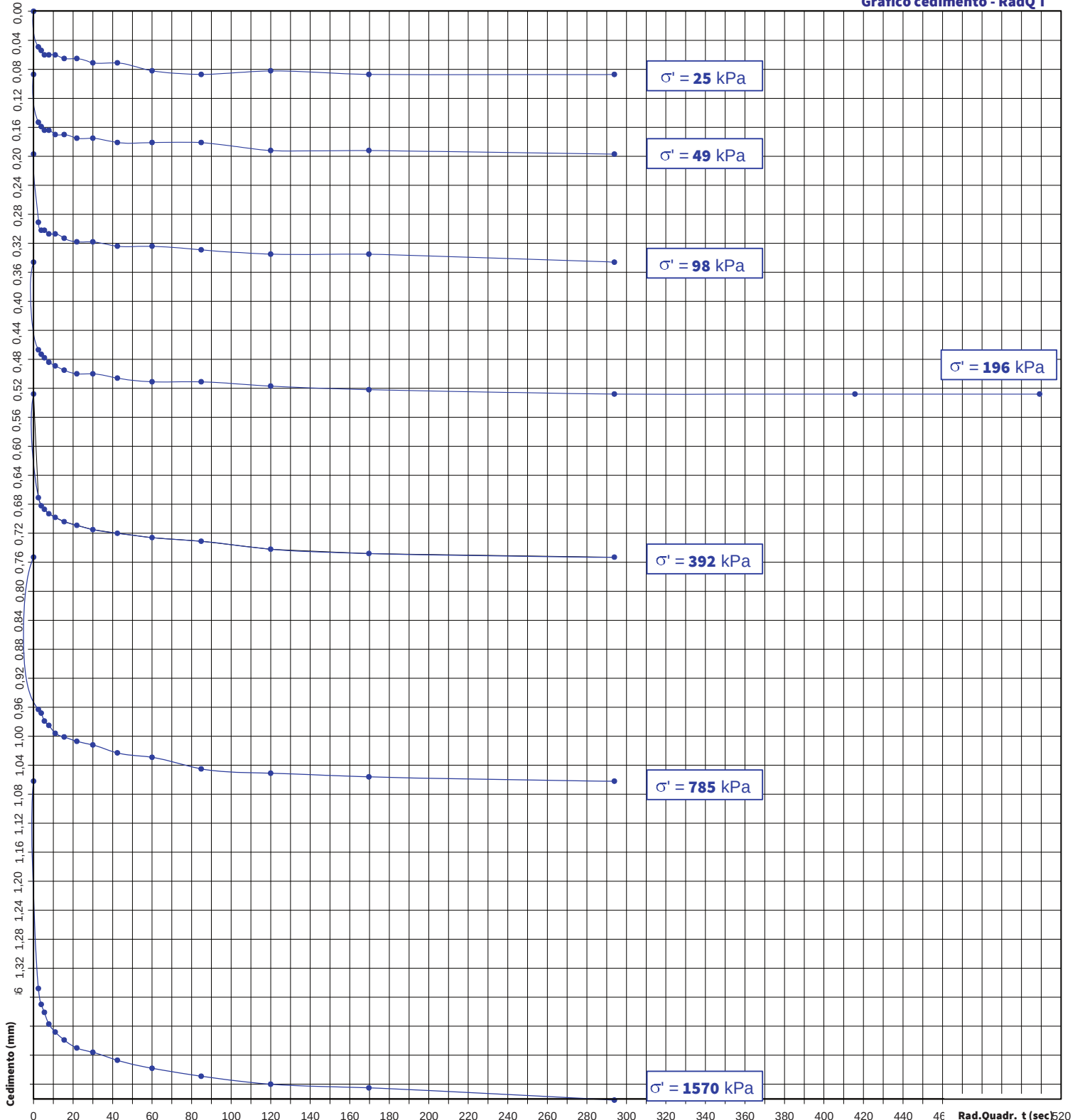
Note:



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

Grafico cedimento - RadQ T



Note:



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(UNI CEN ISO/TS 17892-5)

MISURAZIONI ACQUISITE

Pressione (kPa)	25	49	98	196	392	785	1570	392	98	25									
Data (gg/mese)	4/2	5/2	6/2	7/2	10/2	11/2	12/2	13/2	14/2	17/2									
Tempi	Cedimenti (mm)																		
0"	0,000	0,087	0,197	0,346	0,528	0,753	1,062	1,502	1,369	1,219									
6"	0,049	0,153	0,291	0,467	0,671	0,963	1,348												
15"	0,054	0,159	0,302	0,473	0,682	0,968	1,370												
30"	0,060	0,164	0,302	0,478	0,687	0,979	1,381												
1'	0,060	0,164	0,307	0,484	0,693	0,985	1,397												
2'	0,060	0,170	0,307	0,489	0,698	0,996	1,408												
4'	0,065	0,170	0,313	0,495	0,704	1,001	1,419												
8'	0,065	0,175	0,318	0,500	0,709	1,007	1,430												
15'	0,071	0,175	0,318	0,500	0,715	1,012	1,436												
30'	0,071	0,181	0,324	0,506	0,720	1,023	1,447												
60'	0,082	0,181	0,324	0,511	0,726	1,029	1,458												
120'	0,087	0,181	0,329	0,511	0,731	1,045	1,469												
240'	0,082	0,192	0,335	0,517	0,742	1,051	1,480												
480'	0,087	0,192	0,335	0,522	0,748	1,056	1,485												
1440'	0,087	0,197	0,346	0,528	0,753	1,062	1,502	1,369	1,219	1,059									
2880'				0,528															
4320'				0,528															

Note:

ALLEGATO 6 – Tensioni iniziali

Livello	γ_{sat} [KN/m ³]	-z [m]	Δz [m]	u [KPa]	σ_{tot} [Kpa]	σ' [KPa]		
1	18,24	0,5	0,1	0,000	0,000	0,000		
		0,6	0,1	0,000	1,824	1,824		
		0,7	0,1	0,000	3,648	3,648		
		0,8	0,1	0,000	5,472	5,472		
		0,9	0,1	0,000	7,296	7,296		
		1	0,1	0,981	9,120	8,139		
		1,1	0,1	1,962	10,944	8,982		
		1,2	0,1	2,943	12,768	9,825		
		1,3	0,1	3,924	14,592	10,668		
		1,4	0,1	4,905	16,416	11,511		
		1,5	0,1	5,886	18,240	12,354		
		1,6	0,1	6,867	20,064	13,197		
		1,7	0,1	7,848	21,888	14,040		
		1,8	0,1	8,829	23,712	14,883		
		1,9	0,1	9,810	25,536	15,726		
		2	0,1	10,791	27,360	16,569		
		2,1	0,1	11,772	29,184	17,412		
		2,2	0,1	12,753	31,008	18,255		
		2,3	0,1	13,734	32,832	19,098		
		2,4	0,1	14,715	34,657	19,942		
		2,5	0,1	15,696	36,481	20,785		
				2,6	0,1	16,677	38,305	21,628
				2,7	0,1	17,658	40,129	22,471
				2,8	0,1	18,639	41,953	23,314
				2,9	0,1	19,620	43,777	24,157
3	0,1			20,601	45,601	25,000		
3,1	0,1			21,582	47,425	25,843		
3,2	0,1			22,563	49,249	26,686		
3,3	0,1			23,544	51,073	27,529		
3,4	0,1			24,525	52,897	28,372		
3,5	0,1			25,506	54,721	29,215		
3,6	0,1			26,487	56,545	30,058		
3,7	0,1			27,468	58,369	30,901		
3,8	0,1			28,449	60,193	31,744		
3,9	0,1			29,430	62,017	32,587		
4	0,1			30,411	63,841	33,430		
4,1	0,1			31,392	65,665	34,273		
4,2	0,1			32,373	67,489	35,116		
4,3	0,1			33,354	69,313	35,959		
4,4	0,1			34,335	71,137	36,802		
4,5	0,1			35,316	72,961	37,645		
4,6	0,1			36,297	74,785	38,488		
4,7	0,1			37,278	76,609	39,331		
4,8	0,1			38,259	78,433	40,174		
4,9	0,1			39,240	80,257	41,017		
5	0,1			40,221	82,081	41,860		
5,1	0,1			41,202	83,905	42,703		
5,2	0,1			42,183	85,729	43,546		
5,3	0,1			43,164	87,553	44,389		
5,4	0,1			44,145	89,377	45,232		
5,5	0,1			45,126	91,201	46,075		

2	18,24	5,6	0,1	46,107	93,025	46,918
		5,7	0,1	47,088	94,849	47,761
		5,8	0,1	48,069	96,673	48,604
		5,9	0,1	49,050	98,497	49,447
		6	0,1	50,031	100,322	50,291
		6,1	0,1	51,012	102,146	51,134
		6,2	0,1	51,993	103,970	51,977
		6,3	0,1	52,974	105,794	52,820
		6,4	0,1	53,955	107,618	53,663
		6,5	0,1	54,936	109,442	54,506
		6,6	0,1	55,917	111,266	55,349
		6,7	0,1	56,898	113,090	56,192
		6,8	0,1	57,879	114,914	57,035
		6,9	0,1	58,860	116,738	57,878
		7	0,1	59,841	118,562	58,721
		7,1	0,1	60,822	120,386	59,564
		7,2	0,1	61,803	122,210	60,407
		7,3	0,1	62,784	124,034	61,250
		7,4	0,1	63,765	125,858	62,093
		7,5	0,1	64,746	127,682	62,936
		7,6	0,1	65,727	129,506	63,779
		7,7	0,1	66,708	131,330	64,622
		7,8	0,1	67,689	133,154	65,465
		7,9	0,1	68,670	134,978	66,308
		8	0,1	69,651	136,802	67,151
		8,1	0,1	70,632	138,626	67,994
		8,2	0,1	71,613	140,450	68,837
		8,3	0,1	72,594	142,274	69,680
		8,4	0,1	73,575	144,098	70,523
		8,5	0,1	74,556	145,922	71,366
		8,6	0,1	75,537	147,746	72,209
		8,7	0,1	76,518	149,570	73,052
		8,8	0,1	77,499	151,394	73,895
		8,9	0,1	78,480	153,218	74,738
		9	0,1	79,461	155,042	75,581
		9,1	0,1	80,442	156,866	76,424
		9,2	0,1	81,423	158,690	77,267
		9,3	0,1	82,404	160,514	78,110
		9,4	0,1	83,385	162,338	78,953
		9,5	0,1	84,366	164,162	79,796
		9,6	0,1	85,347	165,987	80,640
		9,7	0,1	86,328	167,811	81,483
		9,8	0,1	87,309	169,635	82,326
		9,9	0,1	88,290	171,459	83,169
		10	0,1	89,271	173,283	84,012
10,1	0,1	90,252	175,107	84,855		
10,2	0,1	91,233	176,931	85,698		
10,3	0,1	92,214	178,755	86,541		
10,4	0,1	93,195	180,579	87,384		
10,5	0,1	94,176	182,403	88,227		
10,6	0,1	95,157	184,227	89,070		
10,7	0,1	96,138	186,051	89,913		

		10,8	0,1	97,119	187,875	90,756
		10,9	0,1	98,100	189,699	91,599
		11	0,1	99,081	191,523	92,442
		11,1	0,1	100,062	193,347	93,285
		11,2	0,1	101,043	195,171	94,128
		11,3	0,1	102,024	196,995	94,971
		11,4	0,1	103,005	198,819	95,814
		11,5	0,1	103,986	200,643	96,657
		11,6	0,1	104,967	202,467	97,500
		11,7	0,1	105,948	204,291	98,343
		11,8	0,1	106,929	206,115	99,186
		11,9	0,1	107,910	207,939	100,029
		12	0,1	108,891	209,763	100,872
		12,1	0,1	109,872	211,587	101,715
		12,2	0,1	110,853	213,411	102,558
		12,3	0,1	111,834	215,235	103,401
		12,4	0,1	112,815	217,059	104,244
		12,5	0,1	113,796	218,883	105,087
		12,6	0,1	114,777	220,707	105,930
		12,7	0,1	115,758	222,531	106,773
		12,8	0,1	116,739	224,355	107,616
		12,9	0,1	117,720	226,179	108,459
		13	0,1	118,701	228,003	109,302
		13,1	0,1	119,682	229,827	110,145
		13,2	0,1	120,663	231,652	110,989
		13,3	0,1	121,644	233,476	111,832
		13,4	0,1	122,625	235,300	112,675
		13,5	0,1	123,606	237,124	113,518
		13,6	0,1	124,587	238,948	114,361
		13,7	0,1	125,568	240,772	115,204
		13,8	0,1	126,549	242,596	116,047
		13,9	0,1	127,530	244,420	116,890
		14	0,1	128,511	246,244	117,733
		14,1	0,1	129,492	248,068	118,576
		14,2	0,1	130,473	249,892	119,419
		14,3	0,1	131,454	251,716	120,262
		14,4	0,1	132,435	253,540	121,105
		14,5	0,1	133,416	255,364	121,948
		14,6	0,1	134,397	257,188	122,791
		14,7	0,1	135,378	259,012	123,634
		14,8	0,1	136,359	260,836	124,477
		14,9	0,1	137,340	262,660	125,320
		15	0,1	138,321	264,484	126,163
		15,1	0,1	139,302	266,308	127,006
		15,2	0,1	140,283	268,132	127,849
		15,3	0,1	141,264	269,956	128,692
		15,4	0,1	142,245	271,780	129,535
		15,5	0,1	143,226	273,604	130,378
		15,6	0,1	144,207	275,428	131,221
		15,7	0,1	145,188	277,252	132,064
		15,8	0,1	146,169	279,076	132,907
		15,9	0,1	147,150	280,900	133,750

3	20,03	16	0,1	148,131	282,724	134,593
		16,1	0,1	149,112	284,548	135,436
		16,2	0,1	150,093	286,372	136,279
		16,3	0,1	151,074	288,196	137,122
		16,4	0,1	152,055	290,020	137,965
		16,5	0,1	153,036	291,844	138,808
		16,6	0,1	154,017	293,668	139,651
		16,7	0,1	154,998	295,492	140,494
		16,8	0,1	155,979	297,316	141,337
		16,9	0,1	156,960	299,141	142,181
		17	0,1	157,941	300,965	143,024
		17,1	0,1	158,922	302,789	143,867
		17,2	0,1	159,903	304,613	144,710
		17,3	0,1	160,884	306,437	145,553
		17,4	0,1	161,865	308,261	146,396
		17,5	0,1	162,846	310,085	147,239
		17,6	0,1	163,827	311,909	148,082
		17,7	0,1	164,808	313,733	148,925
		17,8	0,1	165,789	315,557	149,768
		17,9	0,1	166,770	317,381	150,611
		18	0,1	167,751	319,205	151,454
		18,1	0,1	168,732	321,029	152,297
		18,2	0,1	169,713	322,853	153,140
		18,3	0,1	170,694	324,677	153,983
		18,4	0,1	171,675	326,501	154,826
		18,5	0,1	172,656	328,325	155,669
		18,6	0,1	173,637	330,149	156,512
		18,7	0,1	174,618	331,973	157,355
		18,8	0,1	175,599	333,797	158,198
		18,9	0,1	176,580	335,621	159,041
		19	0,1	177,561	337,445	159,884
		19,1	0,1	178,542	339,269	160,727
		19,2	0,1	179,523	341,093	161,570
		19,3	0,1	180,504	342,917	162,413
		19,4	0,1	181,485	344,741	163,256
		19,5	0,1	182,466	346,565	164,099
		19,6	0,1	183,447	348,389	164,942
		19,7	0,1	184,428	350,213	165,785
		19,8	0,1	185,409	352,037	166,628
		19,9	0,1	186,390	353,861	167,471
		20	0,1	187,371	355,685	168,314
		20,1	0,1	188,352	357,509	169,157
		20,2	0,1	189,333	359,333	170,000
		20,3	0,1	190,314	361,157	170,843
		20,4	0,1	191,295	362,981	171,686
		20,5	0,1	192,276	364,806	172,530
20,6	0,1	193,257	366,630	173,373		
20,7	0,1	194,238	368,454	174,216		
20,8	0,1	195,219	370,278	175,059		
20,9	0,1	196,200	372,102	175,902		
21	0,1	197,181	373,926	176,745		
21,1	0,1	198,162	375,750	177,588		

		21,2	0,1	199,143	377,574	178,431
		21,3	0,1	200,124	379,398	179,274
		21,4	0,1	201,105	381,222	180,117
		21,5	0,1	202,086	383,046	180,960
		21,6	0,1	203,067	384,870	181,803
		21,7	0,1	204,048	386,694	182,646
		21,8	0,1	205,029	388,518	183,489
		21,9	0,1	206,010	390,342	184,332
		22	0,1	206,991	392,166	185,175
		22,1	0,1	207,972	393,990	186,018
		22,2	0,1	208,953	395,814	186,861
		22,3	0,1	209,934	397,638	187,704
		22,4	0,1	210,915	399,462	188,547
		22,5	0,1	211,896	401,286	189,390
		22,6	0,1	212,877	403,110	190,233
		22,7	0,1	213,858	404,934	191,076
		22,8	0,1	214,839	406,758	191,919
		22,9	0,1	215,820	408,582	192,762
		23	0,1	216,801	410,406	193,605
		23,1	0,1	217,782	412,230	194,448
		23,2	0,1	218,763	414,054	195,291
		23,3	0,1	219,744	415,878	196,134
		23,4	0,1	220,725	417,702	196,977
		23,5	0,1	221,706	419,526	197,820
		23,6	0,1	222,687	421,350	198,663
		23,7	0,1	223,668	423,174	199,506
		23,8	0,1	224,649	424,998	200,349
		23,9	0,1	225,630	426,822	201,192
		24	0,1	226,611	428,646	202,035
		24,1	0,1	227,592	430,471	202,879
		24,2	0,1	228,573	432,295	203,722
		24,3	0,1	229,554	434,119	204,565
		24,4	0,1	230,535	435,943	205,408
		24,5	0,1	231,516	437,767	206,251
		24,6	0,1	232,497	439,591	207,094
		24,7	0,1	233,478	441,415	207,937
		24,8	0,1	234,459	443,239	208,780
		24,9	0,1	235,440	445,063	209,623
		25	0,1	236,421	446,887	210,466
		25,1	0,1	237,402	448,711	211,309
		25,2	0,1	238,383	450,535	212,152
		25,3	0,1	239,364	452,359	212,995
		25,4	0,1	240,345	454,183	213,838
		25,5	0,1	241,326	456,007	214,681
		25,6	0,1	242,307	457,831	215,524
		25,7	0,1	243,288	459,655	216,367
		25,8	0,1	244,269	461,479	217,210
		25,9	0,1	245,250	463,303	218,053
		26	0,1	246,231	465,127	218,896
		26,1	0,1	247,212	466,951	219,739
		26,2	0,1	248,193	468,775	220,582
		26,3	0,1	249,174	470,599	221,425

4	20,05	26,4	0,1	250,155	472,423	222,268
		26,5	0,1	251,136	474,247	223,111
		26,6	0,1	252,117	476,071	223,954
		26,7	0,1	253,098	477,895	224,797
		26,8	0,1	254,079	479,719	225,640
		26,9	0,1	255,060	481,543	226,483
		27	0,1	256,041	483,367	227,326
		27,1	0,1	257,022	485,191	228,169
		27,2	0,1	258,003	487,015	229,012
		27,3	0,1	258,984	488,839	229,855
		27,4	0,1	259,965	490,663	230,698
		27,5	0,1	260,946	492,487	231,541
		27,6	0,1	261,927	494,311	232,384
		27,7	0,1	262,908	496,136	233,228
		27,8	0,1	263,889	497,960	234,071
		27,9	0,1	264,870	499,784	234,914
		28	0,1	265,851	501,608	235,757
		28,1	0,1	266,832	503,432	236,600
		28,2	0,1	267,813	505,256	237,443
		28,3	0,1	268,794	507,080	238,286
		28,4	0,1	269,775	508,904	239,129
		28,5	0,1	270,756	510,728	239,972
		28,6	0,1	271,737	512,552	240,815
		28,7	0,1	272,718	514,376	241,658
		28,8	0,1	273,699	516,200	242,501
		28,9	0,1	274,680	518,024	243,344
		29	0,1	275,661	519,848	244,187
		29,1	0,1	276,642	521,672	245,030
		29,2	0,1	277,623	523,496	245,873
		29,3	0,1	278,604	525,320	246,716
		29,4	0,1	279,585	527,144	247,559
		29,5	0,1	280,566	528,968	248,402
		29,6	0,1	281,547	530,792	249,245
		29,7	0,1	282,528	532,616	250,088
		29,8	0,1	283,509	534,440	250,931
		29,9	0,1	284,490	536,264	251,774
		30	0,1	285,471	538,088	252,617
		30,1	0,1	286,452	539,912	253,460
		30,2	0,1	287,433	541,736	254,303
		30,3	0,1	288,414	543,560	255,146
		30,4	0,1	289,395	545,384	255,989
		30,5	0,1	290,376	547,208	256,832
		30,6	0,1	291,357	549,032	257,675
		30,7	0,1	292,338	550,856	258,518
		30,8	0,1	293,319	552,680	259,361
		30,9	0,1	294,300	554,504	260,204
		31	0,1	295,281	556,328	261,047
		31,1	0,1	296,262	558,152	261,890
		31,2	0,1	297,243	559,976	262,733
		31,3	0,1	298,224	561,801	263,577
31,4	0,1	299,205	563,625	264,420		
31,5	0,1	300,186	565,449	265,263		

		31,6	0,1	301,167	567,273	266,106
		31,7	0,1	302,148	569,097	266,949
		31,8	0,1	303,129	570,921	267,792
		31,9	0,1	304,110	572,745	268,635
		32	0,1	305,091	574,569	269,478
		32,1	0,1	306,072	576,393	270,321
		32,2	0,1	307,053	578,217	271,164
		32,3	0,1	308,034	580,041	272,007
		32,4	0,1	309,015	581,865	272,850
		32,5	0,1	309,996	583,689	273,693
		32,6	0,1	310,977	585,513	274,536
		32,7	0,1	311,958	587,337	275,379
		32,8	0,1	312,939	589,161	276,222
		32,9	0,1	313,920	590,985	277,065
		33	0,1	314,901	592,809	277,908
		33,1	0,1	315,882	594,633	278,751
		33,2	0,1	316,863	596,457	279,594
		33,3	0,1	317,844	598,281	280,437
		33,4	0,1	318,825	600,105	281,280
		33,5	0,1	319,806	601,929	282,123
		33,6	0,1	320,787	603,753	282,966
		33,7	0,1	321,768	605,577	283,809
		33,8	0,1	322,749	607,401	284,652
		33,9	0,1	323,730	609,225	285,495
		34	0,1	324,711	611,049	286,338
		34,1	0,1	325,692	612,873	287,181
		34,2	0,1	326,673	614,697	288,024
		34,3	0,1	327,654	616,521	288,867
		34,4	0,1	328,635	618,345	289,710
		34,5	0,1	329,616	620,169	290,553
		34,6	0,1	330,597	621,993	291,396
		34,7	0,1	331,578	623,817	292,239
		34,8	0,1	332,559	625,641	293,082
		34,9	0,1	333,540	627,465	293,925
		35,0	0,1	334,521	629,290	294,769
		35,1	0,1	335,502	631,114	295,612
		35,2	0,1	336,483	632,938	296,455
		35,3	0,1	337,464	634,762	297,298
		35,4	0,1	338,445	636,586	298,141
		35,5	0,1	339,426	638,410	298,984
		35,6	0,1	340,407	640,234	299,827
		35,7	0,1	341,388	642,058	300,670
		35,8	0,1	342,369	643,882	301,513
		35,9	0,1	343,350	645,706	302,356
		36,0	0,1	344,331	647,530	303,199
		36,1	0,1	345,312	649,354	304,042
		36,2	0,1	346,293	651,178	304,885
		36,3	0,1	347,274	653,002	305,728
		36,4	0,1	348,255	654,826	306,571
		36,5	0,1	349,236	656,650	307,414
		36,6	0,1	350,217	658,474	308,257
		36,7	0,1	351,198	660,298	309,100

5	19,00	36,8	0,1	352,179	662,122	309,943
		36,9	0,1	353,160	663,946	310,786
		37,0	0,1	354,141	665,770	311,629
		37,1	0,1	355,122	667,594	312,472
		37,2	0,1	356,103	669,418	313,315
		37,3	0,1	357,084	671,242	314,158
		37,4	0,1	358,065	673,066	315,001
		37,5	0,1	359,046	674,890	315,844
		37,6	0,1	360,027	676,714	316,687
		37,7	0,1	361,008	678,538	317,530
		37,8	0,1	361,989	680,362	318,373
		37,9	0,1	362,970	682,186	319,216
		38,0	0,1	363,951	684,010	320,059
		38,1	0,1	364,932	685,834	320,902
		38,2	0,1	365,913	687,658	321,745
		38,3	0,1	366,894	689,482	322,588
		38,4	0,1	367,875	691,306	323,431
		38,5	0,1	368,856	693,130	324,274
		38,6	0,1	369,837	694,955	325,118
		38,7	0,1	370,818	696,779	325,961
		38,8	0,1	371,799	698,603	326,804
		38,9	0,1	372,780	700,427	327,647
		39,0	0,1	373,761	702,251	328,490
		39,1	0,1	374,742	704,075	329,333
		39,2	0,1	375,723	705,899	330,176
		39,3	0,1	376,704	707,723	331,019
		39,4	0,1	377,685	709,547	331,862
		39,5	0,1	378,666	711,371	332,705
		39,6	0,1	379,647	713,195	333,548
		39,7	0,1	380,628	715,019	334,391
		39,8	0,1	381,609	716,843	335,234
		39,9	0,1	382,590	718,667	336,077
		40,0	0,1	383,571	720,491	336,920