

Dott. **Franco Bulgarelli** - Geologo

✉ - Via del Gavardello n° 73 (Arezzo)

☎ - 0575/912745

E-mail: francobulgarelli64@gmail.com

COMUNE DI AREZZO

Progetto: realizzazione di una nuova linea di digestione anaerobica.

Località: San Zeno, strada vicinale dei Mori.

Committente: AISA Impianti S.p.A.

RELAZIONE GEOLOGICA

① - *PREMESSA*

Il progetto prevede la realizzazione di una linea di digestione anaerobica per la frazione organica dei rifiuti urbani da raccolta differenziata finalizzata alla produzione di biometano.

Il lotto di terreno interessato dall'intervento, situato all'interno dello stabilimento di San Zeno, è attualmente censito, al foglio n° 53 (Sezione "Valdichiana") delle mappe catastali del Comune di Arezzo, con la particella n° 217.

Nella cartografia di supporto al vigente Regolamento Urbanistico all'area sono state attribuite le seguenti classi di pericolosità:

- geomorfologica media (G2);
- idraulica media da variante al P.S. approvata (I2);
- sismica locale elevata (S3).

In ottemperanza alla vigente normativa è stata condotta un'indagine per determinare le caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche della zona, quelle fisico-meccaniche del terreno per i primi metri nel sottosuolo e la pericolosità sismica del sito.

② - *INQUADRAMENTO GEOLOGICO*

Dal punto di vista morfologico l'area in esame, compresa tra le quote di m. 243,5 ÷ 244,5 s.l.m., presenta pendenze inferiori al 5 %.

Il drenaggio delle acque superficiali è regolato dalla debole acclività, dalla rete fognante interna allo stabilimento, dai fossi campestri e dalle canalette al margine della viabilità esistente.

I diversi apporti idrici confluiscono in destra idrografica del Canale Maestro della Chiana.

Da notizie avute in loco, anche in occasione di particolari eventi meteorologici quali quello del 4 novembre 1966, non si sono verificati fenomeni di ristagni d'acqua o alluvionamenti.

Dallo studio idraulico sul reticolo principale e secondario, eseguito dall'Ingegnere Mattia De Caro per l'area dello stabilimento, è risultato che l'area non è soggetta a fenomeni di inondazione.

L'unità stratigrafica affiorante è quella denominata "Alluvioni attuali e recenti", la cui età è riferibile all'Olocene.

Tale formazione geologica è caratterizzata da una successione irregolare di materiali sciolti costituiti da limi argillosi ed argille sabbiose, ghiaie e ciottoli.

La consistenza ed il grado di addensamento dei diversi sedimenti risultano variabili in funzione del loro contenuto naturale d'acqua e della litologia prevalente.

Nei depositi della coltre alluvionale la presenza di corpi idrici dipende essenzialmente dalle caratteristiche granulometriche dei sedimenti (permeabilità primaria per porosità).

Durante i lavori di trivellazione di due pozzi realizzati all'interno dell'Impianto, i primi significati apporti idrici nel sottosuolo sono stati intercettati, alla profondità di circa m. 18/19 da p.c., in corrispondenza di un potente banco di ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa.

Si fa presente tuttavia che limitate falde freatiche sospese, spesso a carattere stagionale, che alimentano i pozzi a cisterna della zona, si possono ritrovare anche a profondità minori in corrispondenza di lenti sabbiose e sabbioso-ghiaiose.

Dalla misura del livello statico effettuata nel pozzo a cisterna adiacente ai fabbricati di Podere Doni, profondo circa m. 8,0, il livello statico si trova ad oltre m. 5,0 da p.c.

La direzione dei flussi idrici di falda è orientata principalmente da E verso W, in direzione della profonda incisione del Canale Maestro della Chiana.

③ - *INDAGINI IN SITU*

Per determinare la situazione litostratigrafica, le caratteristiche geomeccaniche dei sedimenti per i primi metri nel sottosuolo e la pericolosità sismica del sito si è tenuto conto di quanto acquisito mediante:

- n° 2 prove penetrometriche statiche – linea digestione anaerob. (CPT 2021);
- n° 1 prova penetrometrica statica - pesa (CPT 2021);
- n° 2 prove penetrometriche statiche – tettoia ammendante (CPT 2021);
- n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT 1991);
- n° 2 sondaggi geognostici (S1-S2 1991);

- n° 1 sondaggio geognostico di m. 32 (S1bis);
- n° 1 prova dilatometrica (DMT).
- n° 22 prove SPT in foro;
- indagine sismica “Down Hole” su sondaggio “S1bis”;
- indagine sismica a rifrazione in onde “sh”;
- rilievo masw e misura tromometrica;
- analisi di laboratorio su n° 2 campioni indisturbati;

-3a) Prove penetrometriche statiche (2021);

Il penetrometro statico, da 12 ton. di spinta, è dotato di punta meccanica tipo Begemann da 10 cm², con apertura di 60°, e di manicotto laterale con superficie da 150 cm².

Ad intervalli di 20 cm, all'avanzamento della colonna delle aste, vengono registrati i valori della resistenza alla punta (qc) e dell'attrito laterale locale (fs), entrambi espressi in Kg/cm².

Dai diversi valori del rapporto “qc/fs” ed “qc-fs/qc” è stata fatta una valutazione stratigrafica dei terreni attraversati rispettivamente secondo i metodi di Begemann (1965) e Schmertmann (1978).

Sull'area dove è prevista la realizzazione della nuova linea digestione anaerobica, fino alla profondità variabile tra m. 2/3 da p.c. eccetto che la coltre di terreno superficiale, sono stati attraversati materiali, a prevalente fine granulometria, dove il valore della resistenza alla punta (qc) è compreso tra 20 ÷ 45 Kg/cm².

Successivamente, fino a m. 7 dall'attuale p.c., sono stati ritrovati livelli più consistenti, costituiti da sedimenti a granulometria eterogenea, dove “qc” è mediamente variabile tra 40 e 70 Kg/cm².

Dalle numerose prove penetrometriche, dai sondaggi geognostici e dalle stratigrafie dei pozzi realizzati all'interno dell'area dello stesso stabilimento è stato rilevato una discreta uniforme distribuzione, areale e verticale, dei sedimenti per i primi metri nel sottosuolo.

-3b) Prove penetrometriche statiche (1991);

Le prove, profonde rispettivamente m. 17 (CPT1), m. 19,2 (CPT2), m. 14,4 (CPT3) e m. 17 (CPT4), sono state eseguite con attrezzatura da 20 ton di spinta, dotata di friction jacket da 150 cm² e di punta conica da 10 cm² con apertura di 60°.

Ogni 20 cm di avanzamento della colonna delle aste, sono stati misurati i valori della resistenza alla punta (Rp) e quelli di attrito laterale locale (Rl).

Gli allegati penetrogrammi evidenziano una discreta uniformità nella distribuzione areale e verticale dei terreni intercettati nel sottosuolo.

In base ai diversi rapporti Rp/Rl (Begemann) e Rp-Rl/Rp (Schmertann) sono stati individuati 4 livelli ciascuno dei quali caratterizzato dai seguenti valori medi di “Rp” espressi in Kg/cm²:

	CPT1	CPT2	CPT3	CPT4
1° liv. p.c. ÷ m 2/3	16	37	32	39
2° liv. m 2/3 ÷ 7/8	66	87	62	98
3° liv. m 7/8 ÷ 16/17	20	23	33	23
4° liv. m 16/17 ÷ 20	300	250	/	210

-3c) Sondaggi geognostici S1-S2 (1991);

Nei 2 sondaggi eseguiti con sonda PX 700 e profondi m 20, il livello della falda è stato intercettato a m 8,75 (S1) e m 9,2 (S2).

Dall'esame dei campioni riportati in superficie sono state ricostruite le seguenti stratigrafie:

SOIL TEST

AREZZO - Via Colamandrei, 265/A - Tel. 0575/33644 - Fax 0575/23230

SONDAGGI GEOGNOSTICI
 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
 PROVE CON PUNTA ELETTRICA
 PROVE CON PIEZOCONO
 PROVE DLATOMETRICHE
 MICROPALI

RIF. INT.: 6	DATA ELABORAZIONE: 18-01-91	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 15-01-91	DATA FINE PERFORAZIONE: 15-01-91
CANTIERE: AREZZO			
SCOPO DELLA PERFORAZIONE: INDAGINE GEOGNOSTICA PER AREA INCENERITORE			
No. SONDAGGIO: 1	QUOTA BOCCAFORO: 0.00	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi): 0.00
MACCHINA PERFORATRICE: PX 700			
PERFORATORE RESPONSABILE: M. CIOLFI		TECNICO RESPONSABILE: ING. M. GORETTI	
NOTE: INSERITO PIEZOMETRO FINISTRATO IN PVC			

Profondità dal p.c. (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI		IDROLOGIA		PERCENTUALE	ROCK	STANDARD PENETRATION TEST (m) N. cebi	DIAMETRO DEL FORO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZ.
	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m) Compensatore	Profondità di rinv. (m) Tipo di prelievo	Profondità di stab. (m)	DI CAROTAGGIO 50 x	QUALITY DESIGNATION 50 x				
0.50	0.50		TERRENO VEGETALE									
3.20	2.70		ARGILLA LIMOSA, NOCCIOLA CON STRIATURE GRIGIO VERDI, MEDIAMENTE COMPATTA * P.P.= 2 - 2.5 ** V.T.= 1 - 1.2 kg/cm ²						3.00			
7.70	4.50		SABBIA LIMOSA A TRATTI CON MODESTO LEGANTE ARGILLOSO, MEDIAMENTE ADDENSATA, INIZIALMENTE NOCCIOLA E PASSANTE A GRIGIA CON INCLUSI NEI TRATTI 5.00-5.30 * 6.00-6.60 * 7.10-7.70 m ELEMENTI GHIAIOSI A SPIGOLI ARROTONDATI						4.50			
9.00	1.30		GHIAIA E SABBIA, DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA D _{max} 3-4 cm, NOCCIOLA. SONO PRESENTI PASSAGGI IN CUI E' PRESENTE UNA NOTEVOLE COMPONENTE LIMOSA.			8.75			7.00			
15.80	7.80		LIMO ARGILLOSO NOCCIOLA PASSANTE VERSO IL BASSO A GRIGIO AZZURRO, MEDIAMENTE COMPATTA. INIZIALMENTE E' PRESENTE UNA MODESTA COMPONENTE SABBIOSA (P.P.= 2.0-3.0 * V.T.= 1-1.5 kg/cm ²)						9-17-15			
20.00	3.20		GHIAIA E GHIAIETTO IN MATRICE SABBIOSA D _{max} 5-7 cm A SPIGOLI ARROTONDATI, DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA. INIZIALMENTE E' PRESENTE UN ABBONDANTE MATRICE ARGILLOSA LIMOSA CHE NON E' PIU' PRESENTE OLTRE I 17.50 m						10.00			
									6-7-9			
									12.50			
									9-15-20			
									16.50			
									7-19-54			
									19.50			
									21-26-34			

Software by GHEOS

Rotazione con
 carotiere sem-
 plice a secco
 Tubi di
 investimento

SOIL TEST

AREZZO - Via Calamandrei, 265/A - Tel. 0575/33644 - Fax 0575/23230

SONDAGGI GEOGNOSTICI
 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
 PROVE CON PUNTA ELETTRICA
 PROVE CON PIEZOCONO
 PROVE DLATOMETRICHE
 MICROPALI

RIF. INT.: 7	DATA ELABORAZIONE: 18-01-91	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 15-01-91	DATA FINE PERFORAZIONE: 16-01-91
CANTIERE: AREZZO			
SCOPO DELLA PERFORAZIONE: INDAGINE GEOGNOSTICA PER AREA INCENERITORE			
No. SONDAGGIO: 2	QUOTA BOCCAFORO: 0.00	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi): 0.00
MACCHINA PERFORATRICE: PX 700			
PERFORATORE RESPONSABILE: M. CIOLFI		TECNICO RESPONSABILE: ING. M. GORETTI	
NOTE: INSERITO PIEZOMETRO FINESTRATO IN PVC			

Profondità dal p.c. (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI		IDROLOGIA		PERCENTUALE	ROCK	STANDARD	DIAMETRO DEL FORO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZ.
	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m)	Completatore tipo di prelievo	Profondità di rinvi. (m)	Profondità di stab. (m)	DI CAROTAGGIO	QUALITY DESIGNATION			
0.50	0.50		TERRENO VEGETALE									
			ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA CON RARE STRIATURE GRIGIO VERDE, MEDIAMENTE COMPATTA. OLTRE 3.20 m SONO INCLUSI ELEMENTI LITOIDI A SPIGOLI VMI Dmax 2 cm. (P.P.= 2.0-2.5 * V.T.= 0.8-1.2 Kg/cmq)							1.50 7-8-10		
										3.00 11-16-17		
4.30	3.80		GHIAIA E GHIAIETTO IN ABBONDANTE MATRICE SABBIOSA DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA Dmax 5 cm A SPIGOLI ARROTONDATI. SONO PRESENTI DEI PASSAGGI IN CUI COMPARE UNA FRAZIONE LIMOSA ARGILLOSA							4.50 10-17-15		
										6.00 11-15-16		
										7.50 7-13-22		
9.40	5.10		ARGILLA LIMOSA GRIGIO AZZURRA, POCO COMPATTA. VERSO IL BASSO COMPARE UNA NOTEVOLE COMPONENTE SABBIOSA			9.20				9.00 5-9-11		
10.00	0.60		SABBIA E GHIAIA IN ABBONDANTE MATRICE LIMOSA ARGILLOSA, MEDIAMENTE ADDENSATA			Liv. 1				10.50 6-7-10		
10.50	0.50		LIMO SABBIOSO IN MATRICE ARGILLOSA. MEDIAMENTE COMPATTO PREVALENTEMENTE NOCCIOLA, MA CON PASSAGGIO GRIGIO VERDI (P.P.= 2.0-2.5 * V.T.= 1.0-1.2 kg/cmq)							12.00 7-17-18		
										13.50 8-8-10		
										15.00 10-11-14		
15.70	5.20		GHIAIA E GHIAIETTO IN MATRICE SABBIOSA Dmax 5 cm A SPIGOLI ARROTONDATI, ADDENSATA							16.50 33-28-53		
										20.00		

-3d) Sondaggio geognostico (S1bis);

Con sonda Puntel PX 1200, dotata di carotiere semplice $\varnothing = 120$ mm, è stata raggiunta la profondità di m. 32.

Dall'esame delle carote sistemate nelle cassette catalogatrici è stata ricostruita la seguente stratigrafia caratterizzata anch'essa dai 4 distinti livelli cui si è fatto riferimento, e del tutto confrontabile con quelle ricavate dai sondaggi "S1-S2" e dalle prove penetrometriche statiche "CPT 1-2-3-4".

Con la nuova trivellazione (S1bis) si è accertato che il banco ghiaioso precedentemente intercettato fra 15 e 20 metri, è presente fino alla profondità di m. 32, con una sola intercalazione, fra m 25 e m 26, di un livello argilloso limoso.

Sondaggio: S1 bis

Cantiere: Loc. San Zeno - Arezzo

Committente: AISA

Data inizio perforazione: 1-8-2011

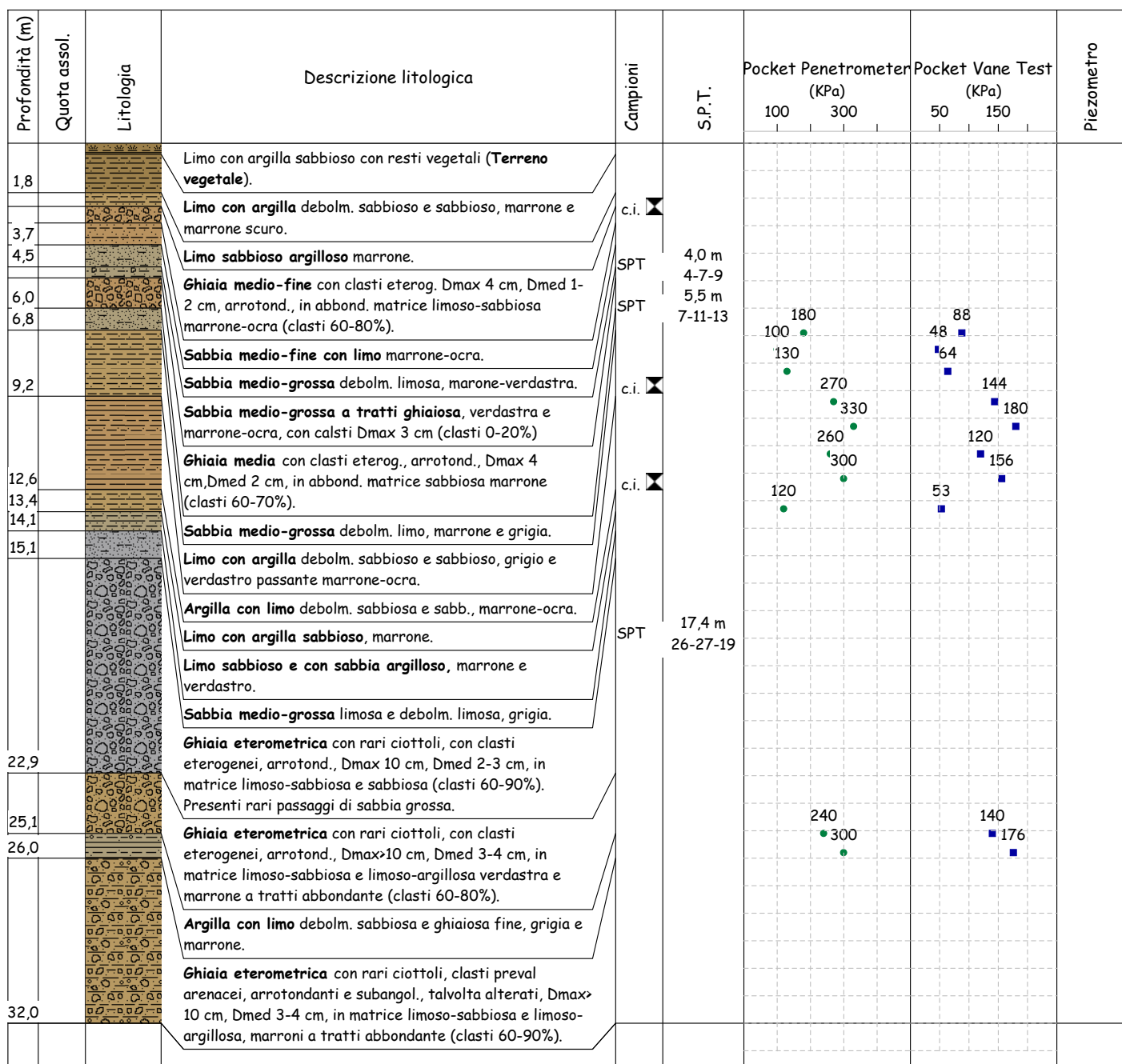
Data fine perforazione: 3-8-2011

D.L.: Geol. F. Bulgarelli

Lunghezza (m): 32.0

Scala grafica: 1:200

Inclinazione (°): 0.00



Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Puntel PX1200

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Operatore: Sig. M. Papa

Note: al termine della perforazione il foro è stato attrezzato per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole, protetto p.c. da chiusino in ferro.

Geologo compilatore: D. Senesi

-3e) *Standard Penetration Test (SPT)*;

Nel corso delle ventidue prove “SPT” eseguite nei fori di sondaggio, con il sistema a punta chiusa su tratti di 45 cm, sono stati contati i colpi di maglio, da 63,5 Kg e con altezza di caduta pari a 76,2 cm, necessari all’infissione degli ultimi 30 cm (Nspt).

Da correlazioni fra “Nspt” e angolo di attrito interno sono stati ottenuti i seguenti valori:

m. 3,0 ÷ 3,45 – S1	Nspt = 28	$\varphi = 35^\circ$
m. 4,5 ÷ 4,95 – S1	Nspt = 26	$\varphi = 34^\circ$
m. 7,0 ÷ 7,45 – S1	Nspt = 32	$\varphi = 36^\circ$
m. 10,0 ÷ 10,45 – S1	Nspt = 16	$\varphi = 31^\circ$
m. 12,5 ÷ 12,95 – S1	Nspt = 35	$\varphi = 37^\circ$
m. 16,5 ÷ 16,95 – S1	Nspt = 73	$\varphi = 47^\circ$
m. 19,5 ÷ 19,95 – S1	Nspt = 60	$\varphi = 44^\circ$
m. 1,5 ÷ 1,95 – S2	Nspt = 18	$\varphi = 32^\circ$
m. 3,0 ÷ 3,45 – S2	Nspt = 33	$\varphi = 36^\circ$
m. 4,5 ÷ 4,95 – S2	Nspt = 30	$\varphi = 35^\circ$
m. 6,0 ÷ 6,45 – S2	Nspt = 61	$\varphi = 44^\circ$
m. 7,5 ÷ 7,95 – S2	Nspt = 35	$\varphi = 37^\circ$
m. 9,0 ÷ 9,45 – S2	Nspt = 20	$\varphi = 32^\circ$
m. 10,0 ÷ 10,45 – S2	Nspt = 17	$\varphi = 31^\circ$
m. 12,0 ÷ 12,45 – S2	Nspt = 30	$\varphi = 35^\circ$
m. 13,5 ÷ 13,95 – S2	Nspt = 18	$\varphi = 32^\circ$
m. 15,0 ÷ 15,45 – S2	Nspt = 25	$\varphi = 34^\circ$
m. 16,5 ÷ 16,95 – S2	Nspt = 87	$\varphi = 51^\circ$
m. 20,0 ÷ 20,45 – S2	Nspt = rifiuto	$\varphi = 55^\circ$
m. 4,0 ÷ 4,45 – S1bis	Nspt = 16	$\varphi = 31^\circ$
m. 5,5 ÷ 5,95 – S1bis	Nspt = 30	$\varphi = 35^\circ$
m. 17,4 ÷ 17,85 – S1bis	Nspt = 46	$\varphi = 40^\circ$

Mediante il metodo di Malcev & Menzebach sono stati ricavati i seguenti cautelativi valori del modulo (E):

m. 3,0 ÷ 3,45 – S1	Nspt = 28	E = 162 Kg/cm ²
m. 4,5 ÷ 4,95 – S1	Nspt = 26	E = 153 Kg/cm ²
m. 7,0 ÷ 7,45 – S1	Nspt = 32	E = 180 Kg/cm ²
m. 10,0 ÷ 10,45 – S1	Nspt = 16	E = 109 Kg/cm ²
m. 12,5 ÷ 12,95 – S1	Nspt = 35	E = 194 Kg/cm ²
m. 16,5 ÷ 16,95 – S1	Nspt = 73	E = 363 Kg/cm ²
m. 19,5 ÷ 19,95 – S1	Nspt = 60	E = 305 Kg/cm ²
m. 1,5 ÷ 1,95 – S2	Nspt = 18	E = 118 Kg/cm ²
m. 3,0 ÷ 3,45 – S2	Nspt = 33	E = 185 Kg/cm ²
m. 4,5 ÷ 4,95 – S2	Nspt = 30	E = 171 Kg/cm ²
m. 6,0 ÷ 6,45 – S2	Nspt = 61	E = 310 Kg/cm ²
m. 7,5 ÷ 7,95 – S2	Nspt = 35	E = 194 Kg/cm ²
m. 9,0 ÷ 9,45 – S2	Nspt = 20	E = 127 Kg/cm ²
m. 10,0 ÷ 10,45 – S2	Nspt = 17	E = 113 Kg/cm ²
m. 12,0 ÷ 12,45 – S2	Nspt = 30	E = 171 Kg/cm ²
m. 13,5 ÷ 13,95 – S2	Nspt = 18	E = 118 Kg/cm ²
m. 15,0 ÷ 15,45 – S2	Nspt = 25	E = 149 Kg/cm ²
m. 16,5 ÷ 16,95 – S2	Nspt = 87	E = 426 Kg/cm ²
m. 20,0 ÷ 20,45 – S2	Nspt = rifiuto	E = 484 Kg/cm ²
m. 4,0 ÷ 4,45 – S1bis	Nspt = 16	<u>E = 109 Kg/cm²</u>
m. 5,5 ÷ 5,95 – S1bis	Nspt = 30	E = 171 Kg/cm ²
m. 17,4 ÷ 17,85 – S1bis	Nspt = 46	<u>E = 243 Kg/cm²</u>

-3f) Prova dilatometrica (DMT);

Il dilatometro piatto è costituito da una lama di acciaio avente dimensioni 95×200×15 mm, con il bordo inferiore affilato.

Su di un lato dello strumento è montata una membrana metallica circolare espandibile.

La prova consiste nell'infiggere verticalmente la lama nel terreno mediante spinta statica, agendo su una batteria di aste, espandendo la membrana con gas in pressione e misurando le pressioni corrispondenti a due livelli di deformazione predeterminati della membrana.

Da queste misure è possibile determinare, mediante correlazioni, numerosi

parametri geotecnici di uso comune.

La prova DMT è appropriata per sabbie, limi e argille, dove i grani sono piccoli rispetto al diametro della membrana (60 mm).

Ad intervalli regolari (generalmente ogni 20 cm) la penetrazione viene arrestata e, utilizzando la centralina di misura, viene immesso gas del quale si aumenta gradualmente la pressione, facendo dilatare la membrana contro il terreno.

Ad ogni profondità, in circa 1 minuto, vengono rilevati due valori di pressione:

A = pressione necessaria per controbilanciare la pressione del terreno ed iniziare il movimento della membrana (pressione di distacco o lift-off);

B = pressione necessaria per ottenere una dilatazione del centro della membrana contro il terreno di 1.1 mm.

Le letture (A e B) devono essere elaborate e diagrammate in modo da ottenere i profili di:

- indice di materiale I_D , correlato alla granulometria del materiale (argilla, limo, sabbia);
- indice di spinta orizzontale K_D ;
- modulo dilatometrico E_D ;
- modulo edometrico $M = 1/m_v$;
- resistenza al taglio non drenata c_u (solo in terreni coesivi);
- angolo di resistenza al taglio Φ' (solo in terreni incoerenti);
- coefficiente di spinta orizzontale K_0 (solo in terreni coesivi);
- grado di sovraconsolidazione OCR (solo in terreni coesivi).

-3g) Indagine sismica “Down Hole”;

Per la determinazione delle caratteristiche sismiche del sottosuolo e per la definizione della categoria del suolo di fondazione il sondaggio “S1bis” era stato attrezzato con tubazione filettata in p.v.c. atossico $\varnothing = 80$ mm, cementata esternamente.

L’attrezzatura utilizzata, le modalità operative e le metodologie seguite sono descritte nell’allegato rapporto tecnico.

L'indagine ha consentito di individuare 6 distinti sismostrati caratterizzati dalle seguenti velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) e di compressione (V_p) espresse in m/sec.

	V_s (m/sec)	V_p (m/sec)
1° liv. m. 0 ÷ 2	246	408
2° liv. 2 ÷ 7	420	1063
3° liv. 7 ÷ 15	220	975
4° liv. 15 ÷ 19	307	1818
5° liv. 19 ÷ 24	1081	2666
6° liv. 24 ÷ 31	575	2500

Il periodo di risonanza T° , per frequenze comprese fra 1 e 10 hz, è risultato pari a 1,5 hz.

Per avere informazioni relative al tipo di risposta sismica, sono stati determinati anche i moduli di Young, di taglio dinamico, di Bulck e i coefficienti di Poisson, per ciascun intervallo di 1 metro, da boccaforo a fondo scavo.

Il V_{eq}/V_{s30} determinato è pari a 363 m/sec.

Ai fini della pericolosità sismica locale l'area d'intervento rientra nella **classe "B"**.

-3h) Indagine sismica a rifrazione in onde "SH";

Allo scopo di monitorare la risposta sismica locale e di definire una caratterizzazione geotecnica-dinamica era stata effettuata, dalla "Galileo Geofisica" di Arezzo, un'indagine tramite un sondaggio sismico a rifrazione in onde "Sh", della lunghezza di 120 metri, con il quale è stato possibile acquisire dati fino ad oltre 30 metri da piano piazzale.

L'attrezzatura utilizzata, le modalità operative e le metodologie dell'indagine sono descritte nell'allegato rapporto tecnico.

Da tale indagine sono stati individuati n° 3 distinti sismostrati:

A) il primo, dello spessore di circa 4,0 – 9,0 metri, con velocità delle onde di taglio " V_s " < 400 m/sec;

B) il secondo, ritrovato fino a 14 e 17 metri da p.c., è caratterizzato da “Vs” che aumentano con la profondità da 400 a 1100 m/sec;

C) nel terzo sismo strato “Vs”, in corrispondenza di ciottoli e ghiaie fortemente addensate, è risultato superiore a 1100 m/sec.

-3i) Rilievo masw e misura tromometrica;

L’attrezzatura utilizzata, le modalità esecutive ed interpretative sono illustrate nell’allegato rapporto tecnico redatto dal Dott. S. Secci e L. Batti titolari della “Galileo Geofisica” di Arezzo.

Dall’analisi congiunta dei risultati del masw e della misura tromometrica si rileva, come risulta dalle stratigrafie dei citati pozzi, che il bedrock sismico si ritrova alla profondità di oltre m. 30 dall’attuale piano campagna.

Il “VEq” determinato è pari a 378 m/sec.

-3l) Analisi di laboratorio;

L’attrezzatura utilizzata, le modalità esecutive ed interpretative sono illustrate. Dei tre campioni provenienti dal foro di sondaggio “S1bis” solo quelli prelevati alle profondità di m 2-2,4 e m 12-12,5, rispettivamente contrassegnati con i simboli “C1” e “C2”, sono stati ritenuti indisturbati dal laboratorio geotecnico “Laboter di Pontelungo” (Pt).

Negli allegati certificati sono riportate le caratteristiche fisiche e granulometriche, i limiti di Atterberg, i valori della coesione, dell’angolo di attrito interno ricavati con prove di taglio dirette di tipo consolidato drenato, e i moduli edometrici.

I risultati delle analisi granulometriche fanno classificare “C1” come sabbia argilloso-limosa molto ben graduata (coefficiente d’uniformità = 143) e “C2” come argilla limoso-sabbiosa ben graduata (coefficiente d’uniformità = 18).

Tali caratteristiche fanno escludere la possibilità di fenomeni di liquefazione per effetto d’azioni orizzontali.

Dai limiti di Atterberg sono stati ottenuti valori degli indici di consistenza (IC) pari rispettivamente a 1,6 (C1) e 1,2 (C2), caratteristici di terreni a consistenza solida.

Nei medesimi due campioni gli indici di plasticità IP, pari a 18,7 e 18,4, contraddistinguono sedimenti di tipo plastico.

L'inserimento di entrambi nel gruppo CL del diagramma di plasticità di Casagrande li fa classificare come argille inorganiche di media plasticità.

Con le prove di taglio di tipo consolidato drenato, sono stati determinati i seguenti valori della coesione e dell'angolo di attrito interno:

$$C1_{(m2-2,4)} \quad c' = 0,12 \text{ Kg/cm}^2 \quad - \quad \varphi' = 23^\circ$$

$$C2_{(m12-12,5)} \quad c' = 0,05 \text{ Kg/cm}^2 \quad - \quad \varphi' = 25^\circ$$

Nell'intero ciclo di carico della prova edometrica ($0,25 \div 16 \text{ K/cm}^2$), per "C1" i moduli edometrici (Med) più bassi, sono risultati quelli di 58 - 51 Kg/cm^2 , rispettivamente ottenuti negli intervalli di carico compresi fra 0,5-1,0 e 1,0-2,0 Kg/cm^2 .

Per il campione "C2" il più basso Med = 97 Kg/cm^2 è quello registrato nell'intervallo di carico compreso fra 0,5-1,0 Kg/cm^2 che aumenta a 133 Kg/cm^2 per quello successivo compreso fra 1 e 2 Kg/cm^2 .

④ - CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOMECCANICA

Dai dati acquisiti con le indagini in situ è stata schematizzata per l'area interessata dall'intervento, dal punto di vista geotecnico, la seguente successione stratigrafica e sono stati attribuiti i relativi valori dei parametri geomeccanici:

Profondità (m)	Valori medi	Valori caratteristici
1° livello 1,0/1,2 ÷ 2,0/3,0	$\gamma = 0,0019 \text{ Kg/cm}^3$ $Cu = 0,85 \text{ Kg/cm}^2$ $Ed = 75 \text{ Kg/cm}^2$	$\gamma = 0,0019 \text{ Kg/cm}^3$ $Cu = 0,75 \text{ Kg/cm}^2$ $Ed = 75 \text{ Kg/cm}^2$
2° livello 2,0/3,0 ÷ 7,0	$\gamma = 0,00185 \text{ Kg/cm}^3$ $\varphi = 35^\circ$ $E = 150 \text{ Kg/cm}^2$	$\gamma = 0,00185 \text{ Kg/cm}^3$ $\varphi = 33^\circ$ $E = 150 \text{ Kg/cm}^2$
3° livello 7,0 ÷ 15	$\gamma = 0,0019 \text{ Kg/cm}^3$ $Cu = 1,0 \text{ Kg/cm}^2$ $Ed = 90 \text{ Kg/cm}^2$	$\gamma = 0,0019 \text{ Kg/cm}^3$ $Cu = 0,9 \text{ Kg/cm}^2$ $Ed = 90 \text{ Kg/cm}^2$

⑤ - VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

In base alla citata normativa relativa alla classificazione sismica del territorio nazionale (NTC 2018), l'intervento rientra fra quelli ordinari per i quali è prevista una Vita nominale $V_n = 50$ anni.

La vita nominale di una struttura definisce il periodo di tempo nel quale potrà essere utilizzata in sicurezza, purché soggetta a normali manutenzioni.

Per i manufatti in progetto si ritiene adeguata una Classe d'uso II da cui deriva un Coefficiente d'uso, $C_U = 1,0$.

Le azioni sismiche dovranno essere pertanto valutate in relazione ad un Periodo di riferimento (V_r) pari a:

$$V_r = V_n \times C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

⑥ - CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

I risultati acquisiti mediante le numerose indagini svolte fanno attribuire la categoria di sottosuolo "B".

Per l'area, del tutto pianeggiante, si ritiene idoneo un coefficiente d'Amplificazione Topografica $S_T = 1,0$.

⑦ - SISMICITÀ

La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito dipendente".

Dalle coordinate d'ogni luogo, compreso tra quattro punti della geogriglia d'accelerazione, sono stati ottenuti i seguenti parametri spettrali:

a_g = accelerazione massima del sito;

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

T_{c^*} = periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per l'area in esame i valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche sono:

Sito in esame	
Latitudine:	43,431965
Longitudine:	11,817898
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento		
Sito 1 ID: 21620	Lat: 43,4222 Lon: 11,7692	Distanza 4082,993
Sito 2 ID: 21621	Lat: 43,4232 Lon: 11,8380	Distanza 1891,121
Sito 3 ID: 21399	Lat: 43,4732 Lon: 11,8366	Distanza 4824,042
Sito 4 ID: 21398	Lat: 43,4722 Lon: 11,7678	Distanza 6030,167

Parametri sismici

Categoria suolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodi di riferimento:	50 anni
Coefficiente Cu:	1

Ⓔ - NOTAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento in progetto, con il quale non sono previste trasformazioni morfologiche, non altera in alcun modo la stabilità della zona interessata dall'intervento e la circolazione idrica nel sottosuolo e pertanto si ritiene fattibile.

Si fa presente inoltre che non verrà modificata la circolazione delle acque d'infiltrazione sulla coltre superficiale e sostanzialmente la permeabilità dell'area.

Viste le caratteristiche geomeccaniche del terreno per i primi metri nel sottosuolo si possono prevedere fondazioni che trasmettano i carichi, a partire da m. 1,0/1,2 dall'attuale piano campagna, ai sedimenti in posto dei livelli della coltre alluvionale.

Durante i lavori di scavo si dovrà verificare che non siano presenti sottoservizi, materiali di riporto o aree da bonificare.

In base ai carichi di esercizio forniti dal Progettista delle strutture verrà definito il tipo di fondazione ed eseguite le verifiche agli stati limiti ultimi (SLU) e a quelli d'esercizio (SLE).

Nel caso di travi alla Winkler si può assumere un coefficiente di sottofondo di 2 Kg/cm³.

La situazione litostratigrafia ed idrogeologica rilevata fa escludere la possibilità di fenomeni di liquefazione.

Per non compromettere la stabilità del complesso struttura-terreno di fondazione si dovrà accertare, nel tempo, la perfetta tenuta degli scarichi e delle condotte d'acqua.

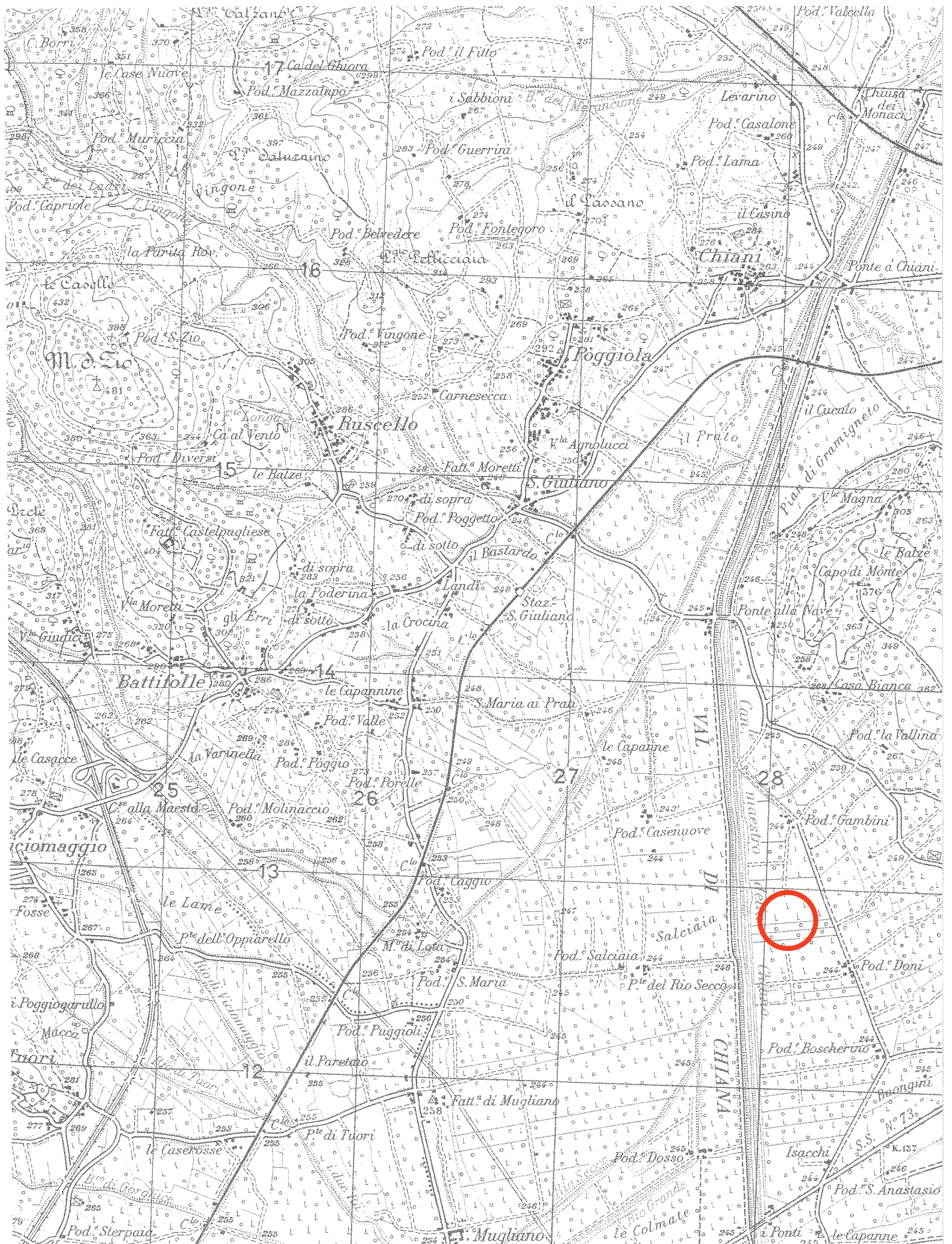
La natura dei sedimenti nel sottosuolo dovrà essere controllata, in maniera puntuale ed in via definitiva, nel corso degli scavi di fondazione così da essere certi dell'omogeneità delle caratteristiche geotecniche dei terreni direttamente interessati dalle opere fondali.

Dott. Geol. Franco Bulgarelli

Arezzo, 26 giugno 2021

ALLEGATI:

1. *Corografia generale* (1:25.000)
2. *Carta Geologica* (1:5.000)
3. *Planimetria catastale* (1:2.000)
4. *Graf. e tabelle n° 2 prove penetr. statiche - linea digest. anaer.(25/6/2021)*
5. *Grafici e tabelle n° 1 prova penetrometrica statica – pesa (25/6/2021)*
6. *Grafici e tabelle n° 2 prove penetrometriche statiche (19/03/2021)*
7. *Grafici n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT - 24/09/2011);*
8. *Grafici e tabelle n° 1 prova dilatometrica (DMT – 18/09/2015);*
9. *N° 2 stratigrafie dei sondaggi geognostici “S1” - “S2” (15-16/01/1991);*
10. *N° 1 stratigrafia del sondaggio geognostico “S1bis” (1/08/2011);*
11. *Documentazione fotografica sondaggio geognostico “S1bis” (1/08/2011);*
12. *Rilievo masw e misura tromometrica (HV);*
13. *Indagine geofisica (DH);*
14. *Indagine sismica a rifrazione in onde “sh”;*
15. *Certificati delle analisi di laboratorio su n° 2 campioni indisturbati;*
16. *Carta della pericolosità geomorfologica di supporto al R.U.;*
17. *Carta della pericolosità sismica locale di supporto al R.U.*

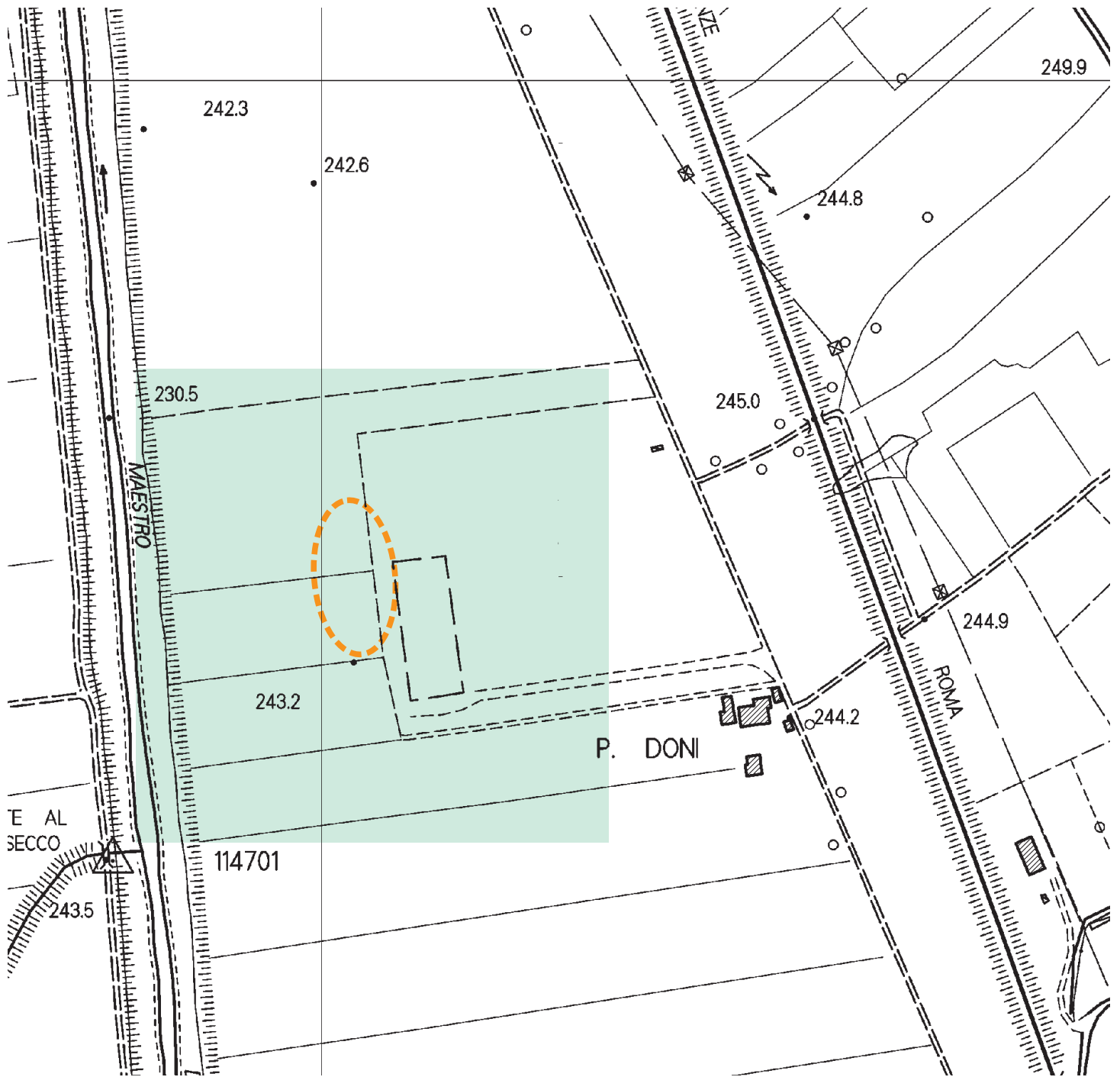


COROGRAFIA GENERALE

1:25.000

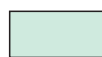


Area interessata dall'intervento



CARTA GEOLOGICA

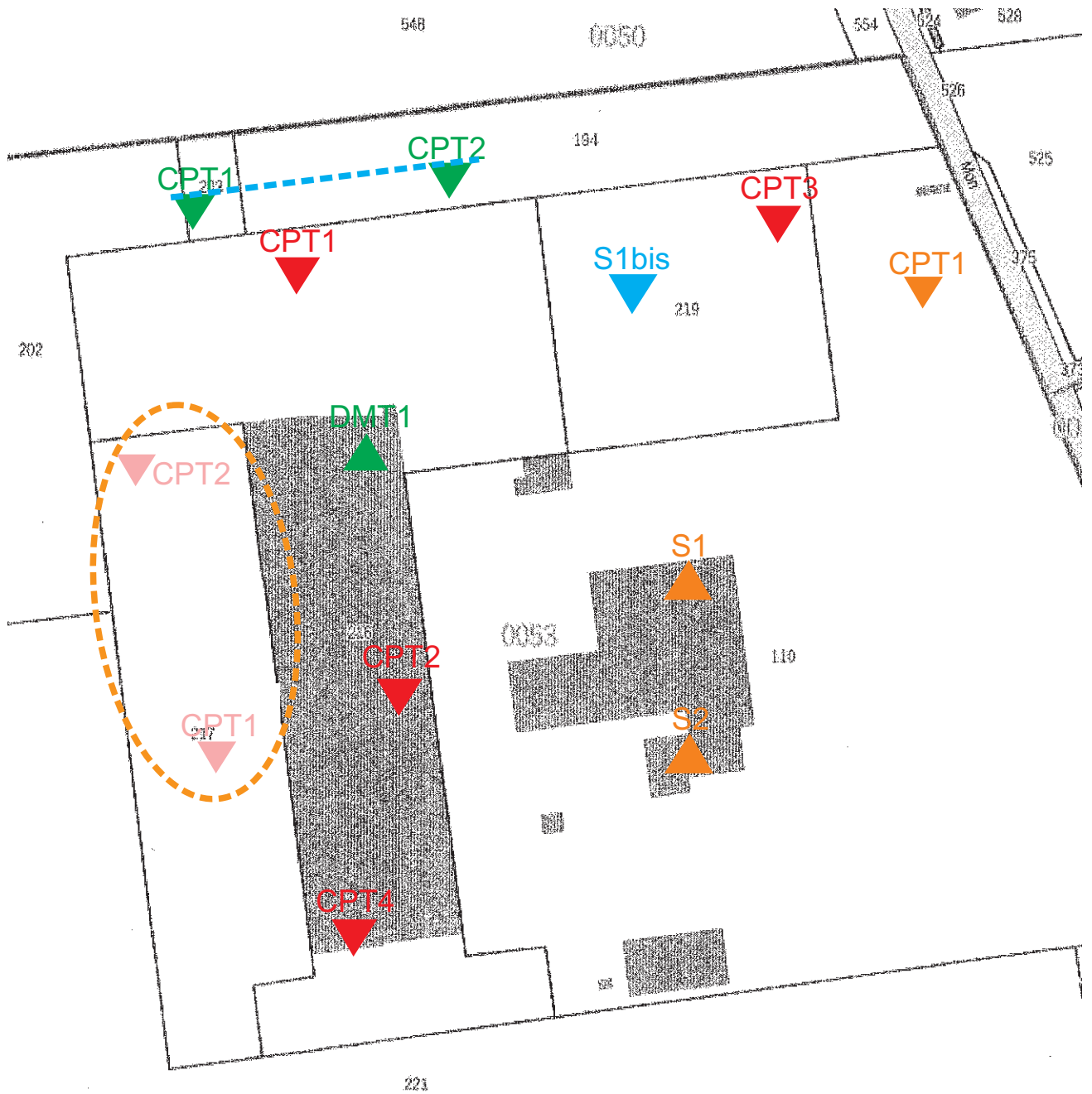
1:5.000



Alluvioni attuali e recenti (Olocene)



Nuova linea di digestione anaerobica



Area interessata dall'intervento



Stendimento per rilievo masw



Prove penetrometriche statiche - nuova linea di digestione anaerobica (CPT 2021)



Prova penetrometrica statica - pesa (CPT 2021)



Prove penetrometriche statiche - tettoia ammendante (CPT 2021)



Prove penetrometriche statiche (CPT)



Prova dilatometrica (DMT)



Sondaggio geognostico "S1bis" - Down Hole (2011)



Sondaggi geognostici "S1-S2" - (1991)

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE 2021
NUOVA LINEA DIGESTIONE ANAEROBICA

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	214-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/06/2021
Cantiere	nuova rete digestione anaerobica	Pagina	1	Falda	Non rilevata
Località	AISA, San Zeno, Arezzo	Elaborato			

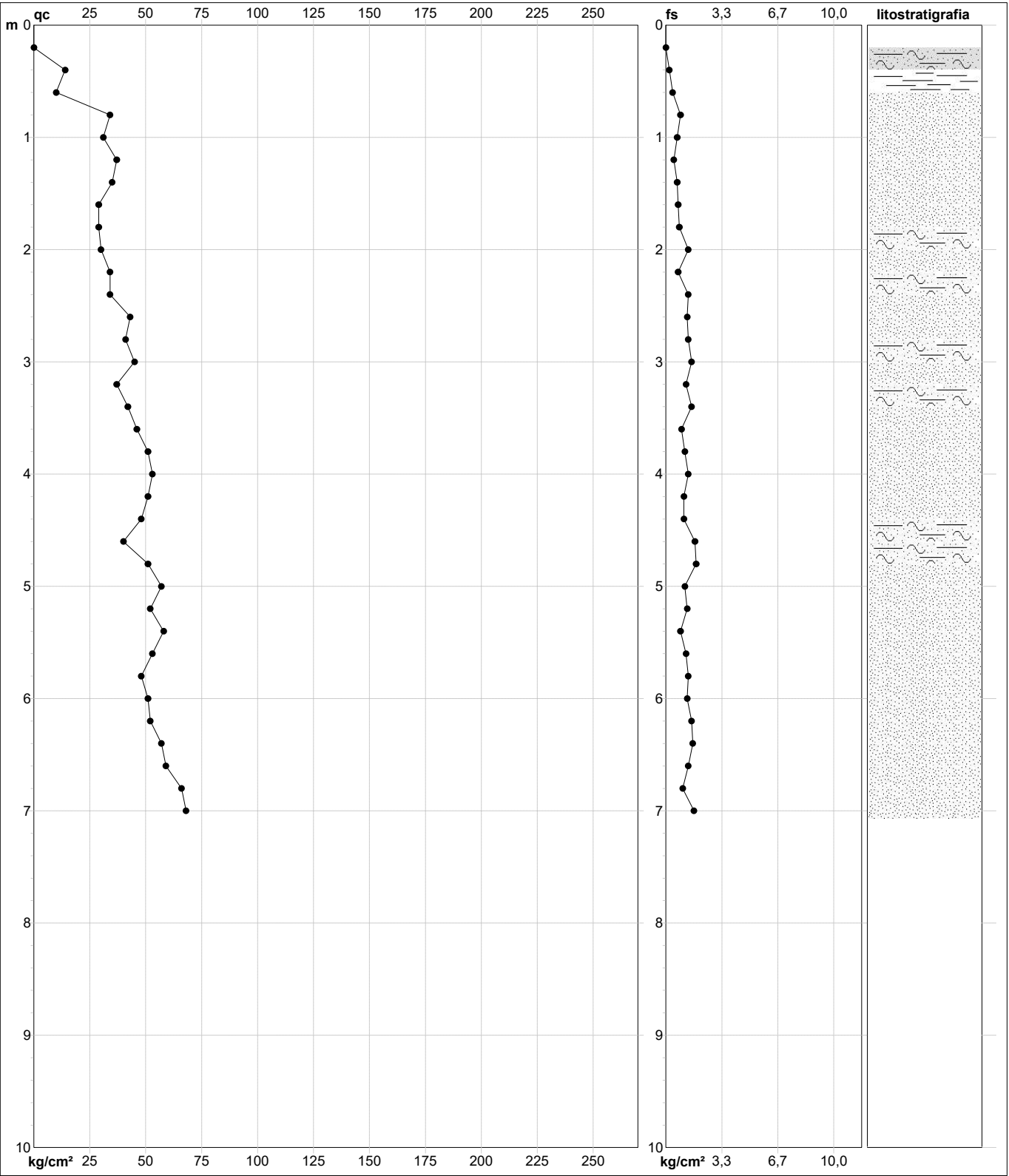
H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0,0	-	0,0	0,00	-	-								
0,40	14,0	17,0	-	14,0	0,20	70	1,4								
0,60	10,0	16,0	-	10,0	0,40	25	4,0								
0,80	34,0	47,0	-	34,0	0,87	39	2,6								
1,00	31,0	41,0	-	31,0	0,67	46	2,2								
1,20	37,0	44,0	-	37,0	0,47	79	1,3								
1,40	35,0	45,0	-	35,0	0,67	52	1,9								
1,60	29,0	40,0	-	29,0	0,73	40	2,5								
1,80	29,0	41,0	-	29,0	0,80	36	2,8								
2,00	30,0	50,0	-	30,0	1,33	23	4,4								
2,20	34,0	45,0	-	34,0	0,73	47	2,1								
2,40	34,0	54,0	-	34,0	1,33	26	3,9								
2,60	43,0	62,0	-	43,0	1,27	34	3,0								
2,80	41,0	61,0	-	41,0	1,33	31	3,2								
3,00	45,0	68,0	-	45,0	1,53	29	3,4								
3,20	37,0	55,0	-	37,0	1,20	31	3,2								
3,40	42,0	65,0	-	42,0	1,53	27	3,6								
3,60	46,0	60,0	-	46,0	0,93	49	2,0								
3,80	51,0	68,0	-	51,0	1,13	45	2,2								
4,00	53,0	73,0	-	53,0	1,33	40	2,5								
4,20	51,0	67,0	-	51,0	1,07	48	2,1								
4,40	48,0	64,0	-	48,0	1,07	45	2,2								
4,60	40,0	66,0	-	40,0	1,73	23	4,3								
4,80	51,0	78,0	-	51,0	1,80	28	3,5								
5,00	57,0	74,0	-	57,0	1,13	50	2,0								
5,20	52,0	71,0	-	52,0	1,27	41	2,4								
5,40	58,0	71,0	-	58,0	0,87	67	1,5								
5,60	53,0	71,0	-	53,0	1,20	44	2,3								
5,80	48,0	68,0	-	48,0	1,33	36	2,8								
6,00	51,0	70,0	-	51,0	1,27	40	2,5								
6,20	52,0	75,0	-	52,0	1,53	34	2,9								
6,40	57,0	81,0	-	57,0	1,60	36	2,8								
6,60	59,0	79,0	-	59,0	1,33	44	2,3								
6,80	66,0	81,0	-	66,0	1,00	66	1,5								
7,00	68,0	93,0	-	68,0	1,67	41	2,5								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	alla stessa quota di qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs /qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	214-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/06/2021
Cantiere	nuova rete digestione anaerobica	Scala:	1:50	Quota inizio:	Piano Campagna
Località	AISA, San Zeno, Arezzo	Pagina	1	Falda	Non rilevata
		Elaborato			



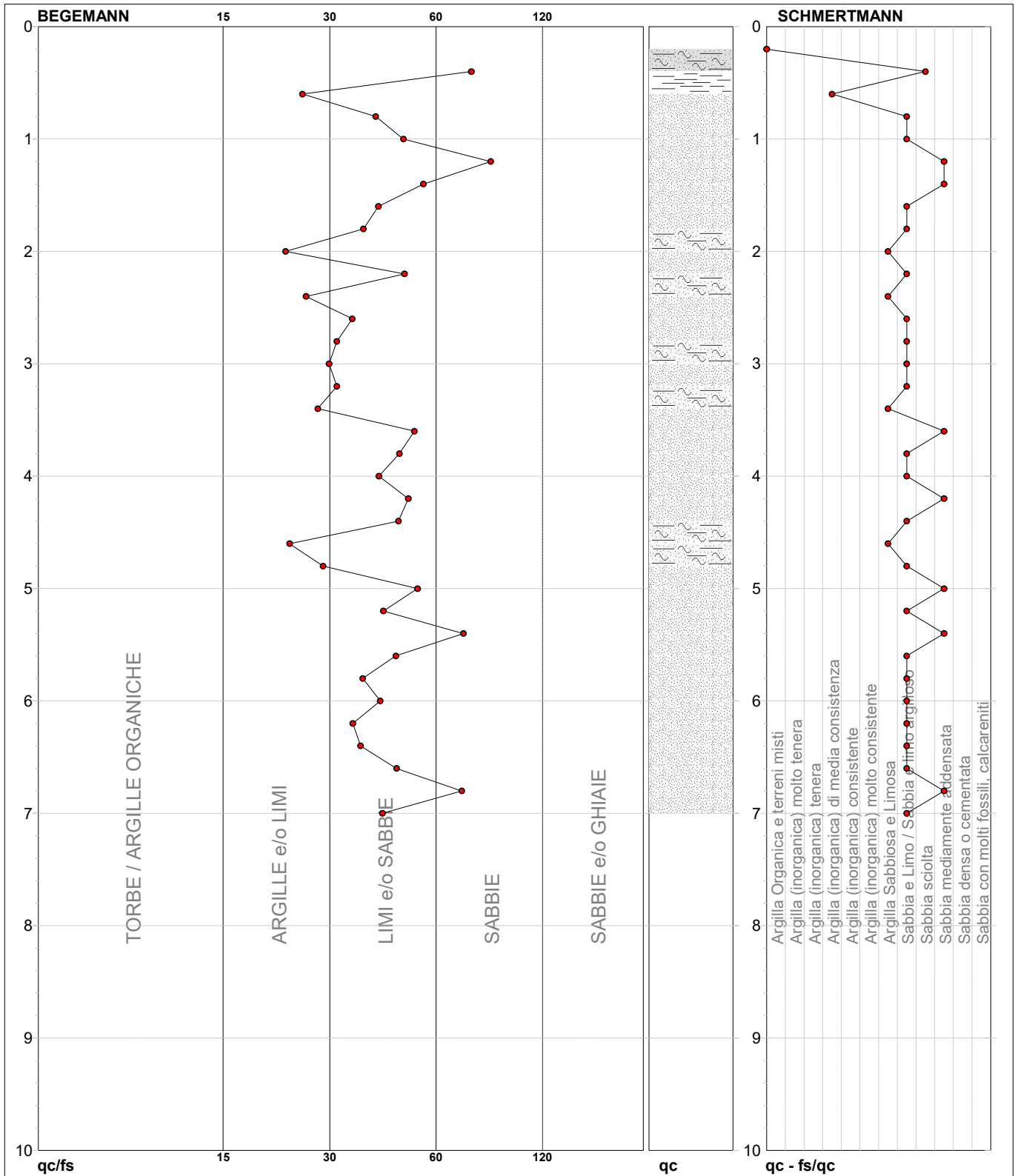
		Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:		Cod. tip:	
		Assistente:			

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	214-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **nuova rete digestione anaerobica**
 Località **AISA, San Zeno, Arezzo**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. **25/06/2021**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda** Non rilevata



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	7 punti, 2,78%	Argilla (inorganica) di media consistenza	1 punti, 2,78%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	21 punti, 58,33%
ARGILLE e/o LIMI	7 punti, 19,44%			Sabbia sciolta	1 punti, 2,78%
LIMI e/o SABBIE	23 punti, 63,89%			Sabbia mediamente addensata	7 punti, 19,44%
SABBIE	4 punti, 11,11%				

note: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	Riferimento	214-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/06/2021
Cantiere	nuova rete digestione anaerobica	Pagina	1	Falda	Non rilevata
Località	AISA, San Zeno, Arezzo	Elaborato			

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	18,0	55,0		18,0	2,47	7	13,7								
0,60	39,0	65,0		39,0	1,73	23	4,4								
0,80	31,0	39,0		31,0	0,53	58	1,7								
1,00	38,0	53,0		38,0	1,00	38	2,6								
1,20	24,0	51,0		24,0	1,80	13	7,5								
1,40	41,0	63,0		41,0	1,47	28	3,6								
1,60	40,0	58,0		40,0	1,20	33	3,0								
1,80	45,0	65,0		45,0	1,33	34	3,0								
2,00	40,0	66,0		40,0	1,73	23	4,3								
2,20	41,0	55,0		41,0	0,93	44	2,3								
2,40	44,0	72,0		44,0	1,87	24	4,3								
2,60	43,0	75,0		43,0	2,13	20	5,0								
2,80	61,0	75,0		61,0	0,93	66	1,5								
3,00	84,0	92,0		84,0	0,53	158	0,6								
3,20	83,0	103,0		83,0	1,33	62	1,6								
3,40	40,0	55,0		40,0	1,00	40	2,5								
3,60	49,0	61,0		49,0	0,80	61	1,6								
3,80	49,0	64,0		49,0	1,00	49	2,0								
4,00	48,0	93,0		48,0	3,00	16	6,3								
4,20	53,0	65,0		53,0	0,80	66	1,5								
4,40	54,0	74,0		54,0	1,33	41	2,5								
4,60	52,0	65,0		52,0	0,87	60	1,7								
4,80	50,0	71,0		50,0	1,40	36	2,8								
5,00	56,0	73,0		56,0	1,13	50	2,0								
5,20	55,0	70,0		55,0	1,00	55	1,8								
5,40	61,0	83,0		61,0	1,47	41	2,4								
5,60	60,0	88,0		60,0	1,87	32	3,1								
5,80	53,0	78,0		53,0	1,67	32	3,2								
6,00	61,0	77,0		61,0	1,07	57	1,8								
6,20	67,0	88,0		67,0	1,40	48	2,1								
6,40	69,0	89,0		69,0	1,33	52	1,9								
6,60	68,0	90,0		68,0	1,47	46	2,2								
6,80	67,0	91,0		67,0	1,60	42	2,4								
7,00	68,0	93,0		68,0	1,67	41	2,5								

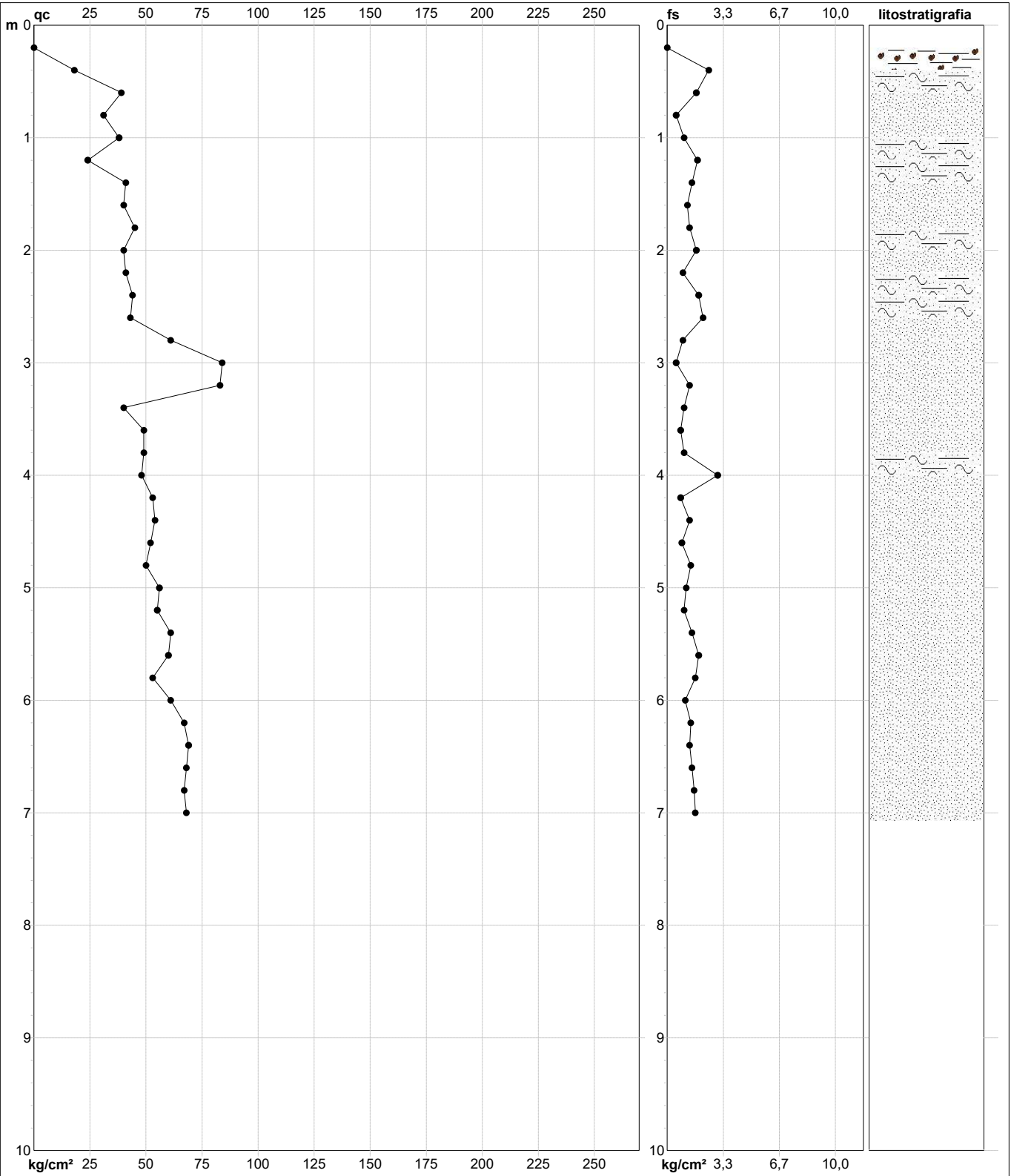
H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	214-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/06/2021
Cantiere	nuova rete digestione anaerobica	Scala:	1:50	Quota inizio:	Piano Campagna
Località	AISA, San Zeno, Arezzo	Pagina	1	Falda	Non rilevata
		Elaborato			



		Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:		Cod. tip:	
		Assistente:			

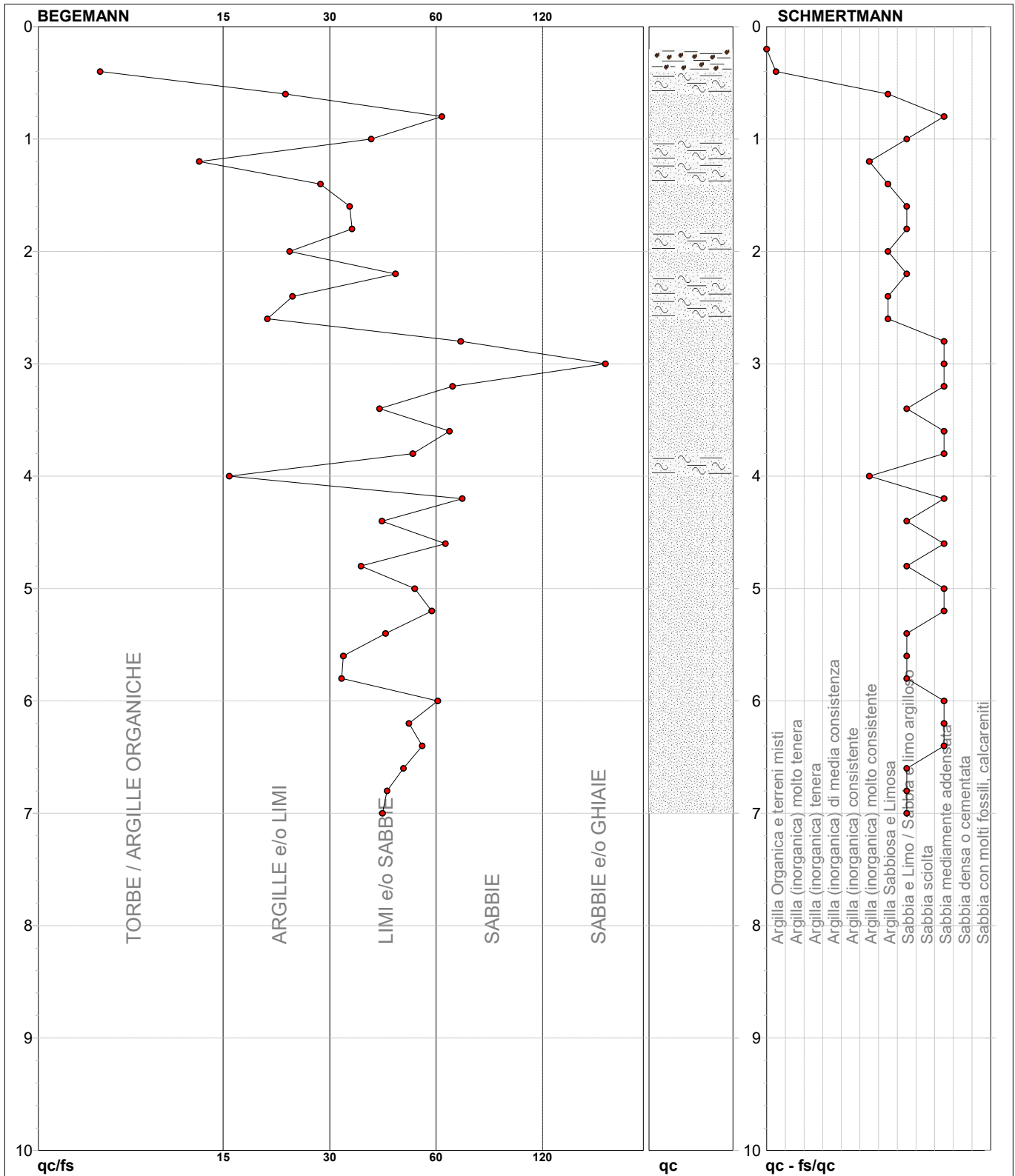
note: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	214-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **nuova rete digestione anaerobica**
 Località **AISA, San Zeno, Arezzo**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. **25/06/2021**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda** Non rilevata



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	5 punti, 8,33%	Argilla Organica e terreni misti	1 punti, 2,78%	Argilla Sabbiosa e Limosa	5 punti, 13,89%
ARGILLE e/o LIMI	6 punti, 16,67%	Argilla (inorganica) molto consistente	2 punti, 5,56%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	13 punti, 36,11%
LIMI e/o SABBIE	21 punti, 58,33%			Sabbia mediamente addensata	13 punti, 36,11%
SABBIE	4 punti, 11,11%				
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 2,78%				

note: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA 2021
PESA

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	213-2021

Committente Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec. 25/06/2021
Cantiere Pesa	Pagina 1	Falda Non rilevata
Località AISA, San Zeno (AR)	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,60	38,0	42,0		38,0	0,27	141	0,7								
0,80	13,0	22,0		13,0	0,60	22	4,6								
1,00	21,0	36,0		21,0	1,00	21	4,8								
1,20	31,0	37,0		31,0	0,40	78	1,3								
1,40	29,0	43,0		29,0	0,93	31	3,2								
1,60	33,0	46,0		33,0	0,87	38	2,6								
1,80	37,0	53,0		37,0	1,07	35	2,9								
2,00	38,0	54,0		38,0	1,07	36	2,8								
2,20	40,0	66,0		40,0	1,73	23	4,3								
2,40	31,0	67,0		31,0	2,40	13	7,7								
2,60	31,0	74,0		31,0	2,87	11	9,3								
2,80	37,0	77,0		37,0	2,67	14	7,2								
3,00	41,0	57,0		41,0	1,07	38	2,6								
3,20	44,0	59,0		44,0	1,00	44	2,3								
3,40	43,0	63,0		43,0	1,33	32	3,1								
3,60	47,0	67,0		47,0	1,33	35	2,8								
3,80	41,0	81,0		41,0	2,67	15	6,5								
4,00	48,0	71,0		48,0	1,53	31	3,2								
4,20	49,0	71,0		49,0	1,47	33	3,0								
4,40	47,0	77,0		47,0	2,00	24	4,3								
4,60	49,0	87,0		49,0	2,53	19	5,2								
4,80	57,0	91,0		57,0	2,27	25	4,0								
5,00	59,0	109,0		59,0	3,33	18	5,6								
5,20	48,0	84,0		48,0	2,40	20	5,0								
5,40	49,0	103,0		49,0	3,60	14	7,3								
5,60	51,0	88,0		51,0	2,47	21	4,8								
5,80	54,0	94,0		54,0	2,67	20	4,9								
6,00	47,0	83,0		47,0	2,40	20	5,1								
6,20	44,0	89,0		44,0	3,00	15	6,8								
6,40	45,0	94,0		45,0	3,27	14	7,3								
6,60	50,0	98,0		50,0	3,20	16	6,4								
6,80	51,0	98,0		51,0	3,13	16	6,1								
7,00	53,0	105,0		53,0	3,47	15	6,5								

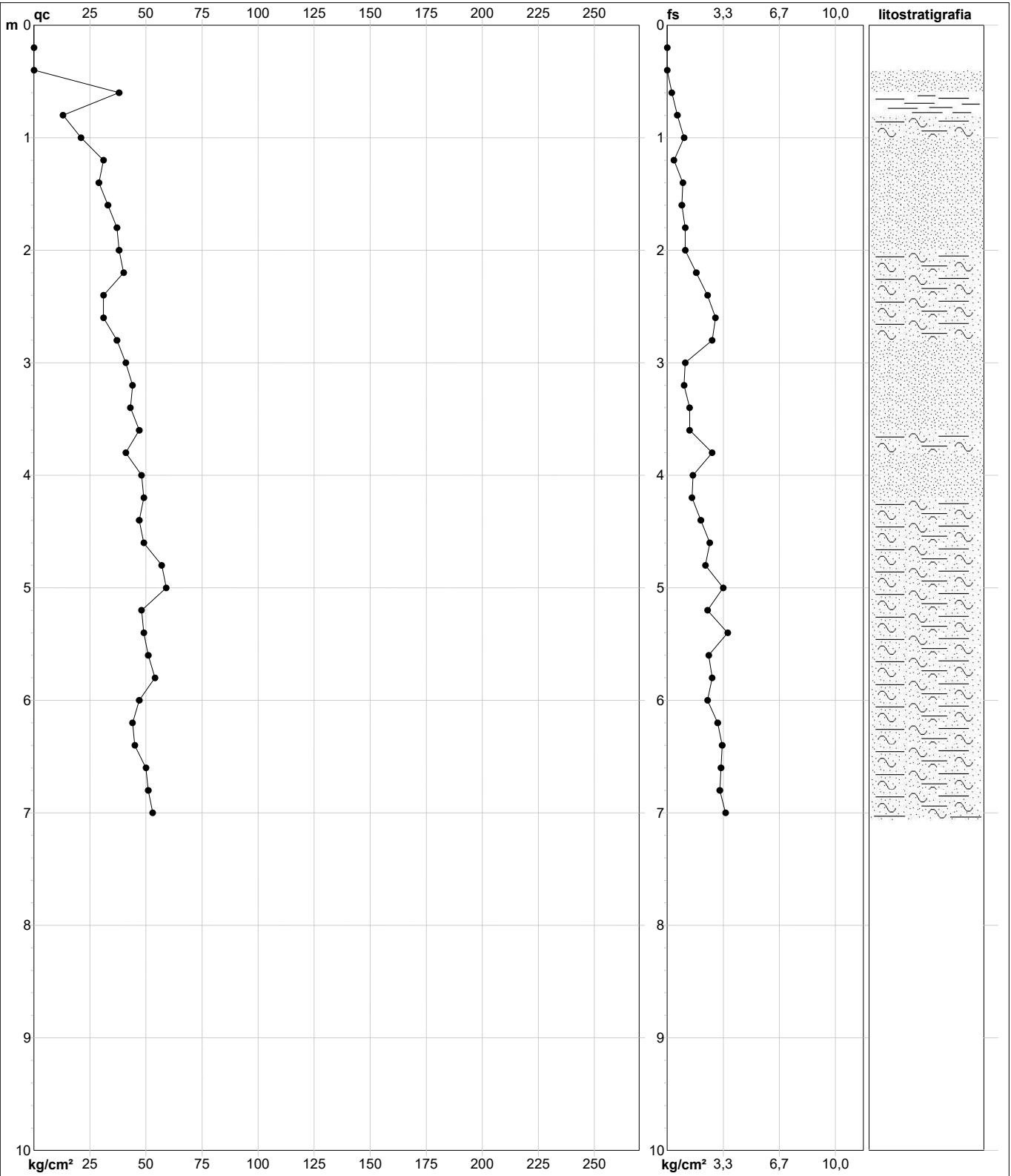
H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	213-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	25/06/2021
Cantiere	Pesa	Scala:	1:50	Quota inizio:	Piano Campagna
Località	AISA, San Zeno (AR)	Pagina	1	Falda	Non rilevata
		Elaborato			



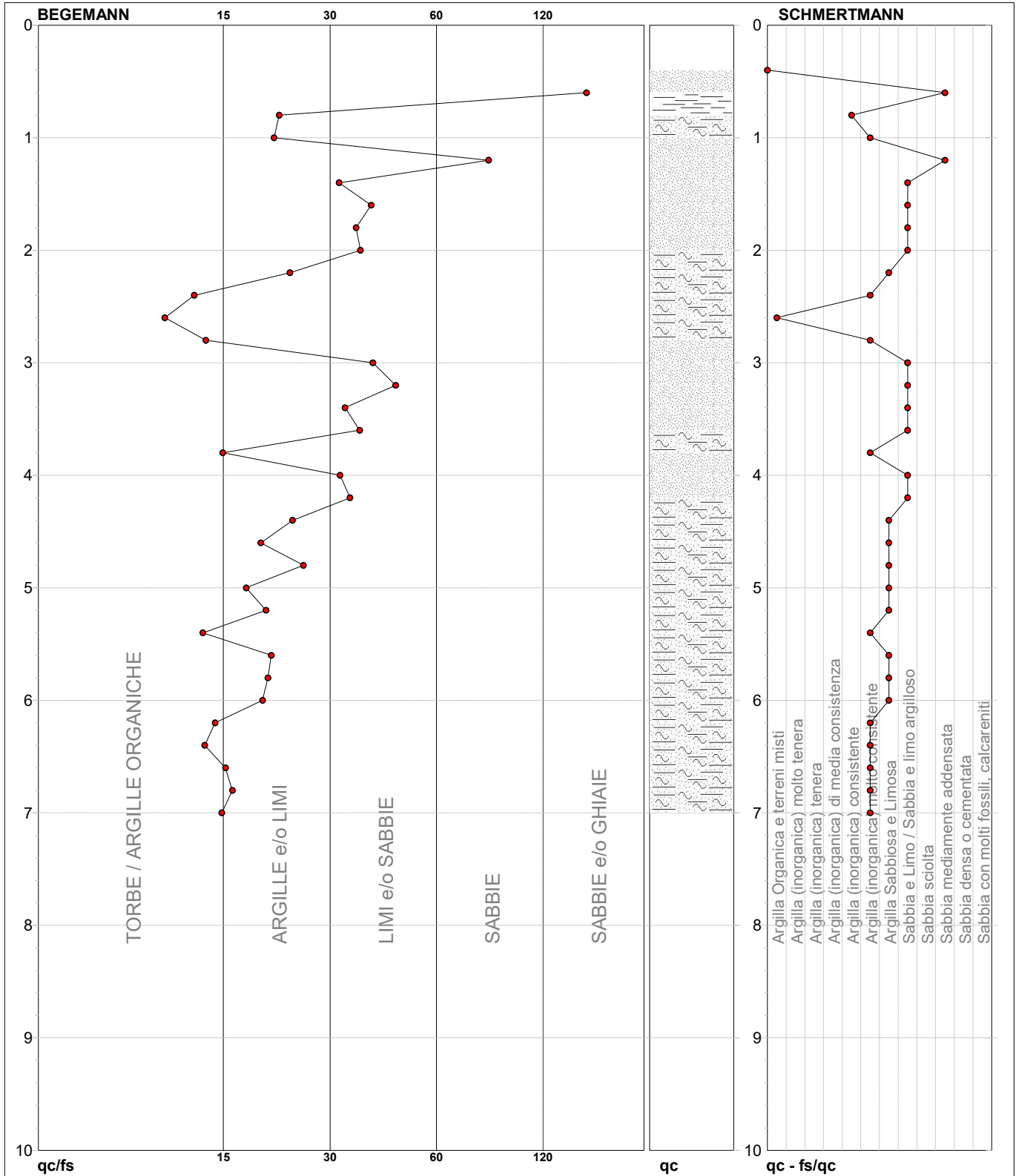
		Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:		Cod. tip:	
		Assistente:			

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	213-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **Pesa**
 Località **AISA, San Zeno (AR)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. **25/06/2021**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda** Non rilevata



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	5 punti, 22,22%	Argilla Organica e terreni misti	1 punti, 2,78%	Argilla Sabbiosa e Limosa	9 punti, 25,00%
ARGILLE e/o LIMM	15 punti, 41,67%	Argilla (inorganica) consistente	1 punti, 2,78%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	10 punti, 27,78%
LIMI e/o SABBIE	10 punti, 27,78%	Argilla (inorganica) molto consistente	10 punti, 27,78%	Sabbia mediamente addensata	2 punti, 5,56%
SABBIE	1 punti, 2,78%				
SABBIE e/o GHIAIE	1 punti, 2,78%				

note: FON050

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE 2021
TETTOIA AMMENDANTE

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	Riferimento	073-2021

Committente Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec. 19/03/2021
Cantiere Aisa	Pagina 1	Falda Non rilevata
Località San Zeno, Arezzo	Elaborato	

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0,20	0,0	0,0	-	0,0	0,00	-	-								
0,40	3,0	7,0	-	3,0	0,27	11	9,0								
0,60	4,0	8,0	-	4,0	0,27	15	6,8								
0,80	10,0	13,0	-	10,0	0,20	50	2,0								
1,00	14,0	19,0	-	14,0	0,33	42	2,4								
1,20	20,0	25,0	-	20,0	0,33	61	1,7								
1,40	21,0	44,0	-	21,0	1,53	14	7,3								
1,60	14,0	27,0	-	14,0	0,87	16	6,2								
1,80	28,0	43,0	-	28,0	1,00	28	3,6								
2,00	29,0	46,0	-	29,0	1,13	26	3,9								
2,20	28,0	49,0	-	28,0	1,40	20	5,0								
2,40	29,0	51,0	-	29,0	1,47	20	5,1								
2,60	33,0	58,0	-	33,0	1,67	20	5,1								
2,80	32,0	66,0	-	32,0	2,27	14	7,1								
3,00	37,0	83,0	-	37,0	3,07	12	8,3								
3,20	34,0	82,0	-	34,0	3,20	11	9,4								
3,40	45,0	83,0	-	45,0	2,53	18	5,6								
3,60	43,0	78,0	-	43,0	2,33	18	5,4								
3,80	45,0	83,0	-	45,0	2,53	18	5,6								
4,00	61,0	98,0	-	61,0	2,47	25	4,0								
4,20	72,0	104,0	-	72,0	2,13	34	3,0								
4,40	65,0	91,0	-	65,0	1,73	38	2,7								
4,60	67,0	93,0	-	67,0	1,73	39	2,6								
4,80	60,0	102,0	-	60,0	2,80	21	4,7								
5,00	55,0	105,0	-	55,0	3,33	17	6,1								
5,20	58,0	94,0	-	58,0	2,40	24	4,1								
5,40	59,0	93,0	-	59,0	2,27	26	3,8								
5,60	66,0	106,0	-	66,0	2,67	25	4,0								
5,80	67,0	100,0	-	67,0	2,20	30	3,3								
6,00	59,0	95,0	-	59,0	2,40	25	4,1								
6,20	61,0	104,0	-	61,0	2,87	21	4,7								
6,40	66,0	105,0	-	66,0	2,60	25	3,9								
6,60	71,0	98,0	-	71,0	1,80	39	2,5								
6,80	77,0	94,0	-	77,0	1,13	68	1,5								
7,00	79,0	117,0	-	79,0	2,53	31	3,2								

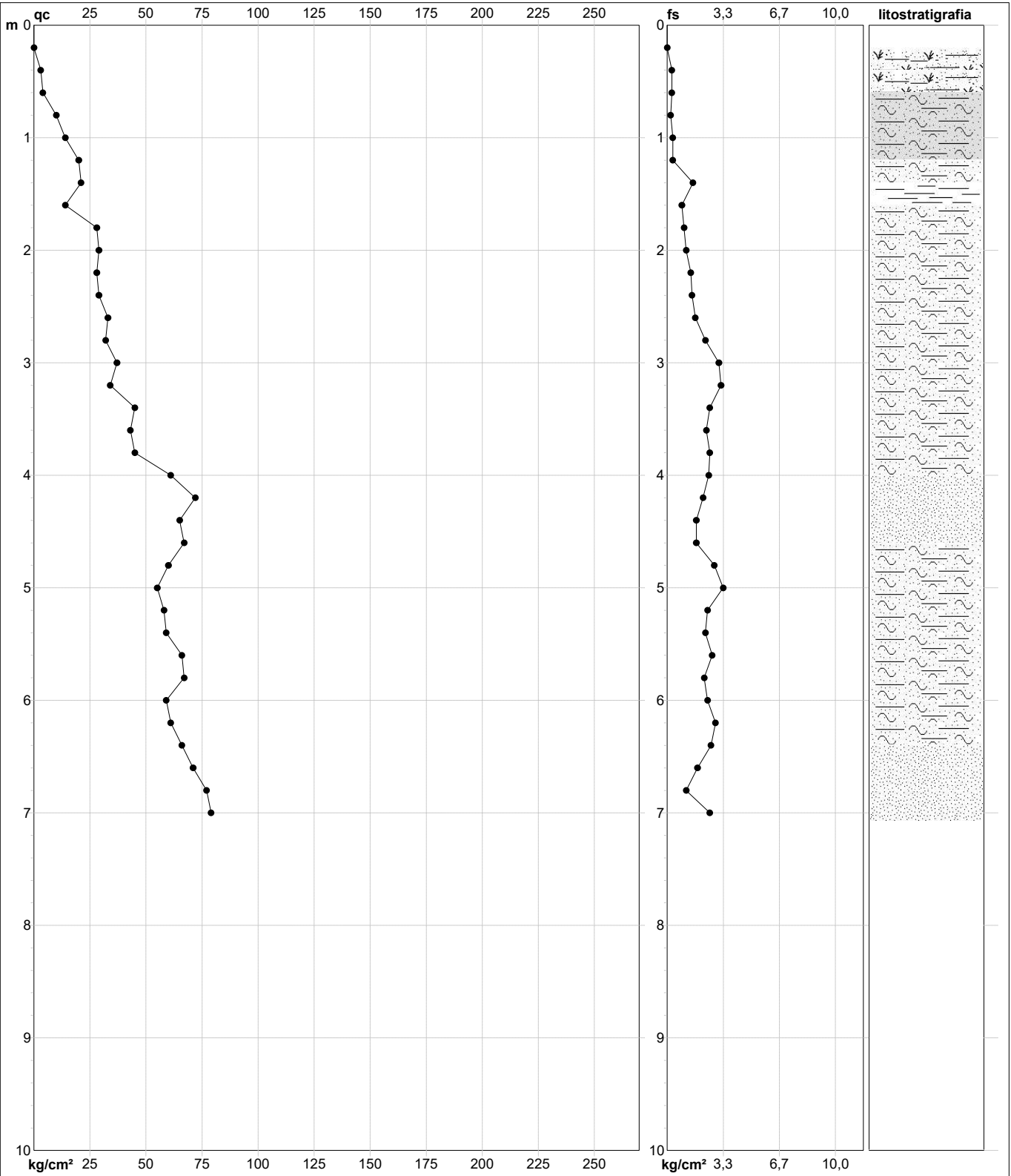
H = profondità
 L1 = prima lettura (punta)
 L2 = seconda lettura (punta + laterale)
 Lt = terza lettura (totale)
 CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza punta
 fs = resistenza laterale
 alla stessa quota di qc
 F = rapporto Begemann (qc / fs)
 Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	073-2021

Committente	Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.:	kg/cm²	Data esec.	19/03/2021
Cantiere	Aisa	Scala:	1:50	Quota inizio:	Piano Campagna
Località	San Zeno, Arezzo	Pagina	1	Falda	Non rilevata
		Elaborato			



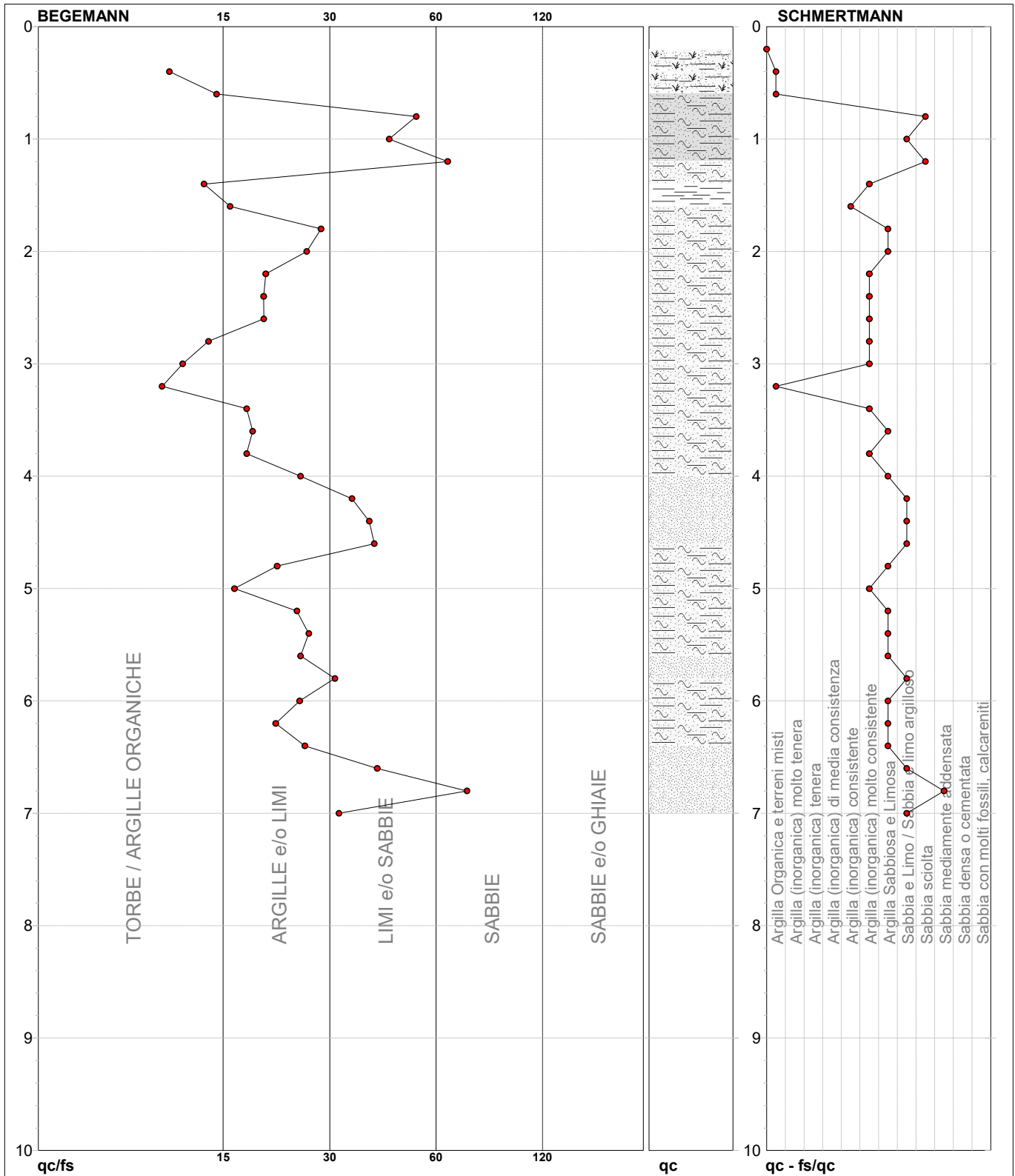
		Litology:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	preforo	m
		Penetrometro:	TG63-200	Corr.astine:	kg/ml
		Responsabile:		Cod. tip:	
		Assistente:			

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
Riferimento	073-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **Aisa**
 Località **San Zeno, Arezzo**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. **19/03/2021**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda** Non rilevata



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	8 punti, 19,44%	Argilla Organica e terreni misti	3 punti, 8,33%	Argilla Sabbiosa e Limosa	11 punti, 30,56%
ARGILLE e/o LIMI	18 punti, 50,00%	Argilla (inorganica) consistente	1 punti, 2,78%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	7 punti, 19,44%
LIMI e/o SABBIE	8 punti, 22,22%	Argilla (inorganica) molto consistente	9 punti, 25,00%	Sabbia sciolta	2 punti, 5,56%
SABBIE	2 punti, 5,56%			Sabbia mediamente addensata	1 punti, 2,78%

note: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	Riferimento	073-2021

Committente Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec. 19/03/2021
Cantiere Aisa	Pagina 1	Falda Non rilevata
Località San Zeno, Arezzo	Elaborato	

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,0	0,00										
0,40	10,0	11,0		10,0	0,07	143	0,7								
0,60	7,0	10,0		7,0	0,20	35	2,9								
0,80	9,0	12,0		9,0	0,20	45	2,2								
1,00	10,0	18,0		10,0	0,53	19	5,3								
1,20	17,0	26,0		17,0	0,60	28	3,5								
1,40	18,0	33,0		18,0	1,00	18	5,6								
1,60	23,0	28,0		23,0	0,33	70	1,4								
1,80	24,0	29,0		24,0	0,33	73	1,4								
2,00	26,0	38,0		26,0	0,80	33	3,1								
2,20	22,0	37,0		22,0	1,00	22	4,5								
2,40	22,0	39,0		22,0	1,13	19	5,1								
2,60	21,0	34,0		21,0	0,87	24	4,1								
2,80	32,0	46,0		32,0	0,93	34	2,9								
3,00	31,0	44,0		31,0	0,87	36	2,8								
3,20	32,0	54,0		32,0	1,47	22	4,6								
3,40	55,0	66,0		55,0	0,73	75	1,3								
3,60	45,0	60,0		45,0	1,00	45	2,2								
3,80	65,0	92,0		65,0	1,80	36	2,8								
4,00	71,0	110,0		71,0	2,60	27	3,7								
4,20	74,0	100,0		74,0	1,73	43	2,3								
4,40	54,0	60,0		54,0	0,40	135	0,7								
4,60	54,0	69,0		54,0	1,00	54	1,9								
4,80	55,0	76,0		55,0	1,40	39	2,5								
5,00	41,0	77,0		41,0	2,40	17	5,9								
5,20	47,0	87,0		47,0	2,67	18	5,7								
5,40	54,0	98,0		54,0	2,93	18	5,4								
5,60	54,0	90,0		54,0	2,40	23	4,4								
5,80	59,0	106,0		59,0	3,13	19	5,3								
6,00	62,0	117,0		62,0	3,67	17	5,9								
6,20	67,0	95,0		67,0	1,87	36	2,8								
6,40	69,0	134,0		69,0	4,33	16	6,3								
6,60	59,0	126,0		59,0	4,47	13	7,6								
6,80	63,0	145,0		63,0	5,47	12	8,7								
7,00	69,0	138,0		69,0	4,60	15	6,7								

H = profondità	qc = resistenza punta
L1 = prima lettura (punta)	fs = resistenza laterale
L2 = seconda lettura (punta + laterale)	alla stessa quota di qc
Lt = terza lettura (totale)	F = rapporto Begemann (qc / fs)
CT =10,00 costante di trasformazione	Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

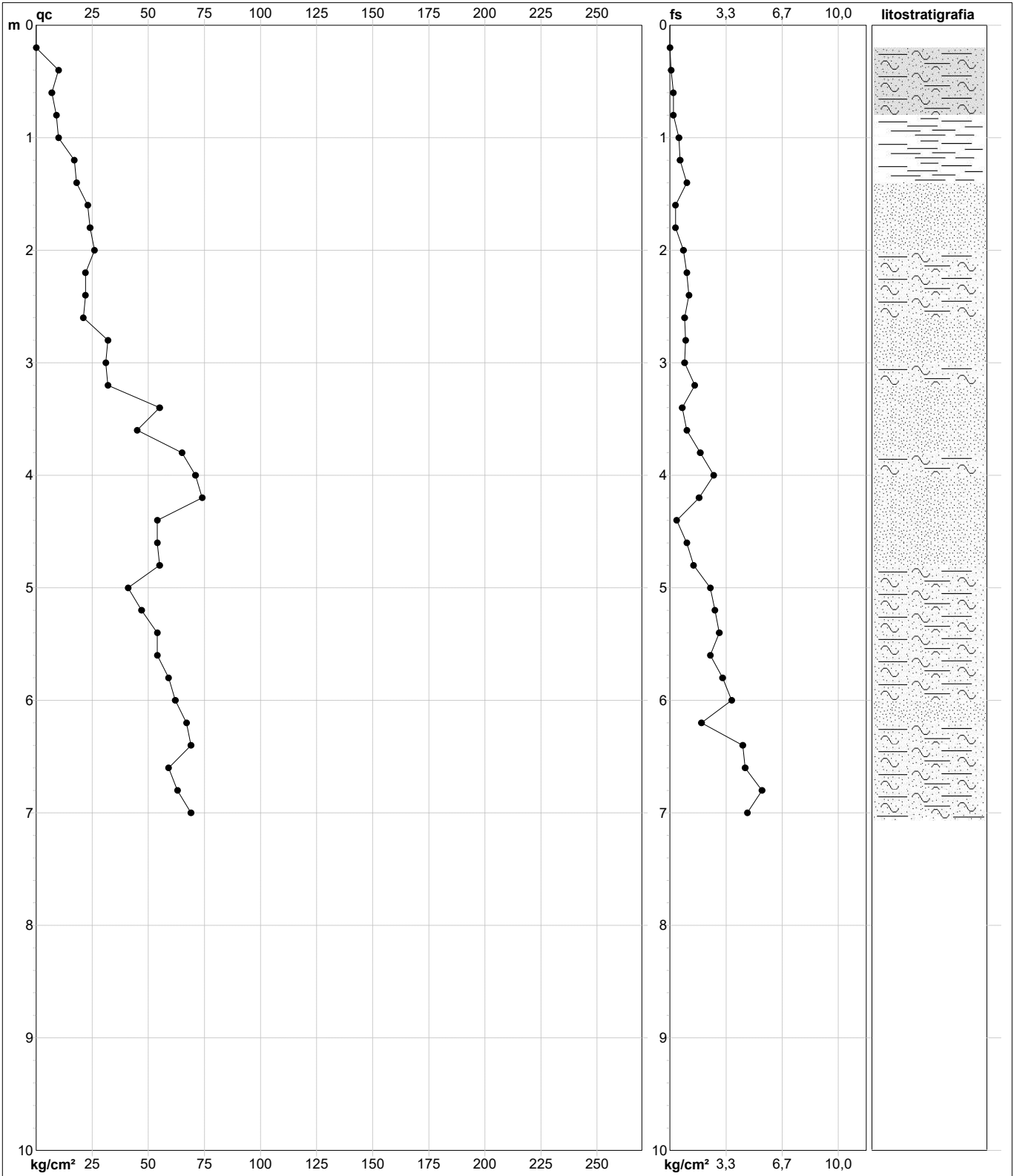
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	073-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **Aisa**
 Località **San Zeno, Arezzo**

U.M.: **kg/cm²**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato

Data esec. **19/03/2021**
 Quota inizio: **Piano Campagna**
 Falda **Non rilevata**



		Litology: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone Penetrometro: TG63-200 Responsabile: Assistente:	preforo m Corr.astine: kg/ml Cod. tip:
--	--	--	--

note:

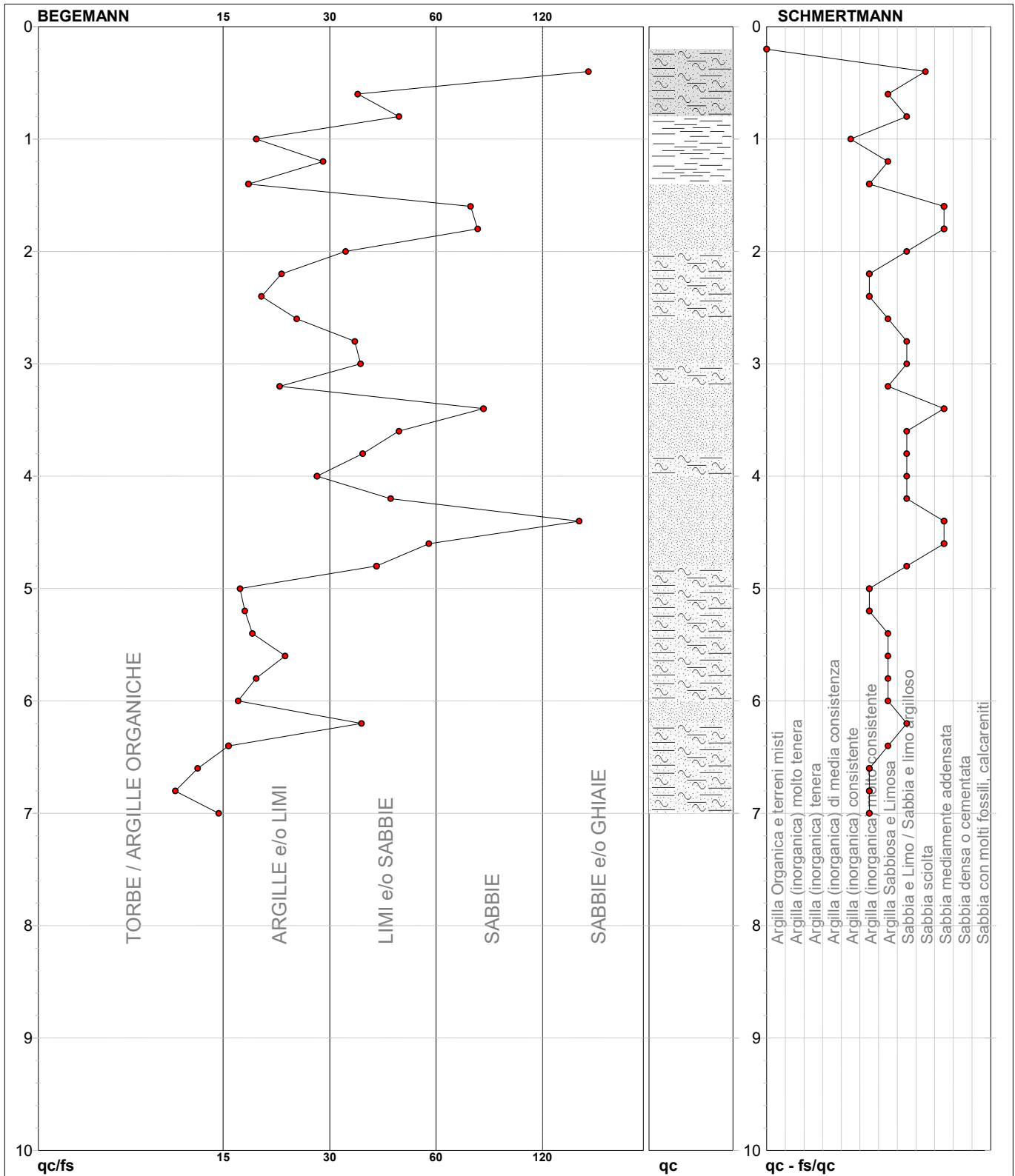
FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
Riferimento	073-2021

Committente **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere **Aisa**
 Località **San Zeno, Arezzo**

U.M.: **kg/cm²** Data esec. **19/03/2021**
 Scala: **1:50**
 Pagina **1**
 Elaborato **Falda** Non rilevata



TORBE / ARGILLE ORGANICHE	4 punti, 11,11%	Argilla (inorganica) consistente	1 punti, 2,78%	Argilla Sabbiosa e Limosa	9 punti, 25,00%
ARGILLE e/o LIMI	15 punti, 41,67%	Argilla (inorganica) molto consistente	8 punti, 22,22%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo argilloso	10 punti, 27,78%
LIMI e/o SABBIE	11 punti, 30,56%			Sabbia sciolta	1 punti, 2,78%
SABBIE	3 punti, 8,33%			Sabbia mediamente addensata	5 punti, 13,89%
SABBIE e/o GHIAIE	2 punti, 5,56%				

note: FON050

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE 2011

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
Località: Aisa	Elaborato:	

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0.20	4.0	8.0	-	4.0	0.27	15	6.8	8.80	24.0	42.0	-	24.0	1.20	20	5.0
0.40	5.0	8.0	-	5.0	0.20	25	4.0	9.00	16.0	36.0	-	16.0	1.33	12	8.3
0.60	6.0	17.0	-	6.0	0.73	8	12.2	9.20	22.0	36.0	-	22.0	0.93	24	4.2
0.80	8.0	18.0	-	8.0	0.67	12	8.4	9.40	22.0	37.0	-	22.0	1.00	22	4.5
1.00	14.0	28.0	-	14.0	0.93	15	6.6	9.60	24.0	41.0	-	24.0	1.13	21	4.7
1.20	13.0	24.0	-	13.0	0.73	18	5.6	9.80	22.0	41.0	-	22.0	1.27	17	5.8
1.40	15.0	24.0	-	15.0	0.60	25	4.0	10.00	19.0	37.0	-	19.0	1.20	16	6.3
1.60	14.0	23.0	-	14.0	0.60	23	4.3	10.20	17.0	34.0	-	17.0	1.13	15	6.6
1.80	15.0	23.0	-	15.0	0.53	28	3.5	10.40	23.0	36.0	-	23.0	0.87	26	3.8
2.00	12.0	22.0	-	12.0	0.67	18	5.6	10.60	25.0	45.0	-	25.0	1.33	19	5.3
2.20	12.0	23.0	-	12.0	0.73	16	6.1	10.80	24.0	44.0	-	24.0	1.33	18	5.5
2.40	16.0	34.0	-	16.0	1.20	13	7.5	11.00	21.0	44.0	-	21.0	1.53	14	7.3
2.60	17.0	37.0	-	17.0	1.33	13	7.8	11.20	19.0	38.0	-	19.0	1.27	15	6.7
2.80	27.0	55.0	-	27.0	1.87	14	6.9	11.40	16.0	32.0	-	16.0	1.07	15	6.7
3.00	36.0	64.0	-	36.0	1.87	19	5.2	11.60	15.0	28.0	-	15.0	0.87	17	5.8
3.20	60.0	90.0	-	60.0	2.00	30	3.3	11.80	15.0	27.0	-	15.0	0.80	19	5.3
3.40	90.0	140.0	-	90.0	3.33	27	3.7	12.00	17.0	29.0	-	17.0	0.80	21	4.7
3.60	90.0	170.0	-	90.0	5.33	17	5.9	12.20	16.0	28.0	-	16.0	0.80	20	5.0
3.80	74.0	140.0	-	74.0	4.40	17	5.9	12.40	18.0	27.0	-	18.0	0.60	30	3.3
4.00	50.0	140.0	-	50.0	6.00	8	12.0	12.60	16.0	28.0	-	16.0	0.80	20	5.0
4.20	30.0	80.0	-	30.0	3.33	9	11.1	12.80	18.0	30.0	-	18.0	0.80	23	4.4
4.40	70.0	90.0	-	70.0	1.33	53	1.9	13.00	16.0	32.0	-	16.0	1.07	15	6.7
4.60	58.0	76.0	-	58.0	1.20	48	2.1	13.20	20.0	34.0	-	20.0	0.93	22	4.7
4.80	76.0	84.0	-	76.0	0.53	143	0.7	13.40	18.0	32.0	-	18.0	0.93	19	5.2
5.00	70.0	100.0	-	70.0	2.00	35	2.9	13.60	18.0	32.0	-	18.0	0.93	19	5.2
5.20	66.0	100.0	-	66.0	2.27	29	3.4	13.80	17.0	29.0	-	17.0	0.80	21	4.7
5.40	100.0	120.0	-	100.0	1.33	75	1.3	14.00	17.0	30.0	-	17.0	0.87	20	5.1
5.60	44.0	80.0	-	44.0	2.40	18	5.5	14.20	15.0	30.0	-	15.0	1.00	15	6.7
5.80	48.0	72.0	-	48.0	1.60	30	3.3	14.40	15.0	28.0	-	15.0	0.87	17	5.8
6.00	48.0	72.0	-	48.0	1.60	30	3.3	14.60	15.0	28.0	-	15.0	0.87	17	5.8
6.20	46.0	64.0	-	46.0	1.20	38	2.6	14.80	14.0	28.0	-	14.0	0.93	15	6.6
6.40	76.0	100.0	-	76.0	1.60	48	2.1	15.00	14.0	26.0	-	14.0	0.80	18	5.7
6.60	84.0	100.0	-	84.0	1.07	79	1.3	15.20	12.0	23.0	-	12.0	0.73	16	6.1
6.80	80.0	130.0	-	80.0	3.33	24	4.2	15.40	13.0	22.0	-	13.0	0.60	22	4.6
7.00	26.0	90.0	-	26.0	4.27	6	16.4	15.60	23.0	28.0	-	23.0	0.33	70	1.4
7.20	21.0	39.0	-	21.0	1.20	18	5.7	15.80	10.0	21.0	-	10.0	0.73	14	7.3
7.40	24.0	37.0	-	24.0	0.87	28	3.6	16.00	13.0	22.0	-	13.0	0.60	22	4.6
7.60	29.0	42.0	-	29.0	0.87	33	3.0	16.20	13.0	21.0	-	13.0	0.53	25	4.1
7.80	35.0	52.0	-	35.0	1.13	31	3.2	16.40	13.0	21.0	-	13.0	0.53	25	4.1
8.00	38.0	60.0	-	38.0	1.47	26	3.9	16.60	220.0	250.0	-	220.0	2.00	110	0.9
8.20	34.0	56.0	-	34.0	1.47	23	4.3	16.80	320.0	360.0	-	320.0	2.67	120	0.8
8.40	37.0	60.0	-	37.0	1.53	24	4.1	17.00	400.0	420.0	-	400.0	1.33	301	0.3
8.60	27.0	48.0	-	27.0	1.40	19	5.2				-				

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	2
	riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
Località: Aisa	Elaborato:	

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%	m	-	-	-	kg/cm ²	kg/cm ²	-	%
0.20	5.0	11.0	-	5.0	0.40	13	8.0	9.80	25.0	32.0	-	25.0	0.47	53	1.9
0.40	7.0	14.0	-	7.0	0.47	15	6.7	10.00	22.0	34.0	-	22.0	0.80	28	3.6
0.60	9.0	16.0	-	9.0	0.47	19	5.2	10.20	22.0	37.0	-	22.0	1.00	22	4.5
0.80	23.0	30.0	-	23.0	0.47	49	2.0	10.40	25.0	38.0	-	25.0	0.87	29	3.5
1.00	27.0	56.0	-	27.0	1.93	14	7.1	10.60	18.0	32.0	-	18.0	0.93	19	5.2
1.20	72.0	100.0	-	72.0	1.87	39	2.6	10.80	13.0	24.0	-	13.0	0.73	18	5.6
1.40	64.0	100.0	-	64.0	2.40	27	3.8	11.00	10.0	18.0	-	10.0	0.53	19	5.3
1.60	38.0	75.0	-	38.0	2.47	15	6.5	11.20	9.0	15.0	-	9.0	0.40	23	4.4
1.80	25.0	68.0	-	25.0	2.87	9	11.5	11.40	7.0	12.0	-	7.0	0.33	21	4.7
2.00	17.0	48.0	-	17.0	2.07	8	12.2	11.60	24.0	28.0	-	24.0	0.27	89	1.1
2.20	46.0	80.0	-	46.0	2.27	20	4.9	11.80	12.0	20.0	-	12.0	0.53	23	4.4
2.40	48.0	100.0	-	48.0	3.47	14	7.2	12.00	16.0	25.0	-	16.0	0.60	27	3.8
2.60	64.0	120.0	-	64.0	3.73	17	5.8	12.20	22.0	27.0	-	22.0	0.33	67	1.5
2.80	64.0	120.0	-	64.0	3.73	17	5.8	12.40	30.0	40.0	-	30.0	0.67	45	2.2
3.00	100.0	180.0	-	100.0	5.33	19	5.3	12.60	27.0	40.0	-	27.0	0.87	31	3.2
3.20	100.0	200.0	-	100.0	6.67	15	6.7	12.80	32.0	49.0	-	32.0	1.13	28	3.5
3.40	100.0	190.0	-	100.0	6.00	17	6.0	13.00	36.0	55.0	-	36.0	1.27	28	3.5
3.60	80.0	150.0	-	80.0	4.67	17	5.8	13.20	30.0	34.0	-	30.0	0.27	111	0.9
3.80	70.0	140.0	-	70.0	4.67	15	6.7	13.40	30.0	44.0	-	30.0	0.93	32	3.1
4.00	74.0	140.0	-	74.0	4.40	17	5.9	13.60	26.0	48.0	-	26.0	1.47	18	5.7
4.20	120.0	160.0	-	120.0	2.67	45	2.2	13.80	43.0	62.0	-	43.0	1.27	34	3.0
4.40	90.0	116.0	-	90.0	1.73	52	1.9	14.00	35.0	50.0	-	35.0	1.00	35	2.9
4.60	120.0	140.0	-	120.0	1.33	90	1.1	14.20	54.0	72.0	-	54.0	1.20	45	2.2
4.80	180.0	200.0	-	180.0	1.33	135	0.7	14.40	19.0	48.0	-	19.0	1.93	10	10.2
5.00	140.0	170.0	-	140.0	2.00	70	1.4	14.60	42.0	60.0	-	42.0	1.20	35	2.9
5.20	100.0	140.0	-	100.0	2.67	37	2.7	14.80	36.0	56.0	-	36.0	1.33	27	3.7
5.40	100.0	140.0	-	100.0	2.67	37	2.7	15.00	27.0	54.0	-	27.0	1.80	15	6.7
5.60	80.0	120.0	-	80.0	2.67	30	3.3	15.20	30.0	46.0	-	30.0	1.07	28	3.6
5.80	100.0	120.0	-	100.0	1.33	75	1.3	15.40	22.0	29.0	-	22.0	0.47	47	2.1
6.00	90.0	120.0	-	90.0	2.00	45	2.2	15.60	30.0	44.0	-	30.0	0.93	32	3.1
6.20	66.0	86.0	-	66.0	1.33	50	2.0	15.80	58.0	62.0	-	58.0	0.27	215	0.5
6.40	100.0	130.0	-	100.0	2.00	50	2.0	16.00	29.0	40.0	-	29.0	0.73	40	2.5
6.60	120.0	140.0	-	120.0	1.33	90	1.1	16.20	90.0	100.0	-	90.0	0.67	134	0.7
6.80	100.0	140.0	-	100.0	2.67	37	2.7	16.40	140.0	200.0	-	140.0	4.00	35	2.9
7.00	76.0	116.0	-	76.0	2.67	28	3.5	16.60	180.0	190.0	-	180.0	0.67	269	0.4
7.20	90.0	120.0	-	90.0	2.00	45	2.2	16.80	32.0	36.0	-	32.0	0.27	119	0.8
7.40	64.0	90.0	-	64.0	1.73	37	2.7	17.00	6.0	7.0	-	6.0	0.07	86	1.2
7.60	40.0	74.0	-	40.0	2.27	18	5.7	17.20	24.0	33.0	-	24.0	0.60	40	2.5
7.80	74.0	80.0	-	74.0	0.40	185	0.5	17.40	120.0	140.0	-	120.0	1.33	90	1.1
8.00	36.0	46.0	-	36.0	0.67	54	1.9	17.60	120.0	150.0	-	120.0	2.00	60	1.7
8.20	20.0	54.0	-	20.0	2.27	9	11.4	17.80	130.0	155.0	-	130.0	1.67	78	1.3
8.40	30.0	40.0	-	30.0	0.67	45	2.2	18.00	240.0	260.0	-	240.0	1.33	180	0.6
8.60	38.0	52.0	-	38.0	0.93	41	2.4	18.20	180.0	220.0	-	180.0	2.67	67	1.5
8.80	28.0	42.0	-	28.0	0.93	30	3.3	18.40	280.0	300.0	-	280.0	1.33	211	0.5
9.00	28.0	40.0	-	28.0	0.80	35	2.9	18.60	260.0	320.0	-	260.0	4.00	65	1.5
9.20	30.0	40.0	-	30.0	0.67	45	2.2	18.80	400.0	440.0	-	400.0	2.67	150	0.7
9.40	28.0	37.0	-	28.0	0.60	47	2.1	19.00	360.0	400.0	-	360.0	2.67	135	0.7
9.60	25.0	33.0	-	25.0	0.53	47	2.1	19.20	400.0	440.0	-	400.0	2.67	150	0.7

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

nota:

FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	3
	riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
Località: Aisa	Elaborato:	

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0.20	7.0	12.0	-	7.0	0.33	21	4.7	7.40	68.0	86.0	-	68.0	1.20	57	1.8
0.40	8.0	14.0	-	8.0	0.40	20	5.0	7.60	28.0	54.0	-	28.0	1.73	16	6.2
0.60	12.0	20.0	-	12.0	0.53	23	4.4	7.80	23.0	48.0	-	23.0	1.67	14	7.3
0.80	18.0	32.0	-	18.0	0.93	19	5.2	8.00	28.0	42.0	-	28.0	0.93	30	3.3
1.00	44.0	70.0	-	44.0	1.73	25	3.9	8.20	26.0	40.0	-	26.0	0.93	28	3.6
1.20	58.0	100.0	-	58.0	2.80	21	4.8	8.40	29.0	44.0	-	29.0	1.00	29	3.4
1.40	54.0	120.0	-	54.0	4.40	12	8.1	8.60	29.0	44.0	-	29.0	1.00	29	3.4
1.60	40.0	80.0	-	40.0	2.67	15	6.7	8.80	22.0	34.0	-	22.0	0.80	28	3.6
1.80	20.0	60.0	-	20.0	2.67	7	13.4	9.00	27.0	40.0	-	27.0	0.87	31	3.2
2.00	16.0	36.0	-	16.0	1.33	12	8.3	9.20	22.0	30.0	-	22.0	0.53	42	2.4
2.20	30.0	45.0	-	30.0	1.00	30	3.3	9.40	17.0	24.0	-	17.0	0.47	36	2.8
2.40	28.0	44.0	-	28.0	1.07	26	3.8	9.60	17.0	23.0	-	17.0	0.40	43	2.4
2.60	24.0	52.0	-	24.0	1.87	13	7.8	9.80	22.0	30.0	-	22.0	0.53	42	2.4
2.80	32.0	60.0	-	32.0	1.87	17	5.8	10.00	54.0	72.0	-	54.0	1.20	45	2.2
3.00	40.0	76.0	-	40.0	2.40	17	6.0	10.20	47.0	80.0	-	47.0	2.20	21	4.7
3.20	54.0	90.0	-	54.0	2.40	23	4.4	10.40	41.0	80.0	-	41.0	2.60	16	6.3
3.40	100.0	160.0	-	100.0	4.00	25	4.0	10.60	29.0	56.0	-	29.0	1.80	16	6.2
3.60	110.0	180.0	-	110.0	4.67	24	4.2	10.80	23.0	44.0	-	23.0	1.40	16	6.1
3.80	70.0	120.0	-	70.0	3.33	21	4.8	11.00	34.0	54.0	-	34.0	1.33	26	3.9
4.00	50.0	80.0	-	50.0	2.00	25	4.0	11.20	42.0	67.0	-	42.0	1.67	25	4.0
4.20	48.0	74.0	-	48.0	1.73	28	3.6	11.40	40.0	67.0	-	40.0	1.80	22	4.5
4.40	130.0	150.0	-	130.0	1.33	98	1.0	11.60	35.0	60.0	-	35.0	1.67	21	4.8
4.60	100.0	140.0	-	100.0	2.67	37	2.7	11.80	38.0	62.0	-	38.0	1.60	24	4.2
4.80	56.0	80.0	-	56.0	1.60	35	2.9	12.00	41.0	70.0	-	41.0	1.93	21	4.7
5.00	26.0	42.0	-	26.0	1.07	24	4.1	12.20	40.0	74.0	-	40.0	2.27	18	5.7
5.20	22.0	35.0	-	22.0	0.87	25	4.0	12.40	38.0	72.0	-	38.0	2.27	17	6.0
5.40	56.0	71.0	-	56.0	1.00	56	1.8	12.60	34.0	64.0	-	34.0	2.00	17	5.9
5.60	74.0	84.0	-	74.0	0.67	110	0.9	12.80	34.0	60.0	-	34.0	1.73	20	5.1
5.80	72.0	80.0	-	72.0	0.53	136	0.7	13.00	46.0	80.0	-	46.0	2.27	20	4.9
6.00	68.0	90.0	-	68.0	1.47	46	2.2	13.20	46.0	80.0	-	46.0	2.27	20	4.9
6.20	64.0	90.0	-	64.0	1.73	37	2.7	13.40	39.0	80.0	-	39.0	2.73	14	7.0
6.40	60.0	100.0	-	60.0	2.67	22	4.5	13.60	42.0	80.0	-	42.0	2.53	17	6.0
6.60	76.0	100.0	-	76.0	1.60	48	2.1	13.80	32.0	68.0	-	32.0	2.40	13	7.5
6.80	100.0	110.0	-	100.0	0.67	149	0.7	14.00	32.0	60.0	-	32.0	1.87	17	5.8
7.00	80.0	100.0	-	80.0	1.33	60	1.7	14.20	39.0	66.0	-	39.0	1.80	22	4.6
7.20	60.0	80.0	-	60.0	1.33	45	2.2	14.40	45.0	80.0	-	45.0	2.33	19	5.2

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	4
	riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
Località: Aisa	Elaborato:	

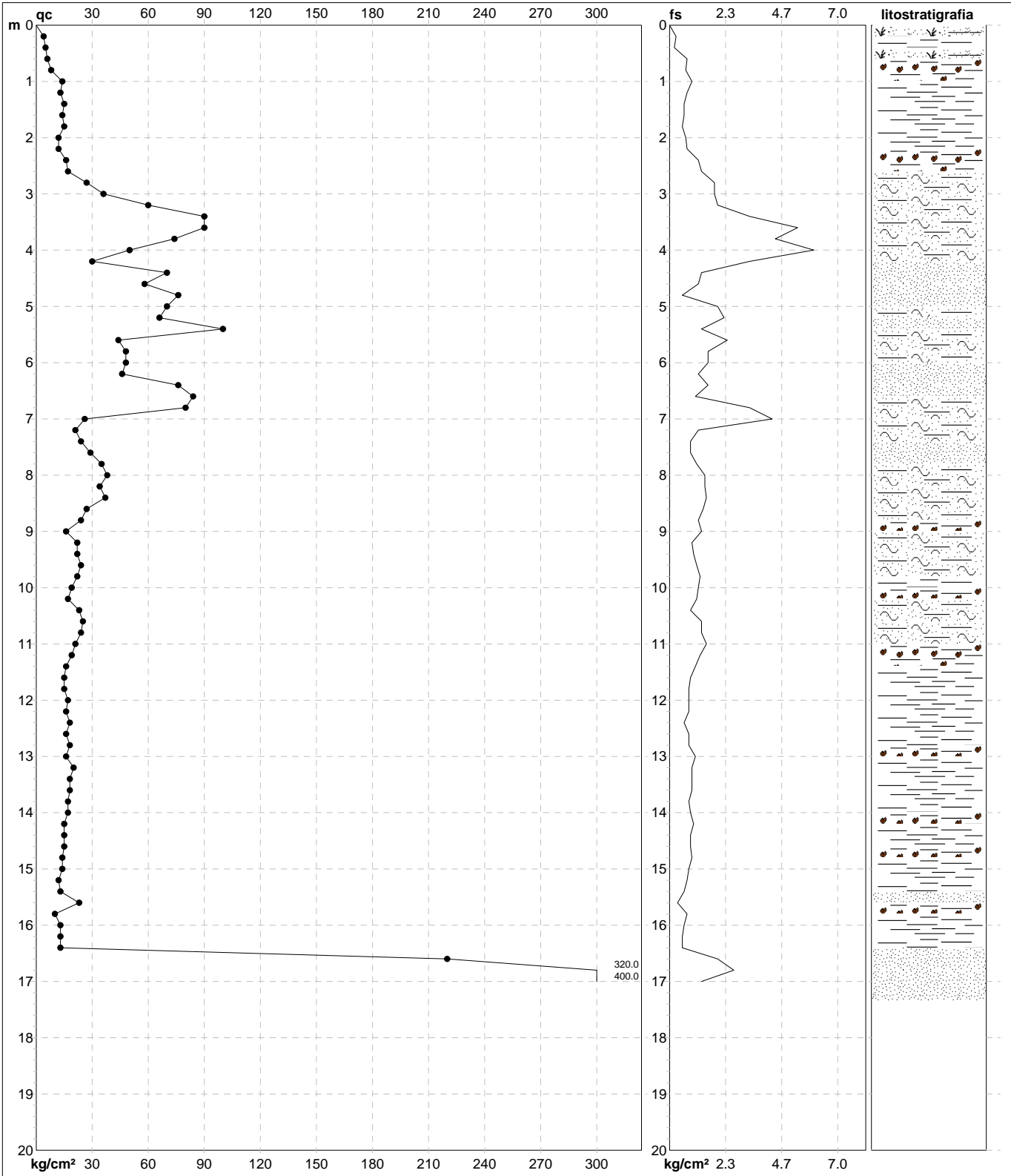
H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0.20	4.0	10.0	-	4.0	0.40	10	10.0	8.80	28.0	48.0	-	28.0	1.33	21	4.8
0.40	5.0	12.0	-	5.0	0.47	11	9.4	9.00	25.0	42.0	-	25.0	1.13	22	4.5
0.60	5.0	16.0	-	5.0	0.73	7	14.6	9.20	16.0	33.0	-	16.0	1.13	14	7.1
0.80	22.0	28.0	-	22.0	0.40	55	1.8	9.40	16.0	28.0	-	16.0	0.80	20	5.0
1.00	27.0	48.0	-	27.0	1.40	19	5.2	9.60	16.0	29.0	-	16.0	0.87	18	5.4
1.20	60.0	80.0	-	60.0	1.33	45	2.2	9.80	20.0	34.0	-	20.0	0.93	22	4.7
1.40	60.0	90.0	-	60.0	2.00	30	3.3	10.00	22.0	39.0	-	22.0	1.13	19	5.1
1.60	56.0	100.0	-	56.0	2.93	19	5.2	10.20	16.0	33.0	-	16.0	1.13	14	7.1
1.80	40.0	90.0	-	40.0	3.33	12	8.3	10.40	16.0	28.0	-	16.0	0.80	20	5.0
2.00	32.0	70.0	-	32.0	2.53	13	7.9	10.60	16.0	29.0	-	16.0	0.87	18	5.4
2.20	38.0	68.0	-	38.0	2.00	19	5.3	10.80	20.0	34.0	-	20.0	0.93	22	4.7
2.40	46.0	80.0	-	46.0	2.27	20	4.9	11.00	22.0	39.0	-	22.0	1.13	19	5.1
2.60	49.0	86.0	-	49.0	2.47	20	5.0	11.20	21.0	40.0	-	21.0	1.27	17	6.0
2.80	43.0	86.0	-	43.0	2.87	15	6.7	11.40	22.0	39.0	-	22.0	1.13	19	5.1
3.00	90.0	140.0	-	90.0	3.33	27	3.7	11.60	26.0	45.0	-	26.0	1.27	20	4.9
3.20	120.0	200.0	-	120.0	5.33	23	4.4	11.80	28.0	48.0	-	28.0	1.33	21	4.8
3.40	120.0	210.0	-	120.0	6.00	20	5.0	12.00	24.0	46.0	-	24.0	1.47	16	6.1
3.60	140.0	210.0	-	140.0	4.67	30	3.3	12.20	17.0	39.0	-	17.0	1.47	12	8.6
3.80	70.0	160.0	-	70.0	6.00	12	8.6	12.40	14.0	28.0	-	14.0	0.93	15	6.6
4.00	58.0	120.0	-	58.0	4.13	14	7.1	12.60	14.0	24.0	-	14.0	0.67	21	4.8
4.20	130.0	160.0	-	130.0	2.00	65	1.5	12.80	16.0	26.0	-	16.0	0.67	24	4.2
4.40	190.0	220.0	-	190.0	2.00	95	1.1	13.00	19.0	32.0	-	19.0	0.87	22	4.6
4.60	110.0	150.0	-	110.0	2.67	41	2.4	13.20	22.0	38.0	-	22.0	1.07	21	4.9
4.80	140.0	180.0	-	140.0	2.67	52	1.9	13.40	20.0	37.0	-	20.0	1.13	18	5.7
5.00	80.0	130.0	-	80.0	3.33	24	4.2	13.60	17.0	34.0	-	17.0	1.13	15	6.6
5.20	90.0	120.0	-	90.0	2.00	45	2.2	13.80	18.0	32.0	-	18.0	0.93	19	5.2
5.40	72.0	110.0	-	72.0	2.53	28	3.5	14.00	18.0	36.0	-	18.0	1.20	15	6.7
5.60	80.0	110.0	-	80.0	2.00	40	2.5	14.20	15.0	31.0	-	15.0	1.07	14	7.1
5.80	80.0	100.0	-	80.0	1.33	60	1.7	14.40	11.0	23.0	-	11.0	0.80	14	7.3
6.00	60.0	80.0	-	60.0	1.33	45	2.2	14.60	10.0	19.0	-	10.0	0.60	17	6.0
6.20	150.0	170.0	-	150.0	1.33	113	0.9	14.80	11.0	18.0	-	11.0	0.47	23	4.3
6.40	90.0	120.0	-	90.0	2.00	45	2.2	15.00	13.0	22.0	-	13.0	0.60	22	4.6
6.60	90.0	120.0	-	90.0	2.00	45	2.2	15.20	14.0	24.0	-	14.0	0.67	21	4.8
6.80	54.0	80.0	-	54.0	1.73	31	3.2	15.40	33.0	41.0	-	33.0	0.53	62	1.6
7.00	50.0	80.0	-	50.0	2.00	25	4.0	15.60	38.0	52.0	-	38.0	0.93	41	2.4
7.20	19.0	49.0	-	19.0	2.00	10	10.5	15.80	37.0	50.0	-	37.0	0.87	43	2.4
7.40	28.0	39.0	-	28.0	0.73	38	2.6	16.00	58.0	86.0	-	58.0	1.87	31	3.2
7.60	32.0	48.0	-	32.0	1.07	30	3.3	16.20	40.0	70.0	-	40.0	2.00	20	5.0
7.80	33.0	52.0	-	33.0	1.27	26	3.8	16.40	46.0	64.0	-	46.0	1.20	38	2.6
8.00	34.0	62.0	-	34.0	1.87	18	5.5	16.60	80.0	100.0	-	80.0	1.33	60	1.7
8.20	33.0	58.0	-	33.0	1.67	20	5.1	16.80	260.0	280.0	-	260.0	1.33	195	0.5
8.40	35.0	60.0	-	35.0	1.67	21	4.8	17.00	300.0	340.0	-	300.0	2.67	112	0.9
8.60	32.0	54.0	-	32.0	1.47	22	4.6				-				

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

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Scala: 1:100	Quota inizio: Piano Campagna
Località: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
	Elaborato: 	



Coord. Relative	Coord. Geografiche	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
Xr: m	Xg: 	Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Corr.astine: kg/ml
Yr: m	Yg: 	Responsabile: 	
Zr: m	Zg: 	Assistente: 	

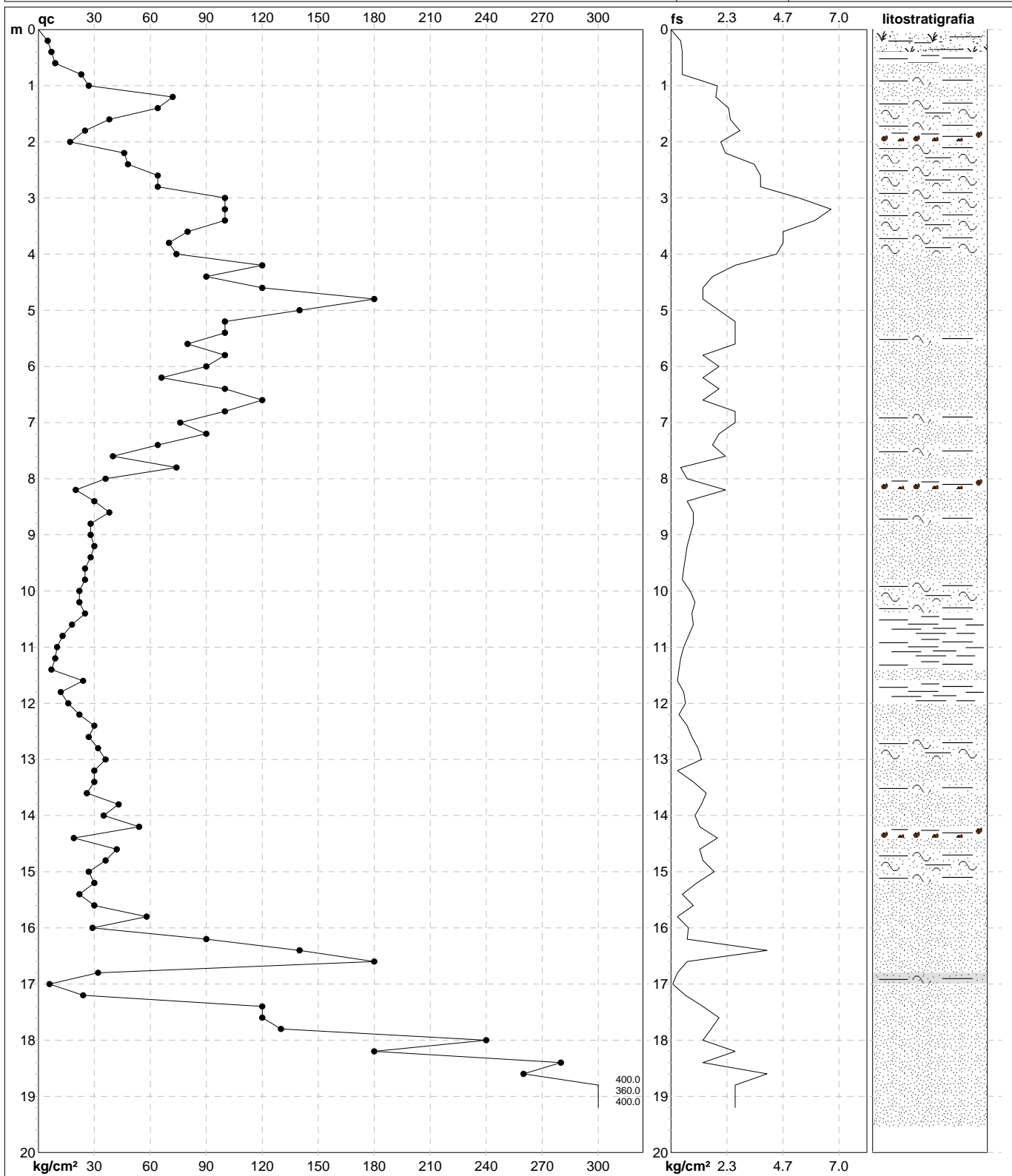
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	2
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

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

Data esec.: **24/09/2011**
 Quota inizio: **Piano Campagna**
 Falda: **Non rilevata**



Coord. Relative	Coord. Geografiche	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
Xr: m	Xg: m	Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Corr.astine: kg/ml
Yr: m	Yg: m	Responsabile:	
Zr: m	Zg: m	Assistente:	

nota:

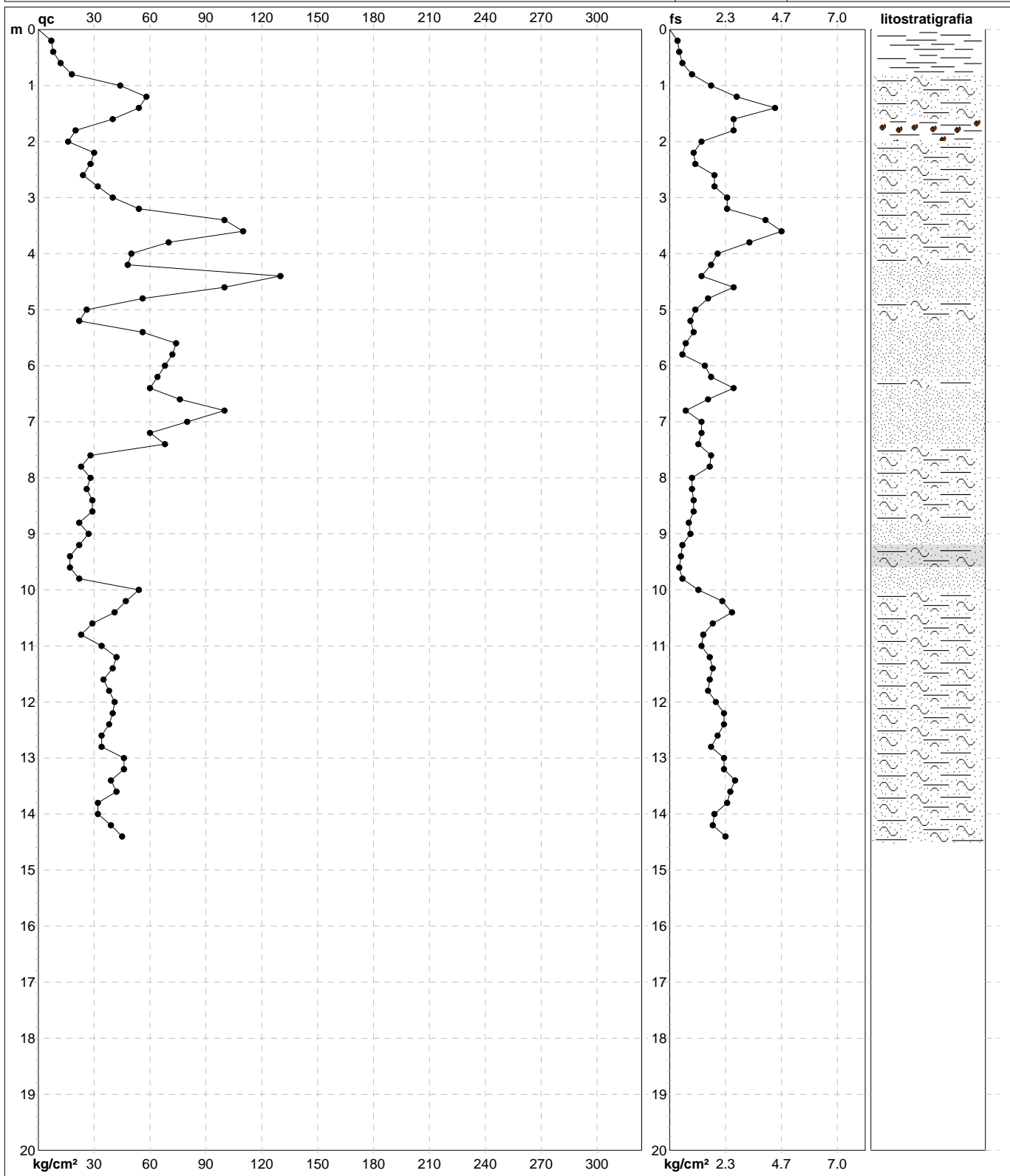
FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	3
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 24/09/2011
 Scala: 1:100
 Pagina: 1 Quota inizio: Piano Campagna
 Elaborato: Falda: Non rilevata



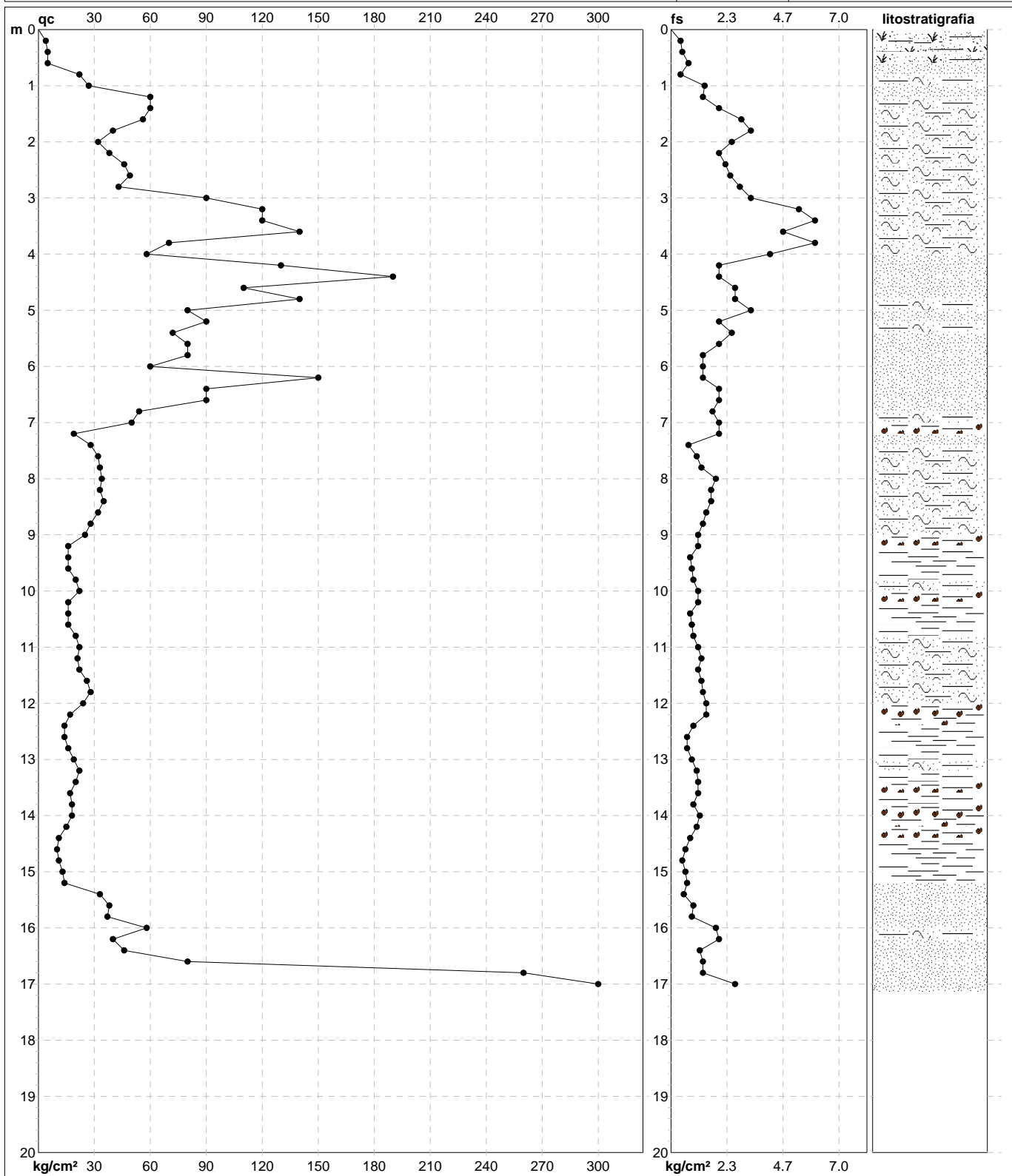
Coord. Relative	Coord. Geografiche	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
Xr: m	Xg:	Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Corr.astine: kg/ml
Yr: m	Yg:	Responsabile:	
Zr: m	Zg:	Assistente:	

nota: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

CPT	4
riferimento	Aisa

Committente: Dott. Geologo Franco Bulgarelli	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 24/09/2011
Cantiere: Aisa	Scala: 1:100	Quota inizio: Piano Campagna
Località: Aisa	Pagina: 1	Falda: Non rilevata
	Elaborato: 	



Coord. Relative	Coord. Geografiche	Litologia: Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo: m
Xr: m	Xg: 	Penetrometro: DPSH (S. Heavy)	Corr.astine: kg/ml
Yr: m	Yg: 	Responsabile: 	
Zr: m	Zg: 	Assistente: 	

nota:

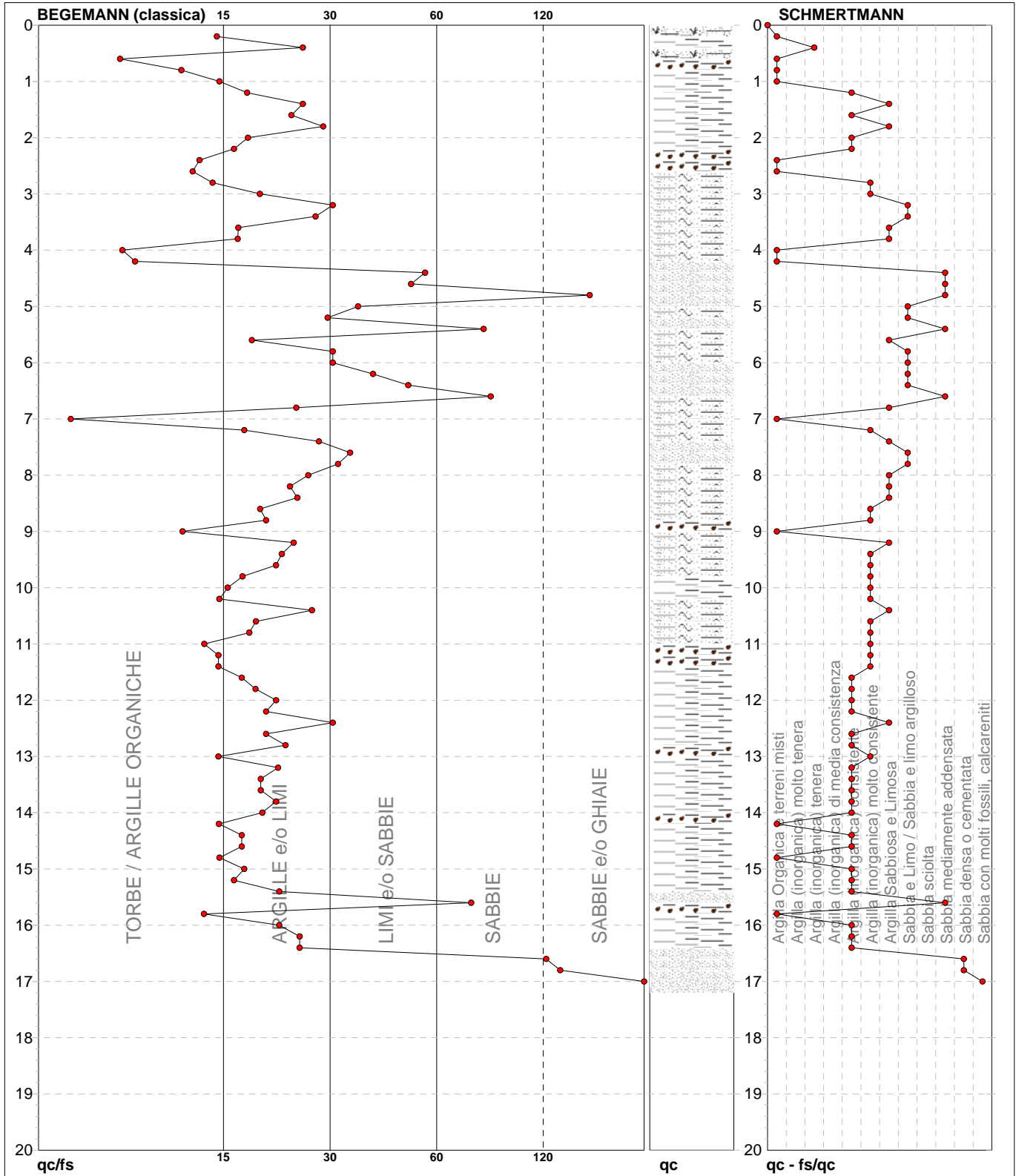
FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **24/09/2011**
 Scala: **1:100**
 Pagina: **1**
 Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Torbe / Argille org. :	31 punti, 31.31%	Argilla Organica e terreni misti:	13 punti, 13.13%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	13 punti, 13.13%
Argille e/o Limi :	55 punti, 55.56%	Argilla (inorganica) tenera:	1 punti, 1.01%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	10 punti, 10.10%
Limi e/o Sabbie :	7 punti, 7.07%	Argilla (inorganica) consistente:	23 punti, 23.23%	Sabbia mediamente addensata:	6 punti, 6.06%
Sabbie:	5 punti, 5.05%	Argilla (inorganica) molto consist.:	16 punti, 16.16%	Sabbia densa o cementata:	2 punti, 2.02%
Sabbie e/o Ghiaie :	2 punti, 2.02%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	1 punti, 1.01%

nota: Fondazio 5.60

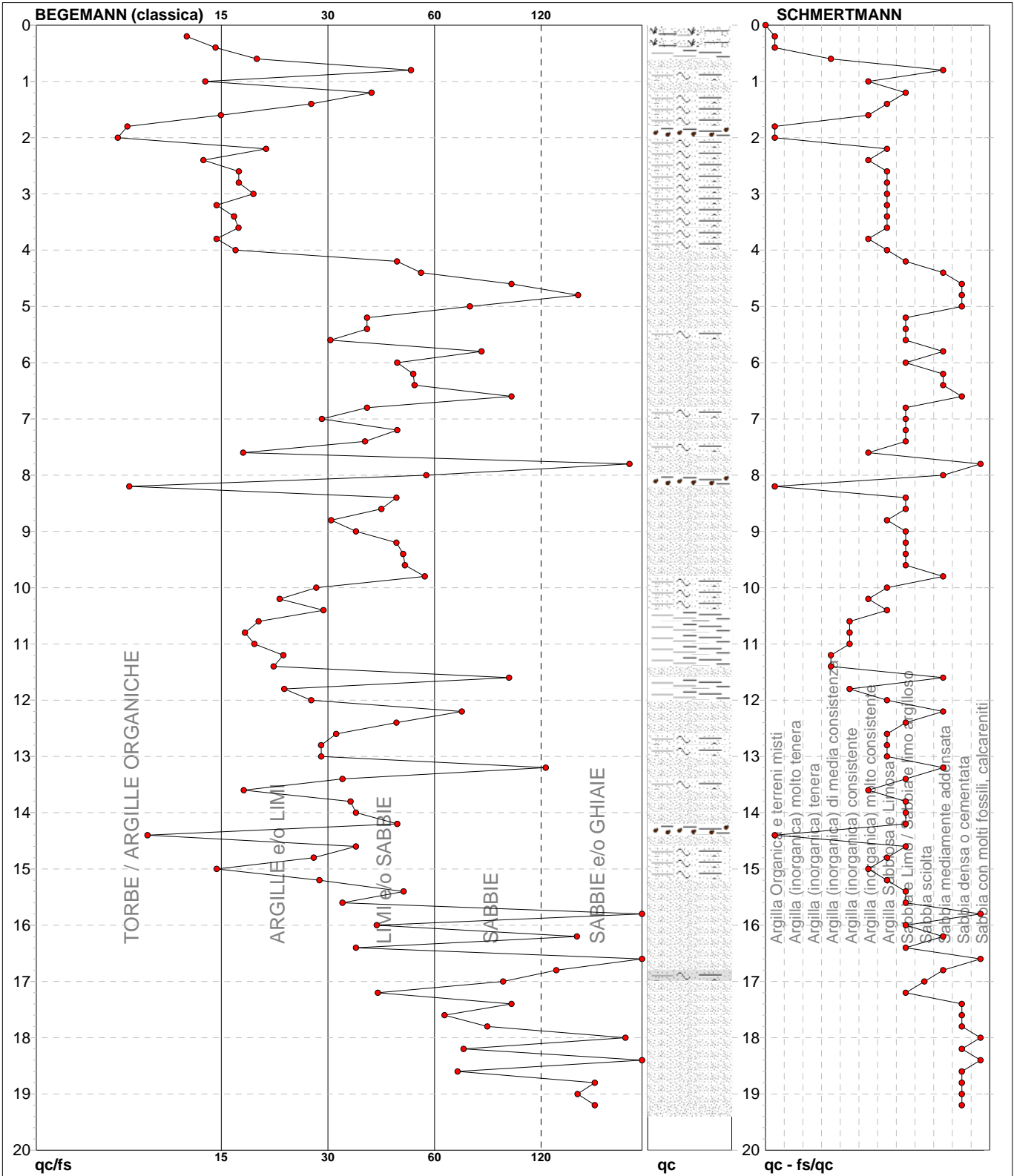
FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	2
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **24/09/2011**
 Scala: **1:100**
 Pagina: **1**
 Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Torbe / Argille org. :	15 punti, 15.15%	Argilla Organica e terreni misti:	6 punti, 6.06%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	18 punti, 18.18%
Argille e/o Limi :	28 punti, 28.28%	Argilla (inorganica) media consist.:	3 punti, 3.03%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	27 punti, 27.27%
Limi e/o Sabbie :	34 punti, 34.34%	Argilla (inorganica) consistente:	4 punti, 4.04%	Sabbia sciolta:	1 punto, 1.01%
Sabbie:	13 punti, 13.13%	Argilla (inorganica) molto consist.:	8 punti, 8.08%	Sabbia mediamente addensata:	12 punti, 12.12%
Sabbie e/o Ghiaie :	10 punti, 10.10%			Sabbia densa o cementata:	12 punti, 12.12%
				Sabbia con molti fossili, calcareniti:	5 punti, 5.05%

nota:

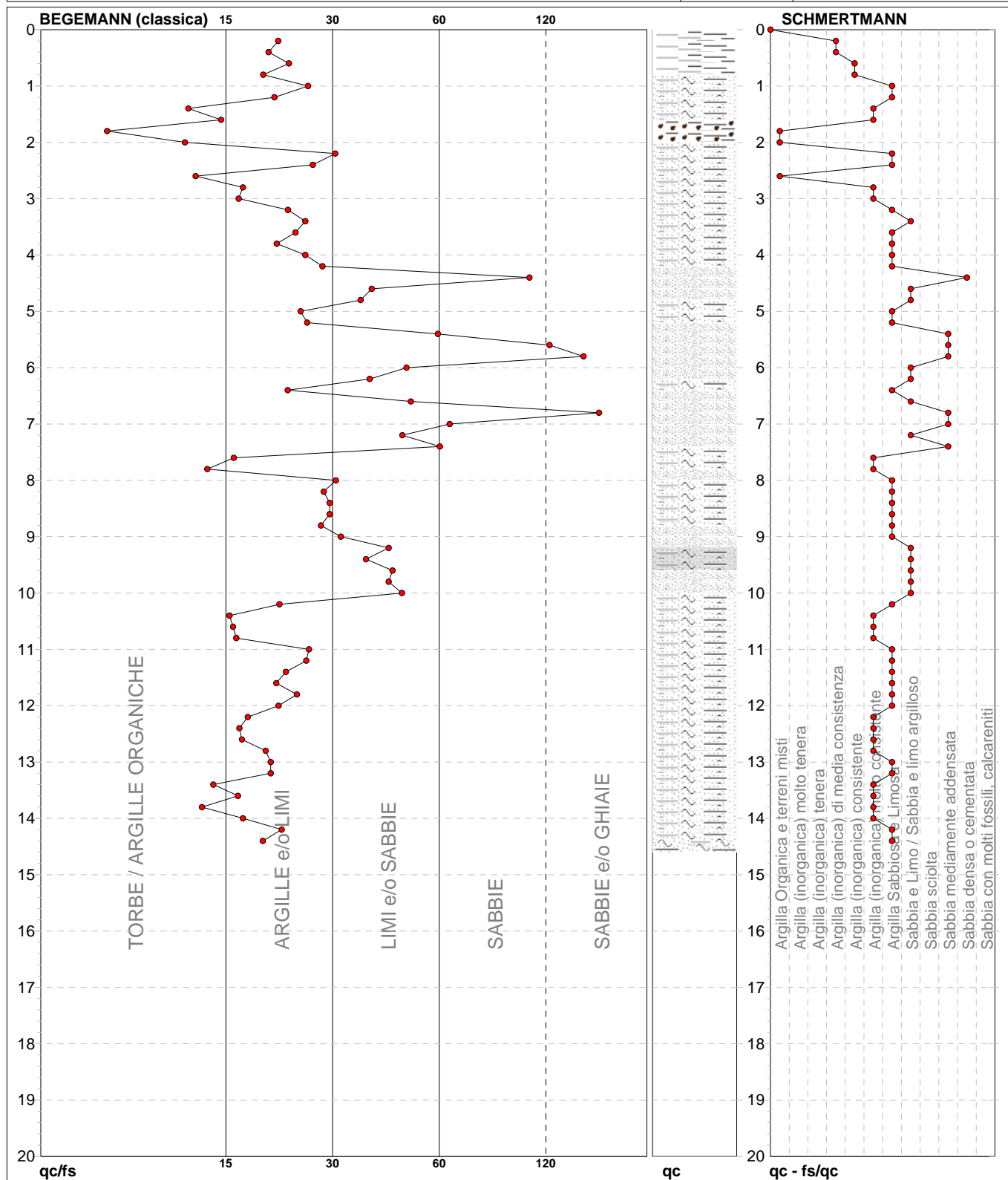
FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	3
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **24/09/2011**
 Scala: **1:100**
 Pagina: **1**
 Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Torbe / Argille org. :	36 punti, 36.36%	Argilla Organica e terreni misti:	3 punti, 3.03%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	29 punti, 29.29%
Argille e/o Limi :	44 punti, 44.44%	Argilla (inorganica) media consist.:	2 punti, 2.02%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	12 punti, 12.12%
Limi e/o Sabbie :	15 punti, 15.15%	Argilla (inorganica) consistente:	2 punti, 2.02%	Sabbia mediamente addensata:	6 punti, 6.06%
Sabbie:	3 punti, 3.03%	Argilla (inorganica) molto consist.:	17 punti, 17.17%	Sabbia densa o cementata:	1 punti, 1.01%
Sabbie e/o Ghiaie :	2 punti, 2.02%				

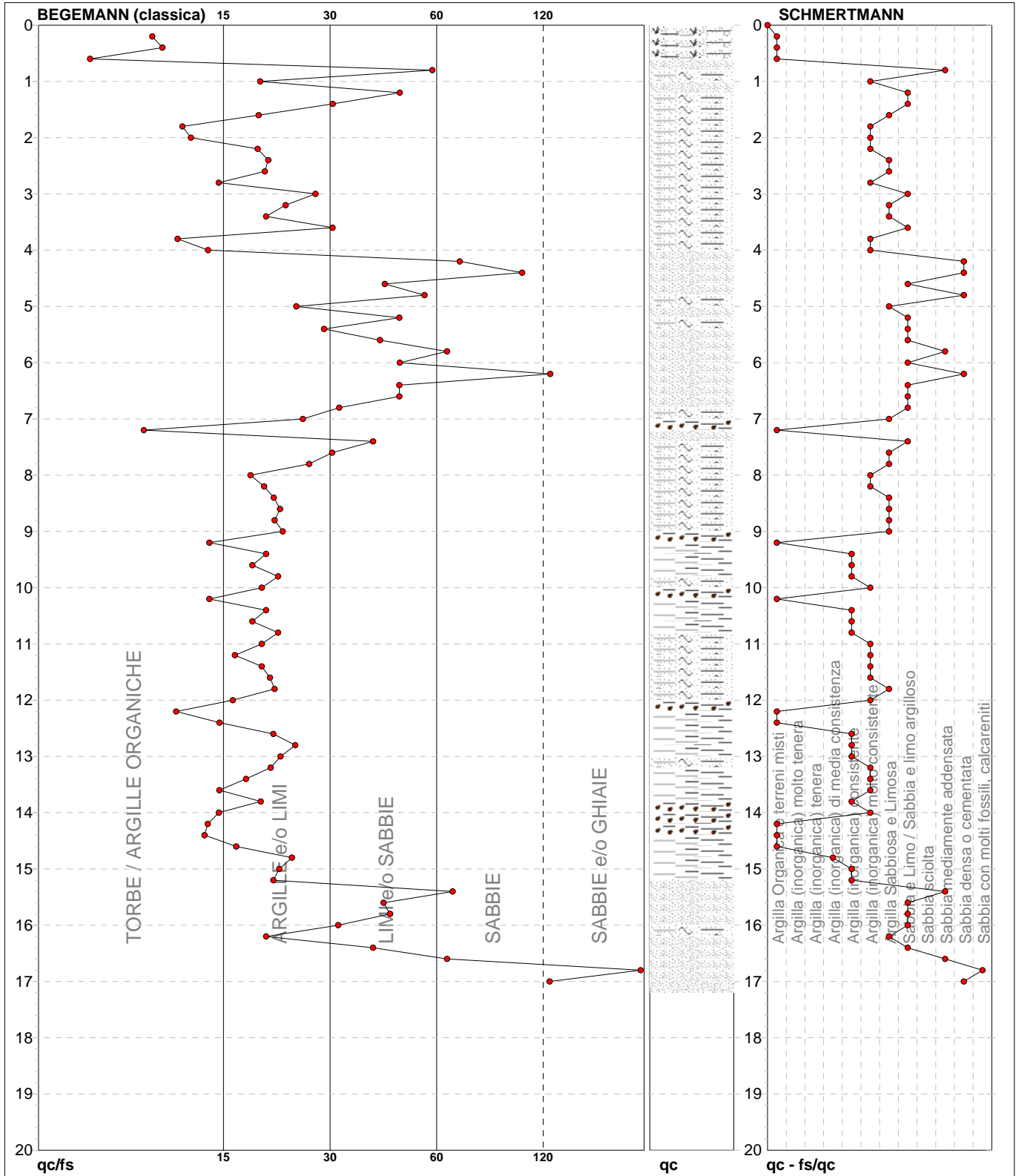
nota: FON050

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA
DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	4
riferimento	Aisa

Committente: **Dott. Geologo Franco Bulgarelli**
 Cantiere: **Aisa**
 Località: **Aisa**

U.M.: **kg/cm²** Data eseg.: **24/09/2011**
 Scala: **1:100**
 Pagina: **1**
 Elaborato: Falda: **Non rilevata**



Torbe / Argille org. :	30 punti, 30.30%	Argilla Organica e terreni misti:	11 punti, 11.11%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	15 punti, 15.15%
Argille e/o Limi :	47 punti, 47.47%	Argilla (inorganica) media consist.:	1 punto, 1.01%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	17 punti, 17.17%
Limi e/o Sabbie :	15 punti, 15.15%	Argilla (inorganica) consistente:	12 punti, 12.12%	Sabbia mediamente addensata:	4 punti, 4.04%
Sabbie:	7 punti, 7.07%	Argilla (inorganica) molto consist.:	19 punti, 19.19%	Sabbia densa o cementata:	5 punti, 5.05%
Sabbie e/o Ghiaie :	1 punto, 1.01%			Sabbia con molti fossili, calcareniti:	1 punto, 1.01%

nota:

FON050

PROVA DILATOMETRICA

CERTIFICATO RELATIVO ALL'ESECUZIONE DI PROVE DILATOMETRICHE (ASTM D6635/2001)

Certificato Ufficiale n° 248/2015/D del 17-9-2015

Richiedente: Geol. F. Bulgarelli

Committente: A.I.S.A.

Cantiere: Loc. San Zeno - Arezzo

Nome prova: **DMT 1 eseguita il 15-9-2015**

Taratura: $\Delta A=15$ KPa, $\Delta B=65$ KPa

Ubicazione prova (WSG84)

Latitudine: 43°25'54.98"N

Longitudine: 11°49'03.75"E

Z: profondità dal p.c.

Z	A	B
[m]	[kPa]	[kPa]
0.40	235	820
0.60	580	1320
0.80	550	1430
1.00	290	1050
1.20	380	1750
1.40	200	1010
1.60	605	1470
1.80	540	1370
2.00	400	1100
2.20	470	1110
2.40	445	1020
2.60	480	1010
2.80	510	1130
3.00	715	1360
3.20	770	1660
3.40	725	1510
3.60	825	1650
3.80	795	1570
4.00	620	1280
4.20	690	1300
4.40	520	980
4.60	450	710
4.80	395	590
5.00	270	770
5.20	175	900
5.40	650	1960
5.60	615	2050
5.80	330	860
6.00	220	725
6.20	260	1620
6.40	710	2550
6.60	960	2600
6.80	720	1920
7.00	550	1780

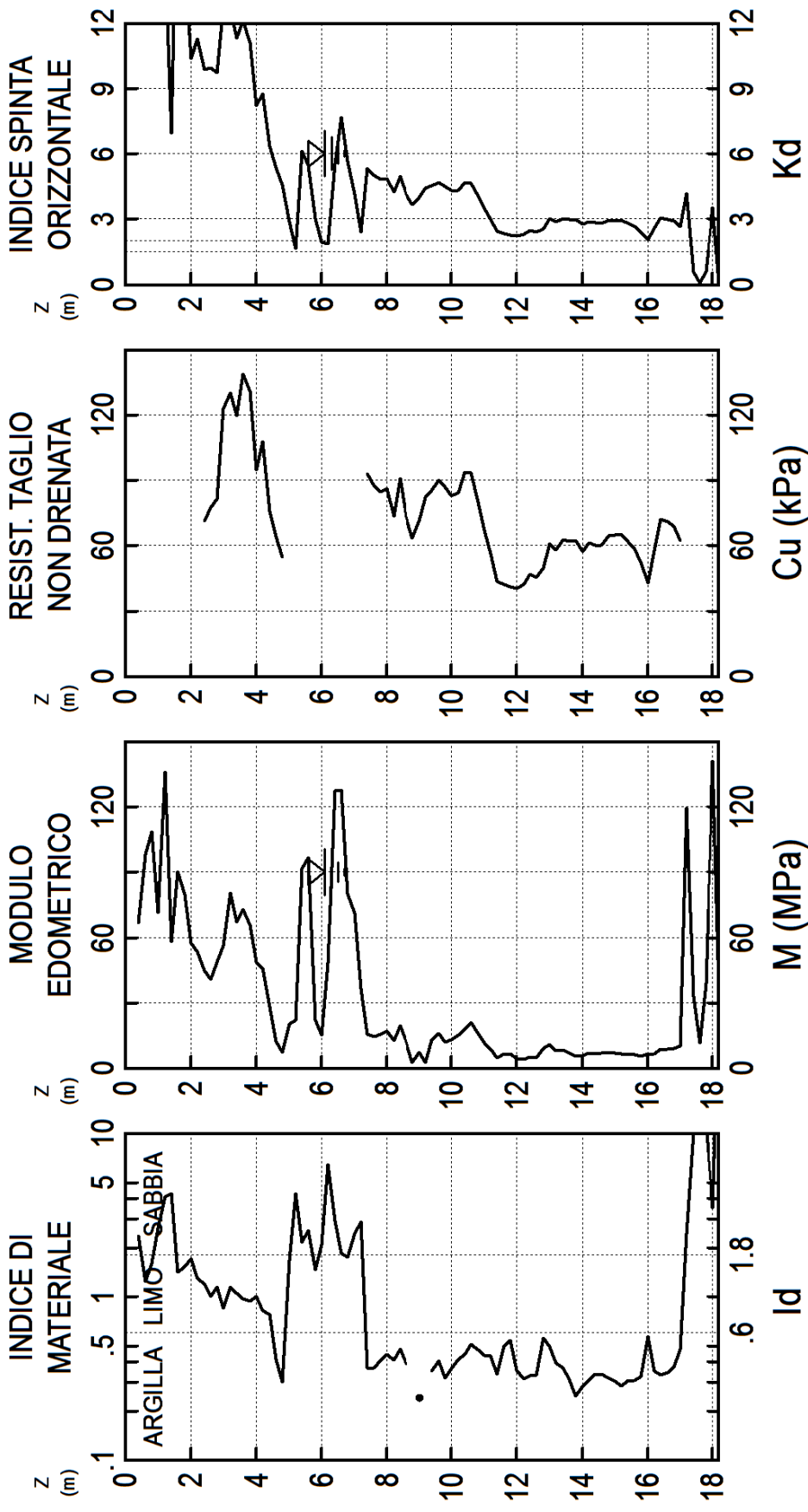
Z	A	B
[m]	[kPa]	[kPa]
7.20	330	1210
7.40	670	980
7.60	640	940
7.80	630	950
8.00	645	990
8.20	570	865
8.40	680	1060
8.60	575	860
8.80	510	635
9.00	565	770
9.20	630	750
9.40	660	950
9.60	695	1030
9.80	675	950
10.00	655	950
10.20	670	1000
10.40	730	1100
10.60	735	1150
10.80	655	1010
11.00	575	875
11.20	505	775
11.40	420	620
11.60	415	670
11.80	410	675
12.00	405	605
12.20	420	610
12.40	455	660
12.60	450	655
12.80	485	790
13.00	565	880
13.20	545	805
13.40	580	840
13.60	575	805
13.80	580	780

Z	A	B
[m]	[kPa]	[kPa]
14.00	550	760
14.20	580	810
14.40	575	815
14.60	580	820
14.80	610	850
15.00	615	850
15.20	620	845
15.40	600	830
15.60	580	805
15.80	540	760
16.00	480	770
16.20	585	830
16.40	685	950
16.60	680	950
16.80	670	950
17.00	630	950
17.20	1020	3020
17.40	260	1400
17.60	130	585
17.80	285	1620
18.00	950	3460
18.20	180	1450

Il Responsabile di sito
Geol. D. Senesi

Il Direttore del Laboratorio
Ing. M. Goretti

Soil Test	AISA Loc. S.Zeno - Arezzo	PROVA DMT 1 18 SET 2015
PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI		



Soil Test

AISA

PROVA

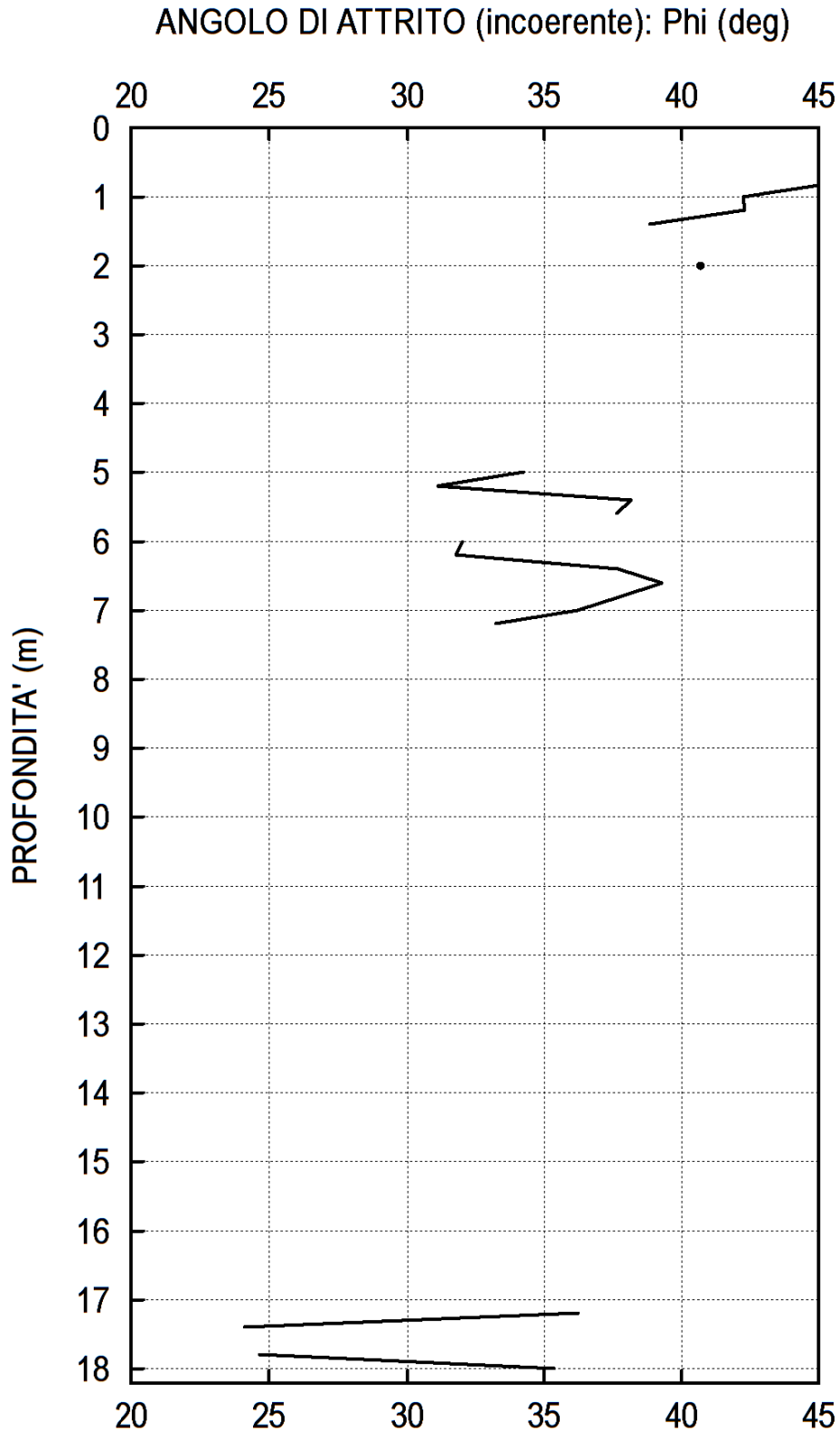
Loc. S.Zeno - Arezzo

DMT 1

PARAMETRI GEOTECNICI INTERPRETATI

18 SET 2015

PROVA DILATOMETRICA (D M T)



DMT 1		LEGENDA		PARAMETRI INTERPRETATI		PARAMETRI GENERALI	
18 SET 2015		Z = Profondità da superficie terreno Po, P1, P2 = Letture A,B,C corrette		Phi = Angolo attrito min (cautelativo)		DeltaA = 15 kPa	
Soil Test		Id = Indice di materiale		Ko = Coeff. spinta orizz. in sito		DeltaB = 65 kPa	
AISA		Ed = Modulo Dilatometrico		M = Modulo edometrico (per Sigma')		GammaTop = 17.0 kN/m^3	
Loc. S.Zeno - Arezzo		Ud = Ind. Press.Neutra = (P2-Uo)/(Po-Uo)		Ocr = Resist. taglio non drenata		FactorEd = 34.7	
		Gamma = Peso volume naturale		(OCR = 'OCR relativo'- generalmente realistic. Se accurato OCR disponib. applicare opport. fattore correttivo)		Zm = 0.0 kPa	
		Sigma' = Press. efficace vertic.				Zabs = 0.0 m	
		Uo = Pressione neutra (H2O)				Zw = 6.1 m	

Falda a 6.10 m
 Formule di riduzione secondo Marchetti, ASCE Geot.Jnl.Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi secondo TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m^3)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT 1 DESCRIZIONE
0.4	235	820		225	755		18.6	7	0	2.36	33.1	18.4				45	66.8		SABBIA LIM
0.6	580	1320		562	1255		19.1	11	0	1.23	53.4	24.0					98.3		LIMO SAB
0.8	550	1430		525	1365		19.1	14	0	1.60	36.6	29.1				46	108.7		LIMO SAB
1.0	290	1050		271	985		18.6	18	0	2.63	14.9	24.8				42	71.3		SABBIA LIM
1.2	380	1750		331	1685		18.6	22	0	4.10	15.1	47.0				42	135.8		SABBIA
1.4	200	1010		179	945		18.6	26	0	4.29	7.0	26.6				39	58.1		SABBIA
1.6	605	1470		581	1405		19.1	29	0	1.42	19.8	28.6					90.0		LIMO SAB
1.8	540	1370		518	1370		19.1	33	0	1.52	15.6	27.3				41	79.8		LIMO SAB
2.0	400	1100		384	1035		17.7	37	0	1.70	10.4	22.6					57.3		LIMO SAB
2.2	470	1110		457	1045		17.7	41	0	1.29	11.3	20.4					53.3		LIMO SAB
2.4	445	1020		435	955		17.7	44	0	1.19	9.9	18.0		1.8	12.1		44.9	71	LIMO
2.6	480	1010		473	945		17.7	48	0	1.00	9.9	16.4		1.8	12.2		40.9	78	LIMO
2.8	510	1130		498	1065		17.7	51	0	1.14	9.7	19.7		1.8	11.8		48.7	81	LIMO
3.0	715	1660		702	1295		19.1	55	0	0.85	12.8	20.6		2.1	18.2		56.3	123	LIMO
3.2	770	1660		744	1595		19.1	58	0	1.14	12.7	29.5		2.1	18.0		80.5	130	LIMO
3.4	725	1510		705	1445		19.1	62	0	1.05	11.3	25.7		2.0	15.0		67.2	120	LIMO
3.6	825	1650		803	1585		19.1	66	0	0.97	12.1	27.1		2.1	16.7		72.8	139	LIMO
3.8	795	1570		775	1505		19.1	70	0	0.94	11.1	25.3		2.0	14.5		65.8	131	LIMO
4.0	620	1280		606	1215		19.1	74	0	1.00	8.2	21.1		1.6	9.1		48.7	95	LIMO
4.2	690	1300		678	1235		19.1	78	0	0.82	8.7	19.3		1.7	10.0		45.6	108	LIMO
4.4	520	980		516	915		17.7	81	0	0.77	6.3	13.8		1.4	6.1		28.2	76	LIMO ARG
4.6	450	710		456	645		17.7	85	0	0.41	5.4	6.6		1.2	4.7		12.2	64	ARG LIM
4.8	395	590		404	525		16.7	89	0	0.30	4.6	4.2		1.1			7.1	55	ARGILIA
5.0	270	770		264	705		17.7	92	0	1.67	2.9	15.3				34	20.0		LIMO SAB
5.2	175	900		158	835		17.7	95	0	4.29	1.7	23.5				31	22.0		SABBIA
5.4	650	1960		603	1895		19.6	99	0	2.14	6.1	44.8				38	91.6		SABBIA LIM
5.6	615	2050		562	1985		19.6	103	0	2.53	5.5	49.4				38	96.6		SABBIA LIM
5.8	330	860		323	795		17.7	107	0	1.47	3.0	16.4					22.0		LIMO SAB
6.0	220	725		214	660		17.7	110	0	2.09	1.9	15.5				32	15.1		SABBIA LIM
6.2	260	1620		211	1555		18.6	113	1	6.40	1.9	46.6				32	48.5		SABBIA
6.4	710	2550		637	2485		19.6	115	3	2.91	5.5	64.1				38	127.1		SABBIA LIM
6.6	960	2600		897	2535		21.1	117	5	1.84	7.7	56.8				39	127.7		SABBIA LIM
6.8	720	1920		679	1855		19.1	119	7	1.75	5.7	40.8				38	79.9		LIMO SAB
7.0	550	1780		508	1715		19.6	121	9	2.42	4.1	41.9				36	71.2		SABBIA LIM
7.2	330	1210		305	1145		18.6	123	11	2.86	2.4	29.1				33	36.3		SABBIA LIM
7.4	670	980		673	915		17.7	124	13	0.37	5.3	8.4		1.2	4.6		15.5	93	ARG LIM
7.6	640	940		644	875		17.7	126	15	0.37	5.0	8.0		1.2	4.2		14.3	87	ARG LIM
7.8	630	950		633	885		17.7	128	17	0.41	4.8	8.7		1.1	4.0		15.3	85	ARG LIM
8.0	645	990		647	925		17.7	129	19	0.44	4.9	9.7		1.1	4.0		17.0	86	ARG LIM
8.2	570	865		574	800		17.7	131	21	0.41	4.2	7.8		1.0	3.2		12.7	73	ARG LIM
8.4	680	1060		680	995		17.7	132	23	0.48	5.0	10.9		1.2	4.1		19.5	91	ARG LIM
8.6	575	860		580	795		17.7	134	25	0.39	4.1	7.5		1.0	3.1		11.9	73	ARG LIM
8.8	510	635		523	570		16.7	135	26	0.10	3.7	1.6		0.92	2.6		2.4	64	ARGILIA

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	Po (kPa)	Pl (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m ³)	Sigma' (kPa)	Uo (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	DMT 1 DESCRIZIONE
9.0	565	770		574	705		17.7	137	28	0.24	4.0	4.6		0.98	2.9		7.1	71	ARGILLA
9.2	630	750		643	685		16.7	138	30	0.07	4.4	1.5		1.1	3.5		2.4	82	ARGILLA
9.4	660	950		664	885		17.7	140	32	0.35	4.5	7.7		1.1	3.6		12.9	85	ARG LIM
9.6	695	1030		697	965		17.7	141	34	0.40	4.7	9.3		1.1	3.8		16.0	90	ARG LIM
9.8	675	950		680	885		17.7	143	36	0.32	4.5	7.1		1.1	3.6		12.0	87	ARGILLA
10.0	655	950		659	885		17.7	144	38	0.36	4.3	7.8		1.0	3.3		12.8	83	ARG LIM
10.2	670	1000		672	935		17.7	146	40	0.42	4.3	9.1		1.0	3.3		15.0	84	ARG LIM
10.4	730	1100		730	1035		17.7	148	42	0.44	4.7	10.6		1.1	3.8		18.2	94	ARG LIM
10.6	735	1150		733	1085		17.7	149	44	0.51	4.6	12.2		1.1	3.7		20.9	93	ARG LIM
10.8	655	1010		656	945		17.7	151	46	0.47	4.0	10.0		0.99	3.0		15.8	80	ARG LIM
11.0	575	875		579	810		17.7	152	48	0.44	3.5	8.0		0.89	2.4		11.4	67	ARG LIM
11.2	505	775		511	710		17.7	154	50	0.43	3.0	6.9		0.78	1.9		8.7	56	ARG LIM
11.4	420	620		429	555		16.7	155	52	0.33	2.4	4.4		0.65	1.4		4.6	44	ARG LIM
11.6	415	670		421	605		16.7	157	54	0.50	2.3	6.4		0.63	1.3		6.5	42	ARG LIM
11.8	410	675		416	610		16.7	158	56	0.54	2.3	6.7		0.62	1.2		6.6	41	ARG LIM
12.0	405	605		414	540		16.7	160	58	0.35	2.2	4.4		0.60	1.2		4.2	40	ARG LIM
12.2	420	610		430	545		16.7	161	60	0.31	2.3	4.0		0.62	1.2		4.0	42	ARGILLA
12.4	455	660		464	595		16.7	162	62	0.33	2.5	4.6		0.67	1.4		4.9	47	ARGILLA
12.6	450	655		459	590		16.7	164	64	0.33	2.4	4.6		0.65	1.3		4.8	46	ARG LIM
12.8	485	790		489	725		17.7	165	66	0.56	2.6	8.2		0.69	1.5		9.1	50	ARG LIM
13.0	565	880		568	815		17.7	167	68	0.49	3.0	8.6		0.79	1.9		10.9	61	ARG LIM
13.2	545	850		551	740		17.7	168	70	0.39	2.9	6.6		0.75	1.8		8.0	58	ARG LIM
13.4	580	840		586	775		17.7	170	72	0.37	3.0	6.6		0.79	1.9		8.4	63	ARG LIM
13.6	575	805		583	740		17.7	171	74	0.31	3.0	5.5		0.78	1.9		8.4	62	ARGILLA
13.8	580	780		589	715		17.7	173	76	0.25	3.0	4.4		0.78	1.9		5.9	62	ARGILLA
14.0	550	760		559	695		17.7	174	77	0.28	2.8	4.7		0.73	1.7		5.6	57	ARGILLA
14.2	580	810		588	745		17.7	176	79	0.31	2.9	5.5		0.76	1.8		6.7	61	ARGILLA
14.4	575	815		582	750		17.7	178	81	0.34	2.8	5.8		0.74	1.7		7.0	60	ARG LIM
14.6	580	820		587	755		17.7	179	83	0.33	2.8	5.8		0.74	1.7		7.0	60	ARG LIM
14.8	610	850		617	785		17.7	181	85	0.32	2.9	5.8		0.77	1.8		7.3	64	ARGILLA
15.0	615	850		622	785		17.7	182	87	0.30	2.9	5.6		0.77	1.8		7.0	65	ARGILLA
15.2	620	845		628	780		17.7	184	89	0.28	2.9	5.3		0.77	1.8		6.6	65	ARGILLA
15.4	600	830		608	765		17.7	185	91	0.31	2.8	5.5		0.74	1.7		6.5	62	ARGILLA
15.6	580	805		588	740		17.7	187	93	0.31	2.6	5.3		0.70	1.6		6.0	58	ARGILLA
15.8	540	760		548	695		16.7	189	95	0.32	2.4	5.1		0.65	1.3		5.3	52	ARGILLA
16.0	480	770		485	705		17.7	190	97	0.57	2.0	7.7		0.55	1.0		6.7	43	ARG LIM
16.2	585	830		592	765		17.7	192	99	0.35	2.6	6.0		0.69	1.5		6.7	58	ARG LIM
16.4	685	950		691	885		17.7	193	101	0.33	3.1	6.7		0.80	1.9		8.7	72	ARGILLA
16.6	680	950		685	885		17.7	195	103	0.34	3.0	6.9		0.78	1.9		8.7	71	ARG LIM
16.8	670	950		675	885		17.7	196	105	0.37	2.9	7.3		0.76	1.8		9.0	69	ARG LIM
17.0	630	950		633	885		17.7	198	107	0.48	2.7	8.7		0.71	1.6		10.0	62	ARG LIM
17.2	1020	3020		939	2955		21.1	199	109	2.43	4.2	70.0				36	119.4		SABBIA LIM
17.4	260	1400		222	1335		17.7	202	111	10.01	0.6	38.6				24	32.8		SABBIA
17.6	130	585		126	520		16.7	203	113	29.31	0.6	13.7				25	11.6		SABBIA
17.8	285	1620		237	1555		18.6	205	115	10.76	0.6	45.7				35	38.9		SABBIA
18.0	950	3460		843	3395		21.1	206	117	3.51	3.5	88.5					141.1		SABBIA
18.2	180	1450		136	1385		16.7	209	119	74.38		43.4					36.9		SABBIA

SONDAGGIO S1-S2

SOIL TEST

AREZZO - Via Colamandrei, 265/A - Tel. 0575/33644 - Fax 0575/23230

SONDAGGI GEOGNOSTICI
 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
 PROVE CON PUNTA ELETTRICA
 PROVE CON PIEZOCONO
 PROVE DLATOMETRICHE
 MICROPALI

RIF. INT.: 6	DATA ELABORAZIONE: 18-01-91	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 15-01-91	DATA FINE PERFORAZIONE: 15-01-91
CANTIERE: AREZZO			
SCOPO DELLA PERFORAZIONE: INDAGINE GEOGNOSTICA PER AREA INCENERITORE			
No. SONDAGGIO: 1	QUOTA BOCCAFORO: 0.00	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi): 0.00
MACCHINA PERFORATRICE: PX 700			
PERFORATORE RESPONSABILE: M. CIOLFI		TECNICO RESPONSABILE: ING. M. GORETTI	
NOTE: INSERITO PIEZOMETRO FINISTRATO IN PVC			

Profondità dal p.c. (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI		IDROLOGIA		PERCENTUALE	ROCK	STANDARD PENETRATION TEST (m) N. cebi	DIAMETRO DEL FORO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZ.
	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m) Compensatore	Profondità di rinv. (m) Tipo di prelievo	Profondità di stab. (m)	DI CAROTAGGIO 50 x	QUALITY DESIGNATION 50 x				
0.50	0.50		TERRENO VEGETALE									
3.20	2.70		ARGILLA LIMOSA, NOCCIOLA CON STRIATURE GRIGIO VERDI, MEDIAMENTE COMPATTA * P.P.= 2 - 2.5 ** V.T.= 1 - 1.2 kg/cm ²						3.00			
7.70	4.50		SABBIA LIMOSA A TRATTI CON MODESTO LEGANTE ARGILLOSO, MEDIAMENTE ADDENSATA, INIZIALMENTE NOCCIOLA E PASSANTE A GRIGIA CON INCLUSI NEI TRATTI 5.00-5.30 * 6.00-6.60 * 7.10-7.70 m ELEMENTI GHIAIOSI A SPIGOLI ARROTONDATI						4.50			
9.00	1.30		GHIAIA E SABBIA, DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA D _{max} 3-4 cm, NOCCIOLA. SONO PRESENTI PASSAGGI IN CUI E' PRESENTE UNA NOTEVOLE COMPONENTE LIMOSA.			8.75			7.00			
15.80	7.80		LIMO ARGILLOSO NOCCIOLA PASSANTE VERSO IL BASSO A GRIGIO AZZURRO, MEDIAMENTE COMPATTA. INIZIALMENTE E' PRESENTE UNA MODESTA COMPONENTE SABBIOSA (P.P.= 2.0-3.0 * V.T.= 1-1.5 kg/cm ²)						9-17-15			
20.00	3.20		GHIAIA E GHIAIETTO IN MATRICE SABBIOSA D _{max} 5-7 cm A SPIGOLI ARROTONDATI, DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA. INIZIALMENTE E' PRESENTE UN ABBONDANTE MATRICE ARGILLOSA LIMOSA CHE NON E' PIU' PRESENTE OLTRE I 17.50 m						10.00			
									6-7-9			
									12.50			
									9-15-20			
									16.50			
									7-19-54			
									19.50			
									21-26-34			

Software by GHEOS

Rotazione con
 carotiere sem-
 plice a secco
 Tubi di
 investimento

SOIL TEST

AREZZO - Via Calamandrei, 265/A - Tel. 0575/33644 - Fax 0575/23230

SONDAGGI GEOGNOSTICI
 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
 PROVE CON PUNTA ELETTRICA
 PROVE CON PEZOCONO
 PROVE DLATOMETRICHE
 MICROPALI

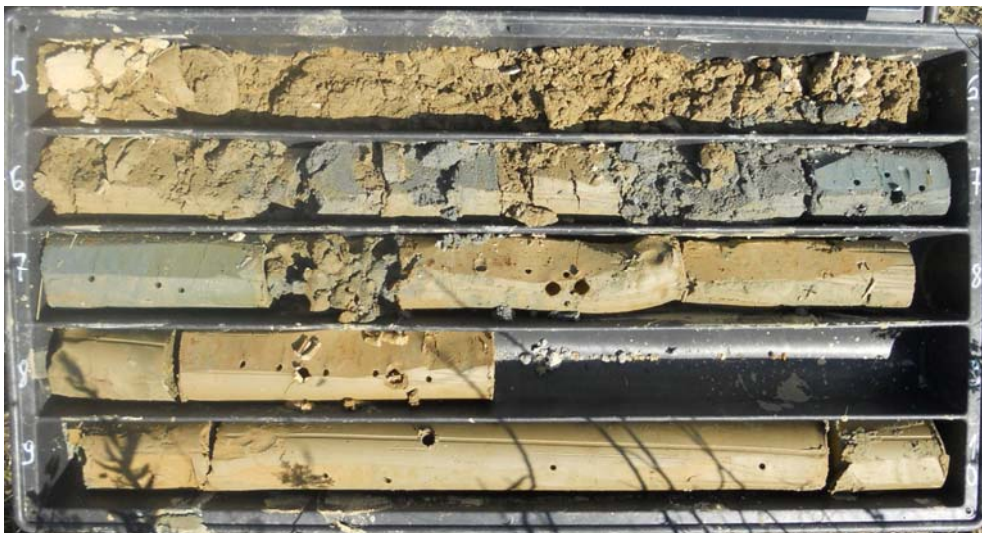
RIF. INT.: 7	DATA ELABORAZIONE: 18-01-91	DATA INIZIO PERFORAZIONE: 15-01-91	DATA FINE PERFORAZIONE: 16-01-91
CANTIERE: AREZZO			
SCOPO DELLA PERFORAZIONE: INDAGINE GEOGNOSTICA PER AREA INCENERITORE			
No. SONDAGGIO: 2	QUOTA BOCCAFORO: 0.00	LUNGHEZZA (m): 20.00	INCLINAZIONE (gradi): 0.00
MACCHINA PERFORATRICE: PX 700			
PERFORATORE RESPONSABILE: M. CIOLFI		TECNICO RESPONSABILE: ING. M. GORETTI	
NOTE: INSERITO PIEZOMETRO FINESTRATO IN PVC			

Profondità dal p.c. (m)	STRATIGRAFIA		CAMPIONI		IDROLOGIA		PERCENTUALE	ROCK	STANDARD	DIAMETRO DEL FORO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZ.
	Potenza (m)	Simbolo grafico	Descrizione litologica	Profondità di prelievo (m)	Completatore tipo di prelievo	Profondità di rinvi. (m)	Profondità di stab. (m)	DI CAROTAGGIO	QUALITY DESIGNATION			
0.50	0.50		TERRENO VEGETALE									
			ARGILLA LIMOSA NOCCIOLA CON RARE STRIATURE GRIGIO VERDE, MEDIAMENTE COMPATTA. OLTRE 3.20 m SONO INCLUSI ELEMENTI LITOIDI A SPIGOLI VMI Dmax 2 cm. (P.P.= 2.0-2.5 * V.T.= 0.8-1.2 Kg/cmq)							1.50 7-8-10		
										3.00 11-16-17		
4.30	3.80		GHIAIA E GHIAIETTO IN ABBONDANTE MATRICE SABBIOSA DA MEDIAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA Dmax 5 cm A SPIGOLI ARROTONDATI. SONO PRESENTI DEI PASSAGGI IN CUI COMPARE UNA FRAZIONE LIMOSA ARGILLOSA							4.50 10-17-15		
										6.00 11-15-16		
										7.50 7-13-22		
9.40	5.10		ARGILLA LIMOSA GRIGIO AZZURRA, POCO COMPATTA. VERSO IL BASSO COMPARE UNA NOTEVOLE COMPONENTE SABBIOSA			9.20				9.00 5-9-11		
10.00	0.60		SABBIA E GHIAIA IN ABBONDANTE MATRICE LIMOSA ARGILLOSA, MEDIAMENTE ADDENSATA			Liv. 1				10.50 6-7-10		
10.50	0.50		LIMO SABBIOSO IN MATRICE ARGILLOSA. MEDIAMENTE COMPATTO PREVALENTEMENTE NOCCIOLA, MA CON PASSAGGIO GRIGIO VERDI (P.P.= 2.0-2.5 * V.T.= 1.0-1.2 kg/cmq)							12.00 7-17-18		
										13.50 8-8-10		
										15.00 10-11-14		
15.70	5.20		GHIAIA E GHIAIETTO IN MATRICE SABBIOSA Dmax 5 cm A SPIGOLI ARROTONDATI, ADDENSATA							16.50 33-28-53		
										20.00		

SONDAGGIO S1bis



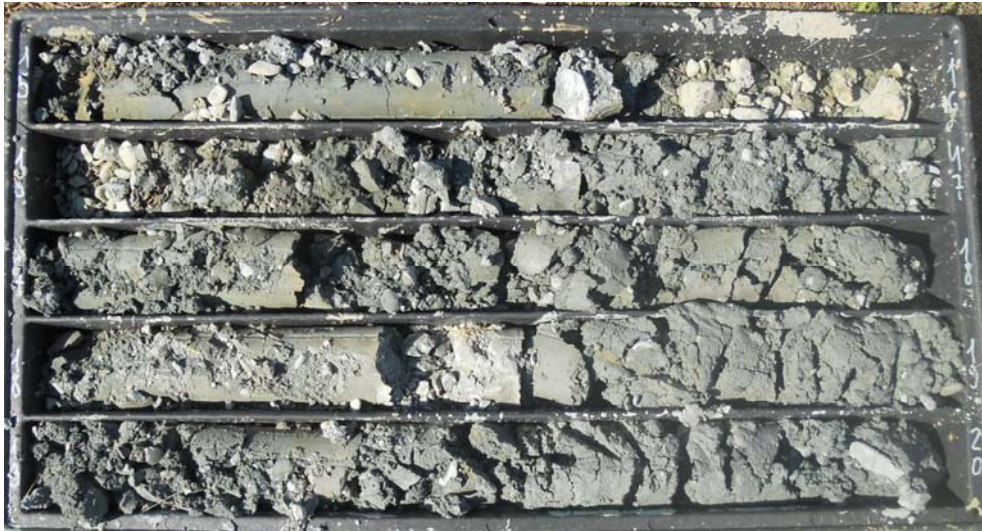
S1bis c1 p.c. - 5.0 m



S1bis c2 5.0 m - 10.0 m



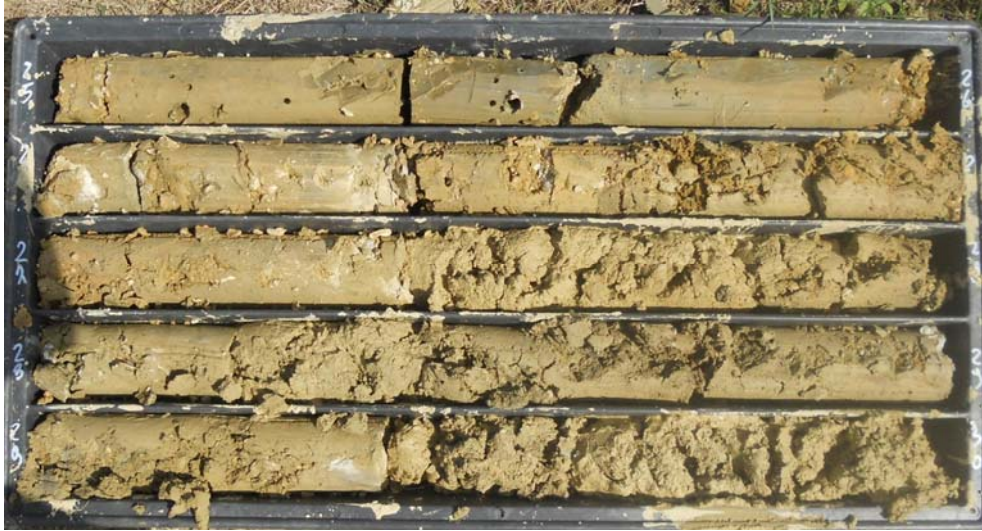
S1bis c3 10.0 m - 15.0 m



S1bis c4 15.0 m - 20.0 m



S1bis c5 20.0 m - 25.0 m



S1bis c6 25.0 m - 30.0 m



S1bis c7 30.0 m - 32.0 m

INDAGINE GEOFISICA MASW

**PROVINCIA DI AREZZO
COMUNE DI AREZZO**

**“STUDIO TRAMITE MASW E RILIEVO H/V
IN LOC. SAN ZENO”**



RELAZIONE GEOFISICA

PREMESSA

Per la caratterizzazione di un sito all'interno dello stabilimento Aisa in loc. San Zeno, Arezzo, si è effettuato un masw ed un rilievo tromometrico.

Le indagini si sono effettuate per commissione e sotto la direzione tecnica del Dott. Geologo Franco Bulgarelli.

METODOLOGIA USATA PER L'ANALISI DEI DATI

Per analizzare la risposta di sito e determinare la pericolosità sismica in base alla normativa vigente si sono utilizzati due distinti metodi geofisici:

MASW-Si ricostruisce la stratigrafia (monodimensionale) attraverso lo studio dell'onda di Rayleigh o di Love. Ponendo più Masw corti uno accanto all'altro si ricostruisce un profilo in VS.

H/V-Si ricava lo spettro di risposta di sito.

Se la sismica a rifrazione o il Masw riesce ad individuare il bedrock sismico, i dati dell'H/V (che rispetto alla sismica a rifrazione è una metodologia meno precisa) serviranno per confermare i dati acquisiti e per aggiungere alcune interessanti informazioni (spettro di risposta di sito).

In questo caso, con la rifrazione in p, la velocità dei primi livelli è indicata dal MASW e le geometrie (è gli spessori) dalla rifrazione

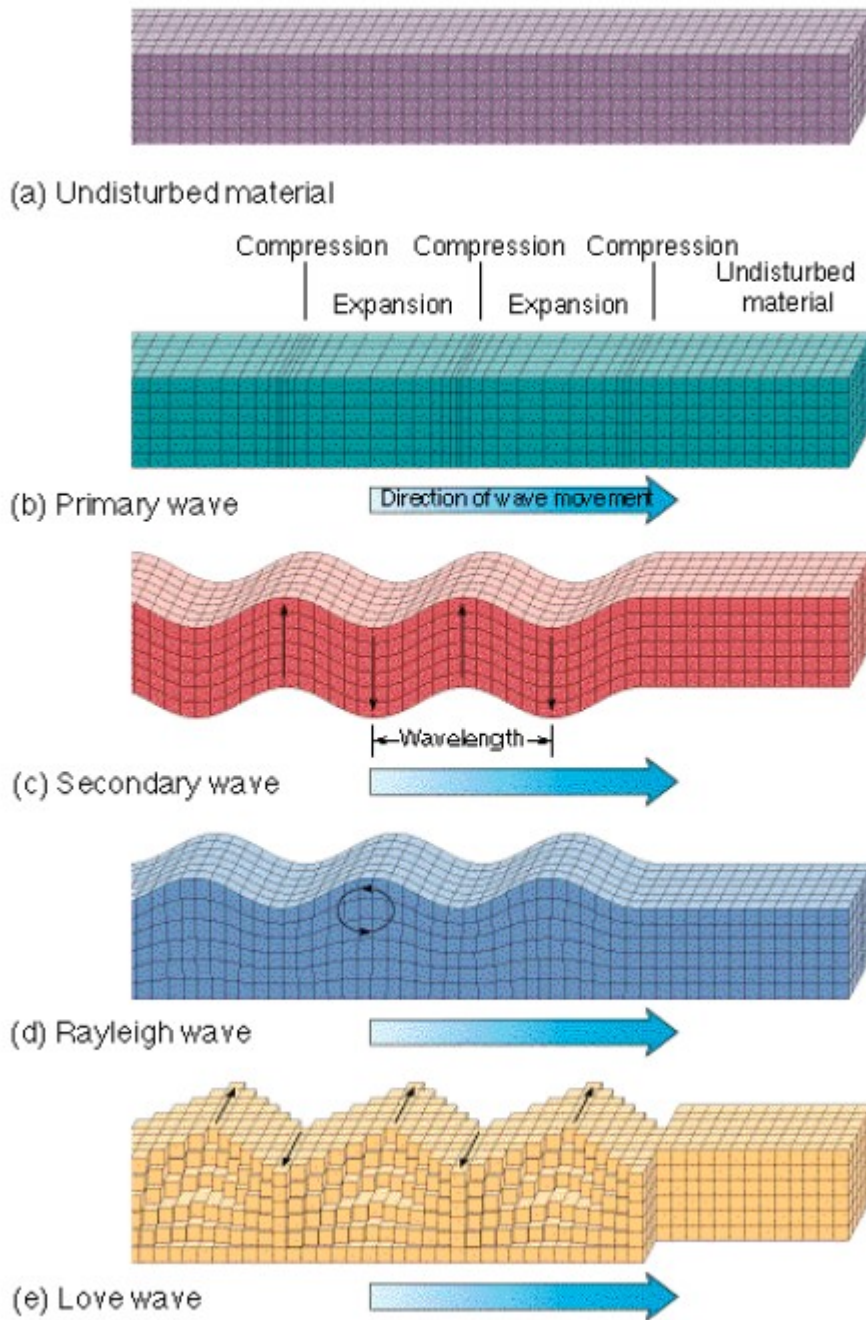
Nei casi in cui la rifrazione o il Masw non arrivi ad intercettare il bedrock per i motivi più disparati (stese corte o inversioni o terreni molto allentati) potremo chiudere l'indagine usando i dati provenienti dall' H/V.

In pratica, vincolando il modello 1D generante lo spettro di risposta ai dati in nostro possesso e provenienti dalla sismica e dal MASW, possiamo arrivare a fare delle presupposizioni abbastanza veritiere su quelli che sono gli orizzonti sismo stratigrafici più profondi.

L'H/V viene quindi usato per rifinire e completare le informazioni provenienti dalle altre indagini (dirette o indirette) eseguite.

Vari tipologie di onde sismiche

Seismic Waves



STRUMENTAZIONE USATA PERI I RILIEVI

MASW

Sismografo AMBROGEO ECHO24-2010

Geofoni verticali da 4,5 hz

Massa battente (mazza)



Number of channels	24+1 with differential input
AD conversion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preampify gain	0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72dB
Frequency response	0 to 6kHz (30KSPS) 0 to 4,8kHz (15KSPS) 0 to 3kHz (7,5KSPS) 0 to 1,5kHz (3,5KSPS) 0 to 800Hz (2KSPS) 0 to 400Hz (1KSPS)
Acquisition and display filter	Low Cut Out 10-15-25-35-50-70-100-140-200-280-400 Hz High Cut Out 32-64-125-250 Hz Notch 50-60-150-180 Hz
Sampling Interval	32,64,128,256,478,956us
Record Length	16000 samples
Stacking trigger accuracy	1/32 of sample interval
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	5Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSPS)
Noise	0,25uV, 2ms 36dB
Pre-trigger data	524ms@32us sample interval
Delay	0 to 15 sec @1kSPS (max 16000 samples)
Temperature range	-30°C +70°C
Power	12 Volt
Continuous recording	
Output format:	SEGY / SAF (SESAME ASCII FORMAT)

SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZAZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

*SISMOPC 1.0-PASI
AMROGEO*

Elaborazione e filtraggio

<i>Visual Sunt 20</i>	<i>Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>Seismic Unix</i>	<i>Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)</i>
<i>WinMasw Pro</i>	<i>Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione</i>
<i>Grilla</i>	<i>Tromino-H/V</i>
<i>Geopsy</i>	<i>Software Libero-H/V</i>
<i>Winsism 11.2</i>	<i>Wgeosoft-sismica a rifrazione</i>
<i>Rayfract</i>	<i>Intelligent re source-sismica a rifrazione</i>

Modelli 1 D e rischio sismimico

<i>Deep Soil</i>	<i>software libero-Risposta di sito modellazione 1D</i>
<i>Rexel</i>	<i>software libero-risposta di sito-terremoto di progetto</i>
<i>Shake 2000</i>	<i>Geo Motions-risposta di sito -modellazione 1D -liquefazione ecc.</i>
<i>Ciclic 1D</i>	<i>software libero-liquefazione</i>

**TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E
DOTATI DI ORIGINALE LICENZA**

RILIEVI TROMOMETRICI

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 μV r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥ 24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

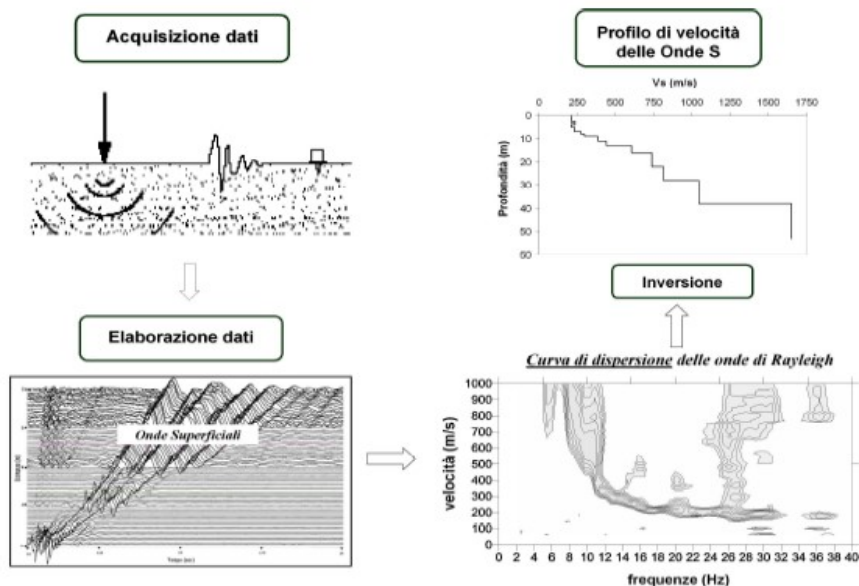
CENNI TEORICI MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di

sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

STRUMENTAZIONE USATA

Ambrogeo2010SU

Numero dei canali 12

A/D conversione 24 bit

Geofoni da 4.5 hz verticali

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

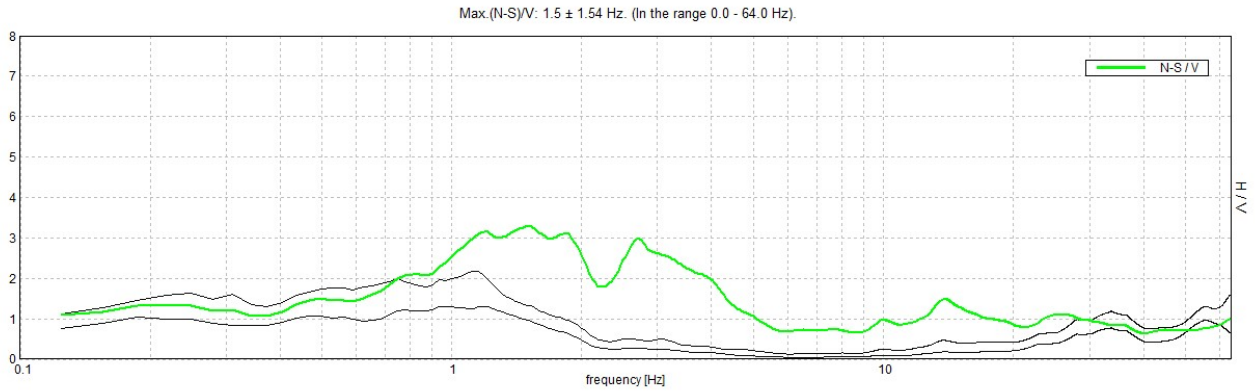
Generazione di onde P:

massa battente (mazza da 8 kg)

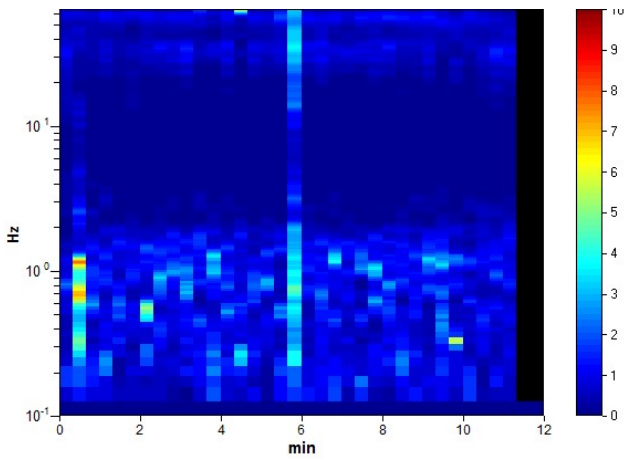
RILIEVO H/V

Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 19/03/21 09:08:53 Fine registrazione: 19/03/21 09:20:53
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS non disponibile
Durata registrazione: 0h12'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamo: Triangular window
Lisciamo: 10%

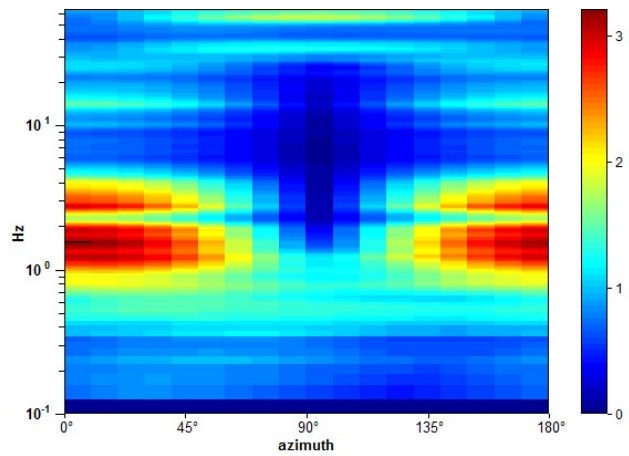
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



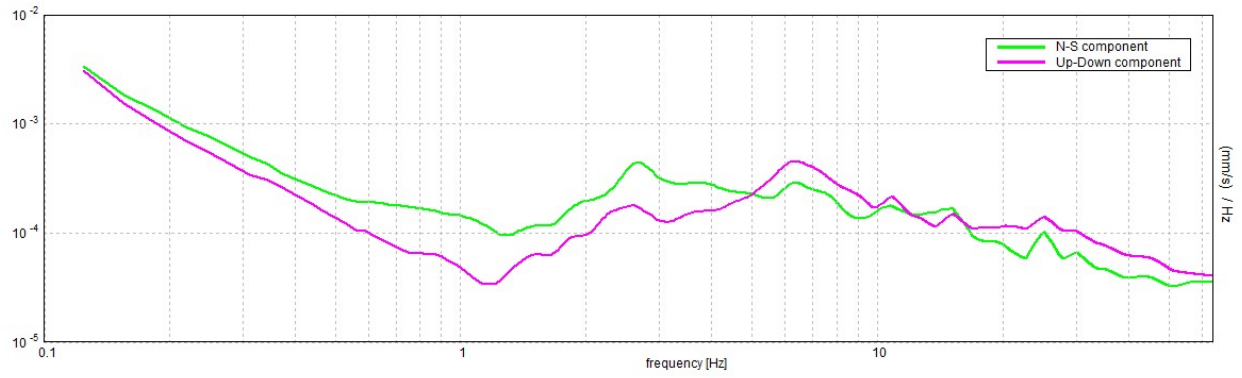
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 1.16 ± 0.42 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.16 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	832.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 56	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.73 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.35932 < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.41546 < 0.11563		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4391 < 1.78	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CONSIDERAZIONI FINALI SUL RISCHIO SISMICO

$$V_{Eq} = 378 \text{ m/s}$$

Classe B

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

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

AREZZO 20-03-2021

GALILEO GEOFISICA

Dott. Simone Secci
Dott. Lorenzo Batti

INDAGINE GEOFISICA DOWN HOLE

PROVINCIA DI AREZZO
COMUNE DI AREZZO

**STUDIO GEOFISICO TRAMITE D.H. IN LOC. SAN
ZENO**



SETTEMBRE 2011

RELAZIONE GEOFISICA

PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno che sarà interessato dalla costruzione di nuovi capannoni.

L'indagine è avvenuta sotto la direzione tecnica e supervisione del Dott.Geol. BULGARELLI FRANCO.

Si è quindi eseguito un D.H. su di un foro precedentemente attrezzato fino ad una profondità di 31 metri.

Contestualmente al D.H si è svolto un rilievo tromometrico della durata di 20 minuti.

ANALISI SVOLTA TRAMITE D.H.

GENERALITA'

La prova downhole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, P e S, che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde SH). Mediante due ricevitori (geofoni) disposti nel terreno, a profondità note, viene valutato l'istante di arrivo del treno di onde P e S, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente; dividendo quindi per tali valori la distanza (nota) tra sorgente e ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde P e S.

SORGENTI E STRUMENTAZIONE

Come sorgenti energizzanti sono stati utilizzati: per le onde P una mazza da 10 kg con piattello di battuta; per le onde SH un parallelepipedo (traversina) di legno percosso sulle estremità opposte da una mazza da 10 kg, in grado di generare onde SH di notevole contenuto energetico, uniformi sia nella direzione di propagazione sia nella polarizzazione (+ e -) e, di contro, con una generazione di onde P trascurabile.

È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della traversina con il terreno, in accordo con le disposizioni del Prof. P. Signanini e delle Istruzioni Tecniche aggiornate: in particolare è stato riportato sopra la massicciata costituita da ghiaietto uno strato di terreno limoso-sabbioso di circa 20 cm, dove è stata posta la trave.

Le sorgenti (onde P ed onde SH) sono state disposte perpendicolarmente ad un raggio uscente dai fori di sondaggio, ad una distanza di circa 3 m (per la misura precisa veder lo schema di acquisizione di ciascun sondaggio).

Il sistema di ricezione è costituito da una coppia di geofoni tridimensionali rigidamente collegati tra loro da una barra in p.v.c. (distanza intergeofonica = 1.00 m) dotata di uno smorzatore intermedio in gomma in modo da evitare qualsiasi interazione sismica tra i due sensori. L'accoppiamento del sistema con le pareti del foro è garantito da 4 stantuffi pneumatici comandati dall'esterno, con pressione regolabile fino a 10 atm..

Il sistema di acquisizione è costituito da un sismografo digitale a 24 canali mod. PASI 16 GS acquisizione dati a 24 bit, cumulabilità degli impulsi a 32 bit, filtri in acquisizione ed in uscita, filtri per eliminare linee di tensione, intervallo di campionamento selezionabile, durata di registrazione selezionabile da 50 a 65000 msec, funzione inversione di polarità. Tutte le registrazioni (vedi allegati) sono state effettuate con metodo cross-over, ovvero sia facendo la differenza tra un ugual numero di battute a destra ed a sinistra (bilanciamento energetico): in tal modo viene esaltato l'istante di primo arrivo delle onde SH, mentre vengono abbattute le eventuali onde P spurie.

In particolare le tracce di ciascuna registrazione si riferiscono (dall'alto verso il basso):

canale n° 1: primo geofono – trasduttore verticale (z)

canale n° 2: primo geofono – trasduttore orizzontale (x)

canale n° 3: primo geofono-trasduttore orizzontale (y)

canale n° 4: secondo geofono –trasduttore verticale (z)

canale n° 5: secondo geofono trasduttore orizzontale (x)

canale n° 6: secondo geofono trasduttore orizzontale (y)

canale n°7: nullo

canale n°8: geofono spia

canale n° 9-10-11-12: nullo

dove per primo si intende quello più vicino alla superficie del terreno e per secondo quello posto 1.00 m più in basso.

profondità	tempo orizzontal		tempo verticale	
	s	p	s	p
-1	9	5	4.0	2.2
-2	11.4	7	8.1	4.9
-3	13.2	7	11.0	5.8
-4	14.8	9	13.2	8.0
-5	16.5	11.6	15.3	10.8
-6	18.5	8.9	17.6	8.4
-7	20.8	10	20.0	9.6
-8	24.4	12	23.7	11.6
-9	27.5	13.8	26.8	13.5
-10	34	13.8	33.3	13.5
-11	41.9	13.2	41.2	13.0
-12	46.5	15.8	45.9	15.6
-13	46.2	15.5	45.7	15.3
-14	51.8	17.4	51.3	17.2
-15	56.7	18	56.2	17.8
-16	60	18.3	59.5	18.2
-17	63.3	18.6	62.9	18.5
-18	65.6	20.4	65.2	20.3
-19	69.6	20.2	69.2	20.0
-20	70.2	20.4	69.9	20.3
-21	71.9	20.1	71.6	20.0
-22	72.2	21	71.9	20.9
-23	73.2	21.6	72.9	21.5
-24	76.8	21.6	76.5	21.5
-25	77.5	21.9	77.3	21.8
-26	80.8	22.6	80.6	22.5
-27	82.4	22.9	82.2	22.8
-28	82.8	23.7	82.6	23.6
-29	83.7	23.8	83.5	23.7
-30	86	25.3	85.8	25.2
-31	87	24.8	86.8	24.7

Velocità orizzontali e verticali

INTERPRETAZIONE SISMOGRAMMI ED ESTRAPOLAZIONE DELLA DROMOCRONA

I sismogrammi di campagna sono stati visualizzati direttamente in campagna. I files così ottenuti sono stati trattati tramite Winsim 10.1 e Visual Sunt della Wgeosoft, dove direttamente si è svolta la sommatoria delle tracce per avere un miglior controllo energetico.

Le tracce sono state riallineate metro per metro, così, per ogni profondità si è potuto visualizzare direttamente le 4 tracce registrate (S) in due battute o le due tracce in p.

Quindi, tramite un'analisi visuale delle tracce si è proceduto a scegliere quella con le migliori doti di leggibilità e le altre sono state eliminate.

Si è ricavato quindi un sismogramma con una traccia per metro, e partendo da questo si è effettuato il picking scegliendo la finestra temporale più adeguata per ciascuna registrazione (100ms per le p, 400 ms per le S).

ORIENTAZIONE DEI GEOFONI

Per orientare i geofoni si è cercato, tramite una battuta di prova, di orientare le terne (tramite una serie di aste calate in foro e solidali con il geofono) in modo tale che una coppia di geofoni S si presentasse il più possibile perpendicolare al fronte d'onda. L'orientazione delle terne non rimaneva costante ma variava da battuta a battuta.

Le registrazioni con orientazione del geofono perpendicolare al fronte d'onda sono poi quelle che si sono scelte per la ricostruzione della dromocrona.

CORREZIONE

Mediante un'applicazione su foglio elettronico Excel (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono stati quindi corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger medio) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula:

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro, t il tempo determinato dalle

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

tracce di registrazione e t^* il tempo corretto.

RISULTATI D.H.**DETERMINAZIONE DELLE VELOCITA'**

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo-profondità.

In particolare per ogni tratto individuato è stata tracciata una retta di correlazione tramite foglio di lavoro open office .

Le profondità dei punti interpolati (compresi gli estremi) sono indicati nella sottostante tabella.

P	SH
0-2	0-2
2-7	2-7
7-15	7-15
15-19	15-19
19-24	19-24
24-31	24-31

Ha avuto una lunghezza di 30 metri, la distanza del foro dalla sorgente di energizzazione è stata di 3 metri.

RISULTATI OTTENUTI

Si sono riconosciuti i seguenti sismostrati:

Profondità (m)	Vs (m/s)	Profondità (m)	Vp (m/s)
0-2	246	0-2	408
2-7	420	2-7	1063
7-15	220	7-15	975
15-19	307	15-19	1818
19-24	1081	19-24	2666
24-31	575	24-31	2500

HVSR

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Consideriamo un sistema dove gli strati si distinguono per diverse densità e velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel primo mezzo viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a :

$$\underline{f_r = VP1/(4 h)}$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$\underline{f_r = VS1/(4 h)}$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

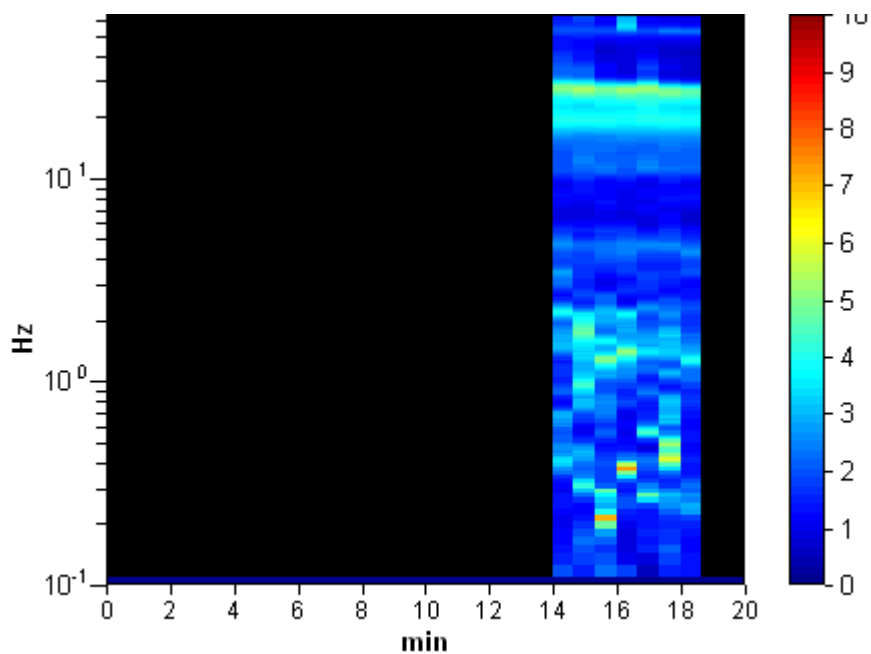
Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto

MODALITA' OPERATIVA

H/V

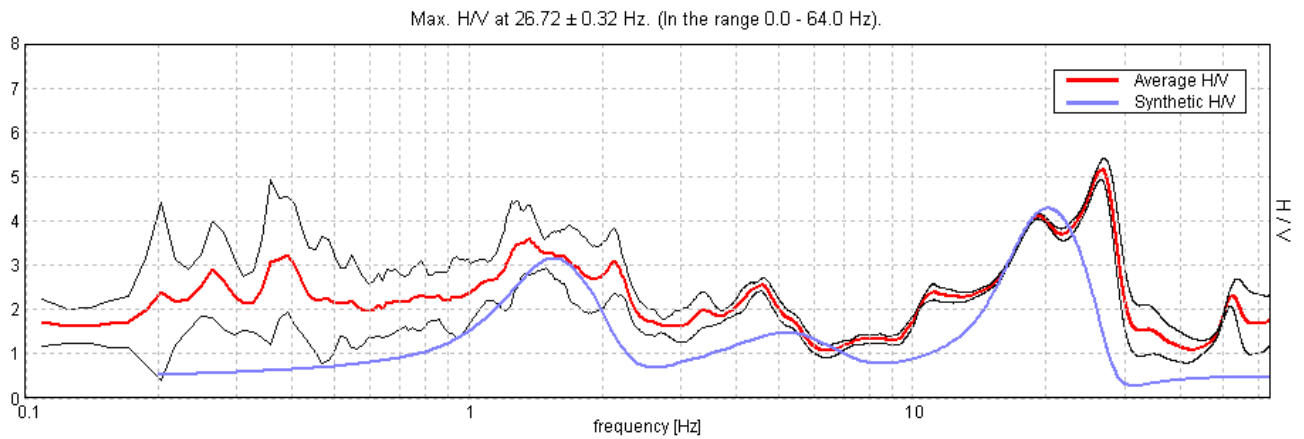
Si è disposto il tromino mettendolo in bolla ed allineandolo con il nord geografico. Si sono effettuata quindi una registrazione del rumore di fondo per 20 minuti.

Segnale nel dominio della frequenza



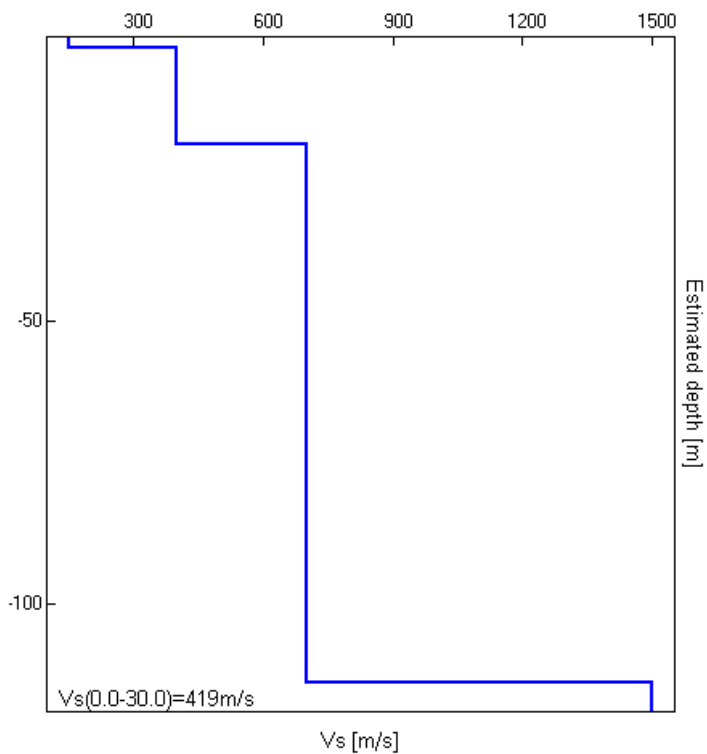
RISULTATI OTTENUTI

Da un confronto serrato con i dati del D.H abbiamo ricavato il seguente spettro sintetico



Tenuto conto dei fenomeni di inversione riscontrati, possiamo sintetizzare le informazioni così ottenute:

Un T° che , fra 1 e 10 hz, assume un valore prossimo a 1.5 hz
 Possibile presenza di un bedrock molto profondo.

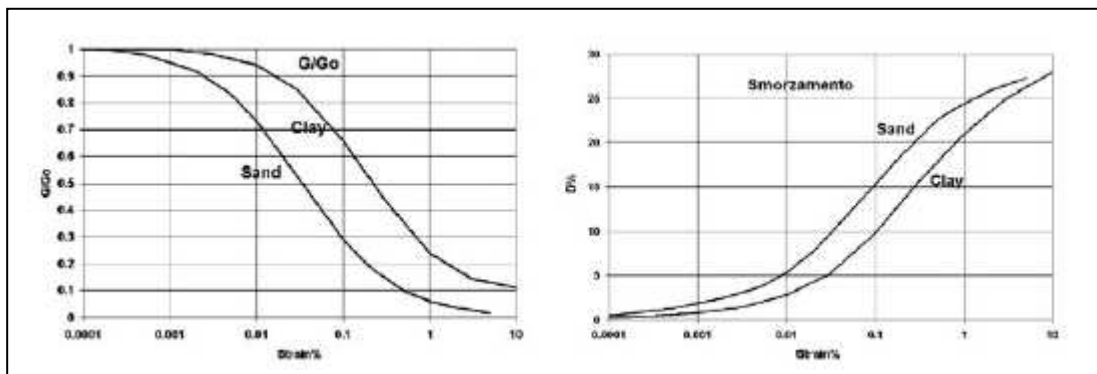


CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Tramite la velocità delle onde di taglio e di volume viene caratterizzato il terreno attraversato in condizioni di sforzo infinitesimale e durata della sollecitazione infinitesimale.

In questo tipo di sollecitazione il terreno si comporta in maniera elastica, senza (o quasi) dissipazione di energia (smorzamento)

Tale fenomeno è ben evidente nella curva di decadimento del G/G° a secondo dell'entità dello sforzo applicato.



Se determiniamo un modulo con sismica a

rifrazione avremo valori dei moduli da inserirsi nella parte iniziale della curva, mentre se eseguiamo una prova penetrometrica lo sforzo del terreno ricadrà nella parte finale della curva, determinando una differenza di 10 o più volte fra i valori dei G° statici e dei G° dinamici.

Altro fattore da considerare è la presenza di saturazione nel sottosuolo, che aumenta in maniera netta il valore delle onde P.

I moduli di compressibilità saranno quindi influenzati in maniera netta dalla presenza di acqua, dando dei valori non realistici alle misure, se utilizzati in campo statico.

In pratica è come se un paracadutista si lanciasse in mare senza aprire il paracadute.

Al primo contatto l'acqua si comporterebbe come un "muro" e lo schianto ucciderebbe il poveretto (grandezza dinamica) che, dopo il primo schianto penetrerebbe nel liquido scomparendo (grandezza statica).

Tramite le grandezze sismiche si riesce a dare solo una caratterizzazione diretta dei parametri dinamici del terreno e di eventuali altre grandezze di interesse quali periodo di risonanza e smorzamento.

Altri parametri geotecnici possono essere ricavati solo tramite correlazioni empiriche, che, visto la grande variabilità dei medesimi, andranno considerate come meramente indicative.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-DINAMICA DEI TERRENI ESAMINATI

I parametri dinamici estrapolabili sperimentalmente sono i seguenti:

Periodo di risonanza T°

MODULI DINAMICI*

(vedesi allegato)

Modulo di young

Coefficiente di Poisson

Modulo di taglio dinamico (G°)

Modulo di Bulck

					G°	Poisson		compressibilità
				Vp/vs	megapascal	numero	young	volumetrica
PROFONDITA'	Vs(m/sec.)	Vp(m./sec.)	peso (kn(mc)			megapascal		
0	246	408	18	1.66	111	0.214	270	157
-1	246	408	18	1.66	111	0.214	270	157
-2	246	408	18	1.66	111	0.214	270	157
-3	420	1063	18	2.53	325	0.408	914	1646
-4	420	1063	18	2.53	324	0.408	911	1642
-5	420	1063	18	2.53	324	0.408	911	1642
-6	420	1063	18	2.53	324	0.408	911	1642
-7	420	1063	18	2.53	324	0.408	911	1642
-8	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-9	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-10	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-11	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-12	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-13	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-14	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-15	220	975	18	4.43	89	0.473	262	1626
-16	307	1818	18	5.92	173	0.485	514	5834
-17	307	1818	18	5.92	173	0.485	514	5834
-18	307	1818	18	5.92	173	0.485	514	5834
-19	307	1818	18	5.92	173	0.485	514	5834
-20	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-21	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-22	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-23	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-24	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-25	1081	2666	18	2.47	2144	0.402	6011	10183
-26	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659
-27	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659
-28	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659
-29	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659
-30	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659
-31	575	2500	18	4.35	607	0.472	1786	10659

Parametri elastici dinamici

Una corretta determinazione delle velocità di massa V_p e V_s , essendo esse stesse funzioni dei parametri elastici del mezzo in cui si propagano, conoscendone la densità, si possono facilmente ricavare i moduli elastici dinamici che caratterizzano il mezzo stesso ed ottenere quindi utili informazioni circa la sua natura e il tipo di risposta alle sollecitazioni dinamiche. A

partire dalle espressioni delle velocità delle onde di compressione $V_p = \sqrt{(K + \frac{4G}{3})/\gamma}$ e di

taglio $V_s = \sqrt{G/\gamma}$, con semplici passaggi algebrici, si possono facilmente dedurre le seguenti relazioni:

-Coefficiente di Poisson: Il modulo di Poisson, coefficiente di contrazione trasversale o rapporto di Poisson, è un coefficiente fisico proprio di ciascun materiale (dipendente dalla temperatura) che misura, in presenza di una sollecitazione monodirezionale longitudinale, il grado in cui il campione di materiale si restringe o si dilata trasversalmente. Il modulo di Poisson è un coefficiente adimensionale e può variare tra 0 e 0,5. Tenendo conto che $K = \lambda + 2\mu/3$ ed esprimendo le velocità delle onde trasversali e longitudinali in funzione delle costanti di Lamè λ, μ

$$V_p = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\gamma} ; V_s = \sqrt{\mu/\gamma}$$

Con semplici passaggi si arriva all'espressione:

$$\sigma = \frac{0.5\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

Dimensionalmente si dimostra che σ è un numero puro:

$$[\sigma] = \frac{\frac{[LT^{-1}]}{[LT^{-1}]}}{\frac{[LT^{-1}]}{[LT^{-1}]}}$$

-Modulo di taglio: il modulo di taglio (o di rigidità) indica la resistenza di un corpo alle variazioni di forma. Nei fluidi, caratterizzati dal non avere forma propria, G è uguale a zero. Dimensionalmente G è una pressione che si misura in Kg/cm².

$$V_s = \sqrt{G/\gamma} \rightarrow V_s^2 = G/\gamma$$

$$G = V_s^2 \gamma$$

$$\gamma = \frac{\gamma_t}{g} \text{ densità}$$

γ_t = peso di volume naturale

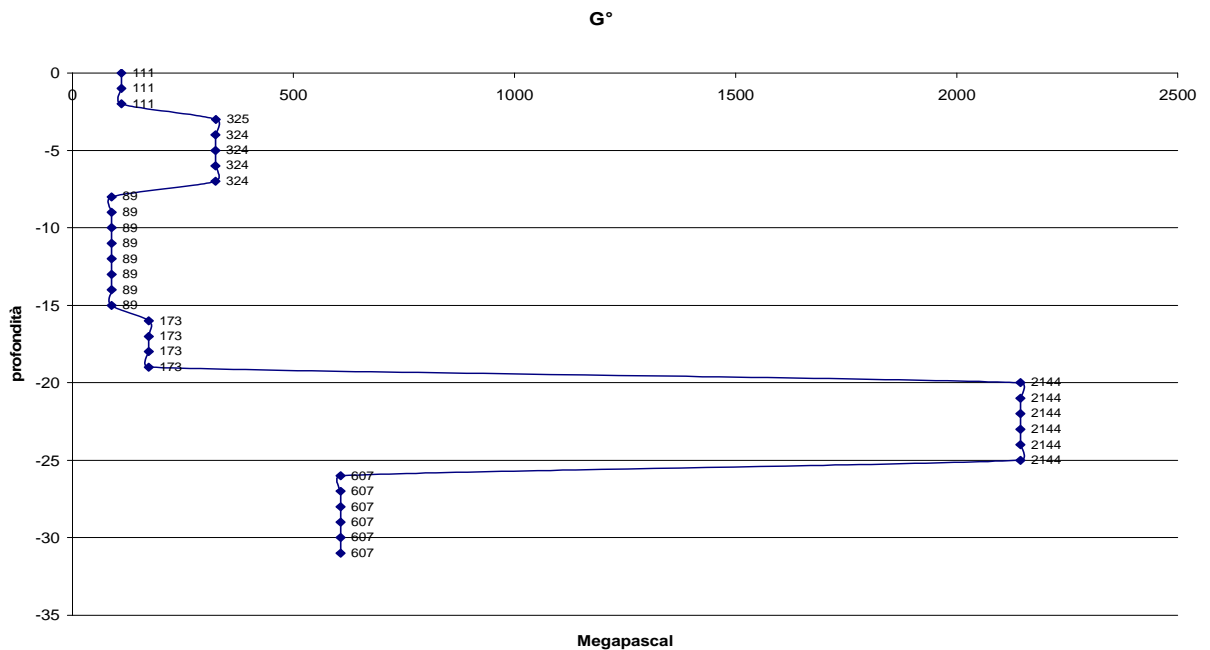
g = accelerazione di gravità

V_p = Velocità onde longitudinali

V_s = Velocità onde di taglio

Dimensionalmente, ricordando che la pressione $P = F/S = [MLT^{-2}]/[L^2] = [ML^{-1}T^{-2}]$, si dimostra che **G** è una pressione:

$$[G] = [L^2T^{-2}][ML^{-3}] = [ML^{-1}T^{-2}]$$



-Modulo di Bulk : il modulo di incompressibilità K indica la resistenza di un corpo alle variazioni di volume; quanto più grande è K, tanto maggiore dovrà essere la pressione applicata per ottenere una data variazione di volume. Anche K si esprime in Kg/cm².

$$V_p = \sqrt{\left(K + \frac{4G}{3}\right)\gamma} \rightarrow V_p^2 = \frac{K + \frac{4G}{3}}{\gamma} G \rightarrow \gamma V_p^2 = K + \frac{4}{3}G \rightarrow 3\gamma V_p^2 = 3K + 4G \text{ sostituendo a } G = V_s^2\gamma \text{ otteniamo}$$

$$K = \gamma\left(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2\right)$$

$$\gamma = \frac{\gamma_t}{g} \text{ densità}$$

γ_t = peso di volume naturale

g = accelerazione di gravità

V_p = Velocità onde longitudinali

V_s = Velocità onde di taglio

Dimensionalmente si dimostra che K è una pressione:

$$[K] = [(ML^{-3}) [L^2T^{-2}]] = [ML^{-1}T^{-2}]$$

-Modulo di Young: il modulo di Young E è un coefficiente, caratteristico per ogni corpo, che ne esprime la resistenza alla deformazione lineare quando lo si sottopone ad uno sforzo di dilatazione o di compressione. Il modulo di Young ha le dimensioni di una pressione, in genere viene misurato in Kg/cm².

$$E = V_s^2 \gamma [(3V_p^2 - 4V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$$

$$\gamma = \frac{\gamma_t}{g} \text{ densità}$$

γ_t = peso di volume naturale

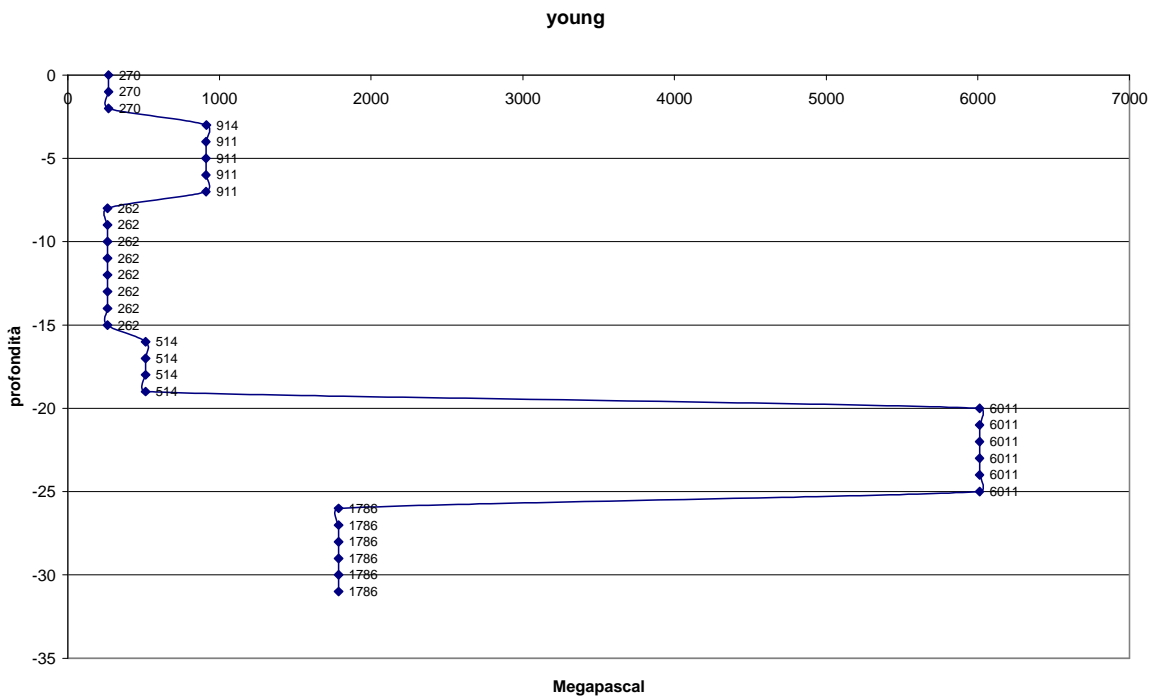
g = accelerazione di gravità

V_p = Velocità onde longitudinali

V_s = Velocità onde di taglio

Dimensionalmente si dimostra che E è una pressione:

$$[E] = [L^2 T^{-2}] [ML^{-3}] ([L^2 T^{-2}] / [L^2 T^{-2}]) = [ML^{-1} T^{-2}]$$



PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO IN ESAME

Le fondazioni verranno poste a -1 metro dal P.C.
Non si riscontra litoide fra 3 e 20 metri.
Il Vs 30 al piano della fondazione è di **363 m./sec.**

CLASSE B

A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).

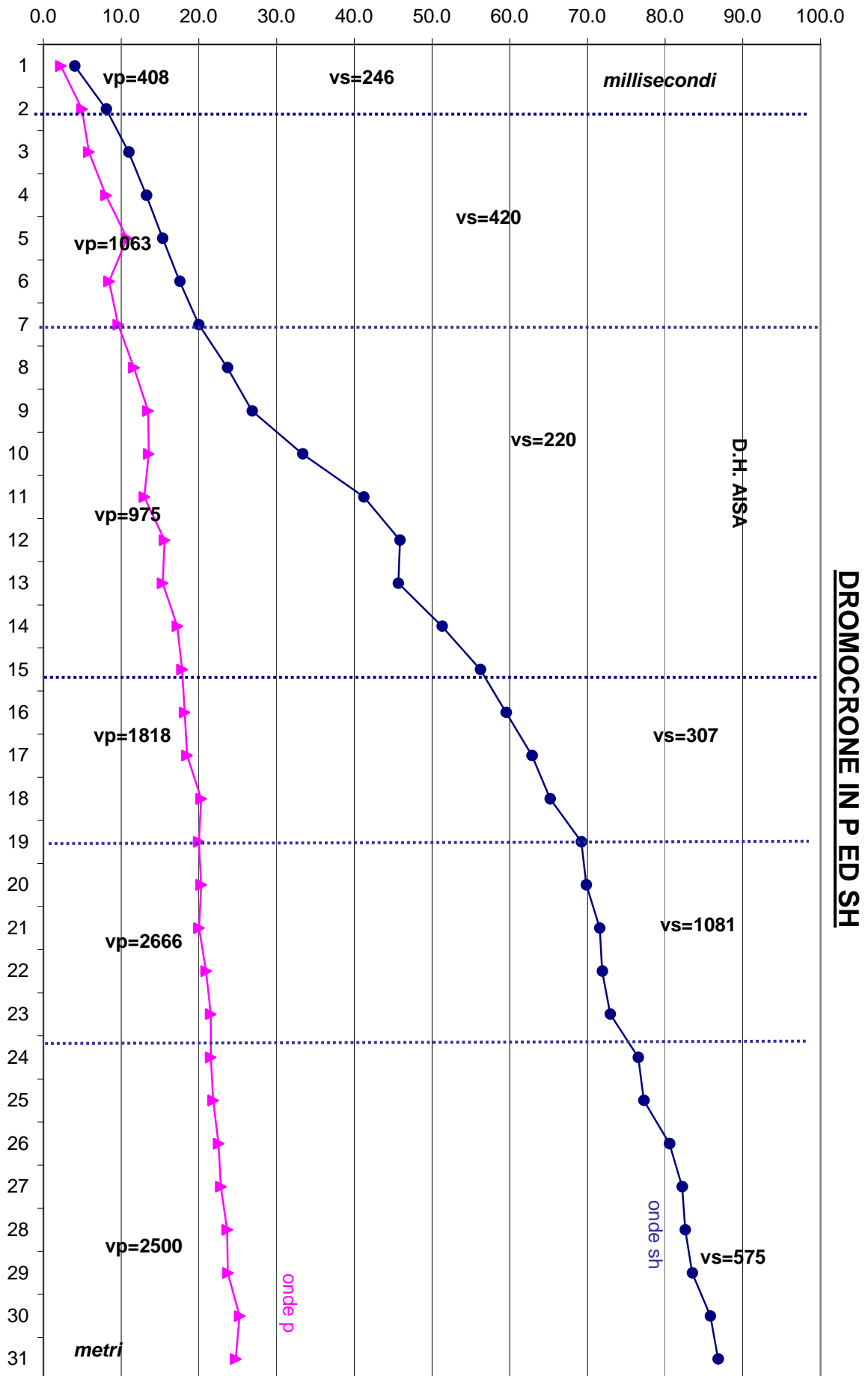
E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS > 800 m/s.

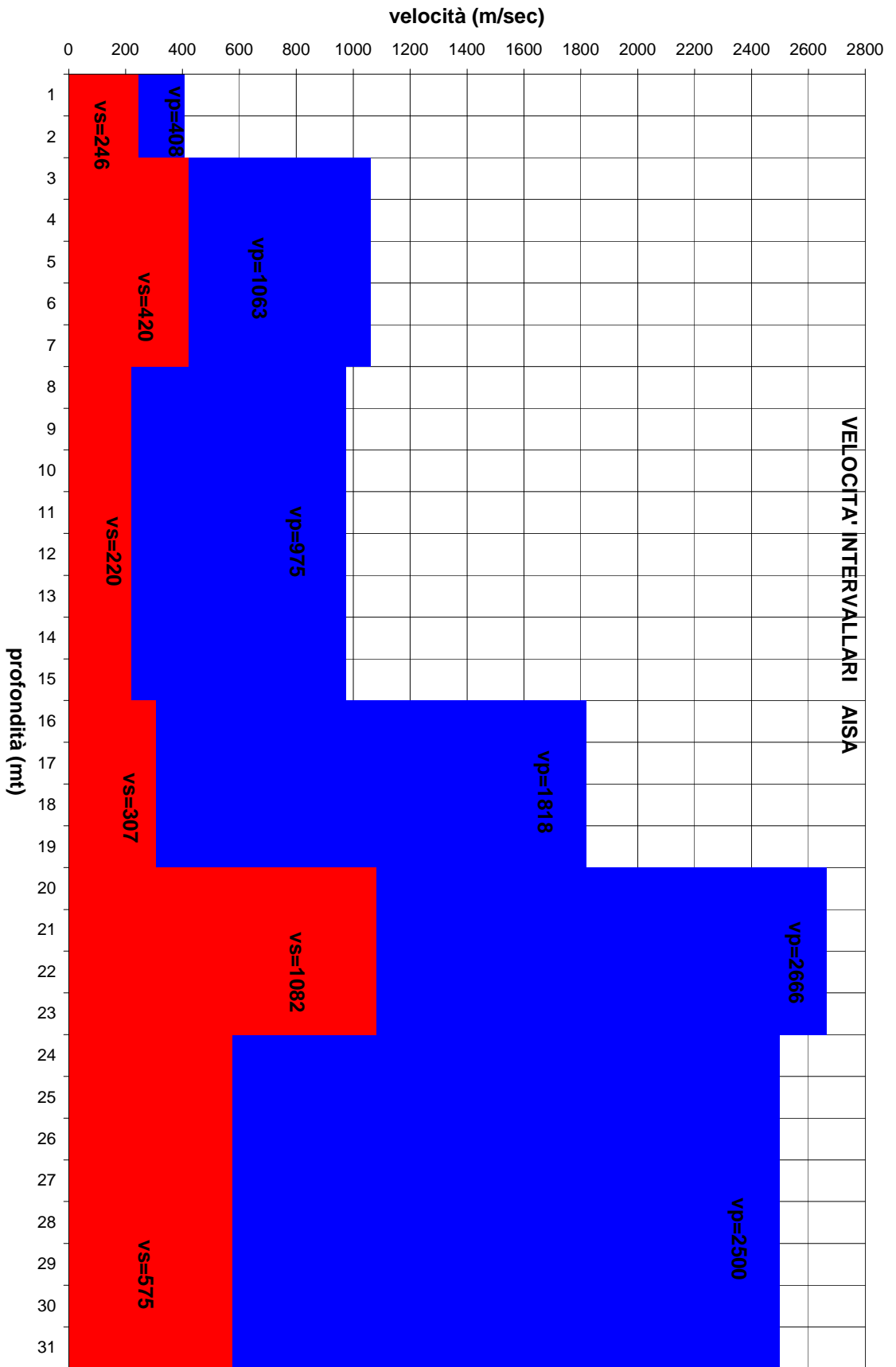
S1 - Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s.

S2 - Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

AREZZO 03-09-2011

GALILEO GEOFISICA





INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

PROVINCIA DI AREZZO COMUNE DI AREZZO

**“STUDIO TRAMITE SONDAGGI SISMICI A RIFRAZIONE
IN ONDE Sh
IN LOC. SAN ZENO”**

RELAZIONE GEOFISICA



PREMESSA

L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno presso la Ditta Aisa in loc. San Zeno (AR). L'intervento è avvenuto per commissione e sotto la direzione tecnica del Dott. Geologo Franco Bulgarelli. È stato realizzato un profilo sismico a rifrazione in onde Sh di lunghezza 120 metri, per il calcolo del Vs30.



 SEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE Sh

SISMICA A RIFRAZIONE

CENNI TEORICI

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite una energizzazione (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni).

Tali geofoni, posti ad un'equidistanza nota l'uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica. L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale così registrato viene convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria.

L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito ("trigger") viene attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono, riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dall'inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tant'è che i G.R.M e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare a una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

PRINCIPALI LIMITI DELLA TECNICA SISMICA RIFRAZIONE

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui sotto uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, ed al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, ed il modello che ricostruirò sarà un modello di terreno errato.

Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il "ray tracing" è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

STRUMENTAZIONE USATA

Sismografo Ambrogeo Echo 2002 Seismic Unit

Numero dei canali 12

A/D conversione 16 bit

Geofoni da 4,5 hz (Masw)

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

Generazione di onde P:

massa battente (mazza da 8 kg)

Generazione di onde Sh

Massa battente (mazza da 8 kg) su traversina gravata dal peso di un'auto

GEOMETRIA DEI RILIEVI

AB = distanza intergeofonica 5 m per un totale di 120 metri, 24 geofoni, 6 energizzazioni.

METODOLOGIE USATE PER L'ANALISI DEI DATI

I dati sono stati acquisiti e trattati in campagna tramite software "Ambrogeo 6.0" della Ambrogeo.

In particolare, dove necessario si è implementato il segnale tramite sommatoria delle misure. I dati sono poi stati trattati tramite software "Winsism 10.1" della Wgeosoft, Seismic unix, Rayfract della Intelligent Resource inc.

PARAMETRI GEOTECNICO-DINAMICI DEL SITO INDAGATO

Tramite la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio è possibile definire una caratterizzazione geotecnica del terreno. Tale caratterizzazione si riferisce a livelli di sforzo molto bassi e di natura impulsiva (segnale sismico generato da una sorgente). Le grandezze geotecniche che si estrapolerà si dicono dinamiche, in quanto descrivono il comportamento del terreno quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo quale può essere quello di un sisma. Tali moduli e coefficienti possono essere ricavati direttamente partendo dalla velocità delle onde sismiche in P ed Sh. Va comunque fatto notare come le onde Sh e P reagiscano diversamente alla presenza di mezzi saturi, infatti mentre la presenza dei medesimi provoca un incremento delle velocità in P, non influenza minimamente. Quindi una maggior congruenza fra qualità geotecniche e moduli dinamici potrà essere valutata solo considerando quei moduli che si riferiscono alle onde Sh, ed in particolare il modulo di taglio dinamico.

Modulo di deformazione a Taglio (G)

Modulo di Young (E)

Coefficiente di Poisson (ν)

Modulo di compressibilità volumetrica (Ev)

$$G = \rho \cdot V_s^2$$

$$E_v = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

$$\nu = \frac{0.5 \cdot \left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1}$$

$$E = 2\rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)$$

RISULTATI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

Profilo AB = Il profilo è stato realizzato nella zona di intervento; il rilievo in onde Sh ha mostrato tre principali sismostrati:

A = litotipi completamente sciolti con $V_s < 400$ m/s

B = ghiaie mediamente addensate.

C = ghiaie fortemente addensate con $V_s > 1100$ m/s

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICO-DINAMICA

E' stato calcolato il valore del V_{s30} su due verticali della sezione sismica.

Sulla verticale 1 il valore di V_{s30} risulta di 602 m/s.

Sulla verticale 2, $V_{s30} = 561$ m/s.

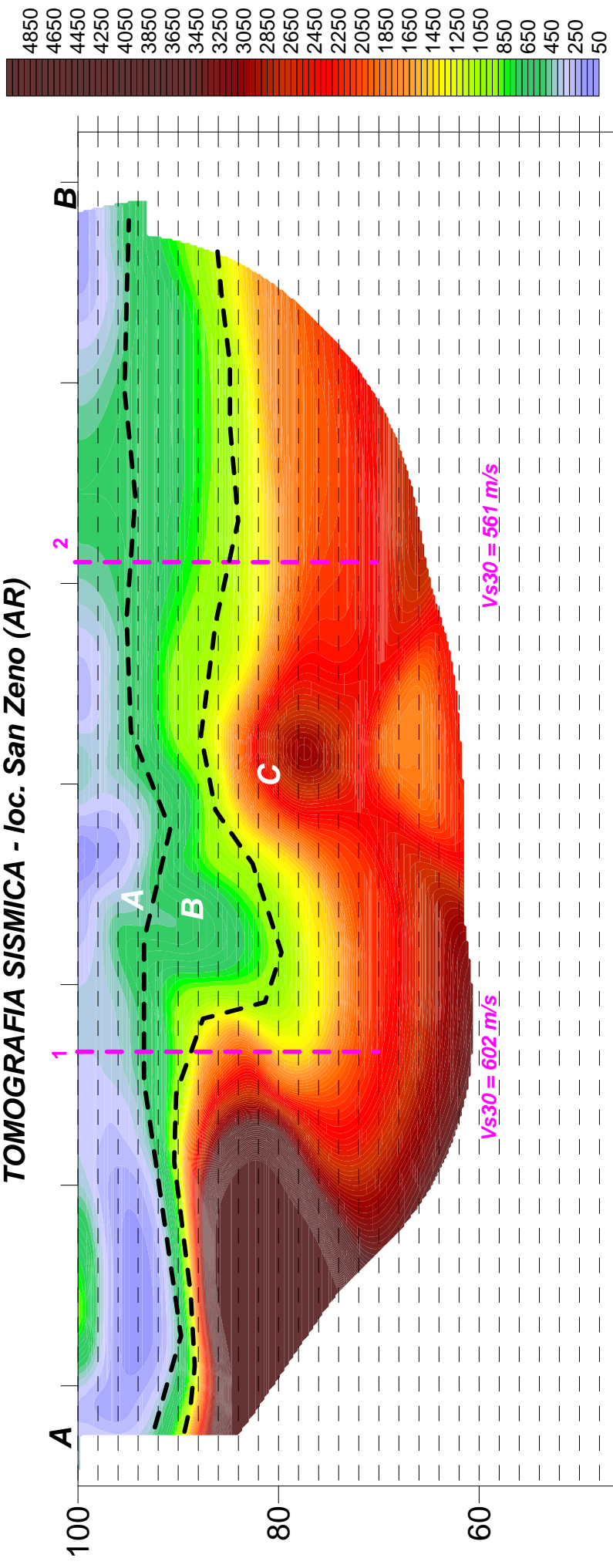
I depositi hanno spessore elevato e continuano in profondità, dove le ghiaie risultano fortemente addensate. Il bedrock sismico integro ($V_s > 800$ m/s) si trova a profondità superiori a 30 metri dal piano di campagna.

Il sito verrà classificato quindi come di TIPO B.

Arezzo, 02/09/2010

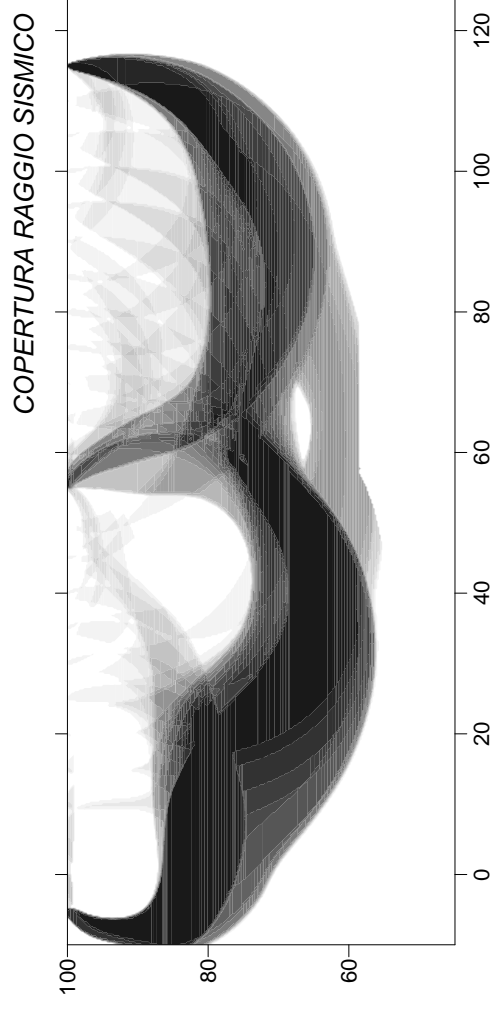
GALILEO GEOFISICA
Dott. Simone Secci - Dott. Lorenzo Batti

TOMOGRAFIA SISMICA - loc. San Zeno (AR)



INTERPRETAZIONE PROFILO SISMICO

- A = litotipi completamente sciolti con $V_s < 400 \text{ m/s}$
- B = ghiaie mediamente addensate
- C = ghiaie fortemente addensate $V_s > 1100 \text{ m/s}$



ANALISI DI LABORATORIO



Laboter s.n.c.
laboratorio geotecnico
Qualificato A.L.G.I. n°89



Via Nazario Sauro 440 - 51030 Pontelungo (PT) - Tel. 0573 570566 - Fax. 0573 910056
www.laboterpt.it - e-mail : laboter@laboterpt.it

ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente **Dott. Franco Bulgarelli**

Località: **Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA**

Verbale Accettazione n° **177** *del : 4/8/11*

Certificazione del **09-set-11**

Campioni n° **2**

Direttore Laboratorio
Dott. Geologo Paolo Tognelli

TABELLA RIASSUNTIVA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Comm.te : Dott. Franco Bulgarelli

Località : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Rapporto di prova n° : 177

del : 9/9/11

Sond.	1	1							
Camp.	1	2							
da -- a --	2.0-2.4	12.0-12.5							
γ	20,13	19,78							
w	13,8	22,0							
Gs	25,2	25,7							
Gd	17,69	16,22							
e	0,425	0,583							
Sr	83	99							
n	30	37							
A	36,0	46,5							
L	26,3	38,8							
S	36,5	14,7							
G	1,2	0,0							
AASHO									
USCS	CL	CL							
WI	43,4	43,7							
Wp	24,8	25,3							
Ip	18,7	18,4							
Ic	1,6	1,2							
Wr									
TxUU									
ϕ_r									
cr									
ϕ'	23	25							
c'	11,94	5,00							
ϕ									
cu									
cu (ELL)									
Ed									
0.25-0.5	78	116							
0.5-1.0	58	97							
1.0-2.0	51	133							
2.0-4.0	92	167							
4.0-8.0	139	153							
8.0-16.0	257	247							
16.0-32.0									
Cc	0,147	0,171							

* valore non determinato sperimentalmente

Gs (kN/m³) = peso specifico dei grani - Gd (kN/m³) = densità secca - γ (kN/m³) = peso di volume

w (%) = umidità naturale - e = indice dei vuoti - Sr (%) = grado di saturazione - n (%) = porosità

A (%) = argilla - L (%) = limo - S (%) = sabbia - G (%) = ghiaia

WI (%) = limite liquido - Wp (%) = limite plastico - Ip (%) = ind. di plasticità - Ic = ind. di consistenza

 ϕ (°) = angolo di attrito interno non drenato - cu (kPa) = coesione non drenata ϕ' (°) = angolo di attrito drenato - c' (kPa) = coesione drenata ϕ_r (°) = angolo di attrito interno residuo - cr (kPa) = coesione residua

cu (kPa) = sforzo a rottura prova ELL - k (m/sec) = coefficiente di permeabilità

Cc = indice di compressibilità - cv(i) = coefficiente di consolidazione

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp. : 1 2.0-2.4
 V.A. : 177 del : 9/9/11 Qualità campione (AGI 1977) Q5

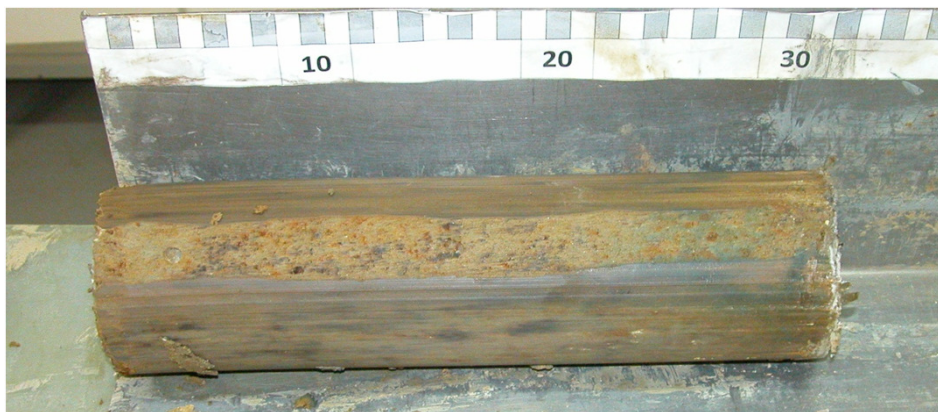
Descrizione campione :
 Sabbia con argilla e limo molto addensata

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella
 Lunghezza (cm.) = 32

Caratteristiche fisiche			Limiti di Atterberg			Granulometria		k m/sec
γ	gr/cm ³	kN/m ³	Class. Casagrande =	CL	% ghiaia	1,2		
w (%)	2,053	20,1	Limite Liquido WL % =	43,4	% sabbia	36,5		
Gs	13,8		Limite Plastico WP % =	24,8	% limo	26,3		
Gd	2,571	25,2	Indice di Plasticità IP =	18,7	% argilla	36,0		
e =	1,804	17,7	Indice di Consistenza Ic =	1,6	CNR10006-AASHO			
Sr (%) =	0,42		Limite Ritiro WR % =		Prove Pocket - Vane Test			
n (%) =	83				P.	V.T.		
	30				kg/cm ²	kg/cm ²		
Taglio CD	Residui	Taglio CU	TX UU	TX CU	ELL	0-10	>6	
ϕ' (°)	ϕ_r (°)	ϕ (°)	cu (kg/cm ²)	ϕ (°)	cu (kg/cm ²)	10-20	>6	
23						20-30	>6	
c' (kg/cm ²)	cr (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	kPa	c (kg/cm ²)	kPa	30-40		
0,12						40-50		
kPa	kPa	kPa		kPa		50-60		
11,94						60-70		
Prova di compressione edometrica					Prove eseguite sul campione			
Indice compressibilità Cc		0,147			umidità naturale w			
0,25					X			
0,50	9,3E-04	1,2E-08	78	7661	peso volume γ			
1,00	1,1E-04	1,9E-09	58	5702	X			
2,00	3,2E-03	6,2E-08	51	5045	peso specifico Gs			
4,00	9,1E-03	9,8E-08	92	9030	X			
8,00	1,4E-03	1,0E-08	139	13601	limiti Atterberg LA			
16,00	1,1E-03	4,2E-09	257	25178	X			
Deformazione di rigonfiamento					granulometria Gr			
Indice di ricomprensione					X			
Indice di rigonfiamento					taglio diretto TD			
Proctor Standard					X			
w% optimum					edometria ED			
γ_d kN/m ³ optimum					X			
					permeabilità Pr			
					-			
					proctor PT			
					-			
					triassiale TX			
					-			
					compressione ELL			
					-			

Lungh.	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
Prove	GRA+LIM	EDO	CD				

Munsell Soil Color Charts: 10YR 5/6 marrone giallastro



Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da.....m.: 2.0-2.4
 Camp. : 1 Cert. n°: 1114 del : 9/9/11
 V.A. 177 Qualità Campione (AGI 1977 Q5)

Munsell Soil Color Charts: 10YR 5/6 marrone giallastro

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella
 Lunghezza (cm.) = 32

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella + terra (gr)	215,9	220,6	219,7
Volume fustella (cm ³)	72	72	72
Peso di volume γ kN/m ³	19,67	20,31	20,42
Valore medio kN/m ³	20,13		

Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

Peso recipiente (gr)	9,91	9,56
Recipiente + campione umido (gr)	470,09	438,53
Recipiente + campione secco (gr)	414,29	386,71
umidità w (%)	13,8	13,7
Valore medio w %	13,8	

Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)

Peso picnometro (gr)	149,22	
Peso picnometro + acqua (gr)	389,05	
Peso picnometro + terra + acqua (gr)	442,61	
Peso specifico kN/m ³	25,21	
Valore medio kN/m ³	25,21	

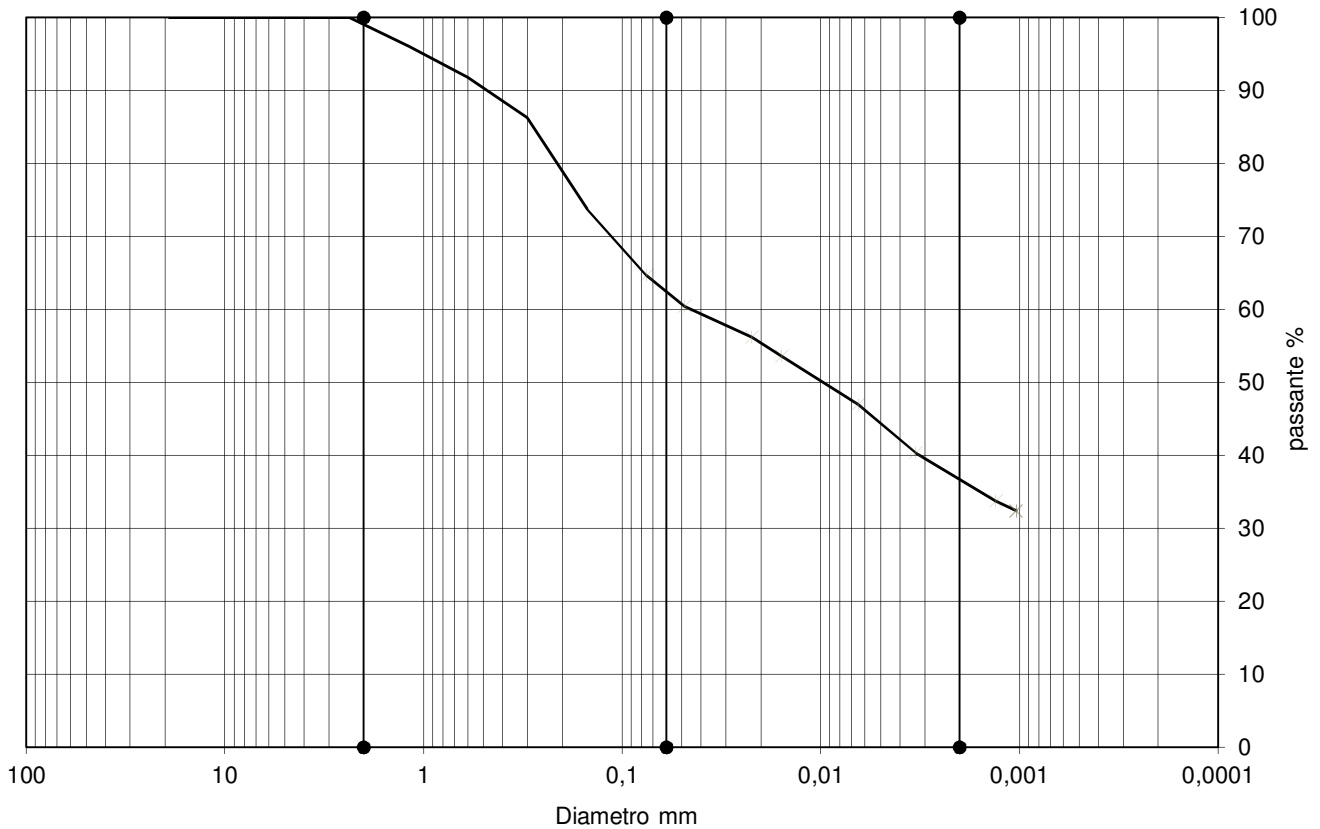
ANALISI GRANULOMETRICA

Comm.nte : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 2.0-2.4 Cert. n° : 1116 del : 9/9/11

Camp. : 1 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Setacciatura		Sedimentazione		% Ghiaia	% Sabbia	% Limo	% Argilla
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	> 2,0 mm	2,0-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm
25	100,0	0,0486	60,4	1,2	36,5	26,3	36,0
19	100,0	0,0222	56,2				
9,5	100,0	0,0157	53,6				
4,75	100,0	0,0065	46,9				
2,36	100,0	0,0033	40,3	D90	0,503		
1,18	96,0	0,0013	33,7	D60	0,046		
0,6	91,8	0,0010	32,4	D50	0,011		
0,300	86,3			D30			
0,150	73,7			D10			
0,075	64,6						
				Coeff. d'uniformità Cu =	143		
				Coeff. di curvatura Cc =	19,7		
				k = c*D10^2 cm/sec	1,5E-06		

T (°C) 26

% pass. ASTM n. 200 = 64,6

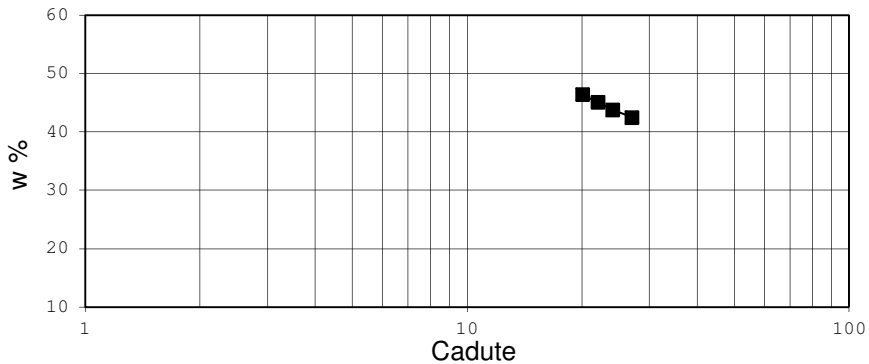
Peso camp. (gr) 40

LIMITI DI ATTERBERG

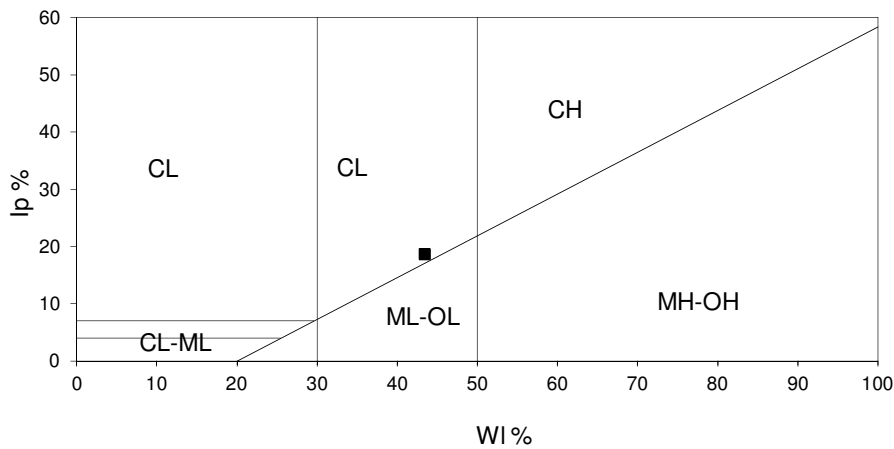
Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da 2.0-2.4 Cert. n° : 1115 del : 9/9/11
 Camp. : 1 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

LIMITE DI PLASTICITA'			LIMITE DI LIQUIDITA'			
Prova...						
Tara (gr)	21,85	26,75	23,85	24,48	23,19	22,24
R+TU (gr)	25,50	30,35	36,39	38,14	35,42	34,42
R+TS (gr)	24,77	29,64	32,65	33,98	31,62	30,56
Cadute			27	24	22	20
w %	25,0	24,6	42,5	43,8	45,1	46,4

Classificazione Carta di Casagrande CL
 Limite di liquidità WI % 43,4
 Limite di Plasticità Wp % 24,8
 Indice di plasticità IP % 18,7
 Indice di Consistenza Ic 1,6



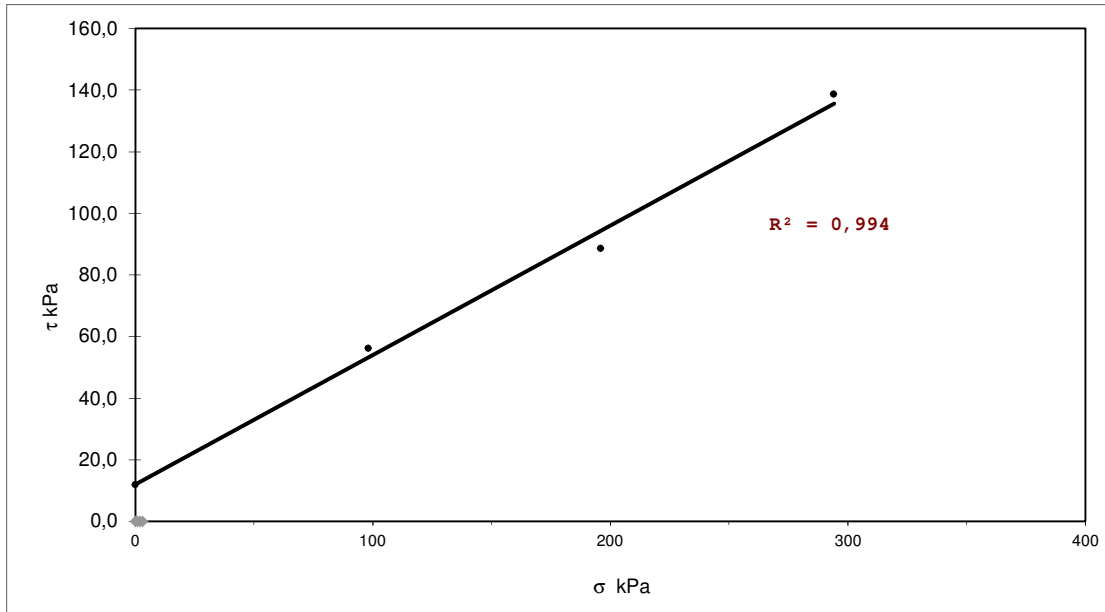
Carta di Plasticità di CASAGRANDE



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da 2.0-2.4
 Camp. : 1 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Coesione c' 11,9 kPa
 Angolo d'attrito φ' 22,8 °

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 2.0-2.4 Cert. n° 1117 del 09/09/11

Camp. : 1 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
0,0	6,4	3,0	18,3	0,0	5,3	3,0	18,3	0,0	10,3	2,9	59,7
0,1	8,9	3,0	18,1	0,1	7,8	3,0	18,3	0,1	15,6	3,0	60,0
0,1	10,8	3,1	17,8	0,2	10,0	3,1	18,1	0,1	21,1	3,1	59,7
0,2	12,5	3,1	18,3	0,2	11,1	3,2	18,3	0,2	24,2	3,1	59,4
0,3	13,6	3,2	17,5	0,3	12,8	3,2	18,1	0,2	27,8	3,2	59,2
0,3	14,4	3,2	17,5	0,3	13,9	3,3	18,1	0,3	31,4	3,2	59,2
0,4	15,3	3,3	17,5	0,4	14,4	3,3	18,3	0,3	32,8	3,3	59,2
0,4	16,4	3,3	17,5	0,4	15,3	3,4	18,1	0,4	35,0	3,3	58,9
0,5	16,9	3,4	17,5	0,5	16,4	3,4	18,1	0,5	36,4	3,4	58,9
0,5	17,5	3,5	18,1	0,5	16,9	3,5	18,1	0,5	37,2	3,4	58,6
0,6	17,5	3,5	18,3	0,6	17,2	3,6	18,1	0,6	39,2	3,5	58,3
0,6	17,8	3,6	18,9	0,7	17,8	3,6	18,1	0,6	40,8	3,6	58,6
0,7	18,3	3,6	18,3	0,7	18,1	3,7	18,1	0,7	42,8	3,6	58,6
0,8	18,3	3,7	18,3	0,8	18,3	3,7	18,1	0,7	44,4	3,7	58,9
0,8	18,1	3,7	18,3	0,8	18,6	3,8	18,1	0,8	46,9	3,7	58,1
0,9	18,6	3,8	18,3	0,9	18,9	3,8	18,1	0,8	47,5	3,8	57,2
0,9	18,6	3,8	18,1	0,9	18,6	3,9	18,1	0,9	48,6	3,8	57,2
1,0	19,4	3,9	18,1	1,0	18,9	3,9	18,1	1,0	50,0	3,9	56,7
1,0	19,4	4,0	17,8	1,1	18,9	4,0	18,1	1,0	50,8	4,0	56,7
1,1	19,4	4,0	18,9	1,1	18,9	4,1	18,1	1,1	52,5	4,0	56,9
1,1	20,0	4,1	18,3	1,2	19,2	4,1	18,1	1,1	53,3	4,1	56,7
1,2	19,7	4,1	17,8	1,2	18,9	4,2	18,1	1,2	53,9	4,1	56,4
1,3	19,7	4,2	18,6	1,3	18,9	4,2	18,1	1,2	53,9	4,2	56,1
1,3	20,0	4,2	18,3	1,3	18,9	4,3	17,8	1,3	53,6	4,2	55,8
1,4	19,2	4,3	18,3	1,4	18,9	4,3	17,8	1,4	54,2	4,3	56,1
1,4	19,4	4,4	18,3	1,4	18,9	4,4	17,8	1,4	53,9	4,3	56,1
1,5	19,7	4,4	18,6	1,5	18,9	4,4	17,8	1,5	54,2	4,4	55,3
1,5	19,4	4,5	18,3	1,6	18,6	4,5	17,8	1,5	55,6	4,5	55,0
1,6	19,2	4,5	18,1	1,6	18,6	4,6	17,8	1,6	56,7	4,5	54,4
1,7	19,2	4,6	17,8	1,7	18,3	4,6	17,5	1,6	57,8	4,6	54,4
1,7	18,9	4,6	17,8	1,7	18,3	4,7	17,5	1,7	57,5	4,6	53,9
1,8	19,2	4,7	18,1	1,8	18,3	4,7	17,5	1,7	57,8	4,7	54,4
1,8	18,6	4,8	18,3	1,8	18,3	4,8	17,8	1,8	59,2	4,7	54,7
1,9	18,9	4,8	18,3	1,9	18,3	4,8	17,5	1,9	59,4	4,8	54,7
1,9	18,6	4,9	18,6	2,0	18,3	4,9	17,5	1,9	59,4	4,9	54,4
2,0	18,6	4,9	18,6	2,0	18,6	5,0	17,5	2,0	58,9	4,9	54,2
2,1	18,9	5,0	18,1	2,1	18,6	5,0	17,2	2,0	58,6	5,0	54,4
2,1	18,6	5,0	18,1	2,1	18,3	5,1	17,5	2,1	58,9	5,0	54,2
2,2	17,8	5,1	17,8	2,2	18,3	5,1	17,5	2,1	58,6	5,1	53,9
2,2	18,3	5,2	17,2	2,2	18,6	5,2	17,2	2,2	58,3	5,1	53,6
2,3	18,6	5,2	18,1	2,3	18,3	5,2	17,2	2,3	58,9	5,2	53,6
2,3	18,3	5,3	17,5	2,4	18,3	5,3	17,5	2,3	58,9	5,3	53,6
2,4	18,3	5,3	17,5	2,4	18,6	5,4	17,5	2,4	59,2	5,3	53,9
2,5	18,1	5,4	17,5	2,5	18,6	5,4	17,5	2,4	58,9	5,4	54,2
2,5	18,1	5,4	17,8	2,5	18,3	5,5	17,5	2,5	59,2	5,4	53,9
2,6	18,6	5,5	17,8	2,6	18,3	5,5	17,2	2,5	59,7	5,5	53,9
2,6	18,3	5,6	17,5	2,6	18,3	5,6	17,2	2,6	59,7	5,5	53,9
2,7	18,1	5,6	16,7	2,7	18,1	5,6	17,5	2,7	59,7	5,6	53,3
2,7	18,3	5,7	16,9	2,8	18,1	5,7	17,5	2,7	59,7	5,7	53,3
2,8	18,1	5,7	16,9	2,8	18,1	5,8	17,2	2,8	59,4	5,7	53,9
2,8	18,3	5,8	16,7	2,9	18,1	5,8	17,5	2,8	60,8	5,8	54,4
2,9	18,6	5,8	16,7	2,9	18,3	5,9	17,5	2,9	60,0	5,8	54,2

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

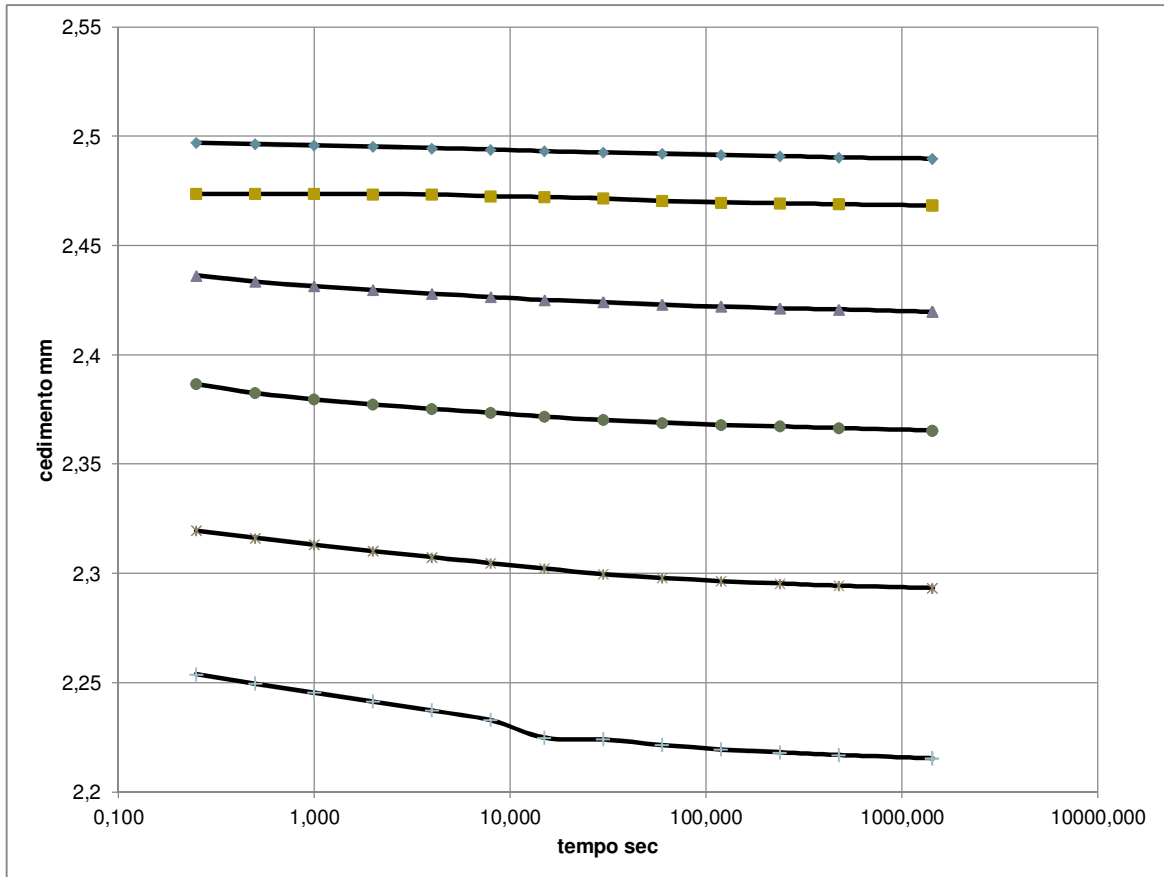
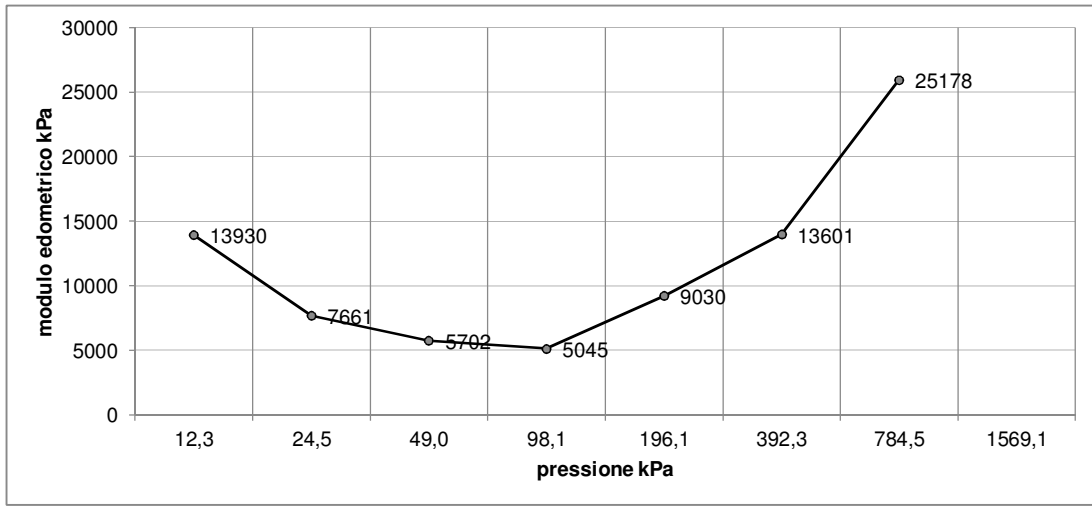
Sond. : 1 da 2.0-2.4 Cert. n° 1117 del : 9/9/11

Camp. : 1 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1		Provino 2				Provino 3			
Sh	t	Sh	t	Sh	t	Sh	t	Sh	t
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
5,9	16,9			5,9	17,5			5,9	54,4
5,9	17,2			6,0	17,2			5,9	54,2
6,0	16,7			6,0	17,2			6,0	54,2
6,1	15,6			6,1	17,2			6,1	54,4
6,1	15,8			6,2	17,5			6,1	54,7
6,2	16,4			6,2	17,5			6,2	54,4
6,2	16,1			6,3	18,1			6,2	54,7
6,3	16,4			6,3	17,5			6,3	55,0
6,3	16,7			6,4	17,2			6,3	55,3
6,4	16,1			6,4	16,9			6,4	54,7
6,4	15,8			6,5	16,9			6,4	54,7
6,5	14,7			6,6	17,5			6,5	54,4
6,6	15,8			6,6	17,5			6,6	54,4
6,6	15,8			6,7	17,8			6,6	54,7
6,7	16,1			6,7	17,8			6,7	54,4
6,7	15,8			6,8	18,1			6,7	54,7
6,8	15,3			6,8	17,8			6,8	55,0
6,8	14,2			6,9	17,5			6,8	55,3
6,9	14,4			7,0	17,8			6,9	55,6
7,0	14,4			7,0	17,5			6,9	55,0
7,0	14,4			7,1	17,2			7,0	55,3
7,1	14,4			7,1	17,2			7,1	55,0
7,1	15,0			7,2	17,5			7,1	55,0
7,2	15,6			7,2	17,5			7,2	55,3
7,2	14,7			7,3	17,5			7,2	55,3
7,3	14,7			7,3	17,5			7,3	55,3
7,4	15,3			7,4	17,2			7,4	55,6
7,4	15,3			7,4	17,8			7,4	55,0
7,5	14,7			7,5	17,5			7,5	55,3
7,5	14,7			7,6	17,2			7,5	55,3
7,6	14,4			7,6	16,9			7,6	55,0
7,6	14,7			7,7	16,9			7,6	55,0
7,7	14,7			7,7	16,9			7,7	55,0
7,8	14,4			7,8	16,9			7,8	55,0
7,8	14,4			7,8	16,9			7,8	55,0
								7,9	55,0
								7,9	55,3
								8,0	55,8

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp.: 1 da : 2.0-2.4
 Cert. n° : 1118 del : 9/9/11 Pagina : 3/3
 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5 Pag. 3/3



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

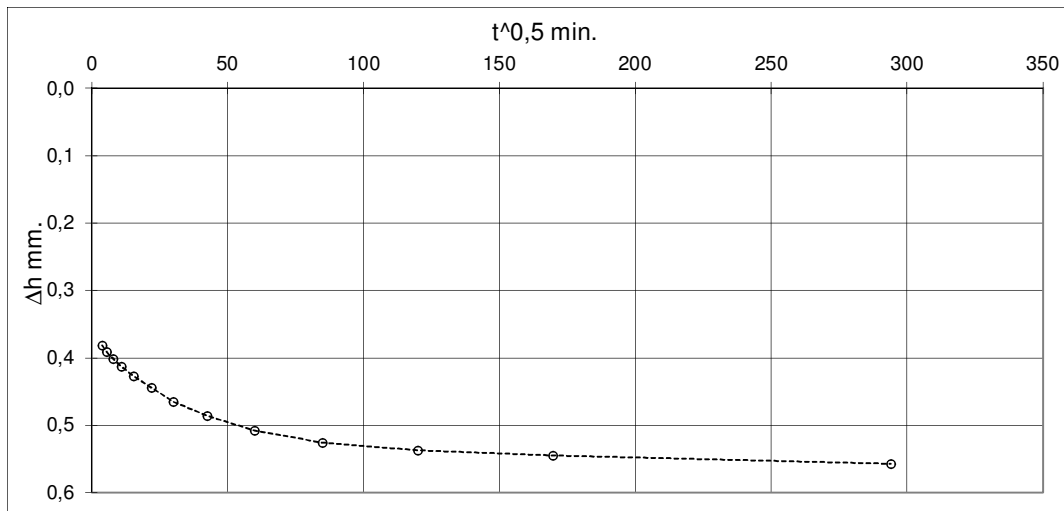
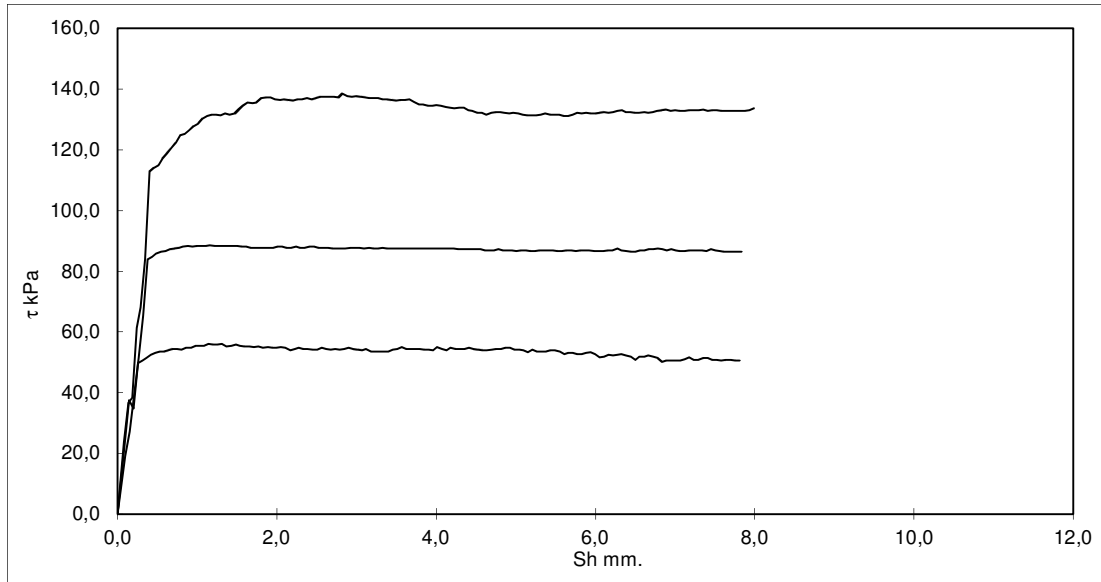
Consolidato drenato CD

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 2.0-2.4 Cert. n° 1117 del : 9/9/11

Camp. : 1 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Velocità def. mm/min.	0,005	Altezza (mm)	20	Lato (mm)	60
Sezione provini (cm ³)	36,00	Umidità iniziale %	19,0		

PROVINO	1	2	3
Abbassamento consolidazione ΔH mm	1,33	1,99	0,56
Abbassamento a rottura ΔrH mm	0,01	0,06	0,07
γ umido (kN/m ³)	19,67	20,31	20,42
γ secco (kN/m ³)	17,29	17,85	17,95
Umidità finale (%)	19,3	16,3	
Tensione verticale σ kPa	98,1	196,1	294,2
Sforzo a rottura kPa	56,11	88,61	138,61

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp.: 1 da : 2.0-2.4
 Cert. n° : 1118 del : 9/9/11 Pagina : 1/3
 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Caratteristiche fisiche iniziali provino

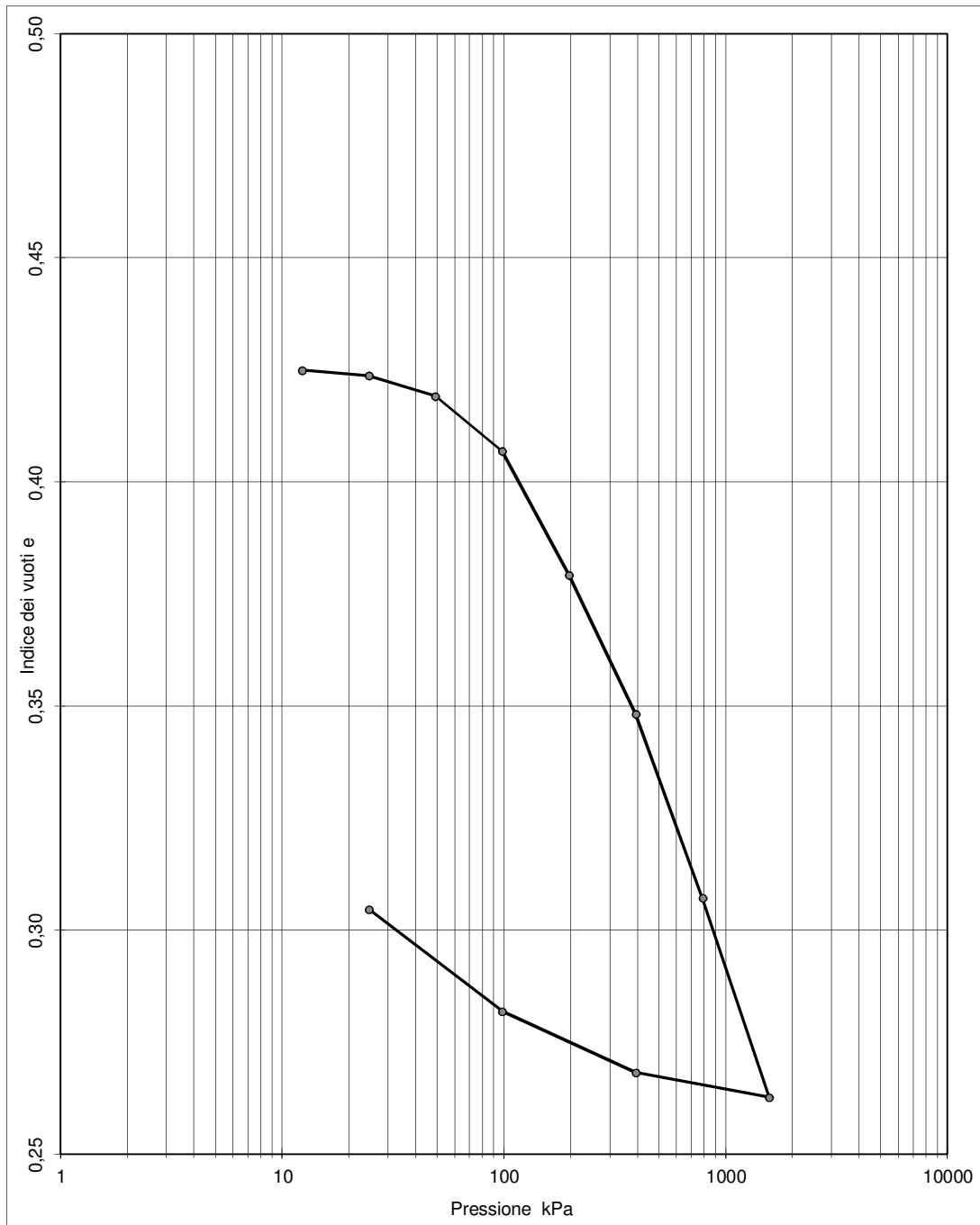
w %	γ kN/m ³	Gs kN/m ³	e	H iniz. mm
13,8	19,42	25,21	0,425	25,00

Caratteristiche provino edometrico			Intervalli di carico h	24
H fin. mm	24,85	w finale %	14,2	
γ finale kN/m ³		17,08	γ_d finale kN/m ³	17,07

Press.	Press.	e	ΔH	A	Def.	E	cv	k
kPa	kg/cm ²		mm.	mm.	%	kPa	cm ² /sec	cm/sec
12,3	0,125	0,425	0	25,00	0,00			
24,5	0,25	0,424	0,022	24,98	0,09	13930		
49,0	0,5	0,419	0,102	24,90	0,41	7661	9,3E-04	1,2E-08
98,1	1,0	0,407	0,317	24,68	1,27	5702	1,1E-04	1,9E-09
196,1	2,0	0,379	0,803	24,20	3,21	5045	3,2E-03	6,2E-08
392,3	4,0	0,348	1,346	23,65	5,38	9030	9,1E-03	9,8E-08
784,5	8,0	0,307	2,067	22,93	8,27	13601	1,4E-03	1,0E-08
1569,1	16,0	0,263	2,846	22,15	11,38	25178	1,1E-03	4,2E-09
392,3	4,0	0,268	2,749	22,25	11,00			
98,1	1,0	0,282	2,51	22,49	10,04			
24,5	0,25	0,305	2,11	22,89	8,44			
In.compressibilità Cc =		0,147						
In.rigonfiamento Cs =			In.ricompressione =					

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente.....	Dott. Franco Bulgarelli		
Cantiere.....	Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA		
Sond.... 1	Camp... 1	da.....	2.0-2.4
Cert. n°: 1118	del : 9/9/11	Pagina :	2/3
V.A. 177	Qualità Campione (AGI 1977)	Q5	



Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp. : 2 12.0-12.5
 V.A. : 177 del : 9/9/11 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Descrizione campione :
 Argilla con limo leggermente sabbioso mediamente consistente
 0-10 cm rimaneggiato

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella
 Lunghezza (cm.) = 35

Caratteristiche fisiche			Limiti di Atterberg			Granulometria		k m/sec
γ	gr/cm ³	kN/m ³	Class. Casagrande =	CL	% ghiaia	0,0		
w (%)	2,017	19,8	Limite Liquido WL % =	43,7	% sabbia	14,7		
Gs	2,618	25,7	Limite Plastico WP % =	25,3	% limo	38,8		
Gd	1,654	16,2	Indice di Plasticità IP =	18,4	% argilla	46,5		
e =	0,58		Indice di Consistenza Ic =	1,2	CNR10006-AASHO			
Sr (%) =	99		Limite Ritiro WR % =		Prove Pocket - Vane Test			
n (%) =	37				P.	V.T.		
					kg/cm ²		kg/cm ²	
Taglio CD	Residui	Taglio CU	TX UU	TX CU	ELL			
ϕ' (°)	ϕ_r (°)	ϕ (°)	cu (kg/cm ²)	ϕ (°)	cu (kg/cm ²)	0-10		
25						10-20	3	
c' (kg/cm ²)	cr (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	kPa	c (kg/cm ²)	kPa	20-30	2,8	
0,05						30-40	2,8	
kPa	kPa	kPa		kPa		40-50		
5,00						50-60		
						60-70		
Prova di compressione edometrica					Prove eseguite sul campione			
Indice compressibilità Cc		0,171						
PRESS.	cv	k	E	E				
kg/cm ²	cm ² /sec	cm/sec	kg/cm ²	kPa	umidità naturale w	X		
0,25					peso volume γ	X		
0,50	1,1E-03	9,1E-09	116	11403	peso specifico Gs	X		
1,00	5,1E-04	5,2E-09	97	9521	limiti Atterberg LA	X		
2,00	1,6E-03	1,2E-08	133	13076	granulometria Gr	X		
4,00	1,3E-03	7,8E-09	167	16413	taglio diretto TD	X		
8,00	9,1E-04	6,0E-09	153	15029	edometria ED	X		
16,00	5,8E-04	2,3E-09	247	24177	permeabilità Pr	-		
Deformazione di rigonfiamento					proctor PT	-		
Indice di ricomprensione					triassiale TX	-		
Indice di rigonfiamento					compressione ELL	-		
Proctor Standard								
w% optimum								
γ_d kN/m ³ optimum								

Lungh.	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
Prove		LIM+GRA	CD	EDO			

Munsell Soil Color Charts: 2.5Y 4/4 marrone oliva



Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da.....m.: 12.0-12.5
 Camp. : 2 Cert. n°: 1119 del : 9/9/11
 V.A. 177 Qualità Campione (AGI 1977 Q5)

Munsell Soil Color Charts: 2.5Y 4/4 marrone oliva

Tipo di campione : Indisturbato in : Fustella
 Lunghezza (cm.) = 35

Peso di volume (A.G.I. 1994-C.N.R. B.U. XII N.63)

Peso fustella + terra (gr)	219,9	215,4	211,2
Volume fustella (cm ³)	72	72	72
Peso di volume γ kN/m ³	20,35	19,74	19,26
Valore medio kN/m ³	19,78		

Contenuto d'acqua (C.N.R. U.N.I. 10008)

Peso recipiente (gr)	5,77	9,42
Recipiente + campione umido (gr)	344,26	379,09
Recipiente + campione secco (gr)	282,65	313,29
umidità w (%)	22,3	21,7
Valore medio w %	22,0	

Peso specifico dei grani (C.N.R. U.N.I. 10010-10013)

Peso picnometro (gr)	149,22	
Peso picnometro + acqua (gr)	389,05	
Peso picnometro + terra + acqua (gr)	417,05	
Peso specifico kN/m ³	25,68	
Valore medio kN/m ³	25,68	

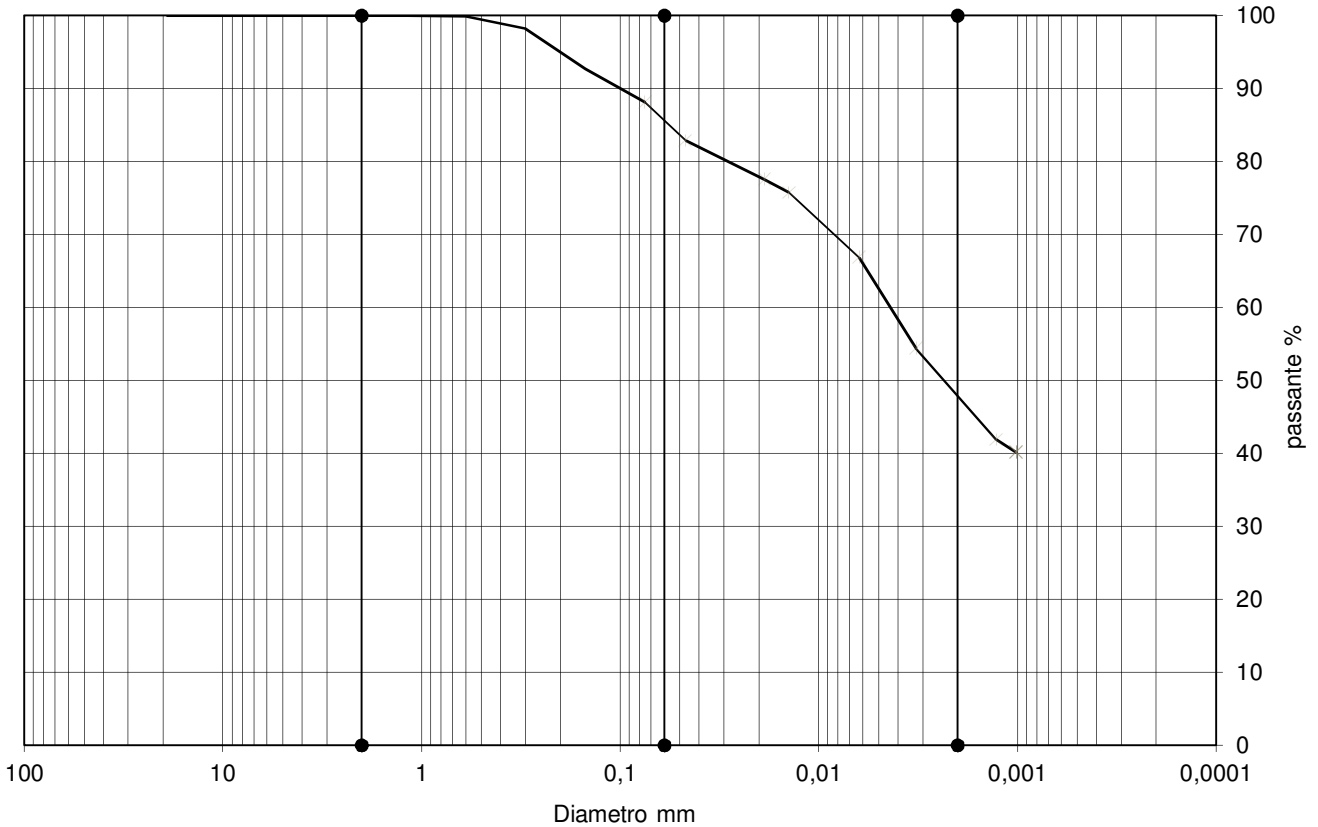
ANALISI GRANULOMETRICA

Comm.nte : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 12.0-12.5 Cert. n°: 1121 del : 9/9/11

Camp. : 2 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Setacciatura		Sedimentazione		% Ghiaia	% Sabbia	% Limo	% Argilla
Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	> 2,0 mm	2,0-0,06 mm	0,06-0,002 mm	<0,002 mm
25	100,0	0,0469	82,8	0,0	14,7	38,8	46,5
19	100,0	0,0187	77,5				
9,5	100,0	0,0141	75,8				
4,75	100,0	0,0062	66,8				
2,36	100,0	0,0032	54,4	D90	0,106		
1,18	100,0	0,0013	41,9	D60	0,005		
0,6	99,9	0,0010	40,1	D50	0,003		
0,300	98,3			D30			
0,150	92,7			D10			
0,075	88,1						
				Coeff. d'uniformità Cu =	18		
				Coeff. di curvatura Cc =	603,7		
				k = c*D10^2 cm/sec	9,6E-07		

T (°C) 26

% pass. ASTM n. 200 = 88,1

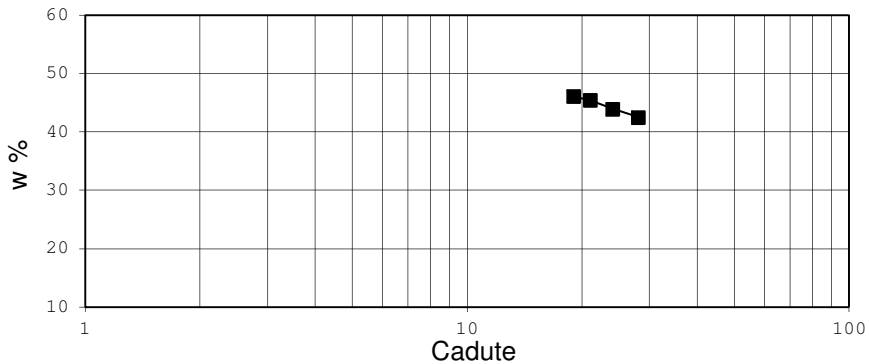
Peso camp. (gr) 40

LIMITI DI ATTERBERG

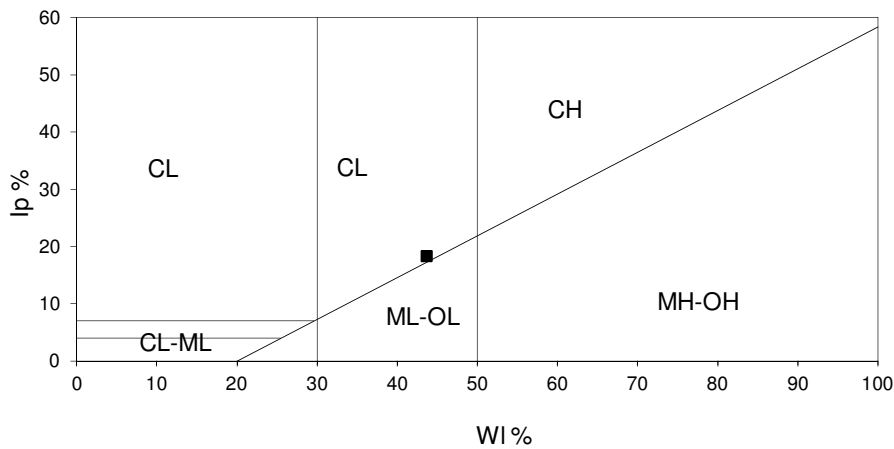
Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da 12.0-12.5 Cert. n° : 1120 del : 9/9/11
 Camp. : 2 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

LIMITE DI PLASTICITA'			LIMITE DI LIQUIDITA'			
Prova...						
Tara (gr)	23,75	24,11	26,27	25,15	23,87	22,85
R+TU (gr)	26,88	27,47	40,35	39,40	36,68	35,89
R+TS (gr)	26,25	26,79	36,15	35,05	32,68	31,78
Cadute			28	24	21	19
w %	25,2	25,4	42,5	43,9	45,4	46,0

Classificazione Carta di Casagrande CL
 Limite di liquidità WI % 43,7
 Limite di Plasticità Wp % 25,3
 Indice di plasticità IP % 18,4
 Indice di Consistenza Ic 1,2



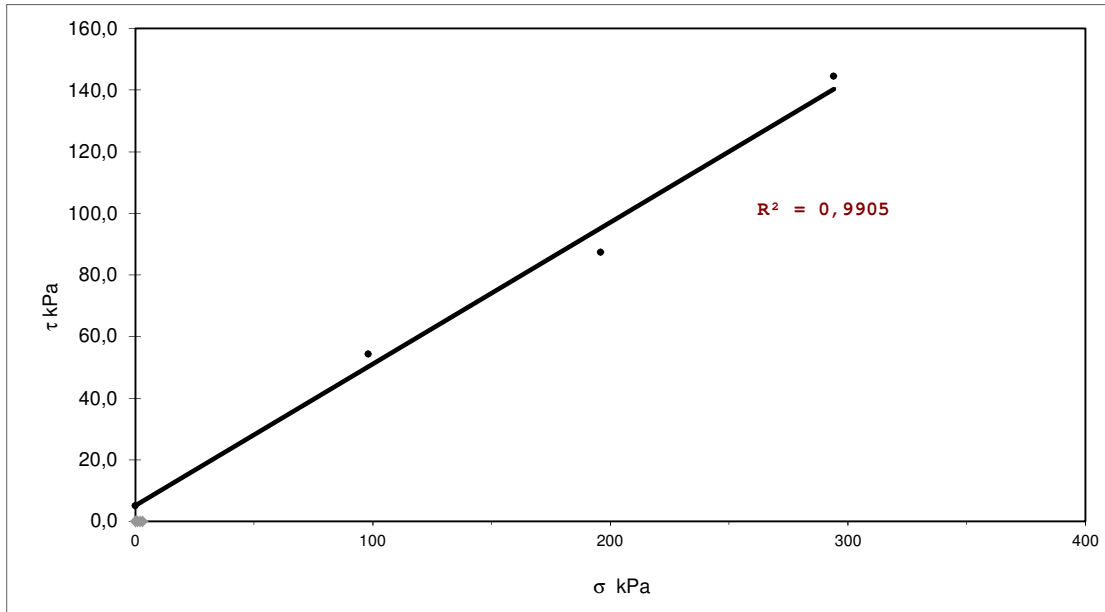
Carta di Plasticità di CASAGRANDE



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD su campione ricostruito passante 2,0 mm

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 da 12.0-12.5
 Camp. : 2 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Coesione c' 5,0 kPa
 Angolo d'attrito ϕ' 24,7 °

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD su campione ricostruito passante 2,0 mm

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 12.0-12.5 Cert. n° 1122 del 09/09/11

Camp. : 2 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ	Sh	τ
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
0,0	7,8	2,9	42,5	0,0	6,7	2,9	54,7	0,0	25,8	2,6	143,1
0,1	11,4	3,0	42,2	0,1	12,2	3,0	54,4	0,0	41,1	2,7	143,1
0,2	14,7	3,1	41,7	0,2	16,7	3,0	53,6	0,1	50,8	2,7	142,5
0,2	18,6	3,1	41,1	0,2	20,3	3,1	53,1	0,2	58,3	2,8	142,5
0,3	21,9	3,2	40,8	0,3	23,6	3,1	52,2	0,2	65,0	2,8	141,7
0,3	25,0	3,2	40,6	0,3	26,4	3,2	51,7	0,2	70,6	2,9	141,4
0,4	26,9	3,3	40,3	0,4	29,2	3,3	51,4	0,3	75,8	2,9	140,8
0,4	28,6	3,4	40,0	0,4	31,7	3,3	51,1	0,3	80,0	3,0	140,3
0,5	30,6	3,4	40,0	0,5	34,4	3,4	50,3	0,4	83,6	3,0	139,4
0,5	32,5	3,5	40,0	0,5	36,7	3,4	49,7	0,4	88,3	3,1	138,1
0,6	34,2	3,5	39,4	0,6	38,9	3,5	49,2	0,5	91,7	3,1	138,1
0,6	35,8	3,6	39,4	0,6	41,1	3,5	49,2	0,5	95,3	3,2	137,8
0,7	37,8	3,6	39,4	0,7	42,8	3,6	48,9	0,6	98,1	3,2	136,9
0,7	38,9	3,7	39,2	0,7	44,7	3,7	48,9	0,6	100,8	3,3	136,7
0,8	40,3	3,8	39,2	0,8	46,4	3,7	48,1	0,7	103,6	3,3	136,4
0,9	41,7	3,8	39,2	0,8	47,8	3,8	47,8	0,7	106,1	3,4	135,8
0,9	43,3	3,9	38,9	0,9	49,4	3,8	47,2	0,8	108,9	3,5	135,6
1,0	44,4	3,9	38,9	0,9	50,6	3,9	46,9	0,8	111,1	3,5	135,8
1,0	45,6	4,0	38,9	1,0	52,2	3,9	46,7	0,9	113,6	3,6	135,3
1,1	46,7	4,0	38,6	1,0	53,3	4,0	46,7	0,9	115,6	3,6	135,3
1,2	47,8	4,1	38,6	1,1	54,4	4,0	46,7	1,0	117,8	3,7	134,4
1,2	48,6	4,1	38,3	1,1	55,8	4,1	46,4	1,0	119,4	3,7	133,3
1,3	49,4	4,2	38,3	1,2	57,2	4,1	46,1	1,1	121,4	3,8	133,1
1,3	50,6	4,3	38,3	1,3	58,3	4,2	45,6	1,1	123,1	3,8	132,2
1,4	50,8	4,3	38,3	1,3	59,4	4,2	45,3	1,2	125,0	3,9	131,9
1,4	51,7	4,4	38,1	1,4	60,6	4,3	45,0	1,2	126,4	3,9	131,1
1,5	52,2	4,4	38,1	1,4	61,4	4,3	45,0	1,3	128,3	4,0	130,6
1,5	52,8	4,5	38,1	1,5	62,2	4,4	44,4	1,3	130,0	4,0	130,0
1,6	53,3	4,5	38,1	1,5	63,3	4,4	44,4	1,4	131,9	4,1	130,6
1,6	53,9	4,6	37,8	1,6	64,7	4,5	43,6	1,4	133,1	4,1	129,7
1,7	53,9	4,7	37,8	1,6	65,3	4,5	43,6	1,5	134,4	4,2	129,4
1,7	54,2	4,7	37,8	1,7	65,6	4,6	43,9	1,5	135,6	4,2	128,6
1,8	54,2	4,7	37,8	1,7	65,6	4,7	44,2	1,6	137,2	4,3	127,5
1,8	54,2	4,8	37,5	1,8	65,6	4,7	44,4	1,6	138,3	4,3	127,8
1,9	53,9	4,9	37,5	1,9	65,6	4,7	43,9	1,7	139,7	4,4	126,9
2,0	53,6	4,9	37,5	1,9	65,6	4,8	43,3	1,7	140,3	4,4	126,7
2,0	53,3	5,0	37,2	2,0	65,3	4,9	42,8	1,8	141,7	4,5	126,4
2,1	53,3	5,0	37,2	2,0	65,0	4,9	42,5	1,8	141,7	4,5	126,1
2,1	52,5	5,1	36,9	2,1	64,2	5,0	42,2	1,9	142,5	4,6	126,1
2,2	52,2	5,2	36,9	2,1	63,9	5,0	42,5	1,9	143,1	4,6	125,3
2,2	51,7	5,2	36,9	2,2	62,5	5,1	42,8	2,0	143,6	4,7	125,3
2,3	50,8	5,3	36,9	2,3	61,1	5,2	42,2	2,0	143,9	4,7	124,7
2,4	50,3	5,3	36,9	2,3	60,3	5,2	42,2	2,1	143,9	4,8	125,0
2,4	49,4	5,4	36,7	2,4	60,0	5,2	41,9	2,1	143,9	4,9	125,3
2,5	48,6	5,4	36,4	2,4	59,2	5,3	41,9	2,2	144,4	4,9	125,3
2,5	47,5	5,5	36,4	2,5	58,6	5,3	41,9	2,2	144,2	5,0	124,7
2,6	46,9	5,5	36,4	2,6	58,1	5,4	41,7	2,3	144,4	5,0	124,2
2,7	46,1	5,6	36,1	2,6	57,5	5,5	41,4	2,3	144,2	5,1	123,6
2,7	45,3	5,7	36,1	2,7	56,9	5,5	41,1	2,4	144,2	5,1	122,8
2,8	44,7	5,7	36,1	2,7	56,7	5,5	40,8	2,4	143,9	5,2	122,5
2,8	43,9	5,8	36,1	2,8	55,8	5,6	41,1	2,5	143,3	5,2	122,5
2,9	43,1	5,8	35,8	2,9	55,3	5,6	41,1	2,6	143,3	5,2	121,7

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Consolidato drenato CD su campione ricostruito passante 2,0 mm

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 12.0-12.5 Cert. n° 1122 del : 9/9/11

Camp. : 2 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Provino 1		Provino 2				Provino 3			
Sh	t	Sh	t	Sh	t	Sh	t	Sh	t
mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa	mm.	kPa
5,9	35,6			5,7	41,1			5,3	121,7
5,9	39,2			5,7	41,1			5,4	121,7
6,0	39,2			5,8	40,6			5,4	120,6
6,0	39,2			5,8	40,8			5,5	120,6
6,1	39,2			5,9	40,6			5,5	120,8
6,1	39,2			6,0	40,8			5,6	120,6
6,2	39,2			6,0	40,8			5,6	120,0
6,2	39,4			6,1	40,6			5,6	119,4
6,3	39,4			6,1	40,3			5,7	120,0
6,4	39,4			6,2	40,3			5,8	119,4
6,4	39,4			6,2	40,0			5,8	118,3
6,5	39,7			6,3	39,7			5,9	117,8
6,5	39,4			6,3	39,4			5,9	117,2
6,6	39,4			6,4	39,2			6,0	116,1
6,7	39,4			6,4	38,9			6,0	116,4
6,7	39,4			6,5	38,9			6,1	115,8
6,7	39,7			6,6	38,6			6,1	115,6
6,8	39,7			6,6	38,9			6,2	115,0
6,9	39,4			6,7	38,6			6,2	115,0
6,9	39,4			6,7	38,9			6,3	115,0
7,0	39,4			6,8	38,9			6,3	115,0
7,0	39,2			6,8	38,9			6,4	114,2
7,1	39,4			6,9	38,6			6,4	114,4
7,1	39,4			6,9	38,3			6,5	114,4
7,2	39,4			7,0	38,1			6,5	114,2
7,2	39,4			7,0	38,6			6,6	114,4
7,3	39,4			7,1	38,6			6,6	114,2
7,3	39,4			7,1	38,6			6,7	114,2
7,4	39,7			7,2	38,6			6,7	114,2
7,4	39,7			7,3	38,3			6,8	113,6
7,5	39,7			7,3	38,1			6,8	113,1
7,6	40,0			7,4	38,1			6,9	112,2
7,6	39,7			7,4	37,8			6,9	112,5
7,7	39,7			7,5	37,5			7,0	112,5
7,7	40,0			7,5	37,5			7,0	112,2
	40,0			7,6	37,5			7,1	111,7
	39,4							7,1	111,7
	39,7							7,2	111,4
	39,4								
	39,7								

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

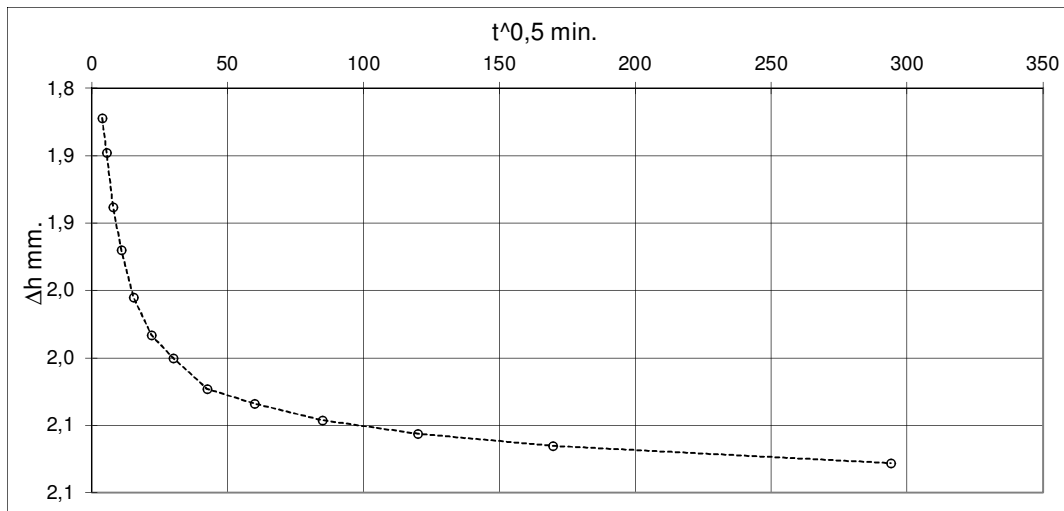
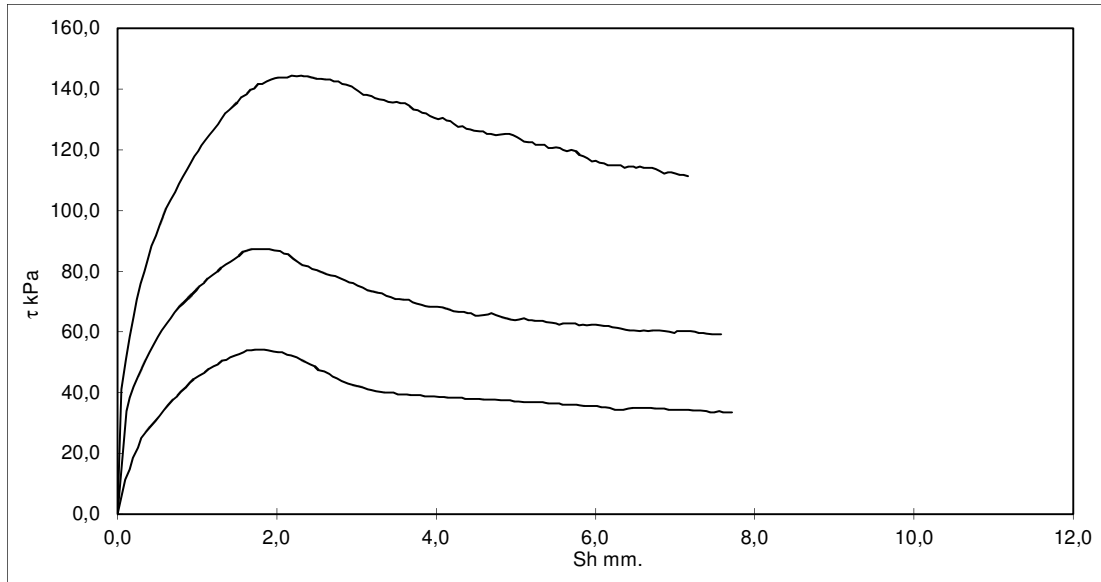
Consolidato drenato CD su campione ricostruito passante 2,0 mm

Committente : Dott. Franco Bulgarelli

Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA

Sond. : 1 da 12.0-12.5 Cert. n° 1122 del : 9/9/11

Camp. : 2 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5



Velocità def. mm/min.	0,005	Altezza (mm)	20	Lato (mm)	60
Sezione provini (cm ³)	70,69	Umidità iniziale %	19,0		

PROVINO	1	2	3
Abbassamento consolidazione ΔH mm	0,89	1,19	2,08
Abbassamento a rottura ΔrH mm	0,09	0,22	0,22
γ umido (kN/m ³)	20,35	19,74	19,26
γ secco (kN/m ³)	16,69	16,19	15,80
Umidità finale (%)	21,2	18,5	25,5
Tensione verticale σ kPa	98,1	196,1	294,2
Sforzo a rottura kPa	54,17	87,22	144,44

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp.: 2 da : 12.0-12.5
 Cert. n° : 1123 del : 9/9/11 Pagina : 1/3
 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5

Caratteristiche fisiche iniziali provino

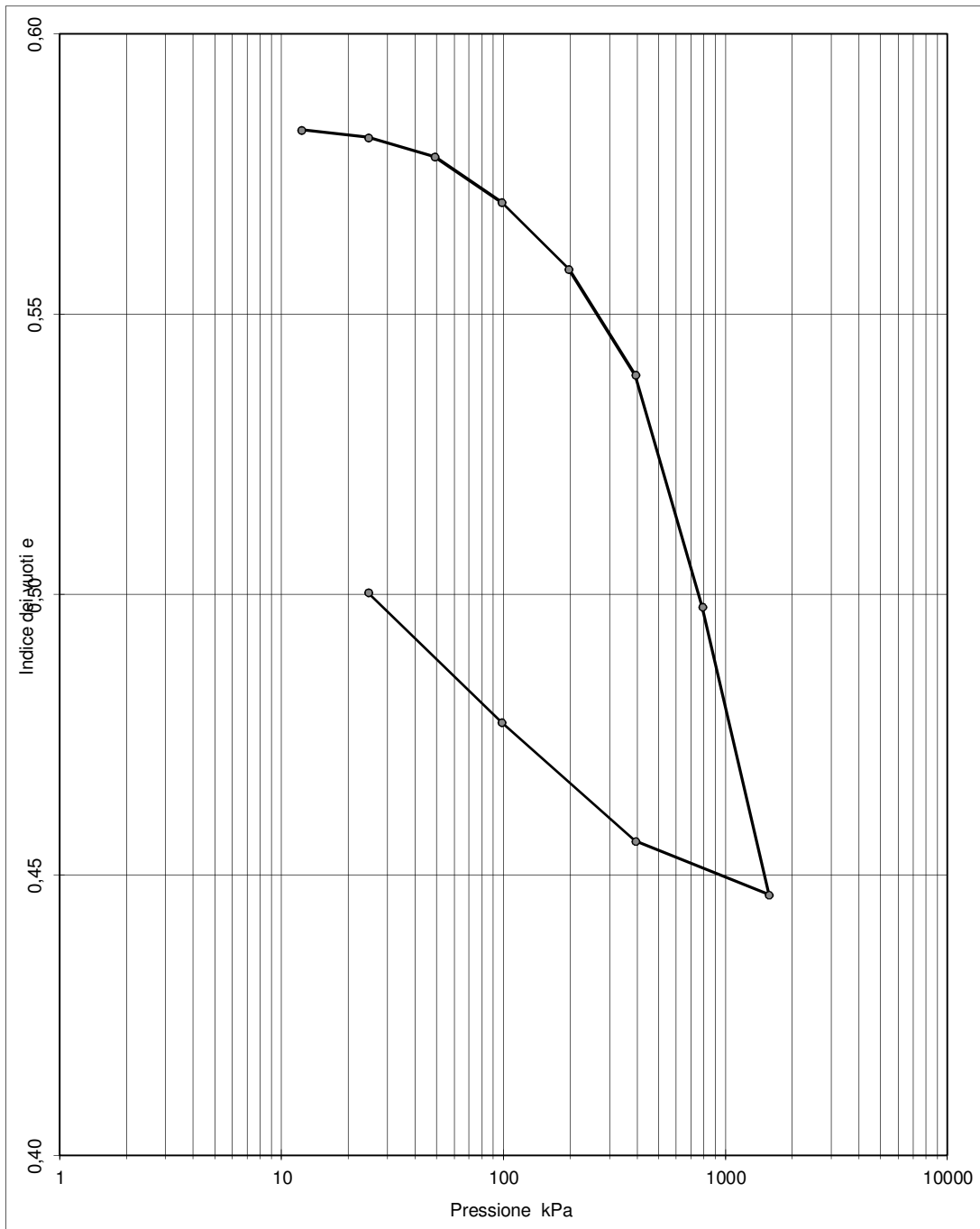
w %	γ kN/m ³	Gs kN/m ³	e	H iniz. mm
22,0	19,42	25,68	0,583	20,00

Caratteristiche provino edometrico			Intervalli di carico h	24
H fin. mm	1,98	w finale %	17,6	
γ finale kN/m ³	18,71	γ_d finale kN/m ³	15,92	

Press.	Press.	e	ΔH	A	Def.	E	cv	k
kPa	kg/cm ²		mm.	mm.	%	kPa	cm ² /sec	cm/sec
12,3	0,125	0,583	0	20,00	0,00			
24,5	0,25	0,582	0,017	19,98	0,09	14422		
49,0	0,5	0,578	0,06	19,94	0,30	11403	1,1E-03	9,1E-09
98,1	1,0	0,570	0,163	19,84	0,82	9521	5,1E-04	5,2E-09
196,1	2,0	0,558	0,313	19,69	1,57	13076	1,6E-03	1,2E-08
392,3	4,0	0,539	0,552	19,45	2,76	16413	1,3E-03	7,8E-09
784,5	8,0	0,498	1,074	18,93	5,37	15029	9,1E-04	6,0E-09
1569,1	16,0	0,446	1,723	18,28	8,62	24177	5,8E-04	2,3E-09
392,3	4,0	0,456	1,602	18,40	8,01			
98,1	1,0	0,477	1,335	18,67	6,68			
24,5	0,25	0,500	1,042	18,96	5,21			
In.compressibilità Cc =	0,171							
In.rigonfiamento Cs =		In.ricompressione =						

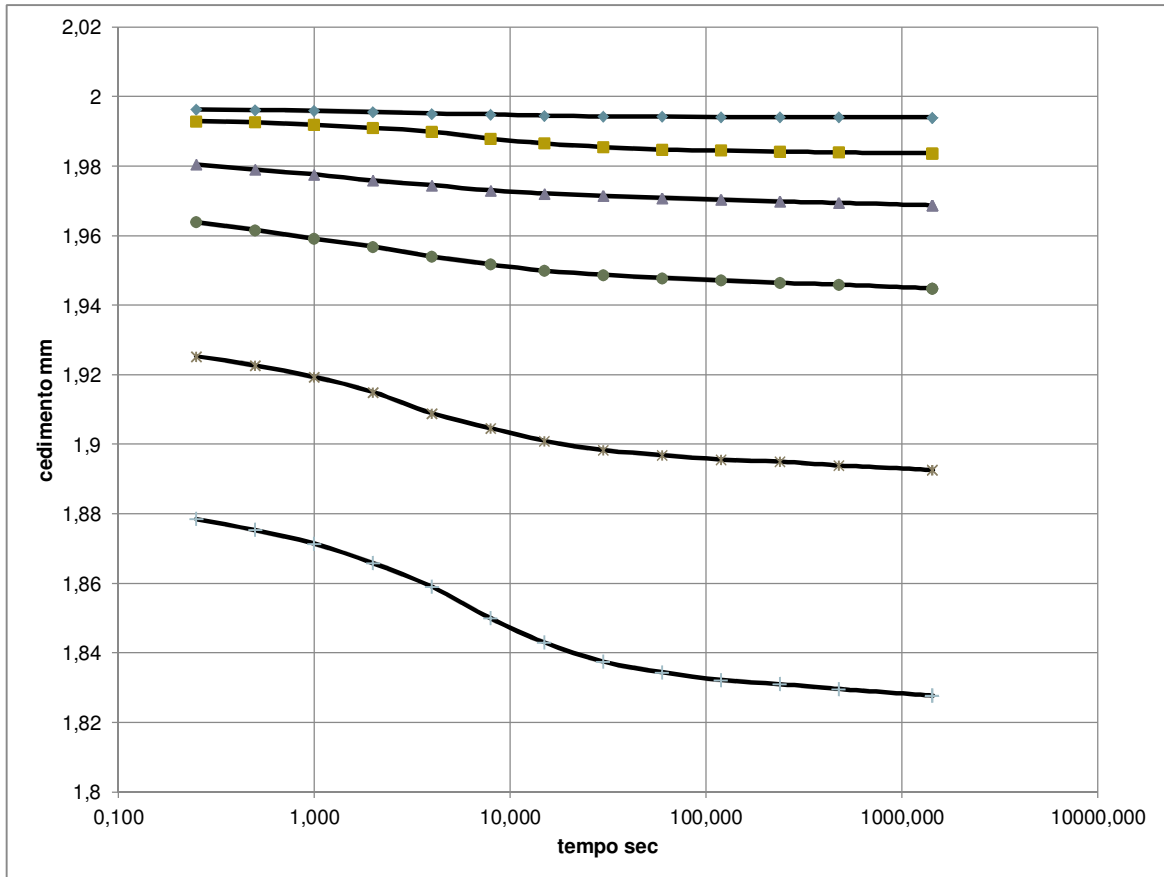
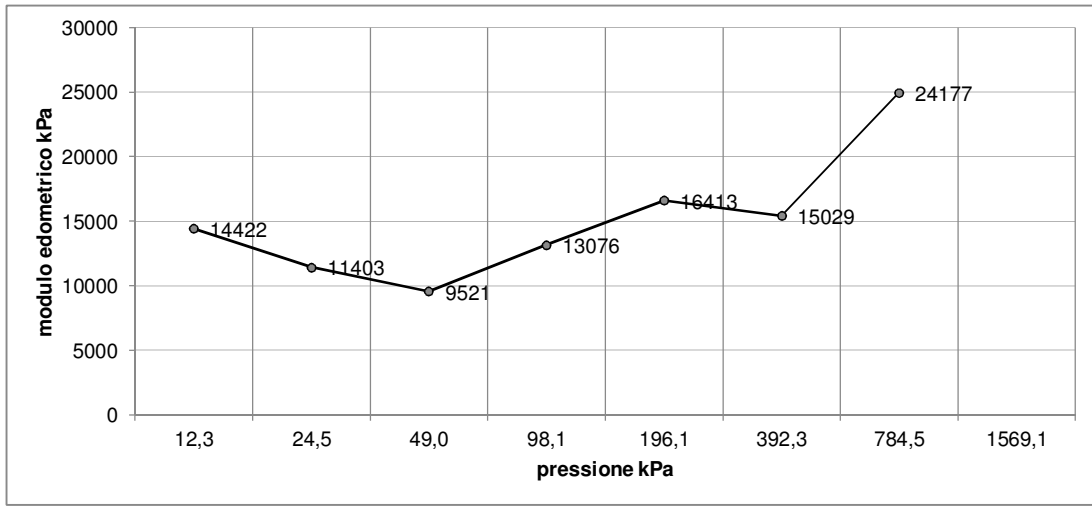
PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

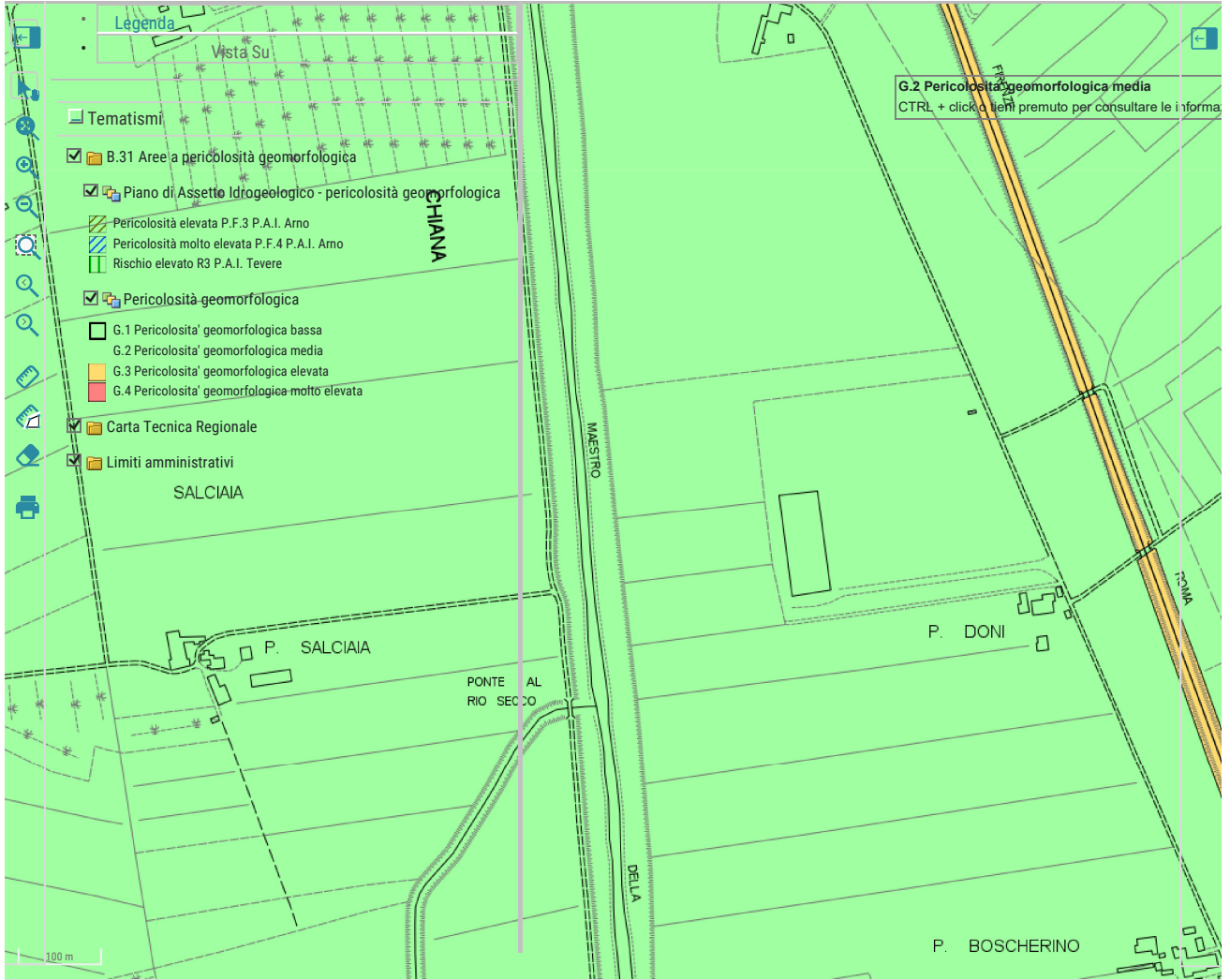
Committente.....	Dott. Franco Bulgarelli		
Cantiere.....	Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA		
Sond.... 1	Camp... 2	da.....	12.0-12.5
Cert. n°: 1123	del : 9/9/11	Pagina :	2/3
V.A. 177	Qualità Campione (AGI 1977)	Q5	



PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

Committente : Dott. Franco Bulgarelli
 Cantiere : Località San Zeno (AR) - Proprietà AISA
 Sond. : 1 Camp.: 2 da : 12.0-12.5
 Cert. n° : 1123 del : 9/9/11 Pagina : 3/3
 V.A. 177 Qualità campione (AGI 1977) Q5 Pag. 3/3





anonimo

1 feature selezionata

1:5000

ldp

