

ACCORDO OPERATIVO

AI SENSI DELL'ART. 38 L.R. N. 24 DEL 21/12/2017


AMBITO RIALE GALVANO NORD - 2

VIA BENINI - ZOLA PREDOSA (BO)

Committenti:	Gini s.r.l. Via Porrettana n.277 40033 Casalecchio di Reno (BO)				
Lavoro: 0396	Progettisti: Ing. Roberto Brunelli C.F. BRNRRT66C02A944Q e_mail: brunelli@studiosap.it PEC: roberto.brunelli@ingpec.eu				

Aggiornamenti	4				
	3				
	2		Definitivo		
	1		Bozza		
	0	12 Novembre 2019	Accordo Operativo	Ing. Roberto Brunelli	Emissione
	N	Data	Fase	Redatto	Descrizione

Elaborato:	Codice:	N. Elaborato:
RELAZIONE GEOLOGICA	RE	02

Redatto da: 	SAPtecnica srl. Società di Ingegneria Via Dante,11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO) Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it
--	---

PAGINA LASCIATA INTENZIONALMENTE BIANCA



Sommario

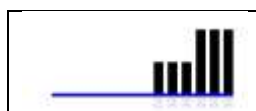
1	ALLEGATO 1 RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA	4
2	ALLEGATO 2 INTEGRAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA	78



1 ALLEGATO 1 RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA



Dott. Alberto Filelfi Via Ca' della Chiesa n°12 40050 Loiano (BO) Tel/Fax: 051-342668 Cell: 335-6113540 studioafgeo@gmail.com www.rigeo.it P.Iva: 02426331209 C.F.: FLLRT75C02E655F	COMUNE DI ZOLA PREDOSA CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	
	ACCORDO OPERATIVO art. 38 L.R.24/2017 AMBITO RIALE GALVANO NORD - 2 VIA BENINI - ZOLA PREDOSA (BO)	
	RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA	
	Committente: Gini S.r.l. _____	
	Redazione: Dott. Alberto Filelfi 	Spazio per ufficio tecnico
 Dott. Geol. Alberto Filelfi Studio di Geologia Applicata ed Ambientale <small>Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna A.P. n°1115</small>	Data Febbraio 2019 Prot. Int.: RG162602191	



1 - INTRODUZIONE

Nella relazione seguente sono presentati i risultati dello studio geologico e sismico realizzato in un comparto situato tra via Balzani e via Benini. Il lotto è identificato nel PSC del comune di Zola Predosa nella scheda normativa n°27 dell' "Ambito Riale Galvano Nord - 2 (APS.i2)".

Scopo del lavoro è quello di ricostruire il *modello geologico* e il *modello sismico* preliminare dell'area, in modo tale da verificare la compatibilità dei nuovi interventi urbanistici con le condizioni di pericolosità locale della zona.

Lo studio è stato impostato nel seguente modo:

- Rilievo di dettaglio dell'area e di un suo significativo intorno per accertare il quadro geologico e morfologico generale.
- Consultazione cartografia tematica dell'area:
 - *Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna, scala 1:10.000.*
 - *PTCP Città Metropolitana di Bologna.*
 - *Cartografia allegata al PSC del Comune di Zola Predosa.*
 - *Studio di Micorzonazione Sismica del Comune di Zola Predosa.*
- Consultazione della stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo realizzato nel lotto nel dicembre 1977 e visibile nelle banche dati on-line della Regione Emilia Romagna.
- Esecuzione di n°3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica dotata di piezocono (CPTu) e di n°7 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) allo scopo di definire la successione litostratigrafica del primo sottosuolo e ottenere indicazioni sulle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei depositi presenti.
- Realizzazione di uno studio geofisico mediante una registrazione sismica a stazione singola passiva (Tromino) e attiva (MASW).
- Ricostruzione del modello geologico e del modello sismico del sito.
- Conclusioni finali

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in accordo con le normative di seguito elencate:

- D.M. 17 gennaio 2018, "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e codici normativi in esso richiamati (Eurocodici 7 e 8);
- EUROCODICE 7 – Geotechnical design – Part 1: *General rules* UNI EN 1997-1 (Novembre 2004);
- EUROCODICE 8 – Design of structures for earthquake resistance – Part 1: *General rules, seismic actions and rules for buildings* UNI EN 1998-1 (Dicembre 2004); Part 5: *Fundations, retaining structures and geotechnical aspects* UNI EN 1998-5 (Novembre 2004);



- Ordinanza O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Legge regionale 30 ottobre 2008, n.19 "Norme per la riduzione del rischio sismico" con le modifiche apportate dalla L.R. 6 luglio 2009, n.6 e dalla L.R. 23 dicembre 2016, n. 25. Contenuto nel B.U.R. 44 del 12/03/2010.

2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il comparto è identificato nella seguente cartografia:

- Tavola 220-NE della Carta Tecnica Regionale a scala 1:25.000 (Vedi tav. 1).
- Elemento n° 220072 della Carta Tecnica Regionale a scala 1:5.000 (Vedi tav. 2).

3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area in esame si trova nell'alta pianura bolognese, circa 2,1 Km a nord-est del capoluogo di Zola Predosa, al margine settentrionale di un' ampia zona artigianale. Il lotto studiato attualmente è ricoperto da campi agricoli non coltivati; dalla consultazione di alcune foto aeree (Volo GAI 1954) e carte topografiche storiche (IGM 1860) si evince che tale destinazione d'uso permane da più di 150 anni.

Dal punto di vista geomorfologico il comparto si trova ad una quota topografica di circa 62,5 m s.l.m., al margine tra l'area artigianale di Zola Predosa e le aree agricole dell'alta pianura padana. Il lotto presenta un assetto sub-pianeggiante con un leggero gradiente in direzione NE e risulta depresso, rispetto a via Benini, di circa 0,5 m.

Dal punto di vista geologico il comparto sorge in corrispondenza della conoide del torrente Lavino. L'alveo del corso d'acqua si trova circa 1 Km a ovest del lotto.

Nell'area sono presenti depositi quaternari appartenenti al Subintema di Ravenna (AES8), di età post-romana (IV-VI secolo d.C.) fino all'attuale, datati tramite il metodo del C^{14} su reperti archeologici. Tali terreni derivano dalla sedimentazione operata dal torrente Lavino e dal Fiume Reno durante le fasi di piena, dove a seguito di eventi di tracimazione dell'argine o di rotta fluviale, l'abbondante materiale in sospensione si depositava nella piana inondabile.

In particolare la carta geologica di superficie della Regione Emilia Romagna in scala 1:25000 (vedi tavola 3) evidenzia che il lotto studiato ricade sopra a "depositi di conoide e di terrazzo" dove in superficie si trovano "Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari".



4 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di definire puntualmente le caratteristiche, stratigrafiche, geomeccaniche e idrogeologiche dell'area si sono effettuate e consultate le seguenti indagini geognostiche:

- esecuzione di n°3 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU);
- esecuzione di n°7 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT);
- consultazione della stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo profondo 17 m, eseguito nel lotto nel dicembre 1977 dalla ditta Ge.Im.Co. S.p.a., e visibile nelle banche dati on-line della Regione Emilia-Romagna;

Tutte le prove sono state ubicate in modo tale da essere rappresentativa per l'intera area (vedi tavola 4). Le prove sono state eseguite in data 15-01-2019 e 17-01-19 con un penetrometro Deep-Drill SP100-C.

La prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU) consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/sec}$). La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta idraulica, che agisce su una batteria di aste alla cui estremità inferiore è collegata una punta elettrica conica dotata di un dispositivo di registrazione delle resistenze di punta e laterali alla penetrazione, tramite trasduttori. Nei pressi della punta è presente anche un setto poroso riempito di grasso che consente la misura in continuo della pressione idrostatica dei terreni indagati. I dati vengono registrati con intervalli regolari di 1 cm e trasmessi ad una centralina posta in superficie, tramite un cavo elettrico passante all'interno delle aste.

Nella prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT) la punta (sempre di dimensioni e caratteristiche standardizzate) è infissa nel terreno mediante una batteria doppia di aste. La punta conica è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo Begemann). La lettura dei valori di Q_c (resistenza di punta) – f_s (resistenza laterale) vengono effettuate mediante un manometro idraulico attaccato alla testa di spinta del penetrometro e vengono registrate ad intervalli regolari di 20 cm (vedi grafici e tabulati nell'allegato A a fine testo). Le varie resistenze della punta e del manicotto laterale vengono trasmesse al manometro tramite la batteria di astine libere contenuta all'interno delle aste di rivestimento.

La profondità massima indagata è stata di circa 18-19 m e risulta significativa sia per le opere in progetto che per le verificare del rischio di liquefazione del terreno in aree con sismi massimi attesi attorno a 6 Mw. Non è stato possibile spingere le prove a profondità maggiori in quanto a -18--19 m è presente una lente di ghiaie addensate imperforabile dalla strumentazione utilizzata.



5 - **MODELLO GEOLOGICO**

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini geognostiche evidenziano una situazione litostratigrafica abbastanza disomogenea, tipica di aree di conoide fluviale. In superficie si incontra circa 0,8-1,0 m di terreno vegetale (unità litostratigrafica TV). Il terreno vegetale è composto prevalentemente da limi argillosi e limi sabbiosi con inglobati, in alcuni settori, frammenti litoidi.

Da circa 0,8-1,0 m di profondità si incontrano terreni costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie limose (unità litostratigrafica A) fino a circa 2-3 m di profondità (solo nella prova CPT2 e nel sondaggio le sabbie raggiungono le quote di -5,6 m e -4,0 m dal p.c.). L'unità A presenta spessori variabili da 0,5 m (CPTu10) a 4,5 m (CPT2), e in generale presenta discrete caratteristiche geotecniche.

Da circa -1,6-2,6 m e fino a -4-6 m di profondità si incontrano limi argillosi e argille limose prevalenti con valori di Q_c compresi tra 10 e 30 Kg/cm² (unità litostratigrafica B). Anche l'unità B presenta spessori variabili da 0,4 m (CPTu10) a 2,6 m (CPT2) e in generale presenta una consistenza mediocre con valori di Q_c spesso vicino a 10-12 Kg/cm².

Sotto l'unità B e fino a circa -4-7,5 m dal p.c. è presente una lente di limi sabbiosi e sabbie limose con valori di Q_c compresi mediamente tra 16 e 30 Kg/cm² (unità litostratigrafica C).

A -4-7,5 m di profondità si incontrano delle lenti di ghiaia e ghiaia sabbiosa da addensate a molto addensata che diventano, spesso, impermeabili dalla strumentazione utilizzata (unità litostratigrafica D). Tali lenti presentano spessori variabili da parecchi metri (9 m - sondaggio 220070P430) a sfumare fino a sparire (0 m - prova CPT7).

Le indagini che sono riuscite a superare la lente di ghiaia (CPTu5, CPT7, CPT8, 220070P430) indicano la presenza di argille limose e limi argillosi prevalenti (unità litostratigrafiche E e G) fino a circa -15,2 - -18 m dal p.c.. Le unità litostratigrafiche E e G presentano valori di Q_c compresi in generale tra 14 e 40 Kg/cm².

Nella prova CPTu5 è presente uno strato di sabbie limose e limi sabbiosi (unità litostratigrafica F) infrapposta tra le unità litostratigrafiche E e G.

A circa -15,2 - -18 m dal p.c. si incontra un livello di ghiaia molto addensato impermeabile dalla strumentazione utilizzata (unità litostratigrafica H).



MODELLO LITOSTRATIGRAFICO

Nella seguente tabella sono state riassunte le principali unità litostratigrafie del comparto:

UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE					
Unità litostratigrafica	Prova	Profondità (m dal p.c.)	Qc (Kg/cm²)		Descrizione litologia
			CPT	CPTU	
			min-max	min-max	
TR	CPT1	Da 0 a -0,6	10+18	-	Terreno vegetale limo argilloso - argilla limosa prevalente con inglobati frammenti litoidi
	CPT2	Da 0 a -1,0	12+24	-	
	CPT3	Da 0 a -0,8	8+14	-	
	CPTU4	Da 0 a -1,0	-	12±4	
	CPTU5	Da 0 a -1,0	-	14,0±8	
	CPT6	Da 0 a -0,8	6+20	-	
	CPT7	Da 0 a -1,0	4+16	-	
	CPT8	Da 0 a -0,8	7+14	-	
	CPT9	Da 0 a -1,0	6+16	-	
	CPTU10	Da 0 a -1,0	-	8±3	
	220070P430	Da 0 a -1,0	-	-	
A	CPT1	Da -0,6 a -2,8	40+70	-	Sabbie e sabbie limose con intercalati rari livelli di limi argillosi
	CPT2	Da -1,0 a -5,6	14+60	-	
	CPT3	Da -0,8 a -2,0	36+54	-	
	CPTU4	Da -1,0 a -2,6	-	26±6	
	CPTU5	Da -1,0 a -1,7	-	53±17	
	CPT6	Da -0,8 a -1,6	36+50	-	
	CPT7	Da -1,0 a -2,4	15+30	-	
	CPT8	Da -0,8 a -2,0	50+34	-	
	CPT9	Da -1,0 a -2,8	16+38	-	
	CPTU10	Da -1,0 a -1,6	-	40±8	
	220070P430	Da -1,0 a -4,0	-	-	
B	CPT1	Da -2,8 a -4,2	16+24	-	Limi argillosi prevalenti con livelli di sabbie fini argillose
	CPT2	Da -5,6 a -6,2	18+20	-	
	CPT3	Da -2,0 a -5,0	20+30	-	
	CPTU4	Da -2,6 a -6,5	-	15±4	
	CPTU5	Da -1,7 a -2,1	-	23±15	
	CPT6	Da -1,6 a -5,6	12+30	-	
	CPT7	Da -2,4 a -5,6	11+28	-	
	CPT8	Da -2,0 a -4,6	12+34	-	
	CPT9	Da -2,8 a -5,6	10+26	-	
	CPTU10	Da -1,6 a -2,0	-	26±3	
	220070P430	Da -4,0 a -6,0	-	-	
C	CPT1	Da -4,2 a -6,0	16+60	-	Altemanze di sabbie limose e limi con rari livelli di argille e sabbie
	CPT2	Da -6,2 a -7,0	22+32	-	
	CPT3	Da -5,0 a -6,2	20+40	-	
	CPTU4	Da -6,5 a -6,3	-	43±34	
	CPTU5	Da -2,1 a -4,2	-	37±9	
	CPT6	Da -5,6 a -6,6	28+34	-	



	CPT8	Da -4,6 a -6,8	18÷32	-	
	CPT9	Da -5,6 a -7,0	22÷38	-	
	CPTU10	Da -2,0 a -4,7	-	64±29	
D	CPT1	Da -6,0 a -7,0**	100÷500	-	Ghiaie poligeniche di varia pezzatura associate a ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie
	CPT2	Da -7,0 a -8,0**	100÷500	-	
	CPT3	Da -6,2 a -6,8**	140÷400	-	
	CPTU4	Da -8,3 a -8,4**	>350	>100	
	CPTU5	Da -4,2 a -6,2	-	74±35	
	CPT6	Da -6,6 a -6,8	50	-	
	CPT8	Da -6,8 a -7,8	60÷140	-	
	CPT9	Da -7,0 a -7,8**	100÷500	-	
	CPTU10	Da -2,0 a -5,5**	-	240±29÷350	
	22070P430	Da -6,0 a -15,0	-	-	
E	CPTU5	Da -6,2 a -7,6	-	13±9	Argille limose e limi argillosi
	CPT7	Da -5,6 a -10,0	18÷38	-	
	CPT8	Da -7,8 a -10,0*	26÷38	-	
	22070P430	Da -15,0 a -17,0*	-	-	
F	CPTU5	Da -7,6 a -10,6	-	27±15	Sabbie limose e limi sabbiosi con rari livelli di argille
G	CPTU5	Da -10,6 a -18,0	-	15±5	Argille limose e limi argillosi con intercalati rari livelli di limi, sabbie, sabbie ghiaiose
	CPT6	Da -6,8 a -15,2	14÷40	-	
	CPT7	Da -10,0 a -17,4*	16÷100	-	
H	CPTU5	Da -18,0 **	-	>350	Ghiaie e ghiaie sabbiose eterogenee **
	CPT8	Da -15,2 a -15,8**	40÷500	-	

Tabella 1: Unità litostratigrafiche. (*) profondità fine prova - (**) Ghiaie addensate impermeabili dalla strumentazione CPT/CPTU.

INDICAZIONE SUI PARAMETRI GEOTECNICI

L'utilizzo delle penetrometrie statiche ha permesso di ricavare una serie di parametri geotecnici, differenti in base al tipo di comportamento delle unità indagate. In particolare: per terreni a comportamento principalmente coesivo è possibile fornire i valori della coesione non drenata (C_u) e del modulo edometrico (E_{ed}); per terreni con un comportamento principalmente incoerente, possono essere stimati i valori di angolo d'attrito (ϕ); per terreni dalla composizione mista, di cui risulta difficoltosa un'univoca definizione del comportamento alla deformazione, vengono stimati tutti i diversi parametri, per poi scegliere quelli che meglio descrivono la situazione reale. Nell'unità A sono presenti livelli di argille inconsistenti con valori di $Q_c < 10 \text{ Kg/cm}^2$. In base ai dati emersi dalle prove, per ogni unità litostratigrafica sono stati ottenuti mediante correlazioni empiriche prese da bibliografia specialistica i parametri geotecnici delle varie unità litostratigrafiche.



Unità litostr.	Descrizione litologia	γ (t/m ³)	ϕ (°)		Cu (kg/cm ²)		Mo (kg/cm ²)	
			Terreni incoerenti		Terreni coesivi			
			ϕ_1	ϕ_2	c_1	c_2	m_1	m_2
A	Sabbie e sabbie limose con intercalati rari livelli di limi argillosi	1,85	26	32	-	-	60	110
B	Limi argillosi prevalenti con livelli di sabbie fini argillose	1,80	-	-	0,5	0,8	40	70
C	Alternanze di sabbie limose e limi con rari livelli di argille e sabbie	1,85	23	26	0,7	0,8	55	70
D	Ghiaie poligeniche di varia pezzatura associate a ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie	1,85	30	34	-	-	100	>500
E	Argille limose e limi argillosi	1,80	-	-	0,6	0,9	50	80
F	Sabbie limose e limi sabbiosi con rari livelli di argille	1,85	23	26	0,7	0,8	55	70
G	Argille limose e limi argillosi con intercalati rari livelli di limi, sabbie, sabbie ghiaiose	1,80	-	-	0,7	0,8	55	70
H	Ghiaie e ghiaie sabbiose molto addensate	1,85	32	36	-	-	100	>500

Tabella 2 – Parametri geotecnici estrapolati dalle prove CPT (Legenda: γ =peso di volume naturale; ϕ =angolo di attrito; Cu=Coesione non drenante; Mo=Modulo edometrico)

IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Il lotto si trova ad una quota topografica di circa 62,5 m s.l.m., tra il torrente Lavino e il Fiume Reno. L'alveo del Lavino si trova circa 1 Km a ovest del lotto mentre il fiume Reno scorre circa 2,8 km a est del comparto.

Dalla consultazione della Carta Idrogeologica allegata al PSC del Comune di Zola Predosa si evince che la prima falda superficiale si attesta a circa -42 m sul livello del mare, quindi a circa -22 m dal p.c. del sito, all'interno delle litologie ghiaiose.

La Carta Piezometrica della Falda superficiale del Comune di Bologna (redatta nel 2000) copre il territorio a partire dai campi agricoli situati a N di via Balzani. In tale carta è indicato che il primo acquifero presente in zona è la falda superficiale "SUP2" e stima il livello piezometrico medio dell'acqua a circa -24 m dal piano campagna.

Durante le terebrazioni non si è rinvenuta la presenza d'acqua in nessun foro di prova (prof. max indagata -18 m dal p.c.).

Si segnala che nel PTCP di Bologna l'area studiata presenta i seguenti vincoli:

- Tavola 2a "Rischio da frana, assetto versanti e gestione delle acque meteoriche" : *Controllo degli apporti acqua (art. 4.8).*
- Tavola 2b "Tutela delle acque superficiali e sotterranee" : *Zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura PTCP (Artt. 5.2 e 5.3).*



6 - MODELLO SISMICO

CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base alla classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n° 3274, il Comune di Zola Predosa è inserito in *Zona 3 (Comune a sismicità medio-bassa)*.

SISMI STORICI RELATIVI ALL'AREA (DAL 1000 D.C. AL 2002 D.C.)

Il Comune di Zola Predosa è stato storicamente interessato solo da terremoti di moderata entità con intensità massime comprese tra il VII e VII-VIII grado scala Mercalli (MCS).

I terremoti più importanti di cui si ha testimonianza storica a Zola Predosa sono avvenuti nei seguenti anni:

Zola Predosa

PlaceID

IT_40311

Coordinate (lat. lon)

44.490; 11.217

Comune (ISTAT 2015)

Zola Predosa

Provincia

Bologna

Regione

Emilia-Romagna

Numero di eventi riportati

22

Effetti

Int.

Anno

Me

Gi

Ho

Mi

Se

Area epicentrale

NMOP

Io

Mw

7

1505

01

03

02

Bolognese

31

6

5.62

6-7

1929

04

20

01

10

Bolognese

109

7

5.94

5

1929

04

19

04

15

Bolognese

92

6-7

5.13

6

1929

04

22

03

26

Bolognese

41

6-7

5.10

6

1929

05

11

19

23

Bolognese

64

6-7

5.25

5-6

1929

04

19

25

40

Bolognese

12

5-6

4.54

5-6

1929

04

23

15

40

Bolognese

20

6

4.73

5-6

1929

04

23

19

36

Bolognese

45

6

5.20

5

1851

01

24

16

14

Bolognese

38

7

5.22

5

1909

01

13

00

45

Emilia Romagna orientale

827

6-7

5.36

5

1914

10

27

05

22

Lucchese

660

7

5.63

4-6

1913

06

29

16

06

1

Mugello

565

10

6.38

4-5

1923

05

17

04

25

Bolognese

10

4-5

3.83

4

1931

06

07

01

06

1

Valle d'Ilasi

403

2-3

5.57

3-4

1957

05

02

20

43

5

Reggiano

302

6

4.71

3

1995

09

07

19

49

3

Appennino tosco-emiliano

94

5

4.67

2

1904

02

25

19

47

5

Reggiano

62

4

4.91

2

1916

02

17

12

20

Riminese

122

9

5.92

3

1992

04

17

11

59

0

Appennino bolognese

55

4-5

4.11

NF

2000

06

18

07

42

0

Pianura emiliana

304

2-5

4.40

NF

2002

06

09

20

13

0

Frignano

115

4

4.23

NF

2002

06

18

22

23

3

Frignano

195

4

4.30

Fig. 1- Database terremotistoriciavvenuti in provincia di Bologna dal 1000 d.C. al 2005 d.C..

Le date dei vari terremoti sono state ricavate dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) dell'Istituto Nazionale di Geofisica (INGV).

SISMI RECENTI RELATIVI ALL'AREA (DAL 2003 AL 2017)

Di terremoti recenti con magnitudo $M_w > 5$ che hanno interessato la Città Metropolitana di Bologna, si segnala il terremoto del 14 settembre 2003 di magnitudo 5,3 con epicentro tra i Comuni di Loiano e Monghidoro ed il recente terremoto avvenuto nel maggio 2012 tra le Province di Modena, Ferrara e Bologna con magnitudo dei sismi più significativi di 5,9 e 5,8 M_w (vedi meccanismi focali nella figura sottostante).



INDICE

1 - INTRODUZIONE.....	1
2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.....	2
3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO.....	2
4 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	3
5 - MODELLO GEOLOGICO.....	4
6 - MODELLO SISMICO.....	8
7 - INDICAZIONI SULLE FONDAZIONI.....	13
8 - CONSIDERAZIONI FINALI.....	13

In allegato:

Tavola 1 - Corografia, scala 1:25.000

Tavola 2 - Inquadramento Territoriale, scala 1:5.000

Tavola 3 - Inquadramento Geologico, scala 1:10.000

Tavola 4 - Ubicazione Indagini, scala 1:400

Allegato A – Indagini Geognostiche: tabulati e grafici

Allegato B – Studio Geofisico: relazione tecnica



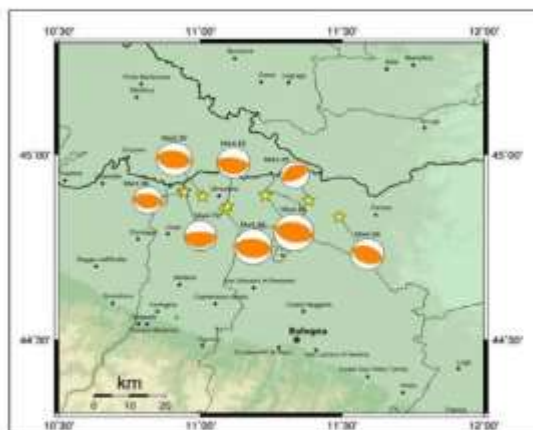


Fig. 2- Sequenza sismica principale ($M_w > 4$) del Maggio 2012 con relativa magnitudo e movimenti focali (Fonte INGV)

ZONE SISMOGENETICHE IN PROVINCIA DI BOLOGNA

Nella figura 3 sono riportate le zone sismogenetiche individuate dall' Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia sotto l'appennino Emiliano e la pianura padana con relative analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico (Database DISS "Database of Individual Seismogenic Sources" 3.2.0 - INGV 2015 - agg. maggio 2016).

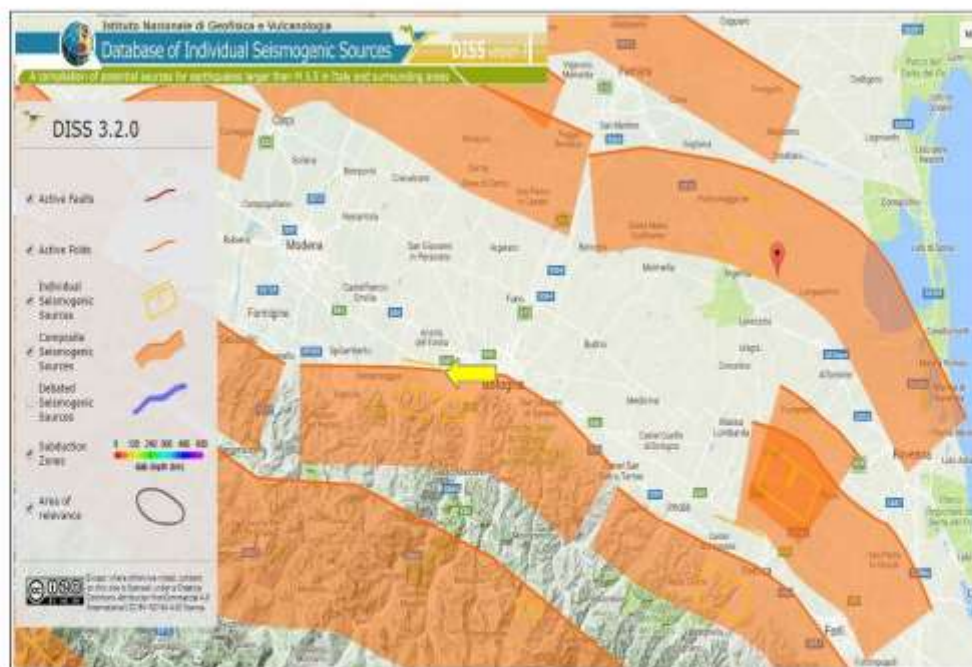
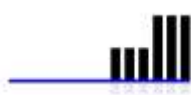


Fig. 3- Zone sismogenetiche pianura padana (Fonte: INGV)



Le zone sismogenetiche all'interno della Città Metropolitana di Bologna sono:

- ITCS051: Carpi-Poggio Renatico con magnitudo massima attesa di 6,0 Mw (magnitudo raggiunta dal sisma verificatosi nel maggio 2012).
- ITCS047: Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme con magnitudo massima attesa di 6,0 Mw.
- ITCS012 - Malalbergo-Ravenna con magnitudo massima attesa di 6,0 Mw.
- ITCS001: Castel San Pietro Terme -Meldola con magnitudo massima attesa di 5,8 Mw.
- ITCS027: Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, con magnitudo massima attesa di 6,2 Mw.

Il lotto analizzato ricade nella zona sismogenetica ITCS047: Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme con magnitudo massima attesa di 6,0 Mw.

STUDI SISMICI E VINCOLI NORMATIVI PRESENTI SULL'AREA

Dalla consultazione delle carte allegate al PTCP della Città Metropolitana di Bologna e del PSC del Comune di Zola Predosa si sono ricavate le seguenti informazioni / vincoli di carattere sismico esistenti sull'area studiata:

Nome carta	Sigla carta	Scala	Legende carta
PTCP - Città metropolitana di Bologna - Rischio sismico	Tav. 2c	1:25.000	A - Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche
PSC - Comuni dell'Area Bazzanese Microzonazione sismica del Comune di Zola Predosa - Carta delle aree suscettibili a effetti locali -	Tav. Ms_01_a	1:5.000	Zona 13 - Morfologia: piana, H=25 m (alluvioni prevalentemente fini). VsH=250 m/s. Effetti attesi: amplificazione del moto sismico. E' sufficiente un approfondimento sismico di livello 2 [equivalente ad A (PTCP) = Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche]

Tabella 3 – Riassunto schematico studi sismici e vincoli normativi di carattere sismico presenti sull'area.

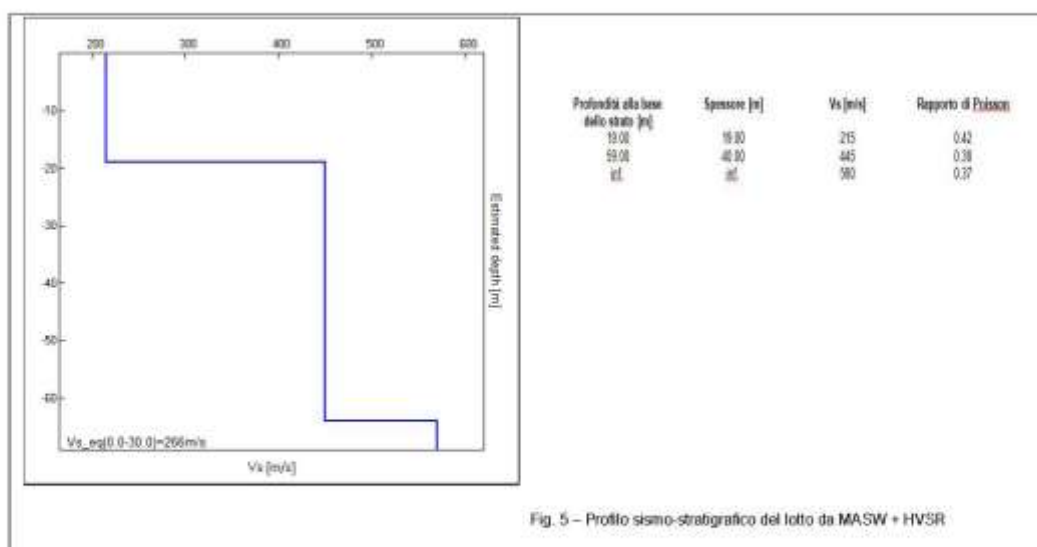
EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA RELATIVI AL SITO

Visto il contesto geomorfologico dell'area, si possono escludere condizioni topografiche che possano amplificare l'azione di un eventuale sisma, per cui si potrà utilizzare una classe topografica T1.

RICOSTRUZIONE DEL PROFILO SISMO-STRATIGRAFICO DEL SITO E CALCOLO DEL PARAMETRO VS_eq

Per la ricostruzione del modello sismo stratigrafico dei primi trenta metri di profondità si è realizzato uno studio geofisico con misure del rumore sismico ambientale analizzato con il metodo HVSR e prospezione MASW (vedi allegato B). Il profilo sismo-stratigrafico è visibile nella figura seguente e nell'allegato B.





Dall'elaborazione dei dati geofisici sono emersi anche i seguenti risultati :

1. Il picco principale e fondamentale del sito è posto a 2,1 Hz e presenta un rapporto H/V pari a 2,8.
2. Nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (0,7 Hz ÷ 11 Hz) si segnalano le frequenze comprese tra 1,5 e 3 Hz in grado di generare effetti di risonanza nel terreno. In particolare le frequenze attorno a 2,1 Hz e a 2,8 Hz.
3. Il parametro Vs_eq (0÷30 m) del sito risulta pari a 266 m/s (±15%).

VERIFICA DEL INDICE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEL SITO (LPI)

La liquefazione di un terreno è dovuta alla diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1) $60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove (N1) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;



4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 6 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 6 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

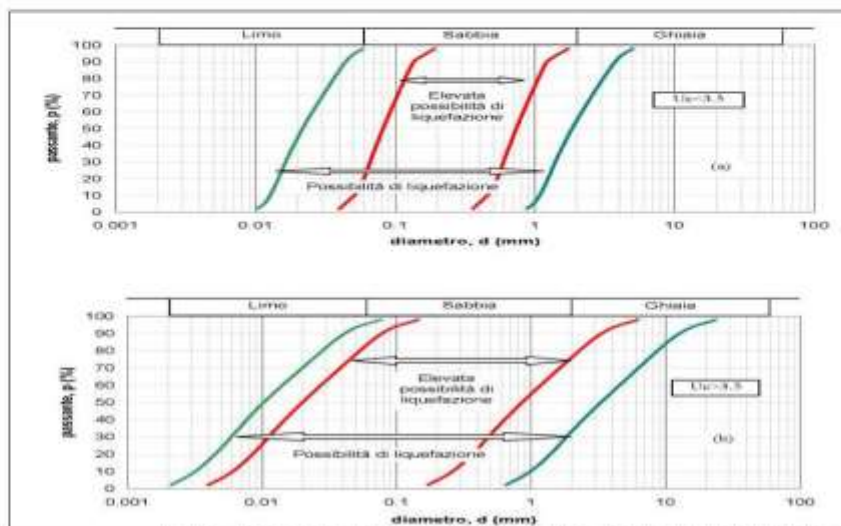


Fig. 6 a/b – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

Nell'area studiata la falda si trova ad una profondità superiore a 20 m dal p.c. pertanto il comparto non presenta problematiche legate al rischio di liquefazione del terreno (punto 2 elenco precedente).

ULTERIORI APPROFONDIMENTI DI III LIVELLO

Nell'area non sono stati rinvenuti problemi di liquefazione del terreno pertanto si ritiene che il lotto non necessiti di ulteriori approfondimenti di III livello (RSL, cedimenti post sismici, ecc.).

Anche nel PTCP della Città Metropolitana di Bologna il comparto studiato ricade in una zona dove sono richiesti solo approfondimenti di II livello. Tali approfondimenti sono già stati effettuati nello studio di Microzonazione sismica contenuto nel PSC del Comune di Zola Predosa.

CATEGORIA SOTTOSUOLO SISMICO

In seguito ai risultati del modello sismico del sito, dove la velocità delle onde V_s cresce gradualmente, non sono presenti inversioni di velocità significative, non sono presenti terreni potenzialmente liquefacibili, si potrà utilizzare per l'azione sismica di progetto l'approccio semplificato proposto dalle NTC 2018.

Tenendo conto della natura dei terreni presenti nel sottosuolo, considerando un piano di fondazione impostato a circa -1,0 m dal p.c. attuale, e la velocità delle onde $V_{s_{eq}} (-1,0 \text{ m} - -31,0 \text{ m}) = 272 \text{ m/s } (+/-15\%)$, il sito in esame rientra nella categoria di sottosuolo sismico **C**:



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.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Per il calcolo del sisma di progetto dell'area, necessario per i calcoli geotecnici con le N.T.C. 2018, si potranno utilizzare i seguenti dati:

Coordinate geografiche del sito (sistema WGS84)	Latitudine: 44.500453	Longitudine: 11.241642
Coordinate geografiche del sito (ED50)	Latitudine: 44.501393	Longitudine: 11.242637
Categoria topografica	T1	
Categoria di sottosuolo sismico	C	

Tabella 4 – Dati per il calcolo della pericolosità sismica di base

7 – INDICAZIONI SULLE FONDAZIONI

Tenuto conto del modello geologico e sismico dell'area, per strutture normali, si potranno utilizzare fondazioni dirette, preferibilmente di tipo rigido. Si consiglia di impostare il piano di posa delle nuove fondazioni al di sotto dei terreni di riporto/vegetali (-1,0~-1,2 m rispetto al p.c. attuale).

Nel caso di progettazione di strutture che richiedono accorgimenti particolari (cedimenti differenziali nulli, portate molto elevate di tipo concentrato, ecc.) occorrerà valutare in fase di progettazione esecutiva il tipo di fondazione da adottare (diretta o profonda).

8 – CONSIDERAZIONI FINALI

In base al modello geologico e sismico del sito si ritiene che dal punto di vista geologico gli interventi urbanistici in progetto non presentino problemi di pericolosità locale.

Bologna, Il 28 Febbraio 2019

Dott. Geol. Alberto Filelfi

(O.G.E.R. - SEZ. A - A.P. n°1115)

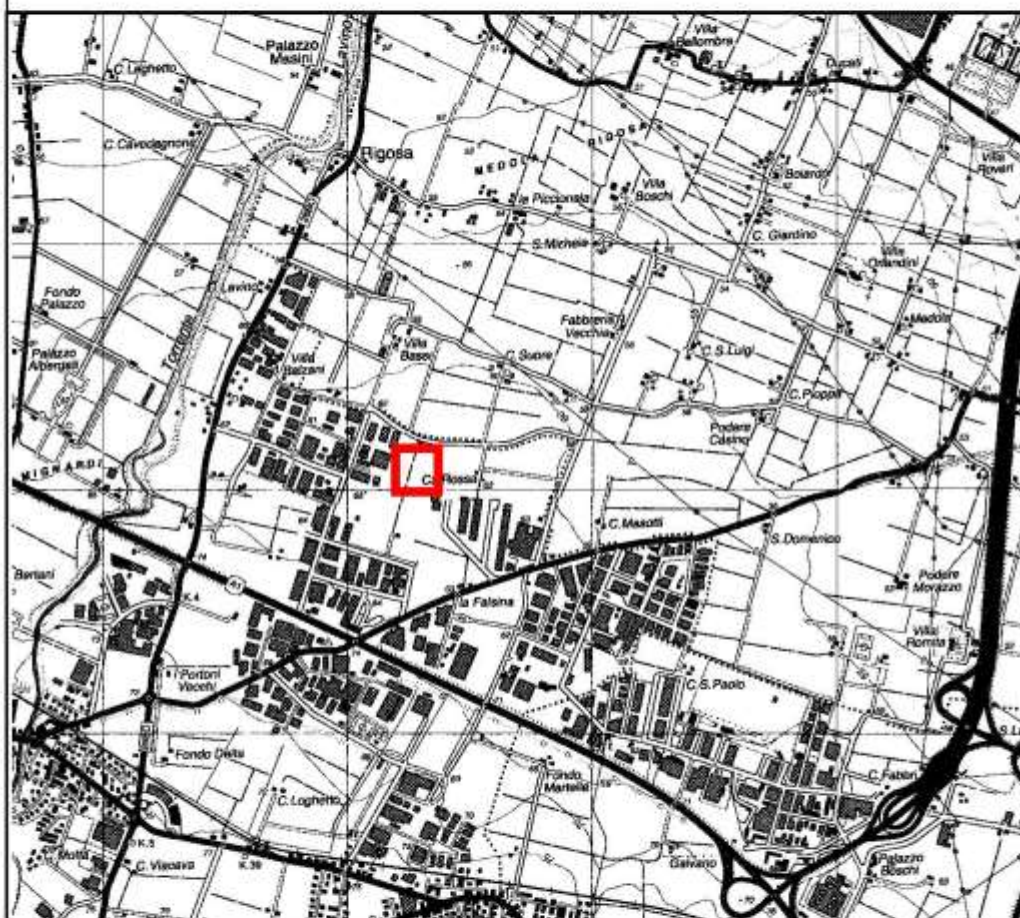


Tavola 1

COROGRAFIA

Stralcio C.T.R. n° 220NE - 220SE

Scala 1:25.000



Legenda



Area in oggetto

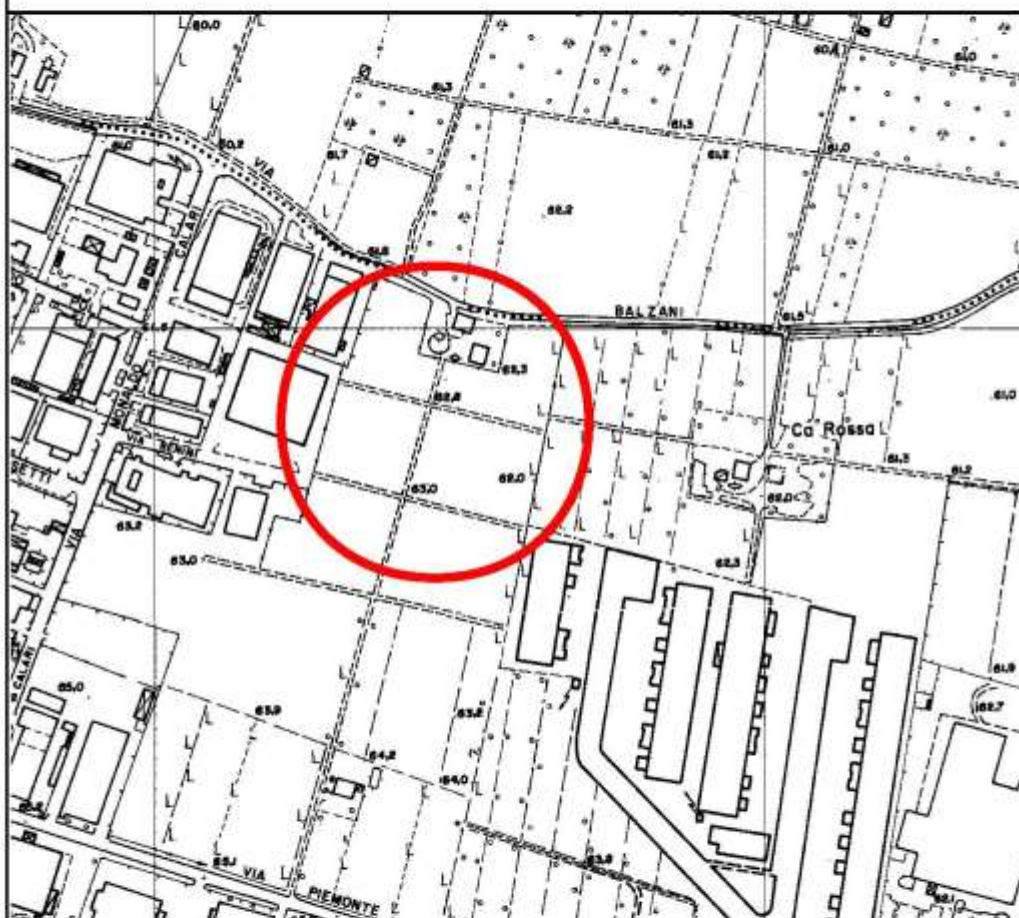


Tavola 2

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Stralcio C.T.R. n° 220072 e 220111

Scala 1:5.000



Legenda



Area in oggetto



CARTA GEOLOGICA DI PIANURA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA*

*Sovrapposizione dei tematismi
alla CTR n°220070 e 220110*

Ingrandimento a scala 1:10.000



Legenda



Area in oggetto



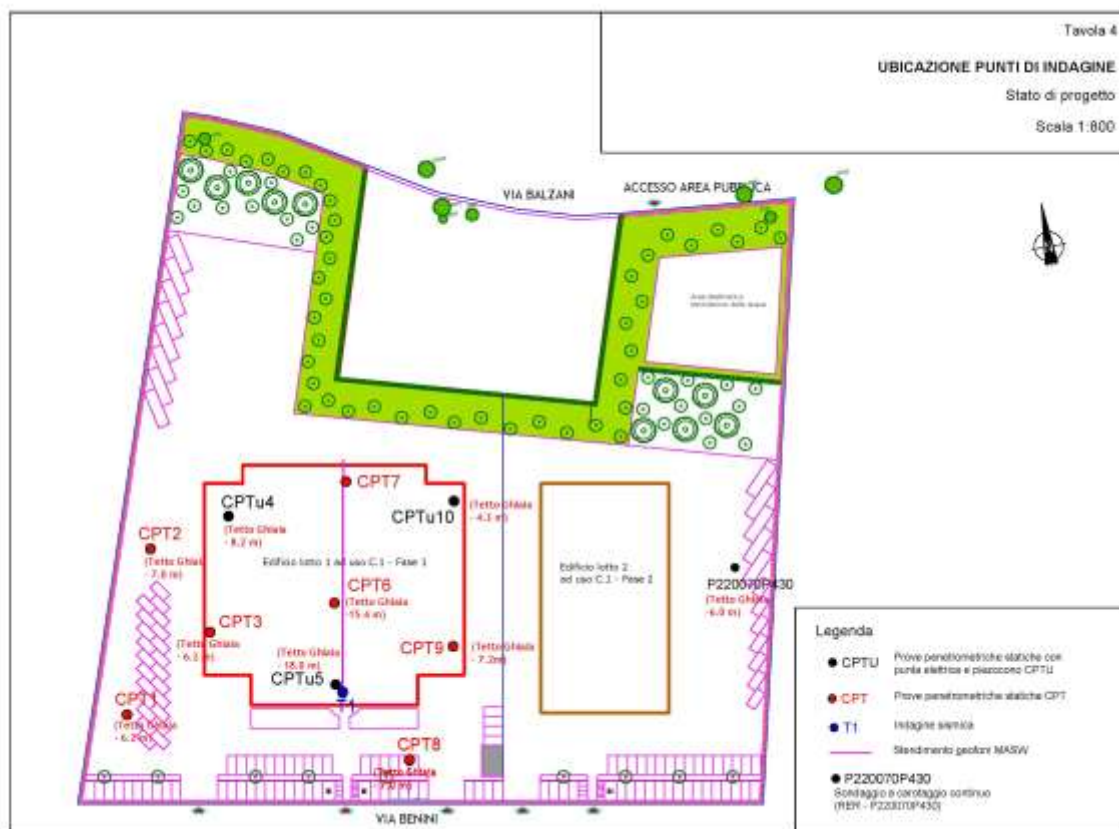
3
Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari.
Depositi di coniole e di terrazzo.

* R.E.R. - Cartografia Interattiva - Carte Geologiche

zile limoso-argilose intercalate



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



ALLEGATO A

INDAGINI GEOGNOSTICHE

**TABULATI E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE
STATICHE CON PUNTA ELETTRICA + PIEZOCONO (CPTU)**

**TABULATI E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE
STATICHE CON PUNTA MECCANICA (CPT)**





Dott. Geol. Alberto Filelli
AFGeo - Geologia Geotecnica Ambientale
Via Ca' della Chiesa 12 - 40050 - Lodi (LO)
Cell. 3356113540 - e-mail: alberto@afgeo.it

Dott. Geol. Alberto Filelli
Via Ca' della Chiesa n°12
40050 - Lodi (LO)
Cell: 3356113540

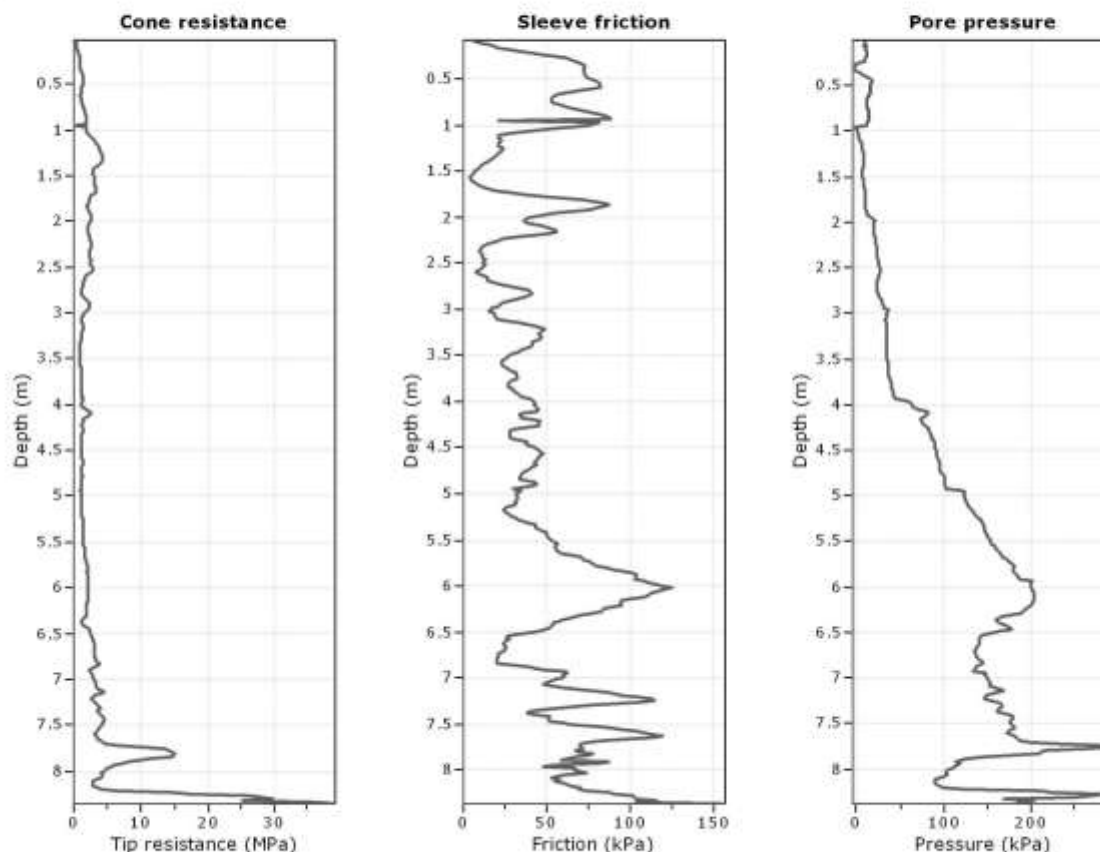
Project: Studio S.A.P.

Location: Via Balzani - Zola Predosa (BO)

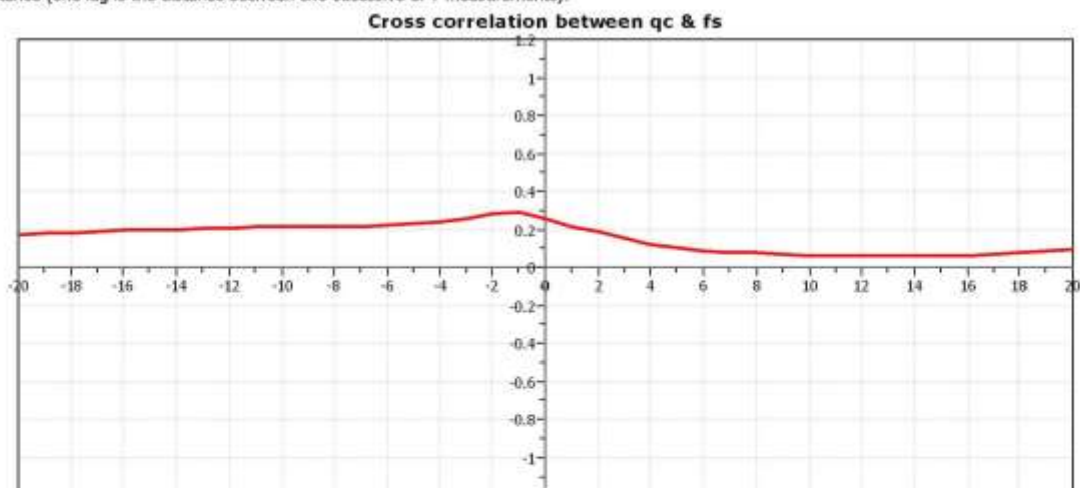
CPT: CPTU4

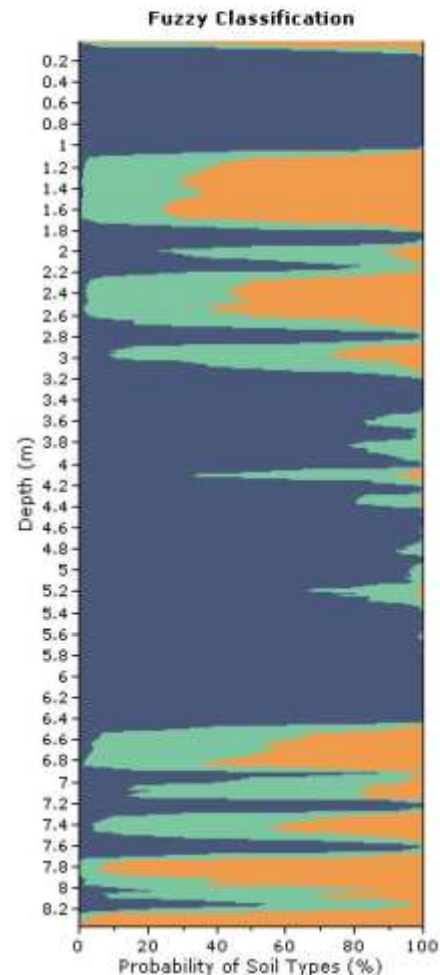
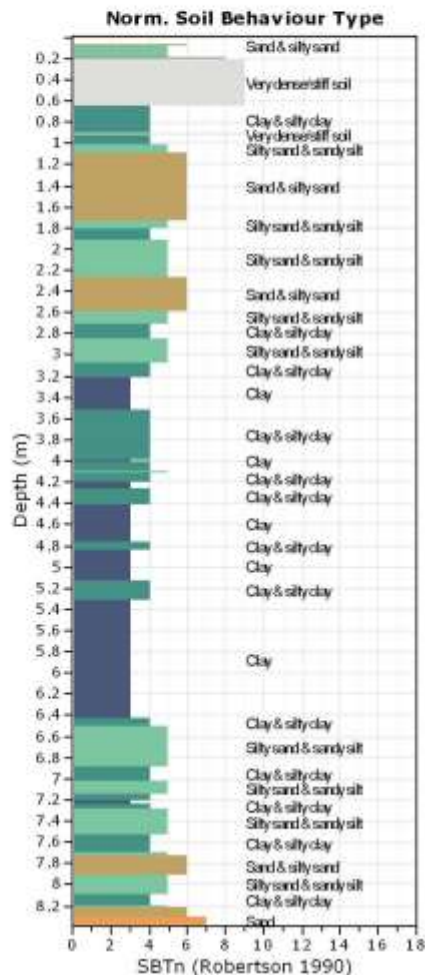
Total depth: 8.36 m, Date: 15/01/2019

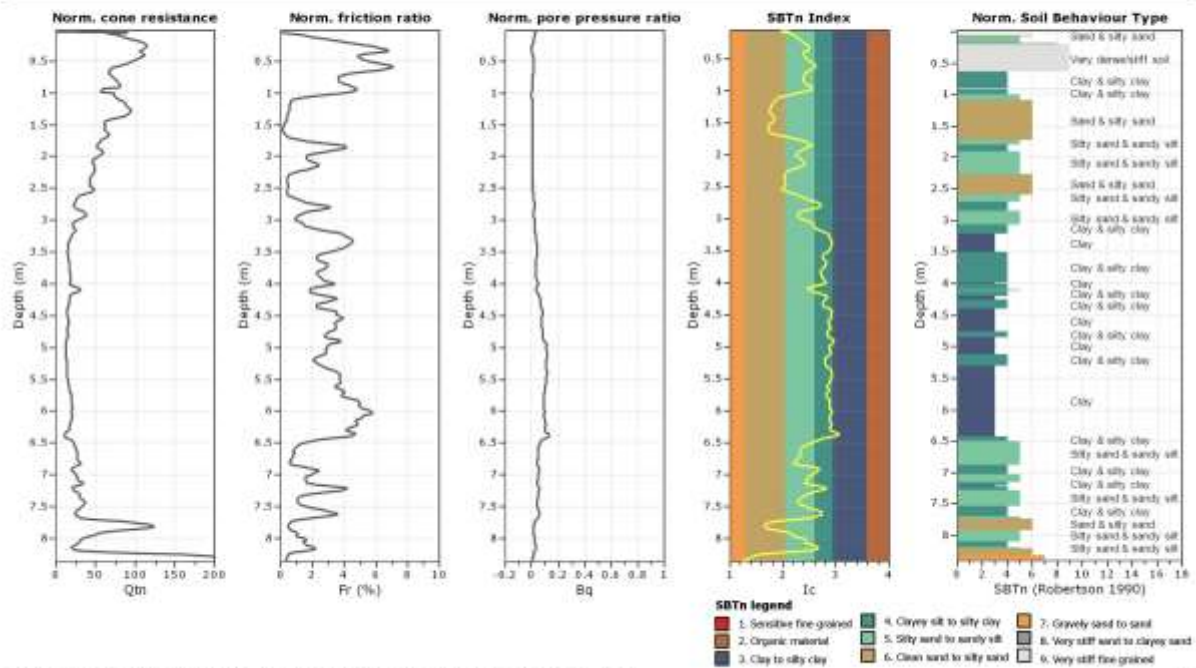
Cone Type: Unknown



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).









Dott. Geol. Alberto Filelli
AFGeo - Geologia Geotecnica Ambiente
Via Ca' della Chiesa 12 - 40050 - Lodi (LO)
Cell. 3356113540 - e-mail: alberto.filelli@afgeo.com

Dott. Geol. Alberto Filelli
Via Ca' della Chiesa n°12
40050 - Lodi (BO)
Cell: 3356113540

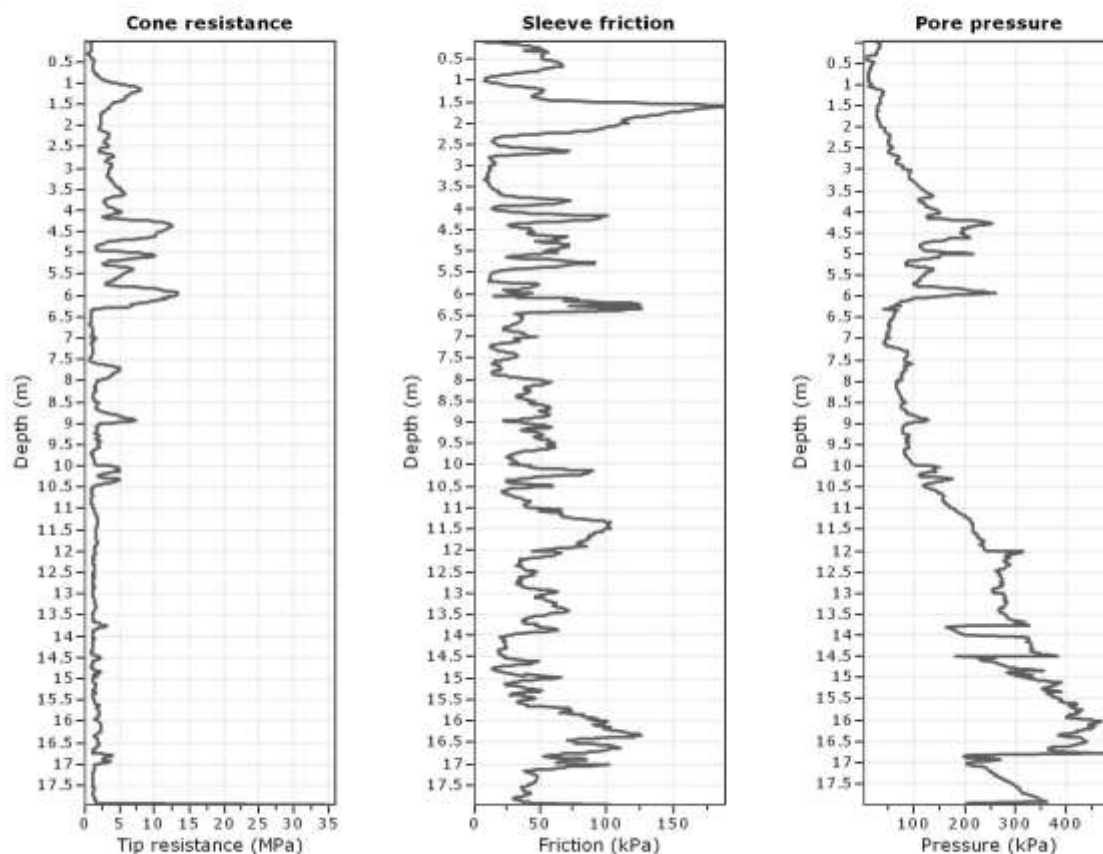
Project: Studio S.A.P.

Location: Via Balzani - Zola Predosa (BO)

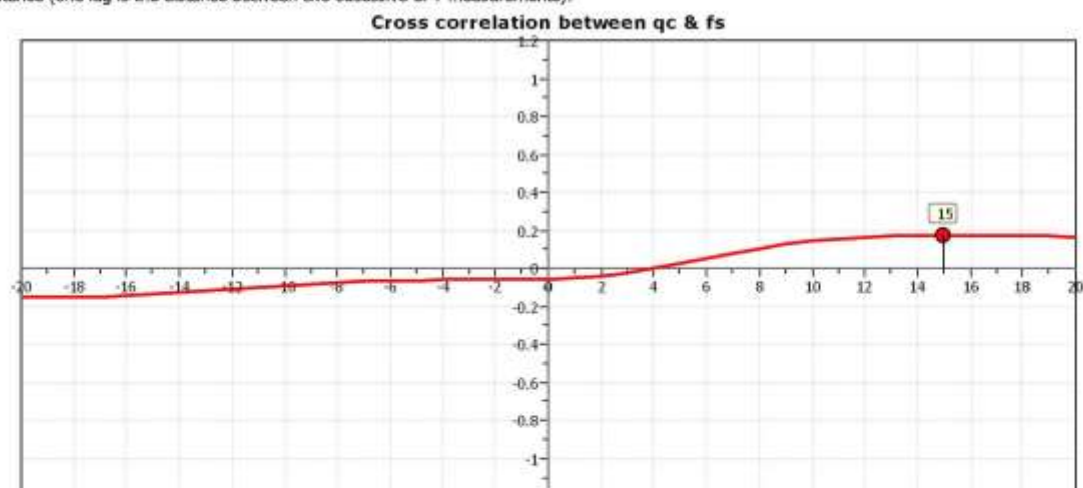
CPT: CPTU5

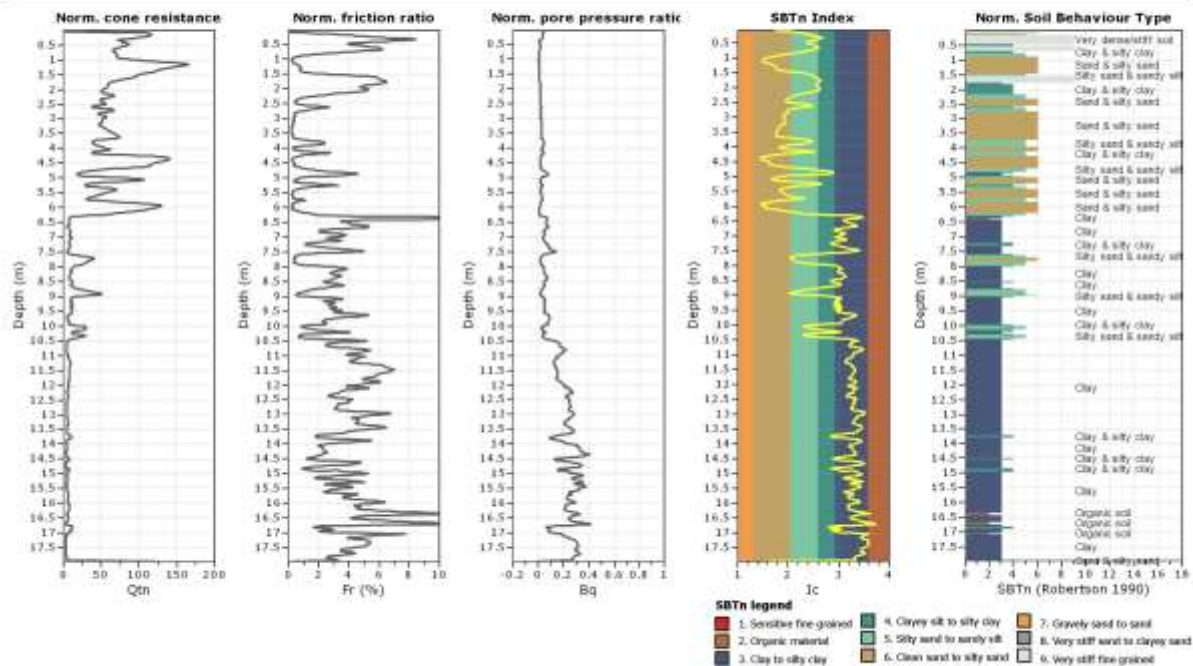
Total depth: 17.96 m, Date: 15/01/2019

Cone Type: Unknown



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





CPT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 22/01/2019, 10:12:15

Project file: C:\Users\Alberto\Documents\000_LAVORO\06_1_19\00_LAVORI IN CORSO\ZOLA PREDOSA_BNG_PARMA_VIA BALZANI_CAPPANONE_SETTUBIL_PICOVE\CPTU\CPTU Via Balzani Zola P...pt

17



Dott. Geol. Alberto Filelli
AFGeo - Geologia Geotecnica Ambiente
Via Ca' della Chiesa 12 - 40050 - Lodi (LO)
Cell. 3356113540 - e-mail: alberto.filelli@afgeo.com

Dott. Geol. Alberto Filelli
Via Ca' della Chiesa n°12
40050 - Lodi (BO)
Cell: 3356113540

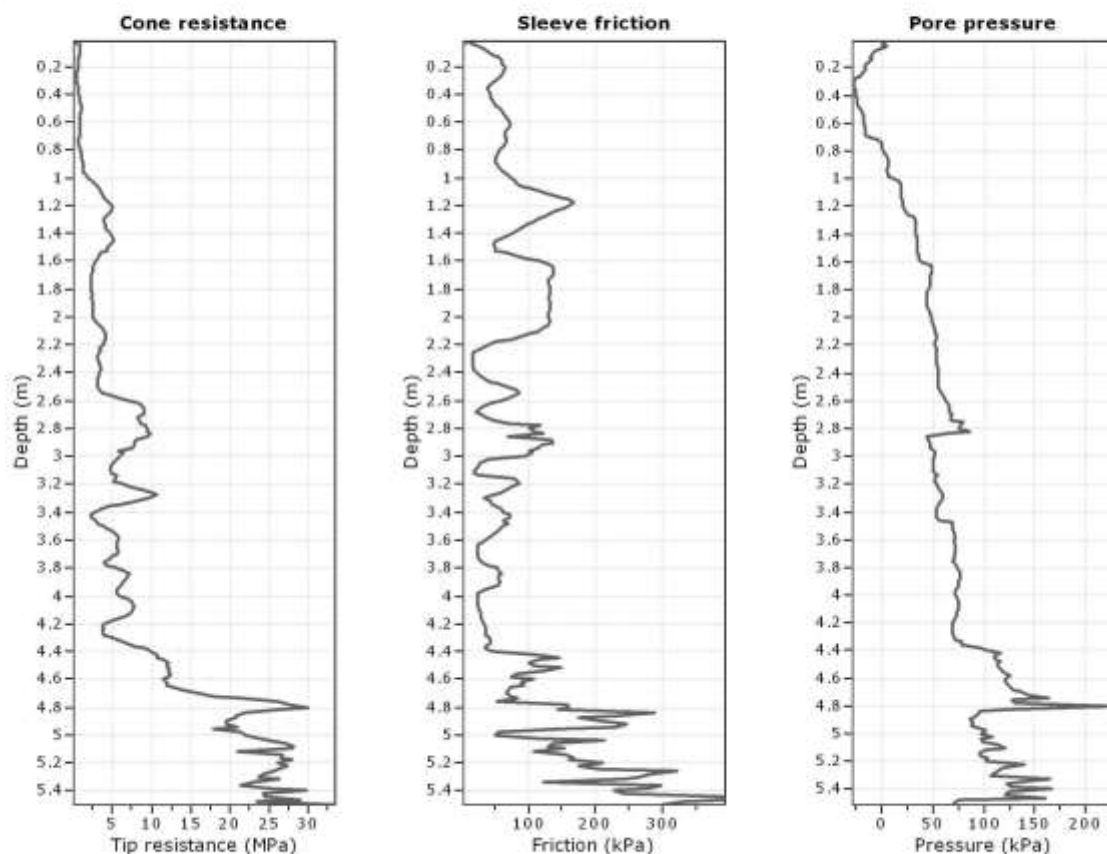
Project: Studio S.A.P.

Location: Via Balzani - Zola Predosa (BO)

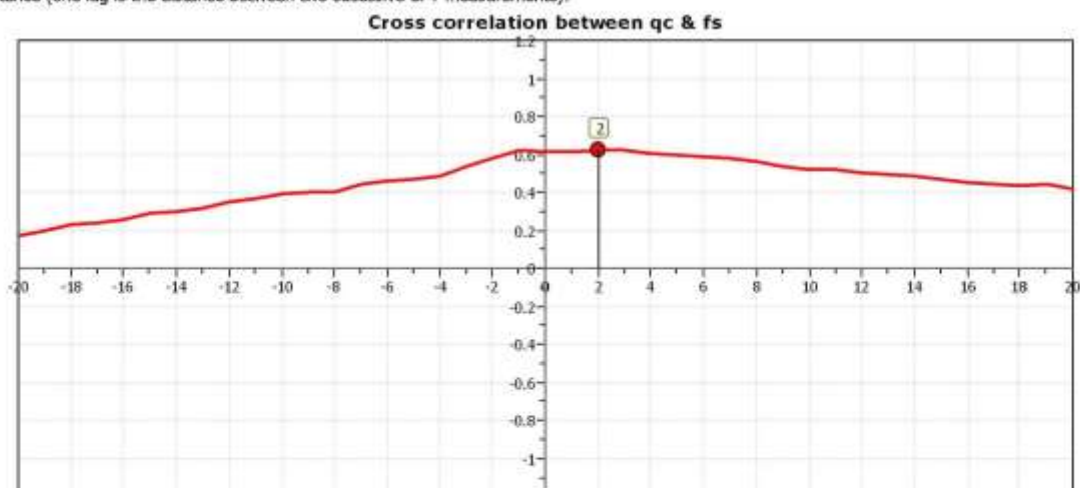
CPT: CPTU10

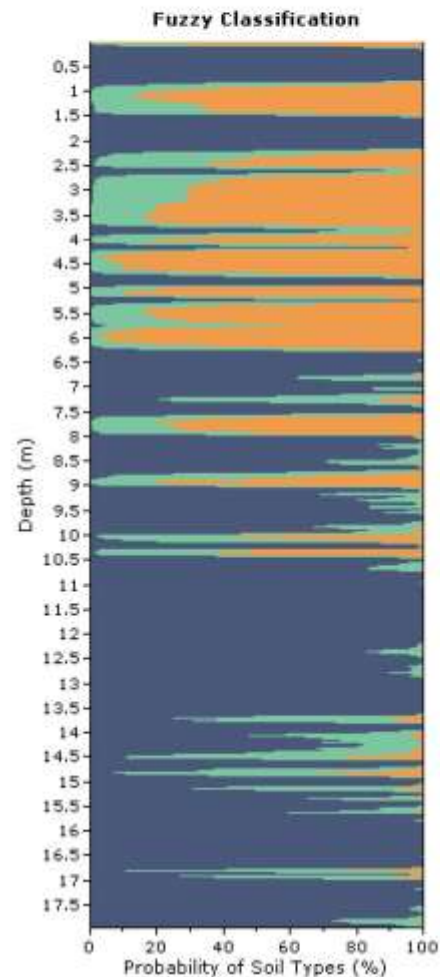
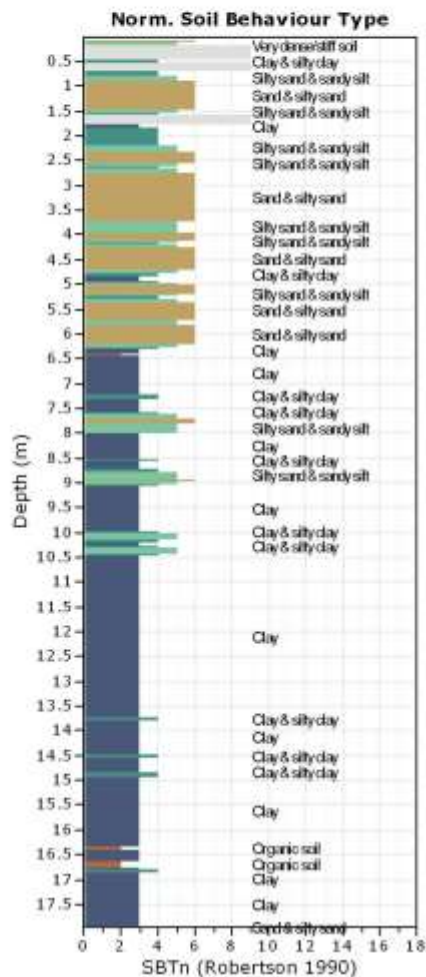
Total depth: 5.50 m, Date: 15/01/2019

Cone Type: Unknown



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).







Dott. Geol. Alberto Filelfi
APGEO - Geologia Geotecnica Ambiente
Via Ca' della Chiesa 12 - 40050 - Loiano (BO)
Cell: 3356113540 e-mail: alberto@studiosap.it

Dott. Geol. Alberto Filelfi
Via Ca' della Chiesa n°12
40050 - Loiano (BO)
Cell: 3356113540

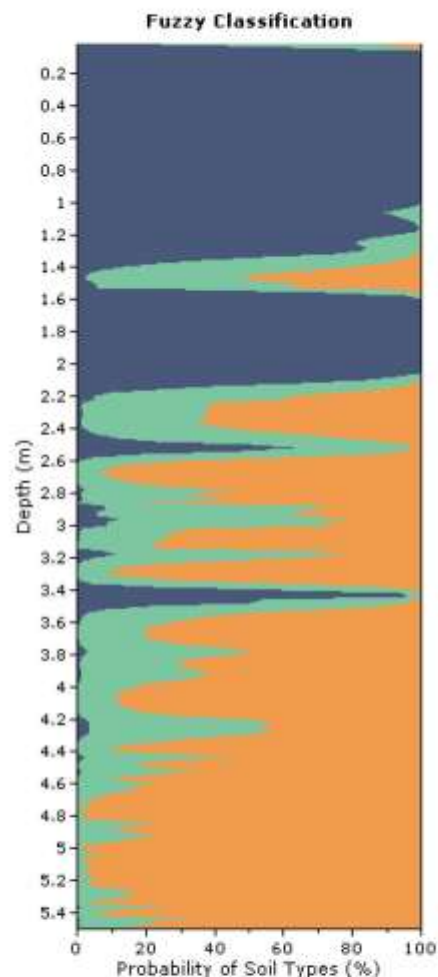
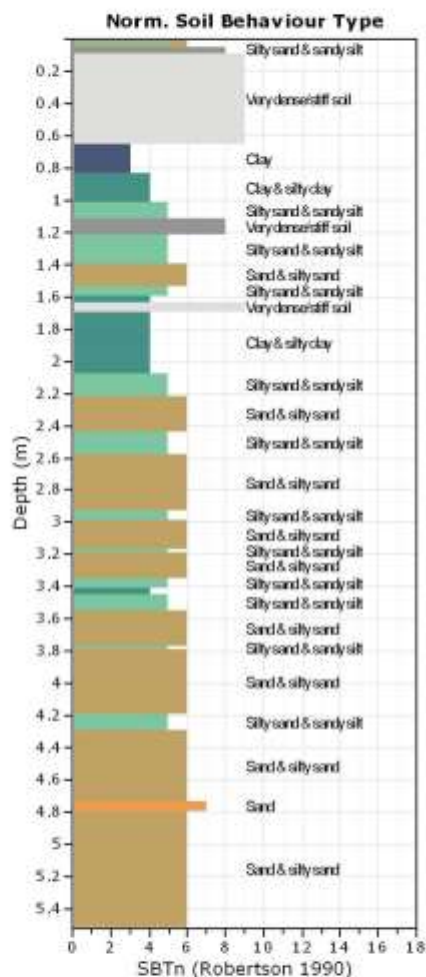
CPT: CPTU10

Project: Studio S.A.P.

Total depth: 5.50 m, Date: 15/01/2019

Location: Via Balzani - Zola Predosa (BO)

Cone Type: Unknown



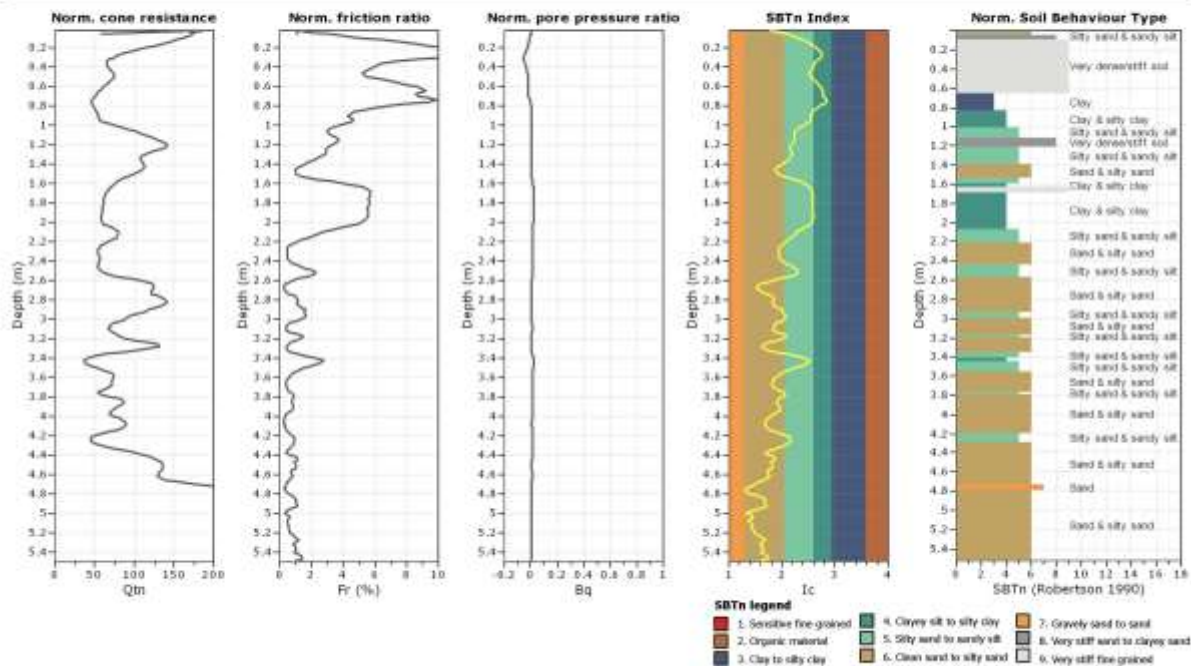


Dot. Sisti, Alberto Filetti
AP CPTU - Geologia Ambientale Ambientale
Via Ca' della Chiesa n°12
40090 - Laveno (BO)
Cell: 3356113540

Dot. Geo. Alberto Filetti
Via Ca' della Chiesa n°12
40090 - Laveno (BO)
Cell: 3356113540

Project: Studio S.A.P.
Location: Via Balzani - Zola Predosa (BO)

CPT: CPTU10
Total depth: 5.50 m, Date: 15/01/2019
Cone Type: Unknown



CPT-IT v.1.7.6.42 - CPTU data presentation & interpretation software - Report created on: 22/01/2019, 10:12:16
Project file: C:\Users\Alberto\Documents\000_LAVORO\06_1_19\00_LAVORI IN CORSO\ZOLA PREDOSA_BNG_PARMA_VIA BALZANI_CAPPANONE_SETTUBIL_PICOVE\CPTU\CPTU Via Balzani Zola P...cpt

27



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 33 di 98

Presented below is a list of formulas used for the estimation of various soil properties. The formulas are presented in SI unit system and assume that all components are expressed in the same units.

:: Unit Weight, g (kN/m³) ::

$$g = g_w \cdot \left(0.27 \cdot \log(R_f) + 0.36 \cdot \log\left(\frac{q_t}{p_a}\right) + 1.236 \right)$$

where g_w = water unit weight

:: Permeability, k (m/s) ::

$$I_c < 3.27 \text{ and } I_c > 1.00 \text{ then } k = 10^{0.952 - 3.04 I_c}$$

$$I_c \leq 4.00 \text{ and } I_c > 3.27 \text{ then } k = 10^{-4.52 - 1.37 I_c}$$

:: N_{60} (blows per 30 cm) ::

$$N_{60} = \left(\frac{q_c}{p_a} \right) \cdot \frac{1}{10^{1.1258 - 0.2817 I_c}}$$

$$N_{100} = Q_{tn} \cdot \frac{1}{10^{1.1258 - 0.2817 I_c}}$$

:: Young's Modulus, E_s (MPa) ::

$$(q_t - \sigma_v) \cdot 0.015 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.68}$$

(applicable only to $I_c < I_{c_cutoff}$)

:: Relative Density, D_r (%) ::

$$100 \cdot \sqrt{\frac{Q_{tn}}{k_{DR}}} \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 5, 6, 7 and 8 or } I_c < I_{c_cutoff}\text{)}$$

:: State Parameter, ψ ::

$$\psi = 0.56 - 0.33 \cdot \log(Q_{tn,cs})$$

:: Peak drained friction angle, ϕ (°) ::

$$\phi = 17.60 + 11 \cdot \log(Q_{tn})$$

(applicable only to SBT_n: 5, 6, 7 and 8)

:: 1-D constrained modulus, M (MPa) ::

If $I_c > 2.20$

$$\alpha = 14 \text{ for } Q_{tn} > 14$$

$$\alpha = Q_{tn} \text{ for } Q_{tn} \leq 14$$

$$M_{CPT} = \alpha \cdot (q_t - \sigma_v)$$

If $I_c \leq 2.20$

$$M_{CPT} = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.68}$$

:: Small strain shear Modulus, G_0 (MPa) ::

$$G_0 = (q_t - \sigma_v) \cdot 0.0188 \cdot 10^{0.55 I_c - 1.68}$$

:: Shear Wave Velocity, V_s (m/s) ::

$$V_s = \left(\frac{G_0}{\rho} \right)^{0.50}$$

:: Undrained peak shear strength, S_u (kPa) ::

$$N_{kt} = 10.50 + 7 \cdot \log(F_r) \text{ or user defined}$$

$$S_u = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Remolded undrained shear strength, $S_{u(rem)}$ (kPa) ::

$$S_{u(rem)} = f_s \quad \text{(applicable only to SBT}_n\text{: 1, 2, 3, 4 and 9 or } I_c > I_{c_cutoff}\text{)}$$

:: Overconsolidation Ratio, OCR ::

$$k_{OCR} = \left[\frac{Q_{tn}^{0.20}}{0.25 \cdot (10.50 + 7 \cdot \log(F_r))} \right]^{1.25} \text{ or user defined}$$

$$OCR = k_{OCR} \cdot Q_{tn}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: In situ Stress Ratio, K_0 ::

$$K_0 = (1 - \sin \phi') \cdot OCR^{0.97}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Soil Sensitivity, S_t ::

$$S_t = \frac{N_s}{F_r}$$

(applicable only to SBT_n: 1, 2, 3, 4 and 9 or $I_c > I_{c_cutoff}$)

:: Effective Stress Friction Angle, ϕ' (°) ::

$$\phi' = 29.5^\circ \cdot B_q^{0.123} \cdot (0.256 + 0.336 \cdot B_q + \log Q_c)$$

(applicable for $0.10 < B_q < 1.00$)

References

- Robertson, P.K., Cabal K.L., Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering, Gregg Drilling & Testing, Inc., 5th Edition, November 2012
- Robertson, P.K., Interpretation of Cone Penetration Tests - a unified approach., Can. Geotech. J. 46(11): 1337-1355 (2009)





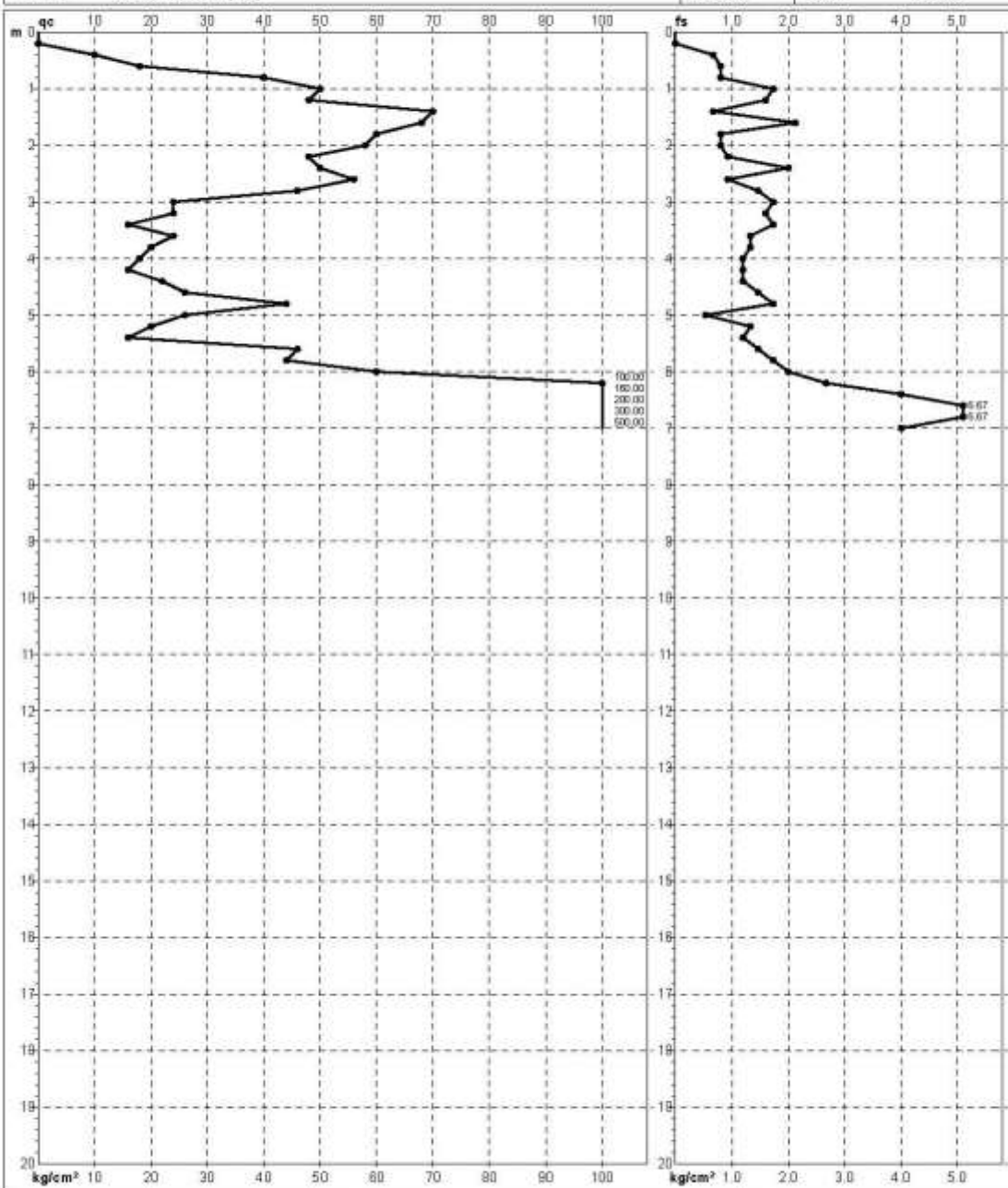
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 1

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 17/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: 1 Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C	Profondità: -0.20 m
Responsabile:	Corrosione: kg/m
Assistente:	Cod. ISTAT: 037080
	Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merli D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 35 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioafgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 1

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	17/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00										
0.40	5.0	10.0		10.00	0.67	15	6.7								
0.60	9.0	15.0		16.00	0.80	23	4.4								
0.80	20.0	26.0		40.00	0.60	50	2.0								
1.00	24.0	38.0		50.00	1.73	29	3.5								
1.20	24.0	36.0		48.00	1.60	30	3.3								
1.40	35.0	40.0		70.00	0.67	104	1.0								
1.60	34.0	50.0		68.00	2.13	32	3.1								
1.80	30.0	36.0		60.00	0.60	75	1.3								
2.00	24.0	35.0		58.00	0.90	72	1.4								
2.20	24.0	31.0		48.00	0.93	52	1.9								
2.40	25.0	40.0		50.00	2.00	25	4.0								
2.60	29.0	35.0		56.00	0.93	80	1.7								
2.80	23.0	34.0		46.00	1.47	31	3.2								
3.00	12.0	25.0		24.00	1.73	14	7.2								
3.20	12.0	24.0		24.00	1.60	15	6.7								
3.40	8.0	21.0		16.00	1.73	8	10.8								
3.60	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.5								
3.80	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
4.00	9.0	16.0		16.00	1.20	15	6.7								
4.20	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
4.40	11.0	20.0		22.00	1.20	16	5.5								
4.60	13.0	24.0		26.00	1.47	18	5.7								
4.80	22.0	35.0		44.00	1.73	25	3.9								
5.00	13.0	17.0		26.00	0.93	49	2.0								
5.20	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
5.40	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
5.60	23.0	34.0		46.00	1.47	31	3.2								
5.80	22.0	35.0		44.00	1.73	25	3.9								
6.00	30.0	45.0		60.00	2.00	30	3.3								
6.20	50.0	70.0		100.00	2.67	37	2.7								
6.40	80.0	110.0		160.00	4.00	40	2.5								
6.60	100.0	150.0		200.00	6.67	30	3.3								
6.80	150.0	200.0		300.00	6.67	45	2.2								
7.00	250.0	280.0		500.00	4.00	125	0.8								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merita D4S-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



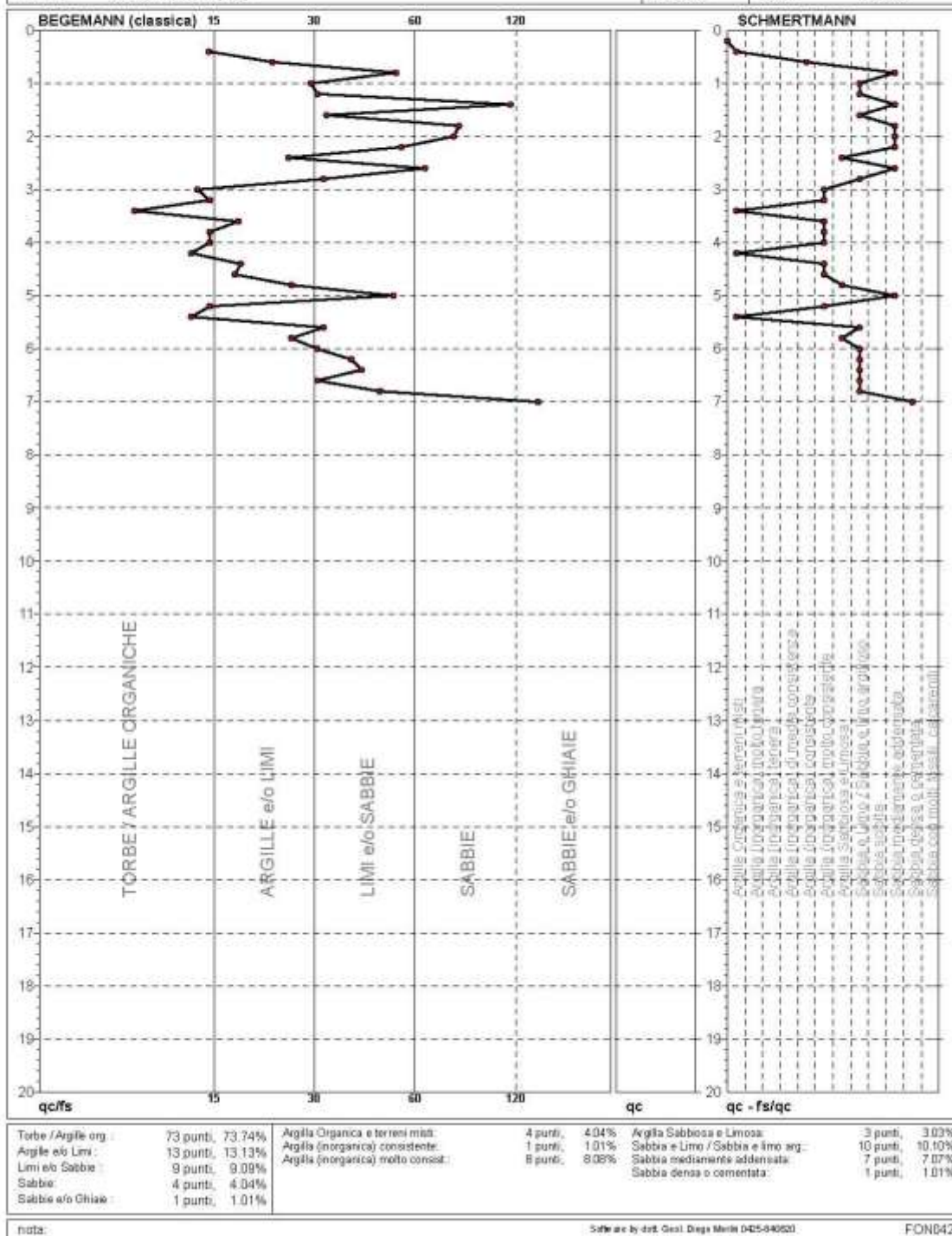
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 1

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 17/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	17/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

Prof. m	qc U.M.	q _{tip} U.M.	zone	γ' t/m ³	α'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ro	DB	DM	Me	FLs	FLJ	E'50	E'25	Mo
							U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.
0.20	10.00	14.93		1.85	0.04		0.50	88.4	86.0	127.5	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	18.00	22.50		1.85	0.07		0.75	88.4	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	40.00	50.00		1.85	0.11		--	--	--	--	--	87	42	35	35	33	41	30	--	--	66.7	100.0	120.0
0.80	50.00	28.90		1.85	0.15		--	--	--	--	--	89	42	35	35	33	41	31	--	--	83.3	125.0	150.0
1.00	48.00	30.00		1.85	0.19		1.67	88.0	283.3	425.0	150.0	83	41	35	34	31	40	31	--	--	80.0	120.0	144.0
1.20	70.00	104.48		1.85	0.22		1.50	74.1	272.0	400.0	144.0	93	42	35	35	33	41	32	--	--	116.7	175.0	210.0
1.40	68.00	31.92		1.85	0.26		--	--	--	--	--	88	42	37	34	30	41	32	--	--	113.3	170.0	204.0
1.60	60.00	75.00		1.85	0.30		--	--	--	--	--	81	41	35	33	31	40	32	--	--	100.0	150.0	180.0
1.80	58.00	72.50		1.85	0.33		--	--	--	--	--	78	41	35	32	30	39	31	--	--	96.7	145.0	174.0
2.00	48.00	51.61		1.85	0.37		--	--	--	--	--	69	38	33	31	29	35	31	--	--	80.0	120.0	144.0
2.20	50.00	25.00		1.85	0.41		--	--	--	--	--	68	38	33	30	28	38	31	--	--	83.3	125.0	150.0
2.40	56.00	60.22		1.85	0.44		1.67	32.8	283.3	425.0	150.0	70	40	33	31	29	38	31	--	--	93.3	140.0	168.0
2.60	46.00	31.29		1.85	0.48		--	--	--	--	--	61	38	32	29	27	36	31	--	--	76.7	115.0	138.0
2.80	24.00	13.97		1.85	0.52		--	--	--	--	--	37	36	28	25	24	32	28	--	--	40.0	60.0	72.0
3.00	24.00	15.00		1.85	0.56		0.88	11.3	151.1	226.7	72.0	36	36	28	25	24	32	28	--	--	40.0	60.0	72.0
3.20	16.00	9.25		1.85	0.59		0.88	10.4	151.1	226.7	72.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	24.00	18.05		1.85	0.63		0.70	7.1	156.8	235.3	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.60	20.00	15.04		1.85	0.67		0.88	9.0	157.9	236.9	72.0	33	35	28	24	23	31	28	--	--	40.0	60.0	72.0
3.80	18.00	15.00		1.85	0.70		0.80	7.4	173.1	259.6	60.0	25	34	26	23	22	30	27	--	--	33.3	50.0	60.0
4.00	16.00	13.33		1.85	0.74		0.75	6.4	191.9	267.9	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	22.00	16.33		1.85	0.78		0.70	5.5	210.8	316.3	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	26.00	17.69		1.85	0.81		0.65	6.6	209.8	313.2	66.0	25	34	25	23	22	30	28	--	--	36.7	55.0	66.0
4.60	44.00	25.43		1.85	0.85		0.59	7.0	213.5	320.3	76.0	30	35	27	24	22	30	28	--	--	43.3	65.0	78.0
4.80	26.00	49.06		1.85	0.89		1.47	11.8	249.3	374.0	132.0	47	37	29	26	24	33	31	--	--	73.3	110.0	132.0
5.00	20.00	15.04		1.85	0.93		--	--	--	--	--	28	35	25	23	22	30	28	--	--	43.3	65.0	78.0
5.20	16.00	13.33		1.85	0.96		0.80	5.0	265.6	398.4	60.0	18	33	25	22	20	28	27	--	--	33.3	50.0	60.0
5.40	46.00	31.29		1.85	1.00		0.70	4.0	276.7	418.1	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	44.00	25.43		1.85	1.04		--	--	--	--	--	44	37	29	25	24	32	31	--	--	75.7	115.0	138.0
5.80	60.00	30.00		1.85	1.07		1.47	9.3	256.8	383.6	132.0	42	36	28	25	24	32	31	--	--	73.3	110.0	132.0
6.00	100.00	37.45		1.85	1.11		2.00	13.1	340.0	510.0	180.0	52	37	30	27	25	34	32	--	--	100.0	150.0	180.0
6.20	160.00	40.00		1.85	1.15		--	--	--	--	--	68	39	32	29	27	35	34	--	--	166.7	250.0	300.0
6.40	200.00	29.99		1.85	1.18		--	--	--	--	--	84	41	34	31	29	30	36	--	--	266.7	400.0	480.0
6.60	300.00	44.98		1.85	1.22		6.67	52.4	1133.3	1700.0	900.0	91	42	35	32	30	38	38	--	--	333.3	500.0	600.0
6.80	500.00	125.00		1.85	1.26		--	--	--	--	--	100	43	37	34	32	41	40	--	--	500.0	750.0	900.0
7.00				1.85	1.30		--	--	--	--	--	100	43	39	37	34	43	40	--	--	633.3	1250.0	1500.0

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-940620

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



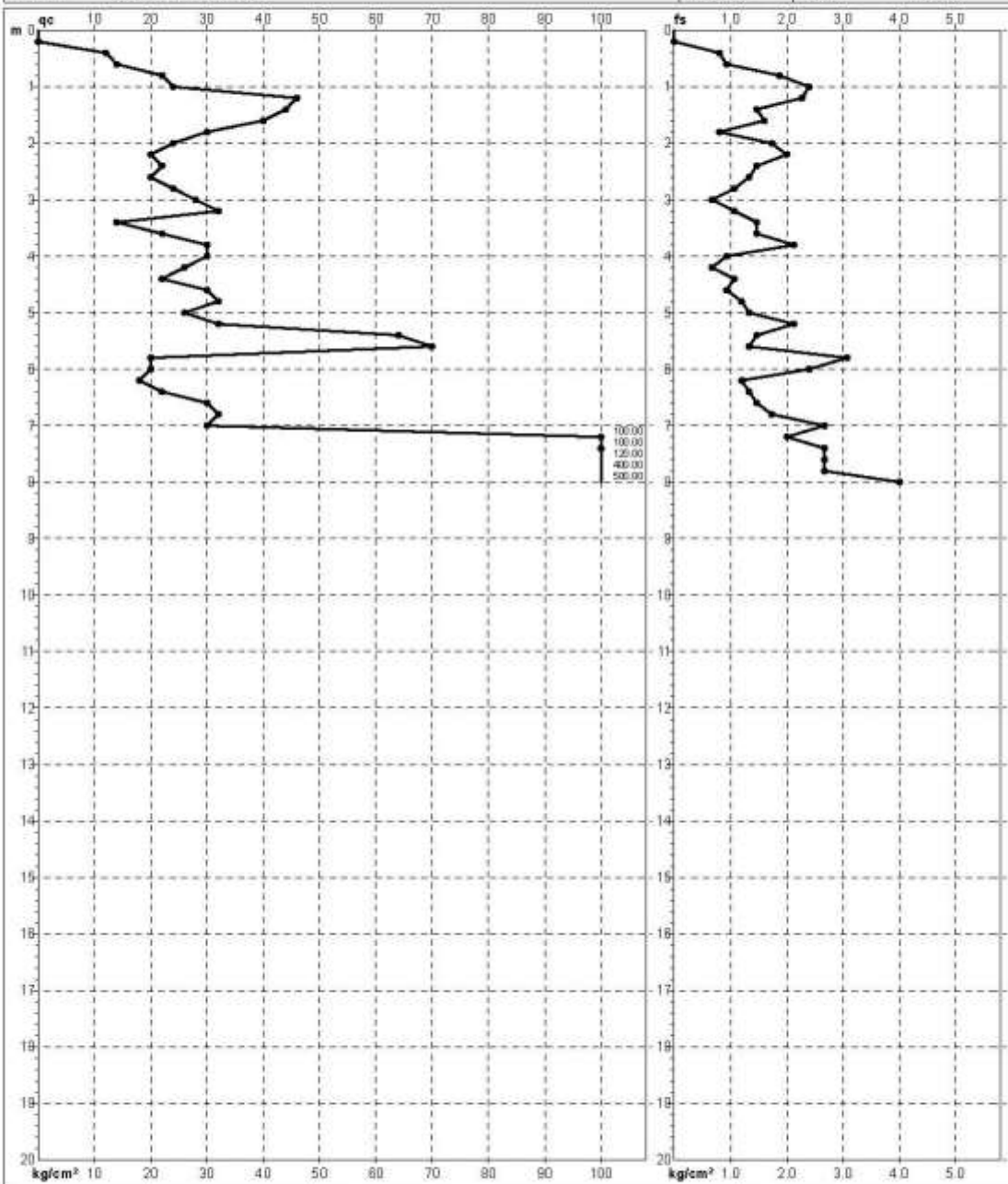
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 2

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 15/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: 1 Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C	Profondità: -0.20 m
Responsabile:	Corrosione: kg/ml
Assistente:	Cod. ISTAT: 037080
	Cod. punto:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-94020

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 2

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantieri	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00										
0.40	6.0	12.0		12.00	0.80	15	6.7								
0.60	7.0	14.0		14.00	0.83	15	6.6								
0.80	11.0	25.0		22.00	1.87	12	9.5								
1.00	12.0	30.0		24.00	2.40	10	10.0								
1.20	23.0	40.0		46.00	2.27	20	4.9								
1.40	22.0	32.0		44.00	1.47	30	3.3								
1.60	20.0	32.0		40.00	1.60	25	4.0								
1.80	15.0	21.0		30.00	0.80	38	2.7								
2.00	12.0	25.0		24.00	1.73	14	7.2								
2.20	10.0	25.0		20.00	2.00	10	10.0								
2.40	11.0	22.0		22.00	1.47	15	6.7								
2.60	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
2.80	12.0	20.0		24.00	1.07	22	4.5								
3.00	14.0	19.0		26.00	0.67	42	2.4								
3.20	16.0	24.0		32.00	1.07	30	3.3								
3.40	7.0	18.0		14.00	1.47	10	10.5								
3.60	11.0	22.0		22.00	1.47	15	6.7								
3.80	15.0	31.0		30.00	2.13	14	7.1								
4.00	15.0	22.0		30.00	0.83	32	3.1								
4.20	13.0	18.0		26.00	0.67	38	2.6								
4.40	11.0	18.0		22.00	1.07	21	4.9								
4.60	15.0	22.0		30.00	0.83	32	3.1								
4.80	16.0	25.0		32.00	1.20	27	3.8								
5.00	13.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
5.20	16.0	32.0		32.00	2.13	15	6.7								
5.40	32.0	43.0		64.00	1.47	44	2.3								
5.60	35.0	49.0		70.00	1.33	53	1.9								
5.80	10.0	33.0		20.00	3.07	7	15.4								
6.00	10.0	28.0		20.00	2.40	8	12.0								
6.20	9.0	18.0		18.00	1.20	15	6.7								
6.40	11.0	21.0		22.00	1.33	17	6.0								
6.60	15.0	26.0		30.00	1.47	20	4.9								
6.80	16.0	28.0		32.00	1.73	16	5.4								
7.00	15.0	35.0		30.00	2.67	11	6.9								
7.20	50.0	85.0		100.00	2.00	50	2.0								
7.40	50.0	70.0		100.00	2.67	37	2.7								
7.60	60.0	80.0		120.00	2.67	45	2.2								
7.80	200.0	220.0		400.00	2.67	150	0.7								
8.00	250.0	280.0		500.00	4.00	125	0.4								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merli D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 40 di 98



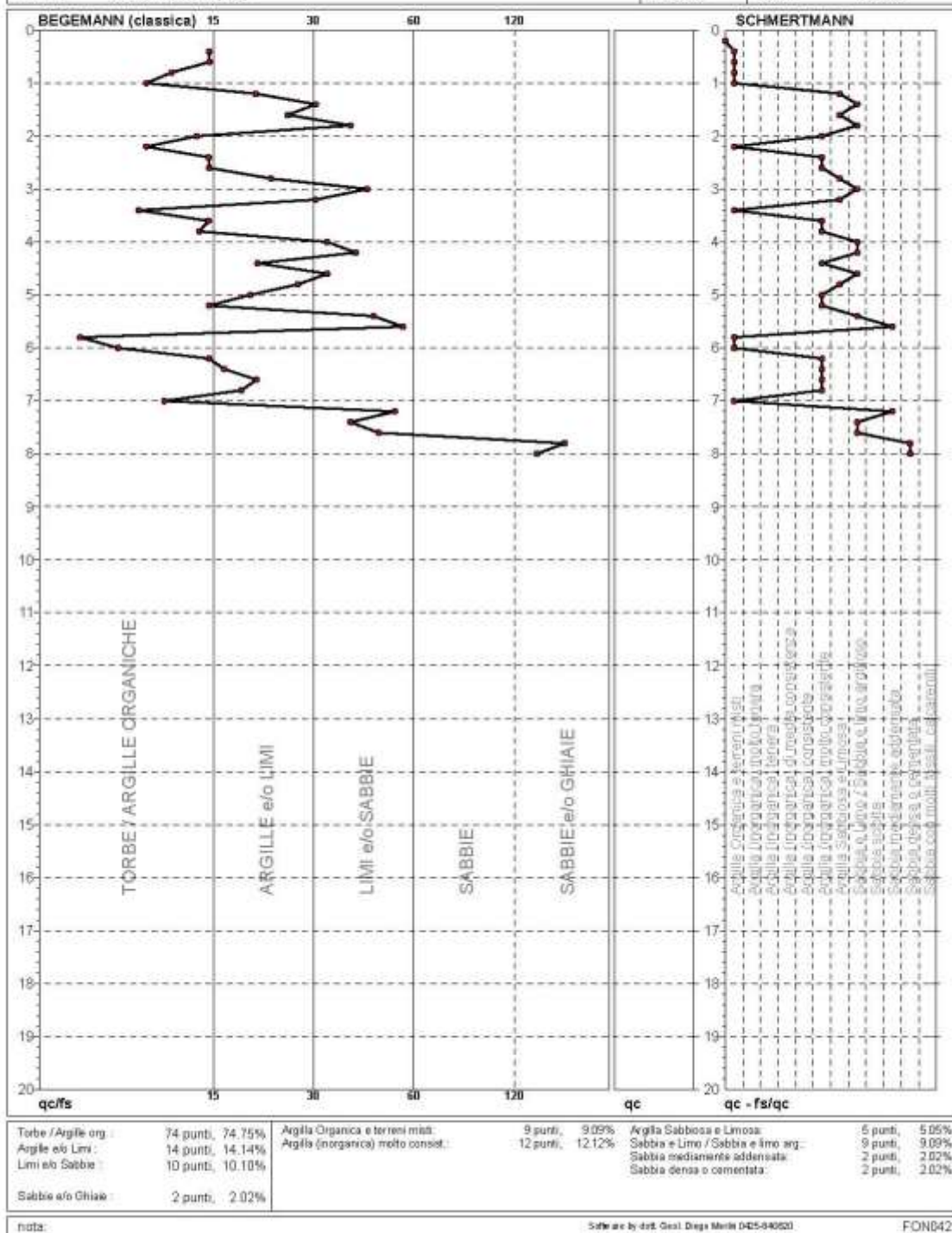
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lottano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 2

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

Prof. m	qc U.M.	q _{0.05}	zone	γ' t/m ³	α'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ro	DB	DM	Me	FLs	FLJ	E'50	E'25	Mo
							U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.
0.20	12.00	15.00	1.85	0.04	0.57	80.8	97.1	145.7	44.6	67	39	35	32	30	29	28	28	36.7	55.0	66.0			
0.40	12.00	15.05	1.85	0.07	0.64	55.7	108.2	162.3	48.2	64	39	34	31	29	28	28	28	40.0	60.0	72.0			
0.60	14.00	17.78	1.85	0.11	0.86	55.5	143.8	215.8	66.0	67	39	35	32	30	29	28	28	36.7	55.0	66.0			
0.80	22.00	10.00	1.85	0.15	0.89	44.7	151.1	226.7	72.0	64	39	34	31	29	28	28	28	40.0	60.0	72.0			
1.00	24.00	20.26	1.85	0.19	1.53	70.3	293.7	351.0	136.0	62	41	36	34	31	40	31	31	75.3	110.0	138.0			
1.20	46.00	20.26	1.85	0.22	1.42	54.8	249.3	374.0	132.0	72	40	35	33	30	28	31	31	75.3	110.0	132.0			
1.40	44.00	29.93	1.85	0.26	1.30	41.2	236.7	340.0	120.0	70	40	34	31	28	29	30	30	66.7	100.0	120.0			
1.60	40.00	25.00	1.85	0.30	1.30	41.2	236.7	340.0	120.0	70	40	34	31	28	29	30	30	66.7	100.0	120.0			
1.80	30.00	37.50	1.85	0.33	0.89	18.8	151.1	226.7	72.0	67	38	32	29	27	26	29	29	50.0	75.0	90.0			
2.00	24.00	13.87	1.85	0.37	0.89	18.8	151.1	226.7	72.0	67	38	32	29	27	26	29	29	50.0	75.0	90.0			
2.20	20.00	10.00	1.85	0.41	0.89	14.6	136.0	204.0	60.0	47	37	30	27	25	26	28	28	40.0	60.0	72.0			
2.40	22.00	14.97	1.85	0.44	0.86	14.1	143.8	215.8	66.0	40	36	29	26	24	23	27	27	33.3	50.0	60.0			
2.60	20.00	15.04	1.85	0.48	0.80	11.9	136.0	204.0	60.0	36	35	28	25	24	23	27	27	33.3	50.0	60.0			
2.80	24.00	22.43	1.85	0.52	0.89	12.3	151.1	226.7	72.0	39	36	29	26	24	23	28	28	40.0	60.0	72.0			
3.00	28.00	41.79	1.85	0.56	1.07	13.1	191.3	272.0	96.0	43	36	29	26	25	23	28	28	46.7	70.0	84.0			
3.20	32.00	29.91	1.85	0.59	1.07	13.1	191.3	272.0	96.0	46	37	30	27	25	24	29	29	53.3	80.0	96.0			
3.40	14.00	9.52	1.85	0.63	0.64	6.4	163.3	244.9	48.2	36	35	27	24	23	22	30	30	36.7	55.0	66.0			
3.60	22.00	14.97	1.85	0.67	0.86	8.5	158.1	232.2	66.0	30	35	27	24	23	23	31	28	36.7	55.0	66.0			
3.80	30.00	14.08	1.85	0.70	1.00	9.6	170.8	256.2	90.0	39	36	29	26	24	23	29	29	50.0	75.0	90.0			
4.00	30.00	32.26	1.85	0.74	0.86	6.6	208.8	313.2	66.0	38	36	29	26	24	23	29	29	50.0	75.0	90.0			
4.20	26.00	38.81	1.85	0.78	1.07	7.9	214.0	320.9	96.0	36	36	29	26	24	23	31	28	43.3	65.0	79.0			
4.40	22.00	20.56	1.85	0.81	0.93	6.3	240.9	361.3	78.0	28	35	26	23	22	22	30	28	36.7	55.0	66.0			
4.60	30.00	32.26	1.85	0.85	1.07	7.1	239.6	359.4	96.0	34	35	27	24	23	23	31	29	50.0	75.0	90.0			
4.80	32.00	26.67	1.85	0.89	0.93	6.3	240.9	361.3	78.0	28	35	26	23	22	22	30	28	43.3	65.0	79.0			
5.00	26.00	19.55	1.85	0.93	1.07	7.1	239.6	359.4	96.0	34	35	27	24	23	23	31	29	50.0	75.0	90.0			
5.20	32.00	15.02	1.85	0.96	0.60	4.3	289.6	449.4	60.0	15	33	24	21	20	20	27	27	33.3	50.0	60.0			
5.40	64.00	43.54	1.85	1.00	0.80	4.2	310.0	465.0	60.0	14	33	24	21	20	20	27	27	33.3	50.0	60.0			
5.60	70.00	52.63	1.85	1.04	0.75	3.7	323.7	485.6	56.2	16	30	24	21	20	20	28	28	36.7	55.0	66.0			
5.80	20.00	6.51	1.85	1.07	0.86	4.1	330.8	495.9	66.0	26	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			
6.00	20.00	8.33	1.85	1.11	1.00	4.9	338.0	507.0	90.0	27	35	26	23	21	21	29	29	53.3	80.0	96.0			
6.20	18.00	15.00	1.85	1.15	1.07	5.1	346.0	519.0	96.0	24	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			
6.40	22.00	16.54	1.85	1.18	1.00	4.9	338.0	507.0	90.0	26	34	25	22	21	21	29	29	53.3	80.0	96.0			
6.60	30.00	20.41	1.85	1.22	1.00	4.5	361.0	541.4	90.0	24	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			
6.80	32.00	18.90	1.85	1.26	1.00	4.5	361.0	541.4	90.0	24	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			
7.00	30.00	11.24	1.85	1.30	0.60	4.3	289.6	449.4	60.0	15	33	24	21	20	20	27	27	33.3	50.0	60.0			
7.20	100.00	90.00	1.85	1.33	0.80	4.2	310.0	465.0	60.0	14	33	24	21	20	20	27	27	33.3	50.0	60.0			
7.40	100.00	37.45	1.85	1.37	0.75	3.7	323.7	485.6	56.2	16	30	24	21	20	20	28	28	36.7	55.0	66.0			
7.60	120.00	44.94	1.85	1.41	0.86	4.1	330.8	495.9	66.0	26	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			
7.80	400.00	149.91	1.85	1.44	1.00	4.9	338.0	507.0	90.0	27	35	26	23	21	21	29	29	53.3	80.0	96.0			
8.00	500.00	125.00	1.85	1.48	1.00	4.5	361.0	541.4	90.0	24	34	25	22	21	21	29	29	50.0	75.0	90.0			

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-940620

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 42 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioafgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 3

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00										
0.40	4.0	10.0		8.00	0.80	10	10.0								
0.60	6.0	12.0		12.00	0.80	15	6.7								
0.80	7.0	14.0		14.00	0.93	15	6.8								
1.00	19.0	28.0		28.00	1.20	32	3.2								
1.20	22.0	32.0		44.00	1.33	33	3.0								
1.40	27.0	34.0		54.00	0.93	58	1.7								
1.60	23.0	34.0		46.00	1.47	31	3.2								
1.80	22.0	32.0		44.00	1.33	33	3.0								
2.00	19.0	31.0		26.00	1.73	21	4.8								
2.20	13.0	30.0		26.00	2.27	11	8.7								
2.40	12.0	25.0		24.00	1.73	14	7.2								
2.60	14.0	28.0		28.00	1.87	15	6.7								
2.80	14.0	27.0		28.00	1.73	16	6.2								
3.00	15.0	32.0		30.00	2.27	12	7.6								
3.20	13.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
3.40	12.0	26.0		24.00	1.87	13	7.8								
3.60	15.0	26.0		30.00	1.47	20	4.9								
3.80	14.0	30.0		28.00	2.13	13	7.8								
4.00	12.0	24.0		24.00	1.80	15	6.7								
4.20	10.0	17.0		20.00	0.93	22	4.7								
4.40	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
4.60	14.0	26.0		28.00	1.60	18	5.7								
4.80	11.0	25.0		22.00	1.87	12	8.5								
5.00	10.0	18.0		20.00	1.20	17	6.0								
5.20	13.0	18.0		26.00	0.80	33	3.1								
5.40	10.0	17.0		20.00	0.93	22	4.7								
5.60	12.0	25.0		24.00	1.73	14	7.2								
5.80	11.0	26.0		22.00	2.00	11	8.1								
6.00	14.0	25.0		26.00	1.47	19	5.3								
6.20	20.0	45.0		40.00	3.33	12	6.3								
6.40	70.0	130.0		140.00	8.00	18	5.7								
6.60	100.0	150.0		200.00	6.67	30	3.3								
6.80	200.0	220.0		400.00	2.67	150	0.7								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merita D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 43 di 98



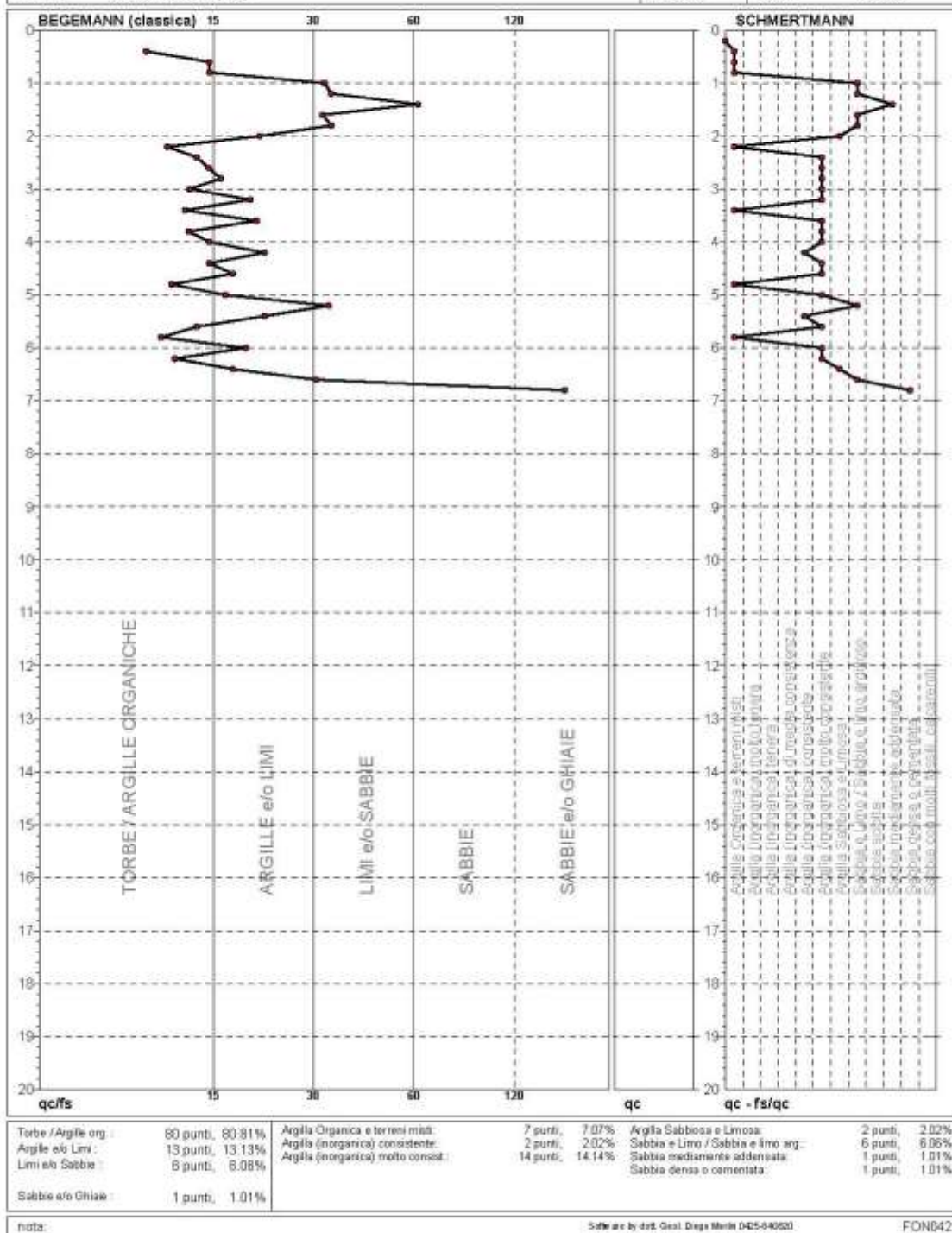
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 3

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

Prof m	qc U.M	qc/fs	zone	γ' t/m ³	α'vo U.M	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
							Cu U.M	OCR %	Eu50 U.M	Eu25 U.M	Mo U.M	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ro (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FLs	FLJ	E'50 U.M	E'25 U.M	Mo U.M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.20	--	--		1.95	0.04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Software by dott. Geol. Diego Meris D45-940620

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 45 di 98



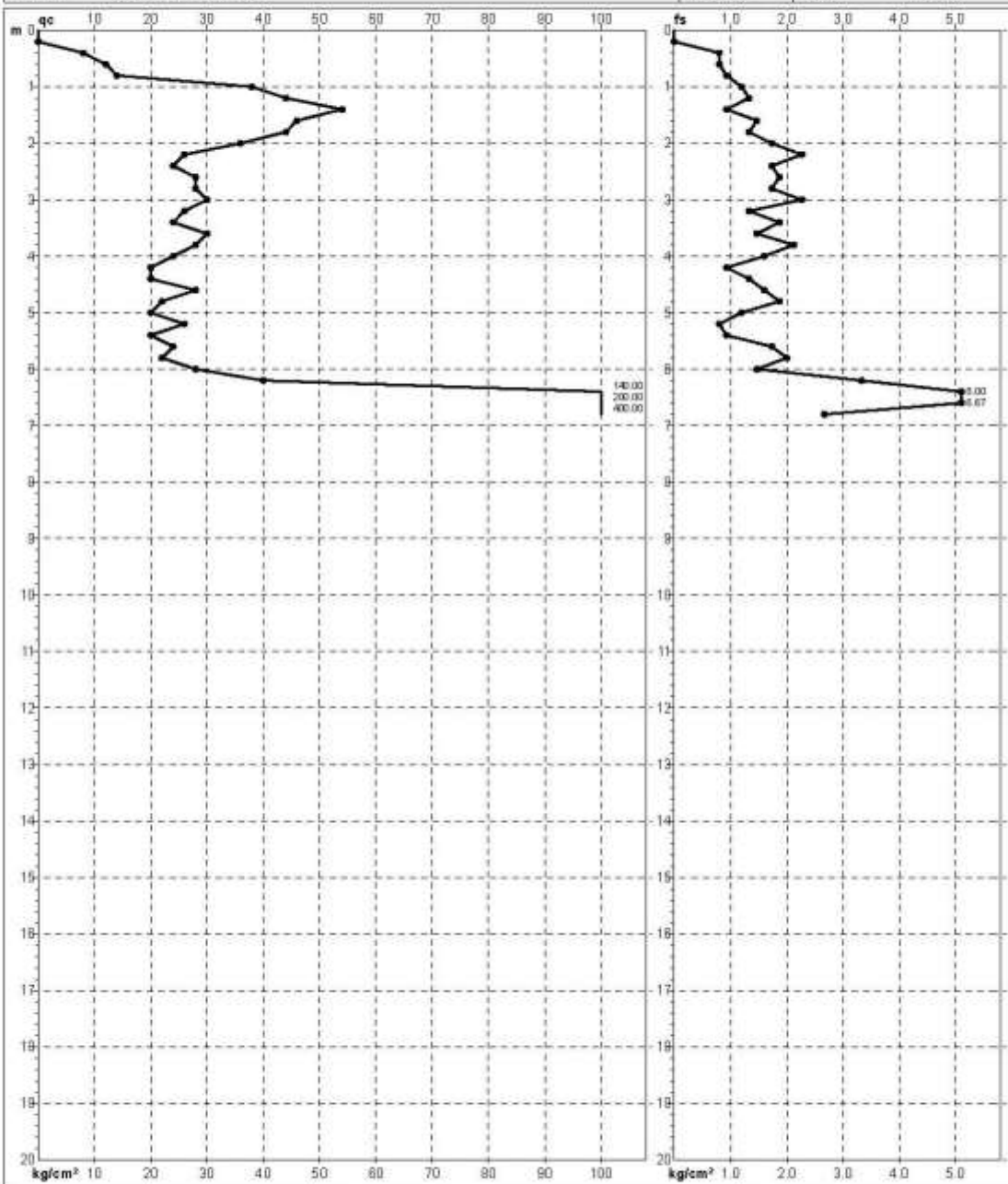
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 3

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 15/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: 1 Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C	Preforo: -0.20 m
Responsabile:	Corrosione: kg/ml
Assistente:	Cod. ISTAT: 037080
	Cod. punta:

nota: Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-940620 FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



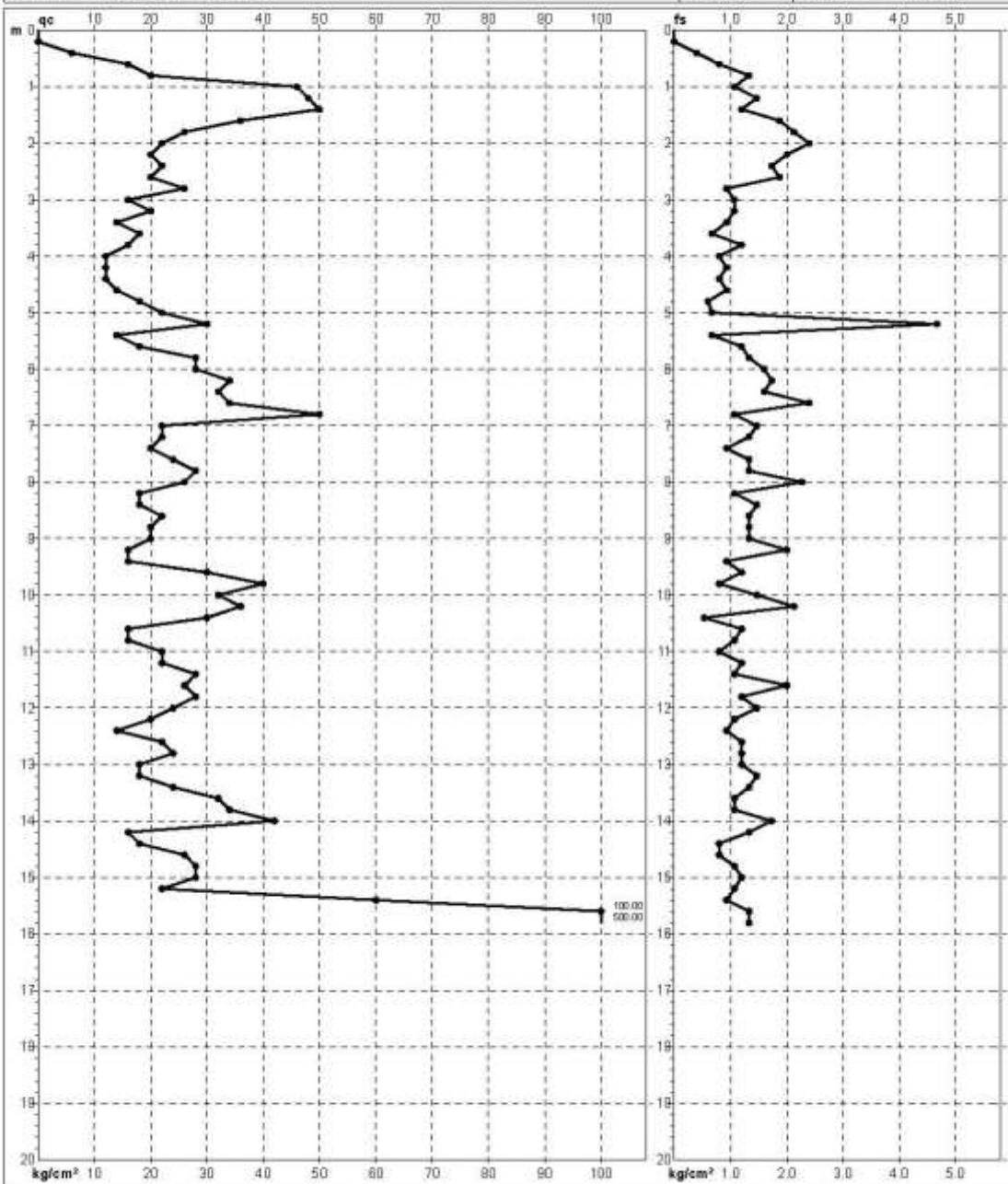
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 6

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: **15/01/2019**
Scala: **1:100**
Pagina: **1** Quota inizio:
Elaborato: **1** Falda: **Assente**



Penetrometro: **SP 100-C**
Responsabile:
Assistente:

Preforo: **-0.20 m**
Corr. astine: **kg/ml**
Cod. ISTAT: **037080**
Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-840620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 6

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00			15.20	11.0	19.0		22.00	1.07	21	4.9
0.40	3.0	6.0		6.00	0.40	15	6.7	15.40	30.0	37.0		60.00	0.93	65	1.6
0.60	8.0	14.0		16.00	0.80	20	5.0	15.60	50.0	80.0		100.00	1.33	75	1.3
0.80	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7	15.80	250.0	260.0		500.00	1.33	378	0.3
1.00	23.0	31.0		46.00	1.07	43	2.3								
1.20	24.0	35.0		48.00	1.47	33	3.1								
1.40	25.0	34.0		50.00	1.20	42	2.4								
1.60	19.0	32.0		36.00	1.67	19	5.2								
1.80	13.0	29.0		26.00	2.13	12	8.2								
2.00	11.0	29.0		22.00	2.40	9	10.9								
2.20	10.0	25.0		20.00	2.00	10	10.0								
2.40	11.0	24.0		22.00	1.73	13	7.9								
2.60	10.0	24.0		20.00	1.67	11	9.4								
2.80	13.0	20.0		26.00	0.83	28	3.6								
3.00	8.0	18.0		16.00	1.07	15	6.7								
3.20	10.0	18.0		20.00	1.07	19	5.4								
3.40	7.0	14.0		14.00	0.83	15	6.6								
3.60	9.0	14.0		18.00	0.67	27	3.7								
3.80	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
4.00	6.0	12.0		12.00	0.80	15	6.7								
4.20	6.0	13.0		12.00	0.93	13	7.8								
4.40	6.0	12.0		12.00	0.80	15	6.7								
4.60	7.0	14.0		14.00	0.83	15	6.6								
4.80	9.0	13.5		18.00	0.60	30	3.3								
5.00	11.0	16.0		22.00	0.67	33	3.0								
5.20	15.0	50.0		30.00	4.67	6	15.6								
5.40	7.0	12.0		14.00	0.67	21	4.8								
5.60	9.0	16.0		18.00	1.20	15	6.7								
5.80	14.0	24.0		26.00	1.33	21	4.8								
6.00	14.0	26.0		26.00	1.60	18	9.1								
6.20	17.0	30.0		34.00	1.73	20	5.1								
6.40	16.0	26.0		32.00	1.60	20	5.0								
6.60	17.0	35.0		34.00	2.40	14	7.1								
6.80	25.0	33.0		50.00	1.07	47	2.1								
7.00	11.0	22.0		22.00	1.47	15	6.7								
7.20	11.0	21.0		22.00	1.33	17	6.0								
7.40	10.0	17.0		20.00	0.83	22	4.7								
7.60	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.5								
7.80	14.0	24.0		28.00	1.33	21	4.8								
8.00	13.0	30.0		26.00	2.27	11	9.1								
8.20	9.0	17.0		18.00	1.07	17	5.9								
8.40	9.0	20.0		18.00	1.47	12	8.2								
8.60	11.0	21.0		22.00	1.33	17	6.0								
8.80	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
9.00	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
9.20	8.0	23.0		16.00	2.00	8	12.5								
9.40	8.0	15.0		16.00	1.93	17	5.8								
9.60	15.0	24.0		30.00	1.20	25	4.0								
9.80	20.0	26.0		40.00	0.60	50	2.0								
10.00	16.0	27.0		32.00	1.47	17	5.9								
10.20	16.0	34.0		36.00	2.13	11	9.1								
10.40	15.0	19.0		30.00	0.63	57	1.8								
10.60	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
10.80	8.0	16.0		16.00	1.07	15	6.7								
11.00	11.0	17.0		22.00	0.80	28	3.6								
11.20	11.0	20.0		22.00	1.20	18	5.5								
11.40	14.0	23.0		26.00	1.07	26	3.8								
11.60	13.0	26.0		26.00	2.00	13	7.7								
11.80	14.0	23.0		26.00	1.20	23	4.3								
12.00	12.0	23.0		24.00	1.47	18	6.1								
12.20	10.0	18.0		20.00	1.07	19	5.4								
12.40	7.0	14.0		14.00	0.83	15	6.6								
12.60	11.0	20.0		22.00	1.20	18	5.5								
12.80	12.0	21.0		24.00	1.20	20	5.0								
13.00	9.0	18.0		18.00	1.20	15	6.7								
13.20	9.0	20.0		18.00	1.47	12	8.2								
13.40	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.5								
13.60	16.0	24.0		32.00	1.07	30	3.3								
13.80	17.0	25.0		34.00	1.07	32	3.1								
14.00	21.0	34.0		42.00	1.73	34	4.1								
14.20	8.0	18.0		16.00	1.33	12	8.3								
14.40	9.0	15.0		18.00	0.80	23	4.4								
14.60	13.0	19.0		26.00	0.60	33	3.1								
14.80	14.0	22.0		26.00	1.07	26	3.8								
15.00	14.0	23.0		26.00	1.20	23	4.3								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmiedmann (fs / qc)*100

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merli D45-94020

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



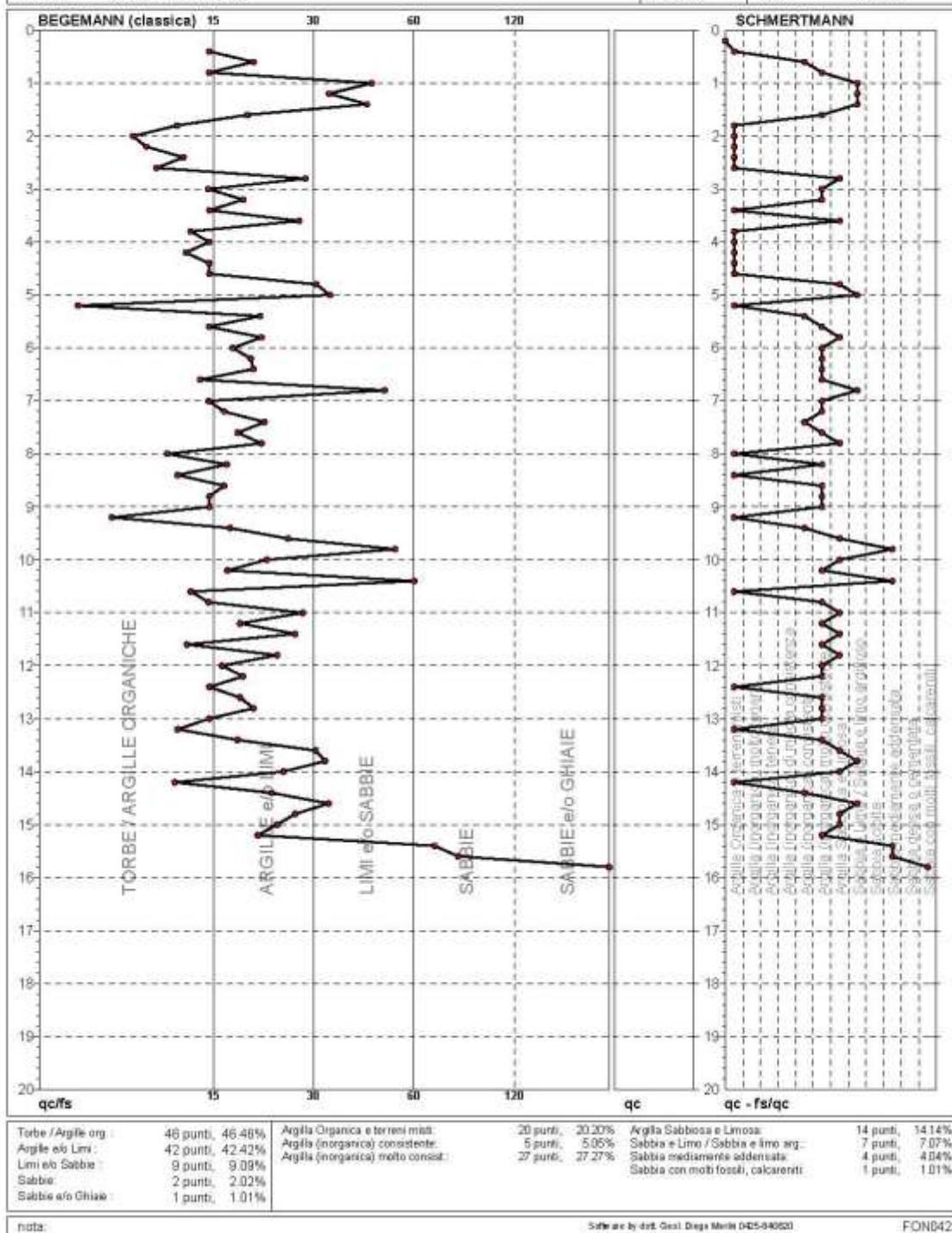
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lottano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 6

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 6

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

Prof. m	qc U.M.	q _{0.05}	zone	γ' tm ³	α'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
							Cu	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ro (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FLs	FLi	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
0.20	6.00	15.00		1.85	0.04		0.30	36.1	12.0	18.0	9.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 7

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantieri	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00			15.20	9.0	17.0		18.00	1.07	17	5.9
0.40	2.0	7.0		4.00	0.67	8	16.8	15.40	12.0	22.0		24.00	1.33	19	5.5
0.60	5.0	8.0		10.00	0.53	18	5.3	15.60	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7
0.80	7.0	14.0		14.00	0.93	15	6.8	15.80	8.0	15.0		16.00	0.93	17	5.8
1.00	8.0	18.0		16.00	1.07	15	6.7	16.00	9.5	14.0		18.00	0.80	32	3.2
1.20	14.0	22.0		28.00	1.07	28	3.8	16.20	50.0	60.0		180.00	1.33	75	1.3
1.40	14.0	22.0		28.00	1.07	28	3.8	16.40	10.0	30.0		20.00	2.67	7	13.4
1.60	20.0	35.0		40.00	2.00	20	5.0	16.60	10.0	30.0		20.00	2.67	7	13.4
1.80	9.0	23.0		16.00	1.67	10	10.4	16.80	12.0	20.0		24.00	1.07	22	4.5
2.00	7.5	17.0		15.00	1.27	12	6.5	17.00	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7
2.20	15.0	24.5		30.00	1.27	24	4.2	17.20	15.5	25.0		31.00	1.27	24	4.1
2.40	10.0	18.0		20.00	0.80	25	4.0	17.40	17.0	31.0		34.00	1.87	18	5.5
2.60	9.0	17.0		18.00	1.07	17	5.9								
2.80	7.5	17.5		15.00	1.33	11	8.8								
3.00	8.0	15.0		16.00	0.93	17	5.8								
3.20	11.0	17.5		22.00	0.87	25	4.0								
3.40	5.5	12.5		11.00	0.83	12	8.5								
3.60	7.0	13.0		14.00	0.80	18	5.7								
3.80	8.0	12.5		16.00	0.60	27	3.8								
4.00	5.0	12.0		10.00	0.93	11	8.3								
4.20	8.0	13.0		16.00	0.67	24	4.2								
4.40	10.0	12.0		20.00	0.27	74	1.4								
4.60	5.5	13.5		11.00	1.07	10	8.7								
4.80	8.0	13.0		16.00	0.67	24	4.2								
5.00	14.0	20.5		26.00	0.87	32	3.1								
5.20	7.5	13.5		15.00	0.80	18	5.3								
5.40	8.0	19.0		16.00	1.47	11	9.2								
5.60	8.5	15.0		17.00	0.87	20	5.1								
5.80	13.0	20.0		26.00	0.83	28	3.6								
6.00	13.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
6.20	11.5	23.0		23.00	1.53	15	6.7								
6.40	12.0	25.0		24.00	1.73	14	7.2								
6.60	12.5	25.0		25.00	1.67	15	6.7								
6.80	10.0	23.0		20.00	1.73	12	8.7								
7.00	13.0	22.0		26.00	1.20	22	4.8								
7.20	13.0	18.0		26.00	0.80	33	3.1								
7.40	10.5	21.0		21.00	1.40	15	6.7								
7.60	11.0	21.0		22.00	1.33	17	6.0								
7.80	10.0	18.0		20.00	1.20	17	6.0								
8.00	9.0	18.5		18.00	1.40	13	7.8								
8.20	9.0	18.5		18.00	1.27	14	7.1								
8.40	11.0	20.0		22.00	1.20	18	5.5								
8.60	12.5	21.5		25.00	1.60	21	4.8								
8.80	17.0	28.0		34.00	1.80	21	4.7								
9.00	9.0	22.0		18.00	1.73	10	8.8								
9.20	11.0	22.5		22.00	1.53	14	7.0								
9.40	17.0	26.0		34.00	1.20	28	3.5								
9.60	13.0	23.5		26.00	1.40	19	5.4								
9.80	15.0	25.5		30.00	1.40	21	4.7								
10.00	19.0	26.5		36.00	1.27	30	3.3								
10.20	8.0	23.0		16.00	2.00	8	12.5								
10.40	6.5	15.5		13.00	1.20	11	8.2								
10.60	12.0	17.0		24.00	0.67	36	2.8								
10.80	7.0	14.0		14.00	0.83	15	6.6								
11.00	9.0	14.0		18.00	0.67	27	3.1								
11.20	11.0	18.0		22.00	0.93	24	4.2								
11.40	11.0	30.0		22.00	1.20	18	5.5								
11.60	12.5	22.5		25.00	1.33	19	5.3								
11.80	12.5	22.5		25.00	1.33	19	5.3								
12.00	11.5	21.5		23.00	1.33	17	5.8								
12.20	13.0	24.0		26.00	1.47	18	5.7								
12.40	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.5								
12.60	14.0	21.5		28.00	1.00	28	3.6								
12.80	12.0	20.0		24.00	1.07	22	4.5								
13.00	13.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
13.20	12.0	21.0		24.00	1.20	20	5.0								
13.40	10.0	20.5		20.00	1.40	14	7.0								
13.60	20.0	30.0		40.00	1.33	30	3.3								
13.80	10.0	23.0		20.00	1.73	12	8.7								
14.00	7.0	20.0		14.00	1.73	8	12.4								
14.20	10.0	18.0		20.00	0.80	25	4.0								
14.40	11.0	18.0		22.00	0.93	24	4.2								
14.60	9.0	15.0		16.00	0.93	17	5.8								
14.80	8.0	13.0		16.00	0.67	24	4.2								
15.00	8.0	13.5		16.00	0.73	22	4.6								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmiedmann (fs / qc)*100

nota:

Software by dott. Geol. Diego Meris D45-94020

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



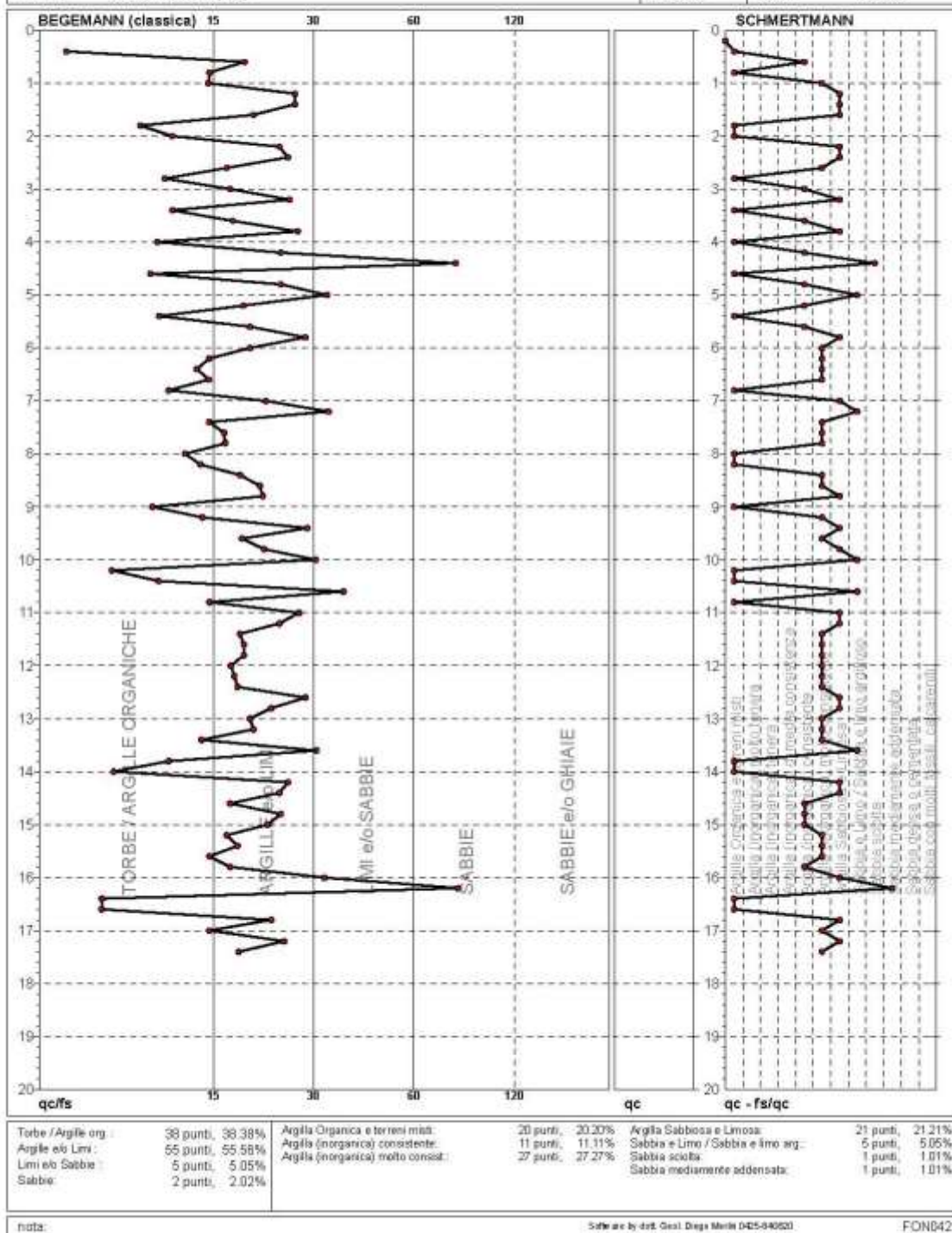
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 7

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob. +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT**7**

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE													
Prof. m	qc U.M.	q _{tip}	zone	γ' t/m ³	σ'vo U.M.	Vs m/s	Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ro (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FLs	FLI	E50 U.M.	E25 U.M.	Mo U.M.
0.20	-	-	-	1.95	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	4.00	5.97	-	1.95	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.60	10.00	19.97	-	1.95	0.11	-	0.50	41.2	65.0	127.5	40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	14.00	15.05	-	1.95	0.15	-	0.64	36.9	109.2	162.3	46.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00	16.00	14.95	-	1.95	0.19	-	0.70	32.9	118.3	177.4	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	26.00	26.17	-	1.95	0.22	-	0.92	39.4	164.1	246.2	64.0	66	39	34	31	29	38	28	-	-	46.7	70.0	84.0
1.40	26.00	26.17	-	1.95	0.26	-	0.92	32.5	164.1	246.2	64.0	70	40	34	31	29	38	30	-	-	46.7	100.0	120.0
1.60	20.00	20.00	-	1.95	0.30	-	1.33	41.2	236.7	340.0	120.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.80	18.00	9.63	-	1.95	0.33	-	0.75	17.3	127.5	191.3	56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00	15.00	11.81	-	1.95	0.37	-	0.67	13.1	113.3	170.0	49.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.20	30.00	23.62	-	1.95	0.41	-	1.00	19.3	170.0	255.0	90.0	53	38	31	28	26	35	29	-	-	50.0	75.0	90.0
2.40	20.00	25.30	-	1.95	0.44	-	0.80	13.1	136.0	204.0	60.0	36	36	29	26	24	33	27	-	-	33.3	50.0	60.0
2.60	18.00	16.82	-	1.95	0.48	-	0.75	10.9	127.5	191.3	56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.80	15.00	11.28	-	1.95	0.52	-	0.67	8.6	122.8	184.2	49.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.00	15.00	17.20	-	1.95	0.56	-	0.70	8.3	132.1	198.2	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.20	22.00	25.39	-	1.95	0.59	-	0.65	9.6	144.3	216.4	66.0	33	36	28	25	23	31	28	-	-	36.7	55.0	66.0
3.40	11.00	11.83	-	1.95	0.63	-	0.54	5.1	172.8	259.2	42.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.60	14.00	17.50	-	1.95	0.67	-	0.64	5.9	176.9	265.3	48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.80	16.00	26.67	-	1.95	0.70	-	0.70	6.2	184.2	276.3	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00	10.00	10.75	-	1.95	0.74	-	0.50	3.8	208.1	312.1	40.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.20	16.00	23.98	-	1.95	0.78	-	0.70	5.5	210.8	316.3	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.40	20.00	74.07	-	1.95	0.81	-	0.80	6.1	213.8	320.8	60.0	22	34	26	22	21	29	27	-	-	33.3	60.0	80.0
4.60	11.00	10.28	-	1.95	0.85	-	0.54	3.5	240.1	360.1	42.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.80	16.00	23.88	-	1.95	0.89	-	0.70	4.6	247.2	370.8	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.00	26.00	32.16	-	1.95	0.93	-	-	-	-	-	-	30	36	27	24	22	30	28	-	-	46.7	70.0	84.0
5.20	15.00	19.75	-	1.95	0.96	-	0.67	4.0	269.8	403.2	49.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.40	16.00	10.80	-	1.95	1.00	-	0.70	4.0	276.7	418.1	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.60	17.00	19.54	-	1.95	1.04	-	0.72	4.0	289.0	433.4	54.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.80	26.00	27.36	-	1.95	1.07	-	0.93	5.0	293.8	446.7	78.0	24	34	26	22	21	28	28	-	-	43.3	65.0	78.0
6.00	26.00	19.55	-	1.95	1.11	-	0.95	5.0	306.1	459.2	78.0	18	33	25	21	20	28	28	-	-	38.3	57.5	69.0
6.20	23.00	15.03	-	1.95	1.15	-	0.87	4.4	320.1	480.2	69.0	24	33	25	21	20	28	28	-	-	40.0	60.0	72.0
6.40	24.00	13.87	-	1.95	1.18	-	0.89	4.4	330.5	495.0	72.0	19	34	25	21	20	28	28	-	-	41.7	62.5	75.0
6.60	26.00	14.97	-	1.95	1.22	-	0.91	4.3	341.0	511.4	75.0	19	34	25	21	20	28	28	-	-	40.0	60.0	72.0
6.80	20.00	11.55	-	1.95	1.26	-	0.80	3.6	365.1	532.6	60.0	11	33	24	20	19	27	27	-	-	33.3	50.0	60.0
7.00	26.00	21.67	-	1.95	1.30	-	0.93	4.1	361.6	542.4	78.0	19	33	25	21	20	28	28	-	-	43.3	65.0	78.0
7.20	26.00	32.50	-	1.95	1.33	-	-	-	-	-	-	19	33	25	21	20	28	28	-	-	43.3	65.0	78.0
7.40	21.00	15.00	-	1.95	1.37	-	0.82	3.3	383.6	575.4	63.0	11	33	23	20	19	27	27	-	-	36.0	52.5	63.0
7.60	22.00	16.54	-	1.95	1.41	-	0.85	3.3	394.0	591.0	66.0	12	33	23	20	19	27	28	-	-	36.7	55.0	66.0
7.80	20.00	16.67	-	1.95	1.44	-	0.90	3.0	394.4	591.7	60.0	8	32	23	19	18	26	27	-	-	33.3	50.0	60.0
8.00	16.00	12.86	-	1.95	1.48	-	0.75	2.6	387.9	581.9	56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.20	18.00	14.17	-	1.95	1.52	-	0.86	2.9	421.7	632.5	66.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.40	22.00	18.33	-	1.95	1.56	-	0.86	2.9	421.7	632.5	66.0	9	32	23	20	19	26	28	-	-	36.7	55.0	66.0
8.60	25.00	20.83	-	1.95	1.59	-	0.91	3.1	439.7	659.5	75.0	13	33	23	20	19	27	28	-	-	41.7	62.5	75.0
8.80	34.00	21.25	-	1.95	1.63	-	1.13	4.0	454.3	681.4	102.0	23	34	25	22	20	28	29	-	-	56.7	85.0	102.0
9.00	16.00	10.40	-	1.95	1.67	-	0.75	2.6	406.3	609.5	56.2	7	32	22	19	18	24	26	-	-	36.7	55.0	66.0
9.20	23.00	14.38	-	1.95	1.70	-	0.86	2.6	441.5	652.3	66.0	12	34	25	21	20	28	29	-	-	46.7	85.0	102.0
9.40	34.00	28.33	-	1.95	1.74	-	1.13	3.7	473.1	709.6	102.0	21	34	25	21	20	28	29	-	-	56.7	85.0	102.0
9.60	26.00	19.57	-	1.95	1.78	-	0.99	2.8	473.1	709.6	78.0	12	33	23	20	19	26	28	-	-	43.3	65.0	78.0
9.80	30.00	21.43	-	1.95	1.81	-	1.00	3.0	494.6	741.9	90.0	16	33	24	20	19	27	29	-	-	50.0	75.0	90.0
10.00	36.00	28.92	-	1.95	1.85	-	1.27	3.9	518.7	778.0	114.0	24	34	25	22	20	28	30	-	-	63.3	95.0	114.0
10.20	16.00	9.00	-	1.95	1.89	-	0.70	1.8	366.5	594.7	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.40	10.00	10.93	-	1.95	1.92	-	0.60	1.5	353.3	529.9	46.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.60	24.00	35.82	-	1.95	1.96	-	-	-	-	-	-	7	32	22	19	18	25	28	-	-	40.0	60.0	72.0
10.80	14.00	15.05	-	1.95	2.00	-	0.64	1.5	371.2	566.7	48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.00	18.00	26.87	-	1.95	2.04	-	0.75	1.8	427.5	641.2	56.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.20	22.00	23.66	-	1.95	2.07	-	0.86	2.0	471.6	704.4	66.0	2	32	22	18	17	25	28	-	-	36.7	55.0	66.0
11.40	22.00	18.33	-	1.95	2.11	-	0.86	2.0	472.6	710.4	66.0	2	32	22	18	17	25	28	-	-	36.7	55.0	66.0
11.60	26.00	19.80	-	1.95	2.15	-	0.91	2.1	501.7	763.7	75.0	6	32	22	18	18	25	28	-	-	41.7	62.5	75.0
11.80	26.00	19.80	-	1.95	2.18	-	0.91	2.1	504.1	756.2	75.0	6	32	22	18	18	25	28	-	-	41.7	62.5	75.0
12.00	23.00	17.29	-	1.95	2.22	-	0.97	1.9	498.7	733.1	69.0	6	31	21	18	17	25	28	-	-	38.3	57.5	69.0
12.20	26.00	17.69	-	1.95	2.26	-	0.93	2.1	516.5	754.8	78.0	6	31	22	22	19	18	25	-	-	43.3	65.0	78.0
12.40	24.00	18.05	-	1.95	2.29	-	0.89	1.9	501.5	723.3	72.0	6	31	22	21	18	17	25	-	-	40.0	60.0	72.0
12.60	26.00	28.00	-	1.95	2.30	-	0.92	2.1	536.2	804.2	94.0	8	32</										



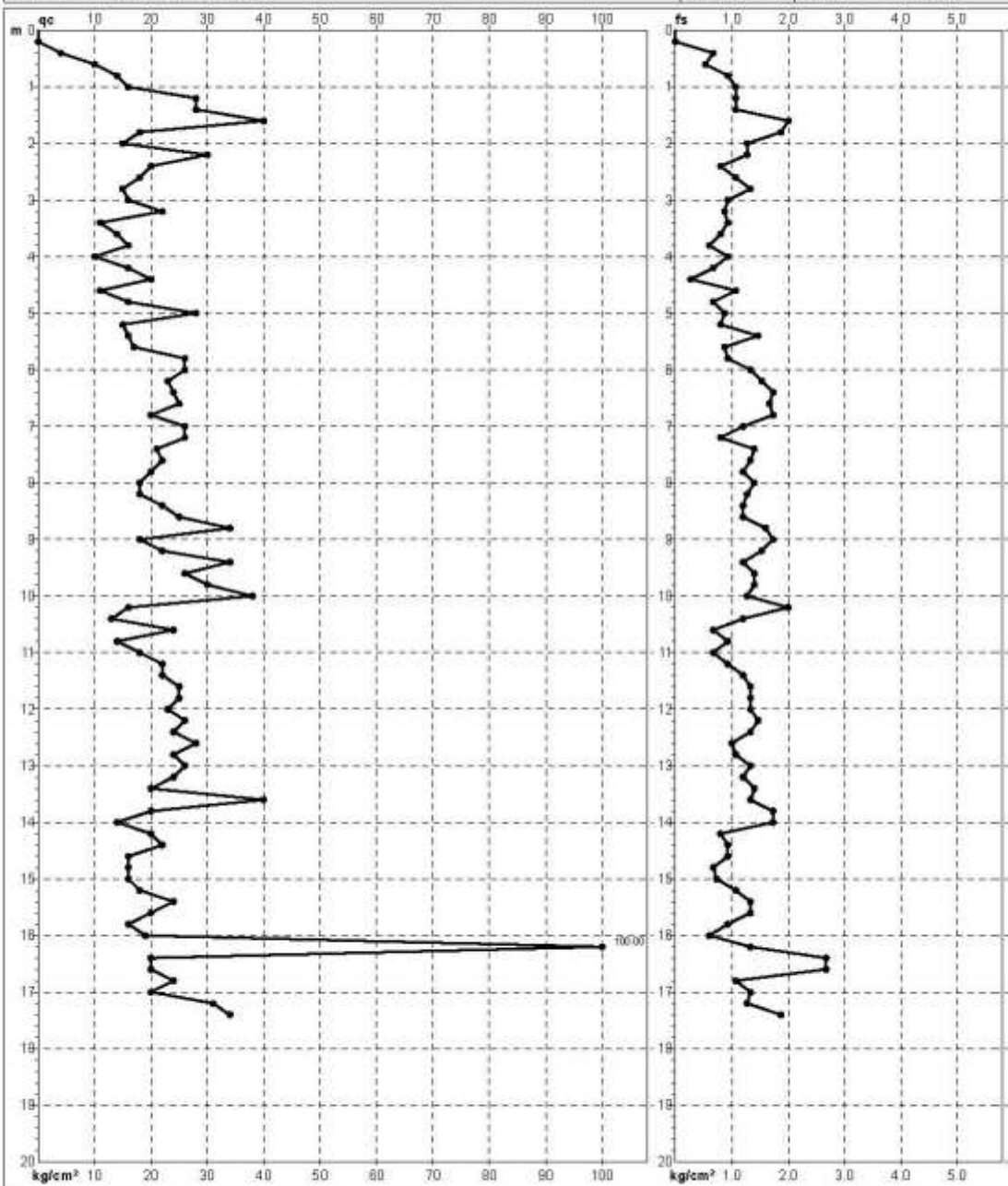
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 7

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 15/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: Faida: Assente



Penetrometro: SP 100-C
Responsabile:
Assistente:

Preforo: -0.20 m
Corr. astine: kg/ml
Cod. ISTAT: 037080
Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-840620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



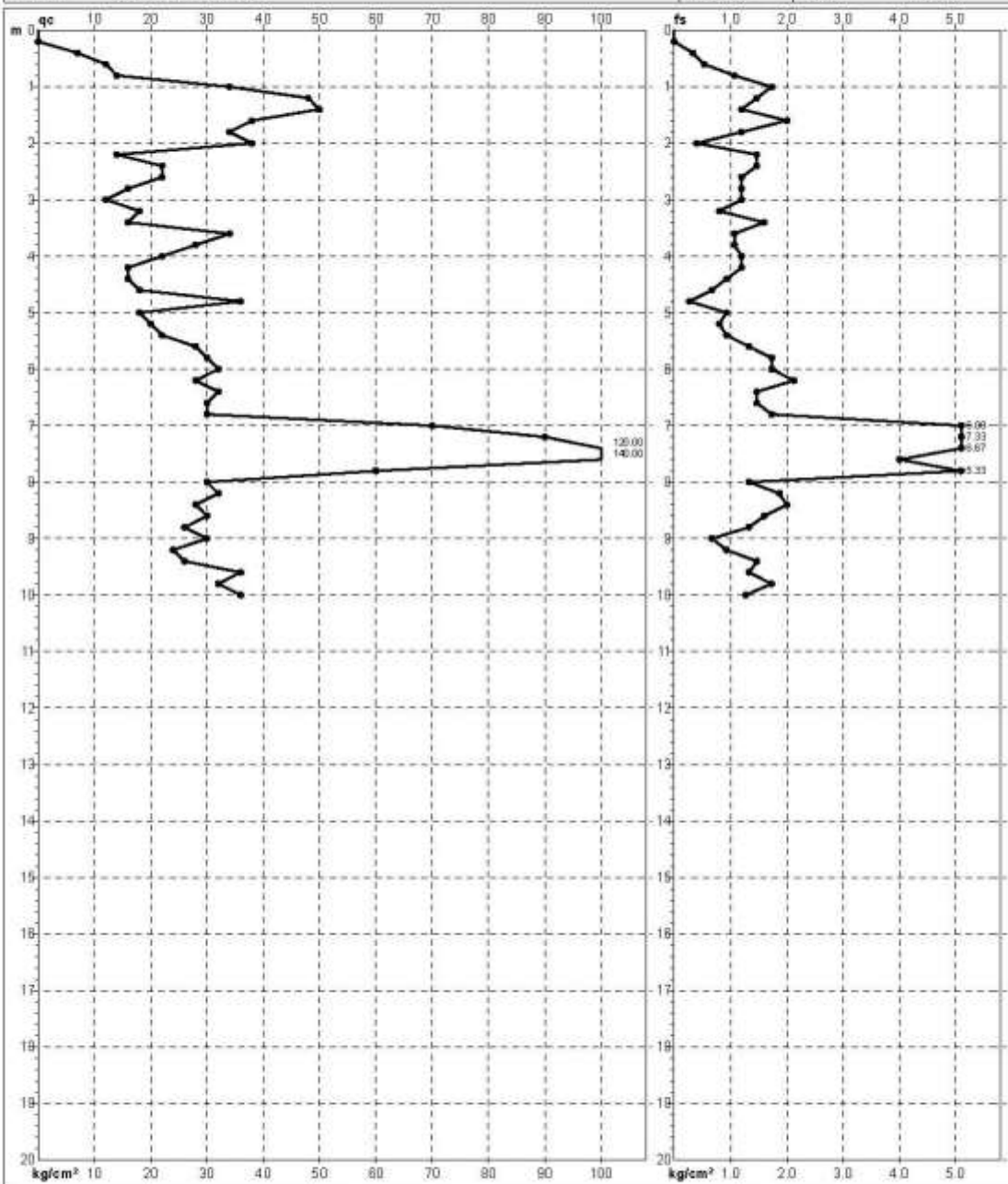
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 8

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 15/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: 1 Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C	Profondità: -0.20 m
Responsabile:	Corrosione: kg/ml
Assistente:	Cod. ISTAT: 037080
	Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-94020

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 55 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 8

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00										
0.40	3.5	6.0		7.00	0.33	21	4.7								
0.60	6.0	10.0		12.00	0.53	23	4.4								
0.80	7.0	15.0		14.00	1.07	13	7.8								
1.00	17.0	30.0		34.00	1.73	20	6.1								
1.20	24.0	35.0		48.00	1.47	33	3.1								
1.40	25.0	34.0		50.00	1.20	42	2.4								
1.60	19.0	34.0		38.00	2.00	19	5.3								
1.80	17.0	26.0		34.00	1.20	28	3.5								
2.00	19.0	22.0		26.00	0.90	35	1.1								
2.20	7.0	18.0		14.00	1.47	10	10.5								
2.40	11.0	22.0		22.00	1.47	15	6.7								
2.60	11.0	20.0		22.00	1.20	18	5.5								
2.80	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
3.00	8.0	15.0		12.00	1.20	10	10.0								
3.20	9.0	15.0		18.00	0.80	23	4.4								
3.40	8.0	20.0		16.00	1.60	10	10.0								
3.60	17.0	25.0		34.00	1.07	32	3.1								
3.80	14.0	22.0		28.00	1.07	26	3.8								
4.00	11.0	20.0		22.00	1.20	18	5.5								
4.20	8.0	17.0		16.00	1.20	13	7.5								
4.40	8.0	15.0		16.00	0.83	17	5.8								
4.60	9.0	14.0		18.00	0.67	27	3.7								
4.80	18.0	20.0		36.00	0.27	133	0.8								
5.00	9.0	16.0		18.00	0.83	18	5.2								
5.20	10.0	16.0		20.00	0.80	25	4.0								
5.40	11.0	18.0		22.00	0.93	24	4.2								
5.60	14.0	24.0		28.00	1.33	21	4.8								
5.80	15.0	28.0		30.00	1.73	17	5.8								
6.00	16.0	28.0		32.00	1.73	18	5.4								
6.20	14.0	30.0		28.00	2.13	13	7.6								
6.40	18.0	27.0		32.00	1.47	22	4.8								
6.60	15.0	26.0		30.00	1.47	20	4.9								
6.80	15.0	28.0		30.00	1.73	17	5.8								
7.00	25.0	80.0		70.00	8.00	12	8.0								
7.20	45.0	100.0		90.00	7.33	12	8.1								
7.40	60.0	110.0		120.00	6.67	18	5.6								
7.60	70.0	100.0		140.00	4.00	35	2.9								
7.80	30.0	70.0		60.00	5.33	11	8.9								
8.00	15.0	25.0		30.00	1.33	23	4.4								
8.20	18.0	30.0		32.00	1.67	17	5.9								
8.40	14.0	28.0		28.00	2.00	14	7.1								
8.60	15.0	27.0		30.00	1.60	18	5.3								
8.80	15.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
9.00	15.0	20.0		30.00	0.67	45	2.2								
9.20	12.0	18.0		24.00	0.83	28	3.9								
9.40	13.0	24.0		26.00	1.47	18	5.7								
9.60	18.0	28.0		36.00	1.33	27	3.7								
9.80	16.0	28.0		32.00	1.73	18	5.4								
10.00	18.0	27.0		36.00	1.27	28	3.6								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione
qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmiedmann (fs / qc)*100

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merli D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 56 di 98



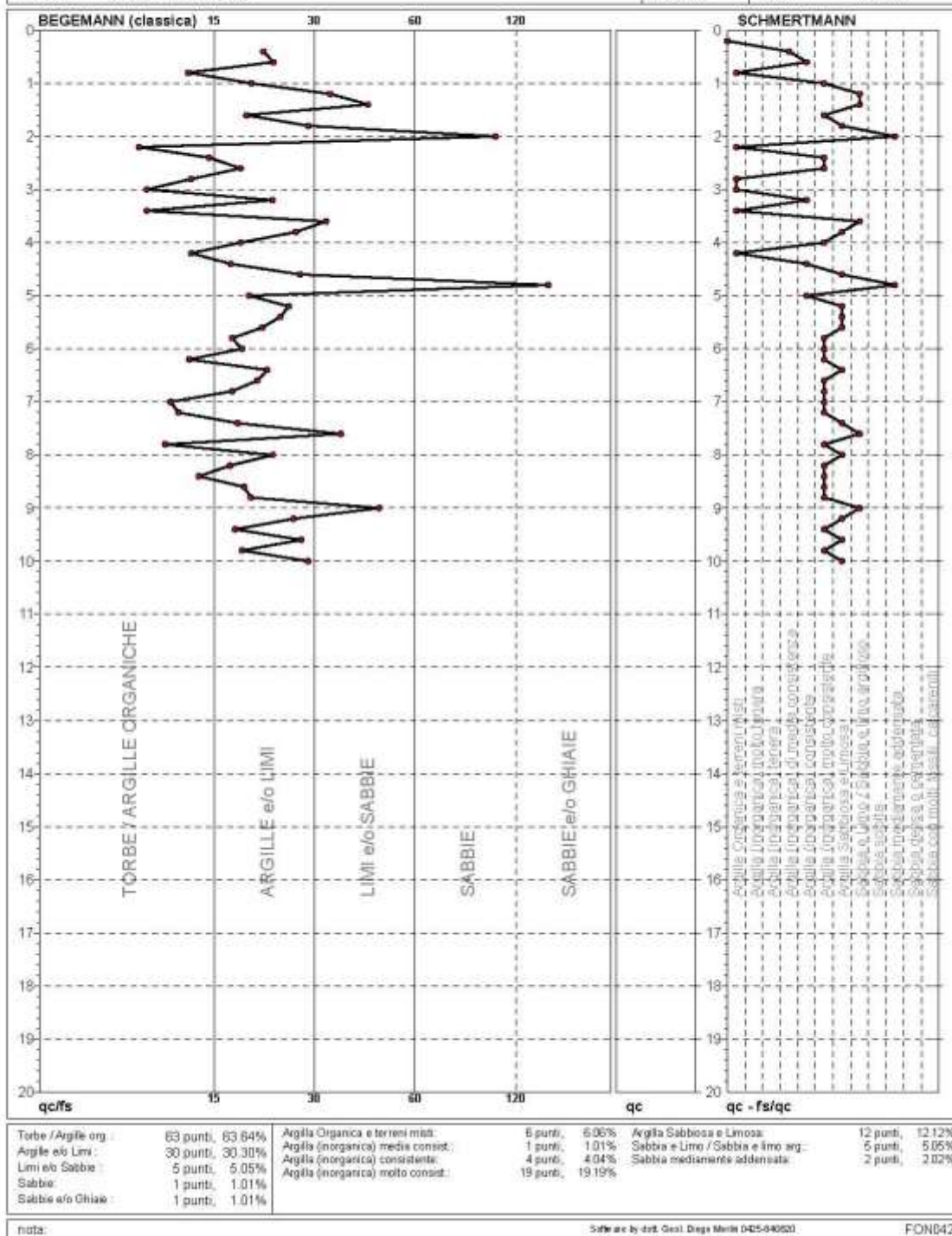
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 8

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 57 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 8

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

Prof. m	qc U.M.	q _{tip}	zone	γ' t/m ³	α'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ro (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FLs	FLJ	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
0.20	7.00	21.21	1.85	0.04	0.35	43.8	58.5	88.3	32.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
0.40	12.00	22.64	1.85	0.07	0.57	48.7	97.1	145.7	44.6	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
0.60	14.00	13.09	1.85	0.15	0.64	36.9	108.2	162.3	46.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
0.80	14.00	19.65	1.85	0.19	1.13	60.5	192.7	269.0	102.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
1.00	24.00	32.62	1.85	0.22	1.13	60.5	192.7	269.0	102.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
1.20	48.00	41.67	1.85	0.26	1.27	38.6	215.3	323.0	114.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
1.40	36.00	19.00	1.85	0.30	1.13	29.0	192.7	269.0	102.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
1.60	34.00	28.33	1.85	0.33	0.64	11.0	108.2	162.3	46.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
1.80	34.00	95.00	1.85	0.37	0.85	14.1	143.8	215.8	66.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2.00	36.00	14.97	1.85	0.44	0.86	12.7	143.8	215.8	66.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2.20	22.00	18.33	1.85	0.48	0.70	9.1	123.0	184.4	51.8	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2.40	16.00	13.33	1.85	0.52	0.57	6.5	143.0	214.4	44.6	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2.60	12.00	10.00	1.85	0.56	0.75	8.4	140.6	210.8	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
2.80	16.00	22.50	1.85	0.59	0.70	7.1	156.8	235.3	51.8	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
3.00	16.00	10.00	1.85	0.63	0.97	9.3	167.8	251.7	64.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
3.20	34.00	31.78	1.85	0.67	0.85	7.4	181.8	272.7	66.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
3.40	28.00	36.17	1.85	0.70	0.70	5.5	210.8	316.3	51.8	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
3.60	22.00	18.33	1.85	0.74	0.70	5.2	223.6	335.3	51.8	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
3.80	16.00	17.20	1.85	0.78	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
4.00	16.00	13.33	1.85	0.81	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
4.20	16.00	17.20	1.85	0.85	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
4.40	16.00	17.20	1.85	0.88	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
4.60	18.00	26.87	1.85	0.89	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
4.80	36.00	133.33	1.85	0.89	0.75	5.4	231.9	347.9	56.2	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
5.00	18.00	19.35	1.85	0.93	0.80	5.0	255.6	398.4	60.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
5.20	20.00	25.00	1.85	0.96	0.85	5.1	274.8	412.3	66.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
5.40	22.00	23.66	1.85	1.00	0.97	5.7	277.6	416.4	64.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
5.60	26.00	21.95	1.85	1.04	1.00	5.7	287.5	431.3	90.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
5.80	30.00	17.34	1.85	1.07	1.07	6.0	294.2	441.3	96.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
6.00	32.00	18.50	1.85	1.11	0.97	5.1	315.9	473.9	84.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
6.20	28.00	13.15	1.85	1.15	1.07	5.5	330.7	481.1	96.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
6.40	32.00	21.77	1.85	1.18	1.00	4.9	338.0	507.0	90.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
6.60	30.00	20.41	1.85	1.22	1.00	4.7	349.7	524.5	90.0	66	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
6.80	30.00	17.34	1.85	1.26	2.33	13.1	386.7	695.0	210.0	63	38	30	27	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
7.00	70.00	11.67	1.85	1.30	3.00	17.3	510.0	765.0	270.0	61	39	31	26	26	34	32	31	30	29	28	27	26	25
7.20	90.00	12.28	1.85	1.33	4.00	24.0	690.0	1020.0	360.0	71	40	32	29	27	36	35	34	33	32	31	30	29	28
7.40	120.00	17.99	1.85	1.37	1.00	9.4	345.7	518.5	180.0	45	37	29	25	24	30	29	28	27	26	25	24	23	22
7.60	140.00	35.00	1.85	1.41	1.00	9.4	345.7	518.5	180.0	45	37	29	25	24	30	29	28	27	26	25	24	23	22
7.80	50.00	11.35	1.85	1.44	1.00	9.4	345.7	518.5	180.0	45	37	29	25	24	30	29	28	27	26	25	24	23	22
8.00	30.00	22.95	1.85	1.48	1.07	4.0	423.3	634.9	96.0	23	34	25	22	20	28	29	28	27	26	25	24	23	22
8.20	32.00	17.11	1.85	1.52	0.97	3.5	437.8	666.7	84.0	17	33	24	21	20	27	28	27	26	25	24	23	22	21
8.40	28.00	14.00	1.85	1.56	1.00	3.5	448.7	673.1	90.0	19	34	24	21	20	28	29	28	27	26	25	24	23	22
8.60	30.00	18.75	1.85	1.59	0.93	3.1	448.8	674.4	78.0	14	33	24	20	19	27	28	27	26	25	24	23	22	21
8.80	25.00	19.65	1.85	1.63	0.88	2.8	453.1	679.7	72.0	10	32	23	20	18	26	28	27	26	25	24	23	22	21
9.00	30.00	44.78	1.85	1.67	0.93	2.9	467.8	701.8	78.0	12	33	23	20	19	26	28	27	26	25	24	23	22	21
9.20	24.00	25.81	1.85	1.70	1.20	3.8	499.3	749.0	108.0	23	34	25	21	20	28	30	29	28	27	26	25	24	23
9.40	26.00	17.69	1.85	1.74	1.07	3.2	505.4	758.1	96.0	18	33	24	21	20	27	29	28	27	26	25	24	23	22
9.60	36.00	27.07	1.85	1.78	1.20	3.7	522.3	783.4	108.0	22	34	25	21	20	28	30	29	28	27	26	25	24	23
9.80	32.00	18.50	1.85	1.81	1.20	3.7	522.3	783.4	108.0	22	34	25	21	20	28	30	29	28	27	26	25	24	23
10.00	36.00	28.35	1.85	1.85	1.20	3.7	522.3	783.4	108.0	22	34	25	21	20	28	30	29	28	27	26	25	24	23

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-940620

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



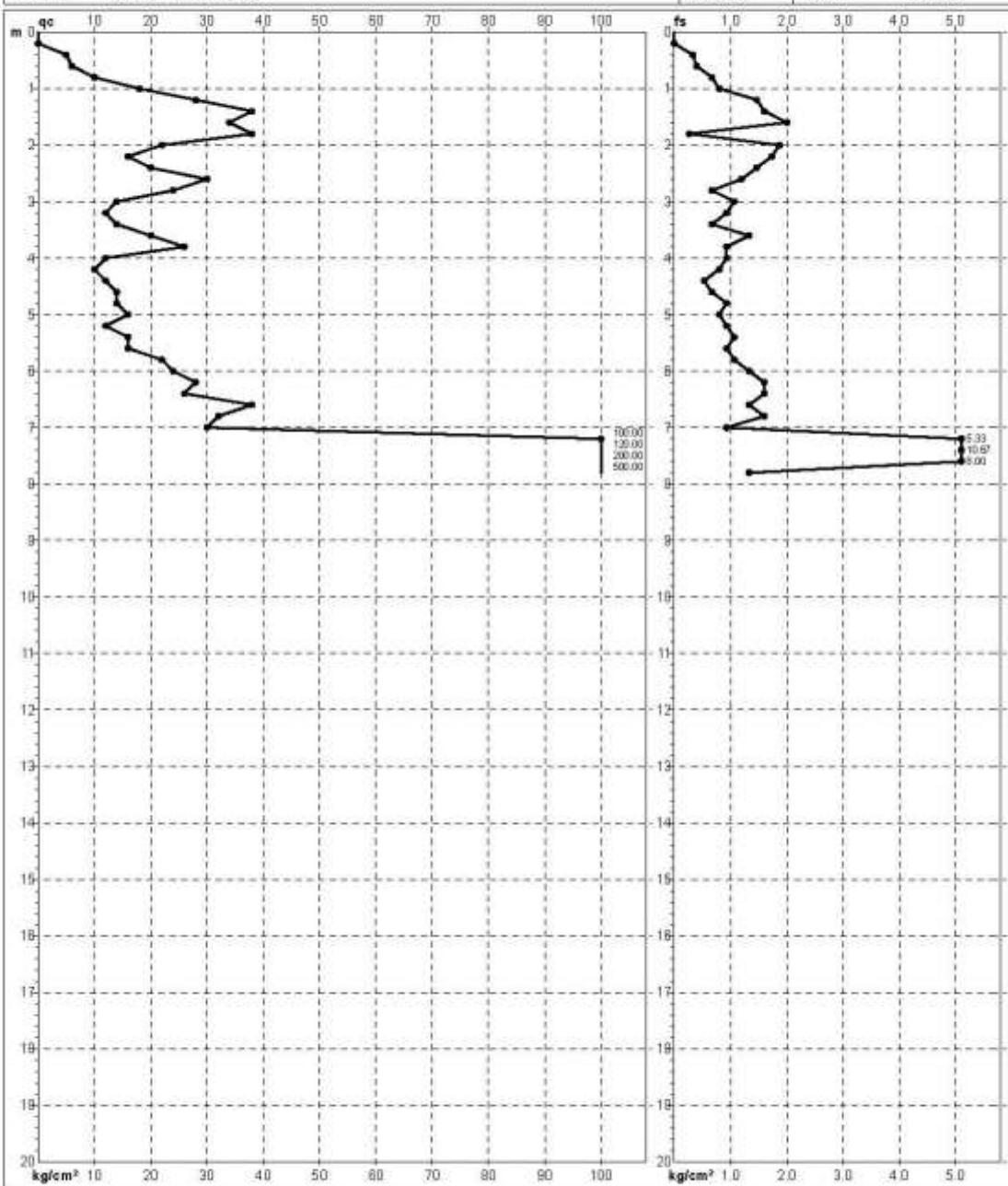
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 9

Committente: **Studio S.A.P.**
Cantiere: **Via Balzani**
Località: **Zola Predosa (BO)**

U.M.: **kg/cm²** Data esec.: 15/01/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: 1 Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C
Responsabile:
Assistente:

Preforo: -0.20 m
Corastine: kg/ml
Cod. ISTAT: 037080
Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merli D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lottano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 9

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato		Falda	Assente

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		0.00	0.00										
0.40	2.5	5.0		5.00	0.33	15	6.8								
0.60	3.0	6.0		6.00	0.40	15	6.7								
0.80	5.0	10.0		10.00	0.67	15	6.7								
1.00	9.0	15.0		15.00	0.80	23	4.4								
1.20	14.0	25.0		25.00	1.47	19	5.3								
1.40	19.0	31.0		35.00	1.80	24	4.2								
1.60	17.0	32.0		34.00	2.00	17	5.9								
1.80	19.0	21.0		35.00	0.27	141	0.7								
2.00	11.0	25.0		22.00	1.87	12	6.5								
2.20	8.0	21.0		16.00	1.73	8	10.8								
2.40	10.0	21.0		20.00	1.47	14	7.4								
2.60	15.0	24.0		30.00	1.20	25	4.0								
2.80	12.0	17.0		24.00	0.67	36	2.8								
3.00	7.0	15.0		14.00	1.07	13	7.6								
3.20	6.0	12.0		12.00	0.93	13	7.8								
3.40	7.0	12.0		14.00	0.67	21	4.8								
3.60	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
3.80	13.0	20.0		26.00	0.93	28	3.6								
4.00	6.0	13.0		12.00	0.93	13	7.6								
4.20	5.0	11.0		10.00	0.80	13	8.0								
4.40	6.0	10.0		12.00	0.53	23	4.4								
4.60	7.0	12.0		14.00	0.67	21	4.8								
4.80	7.0	14.0		14.00	0.93	15	6.8								
5.00	8.0	14.0		16.00	0.80	20	5.0								
5.20	6.0	13.0		12.00	0.93	13	7.8								
5.40	8.0	16.0		16.00	1.07	15	6.7								
5.60	8.0	15.0		16.00	0.93	17	5.8								
5.80	11.0	19.0		22.00	1.07	21	4.8								
6.00	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.4								
6.20	14.0	26.0		28.00	1.80	16	5.7								
6.40	13.0	25.0		26.00	1.80	16	6.2								
6.60	19.0	29.0		35.00	1.33	29	3.5								
6.80	16.0	26.0		32.00	1.80	20	5.0								
7.00	15.0	22.0		20.00	0.93	32	3.1								
7.20	50.0	90.0		100.00	5.33	19	5.3								
7.40	60.0	140.0		120.00	10.67	11	8.9								
7.60	100.0	180.0		200.00	8.00	25	4.0								
7.80	250.0	260.0		500.00	1.33	378	0.3								

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

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Minelli D45-940620

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 60 di 98



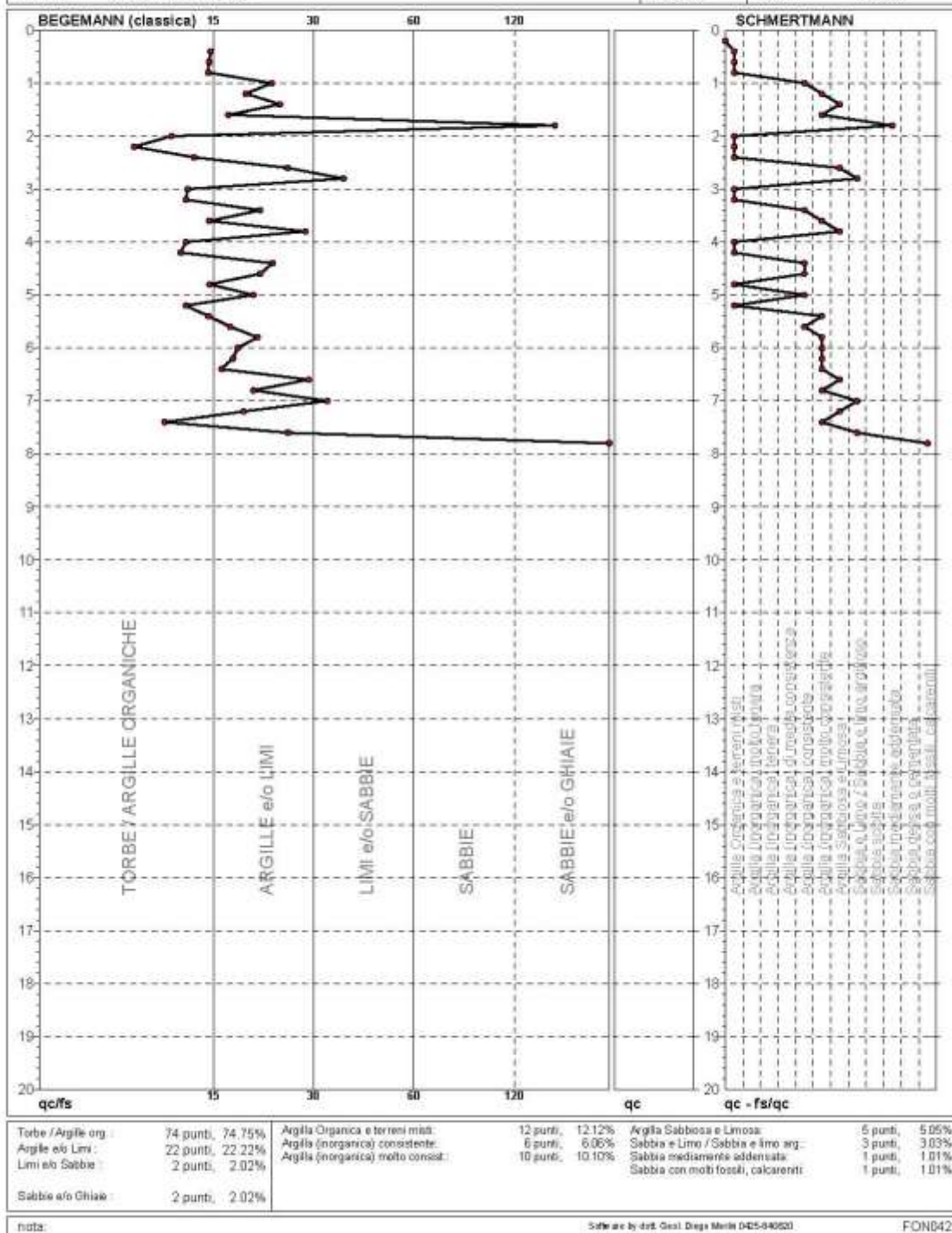
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 9

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato: 1
Data esec.: 15/01/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 9

Committente	Studio S.A.P.	U.M.	kg/cm ²	Data esec.	15/01/2019
Cantiere	Via Balzani	Pagina	1		
Località	Zola Predosa (BO)	Elaborato	Falda	Assente	

Prof. m	qc U.M.	q _{0.5}	zone	γ' t/m ³	α'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	Sc	Ca	Ro	DB	DM	Me	FLs	FLJ	E'50	E'25	Mo
							U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)			U.M.	U.M.	U.M.
0.20	5.00	15.15		1.85	0.04		0.25	28.8	42.5	63.8	25.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	5.00	15.00		1.85	0.02		0.30	21.8	12.0	18.0	9.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.60	6.00	14.93		1.85	0.11		0.60	28.8	66.0	127.5	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.80	10.00	14.93		1.85	0.15		0.75	35.1	177.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1.00	16.00	22.50		1.85	0.19		0.97	39.4	164.1	246.2	84.0	65	39	34	31	29	36	28	--	--	46.7	70.0	84.0
1.20	26.00	19.05		1.85	0.22		1.22	45.7	215.3	323.0	114.0	72	40	35	32	30	39	30	--	--	63.3	95.0	114.0
1.40	36.00	23.75		1.85	0.26		1.13	33.6	192.7	289.0	102.0	65	39	33	30	28	36	29	--	--	56.7	86.0	102.0
1.60	34.00	17.00		1.85	0.30		--	--	--	--	--	66	39	33	30	28	36	30	--	--	63.3	95.0	114.0
1.80	36.00	140.74		1.85	0.33		0.86	17.7	143.8	215.8	66.0	44	37	30	27	25	34	28	--	--	36.7	55.0	66.0
2.00	22.00	11.75		1.85	0.37		0.70	12.3	118.3	172.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2.20	16.00	9.25		1.85	0.41		0.80	13.1	136.0	204.0	60.0	36	36	29	26	24	33	27	--	--	33.3	50.0	60.0
2.40	20.00	13.61		1.85	0.44		1.00	15.7	170.0	255.0	90.0	48	37	30	27	26	34	29	--	--	50.0	75.0	90.0
2.60	30.00	25.00		1.85	0.48		--	--	--	--	--	39	36	29	26	24	33	28	--	--	40.0	60.0	72.0
2.80	24.00	35.82		1.85	0.52		0.64	7.4	136.2	204.3	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.00	14.00	13.08		1.85	0.56		0.57	6.0	155.6	234.8	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.20	12.00	12.90		1.85	0.59		0.64	6.4	163.3	244.9	46.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3.40	14.00	20.90		1.85	0.63		0.80	7.9	160.5	240.7	60.0	27	34	27	23	22	30	27	--	--	33.3	50.0	60.0
3.60	20.00	15.04		1.85	0.67		0.93	8.9	166.6	249.9	78.0	34	36	29	26	23	31	28	--	--	43.3	65.0	78.0
3.80	26.00	27.96		1.85	0.70		0.57	4.5	206.3	309.4	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.00	12.00	12.90		1.85	0.74		0.50	3.6	219.4	329.1	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.20	10.00	12.90		1.85	0.78		0.57	4.0	227.1	340.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.40	12.00	22.64		1.85	0.81		0.64	4.4	237.6	355.4	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.60	14.00	20.90		1.85	0.85		0.64	4.1	240.0	371.9	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4.80	14.00	15.05		1.85	0.89		0.70	4.4	258.2	387.3	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.00	16.00	20.00		1.85	0.93		0.57	3.3	268.8	403.2	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.20	12.00	12.90		1.85	0.96		0.70	4.0	276.7	418.1	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.40	16.00	14.95		1.85	1.00		0.65	4.7	290.5	437.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5.60	16.00	17.20		1.85	1.04		0.89	4.8	308.3	462.4	72.0	18	33	25	22	20	28	28	--	--	36.7	55.0	66.0
5.80	22.00	20.56		1.85	1.07		0.97	5.1	315.9	473.9	84.0	25	34	25	22	21	29	28	--	--	40.0	60.0	72.0
6.00	24.00	18.05		1.85	1.11		0.90	4.6	329.6	494.4	78.0	22	34	25	22	21	29	28	--	--	43.3	65.0	78.0
6.20	26.00	17.50		1.85	1.15		1.27	6.6	313.5	470.2	114.0	34	36	27	24	22	30	30	--	--	63.3	95.0	114.0
6.40	26.00	16.25		1.85	1.18		1.07	5.1	346.0	519.0	96.0	27	35	26	23	21	29	29	--	--	53.3	80.0	96.0
6.60	38.00	28.57		1.85	1.22		--	--	--	--	--	24	34	25	22	21	29	29	--	--	50.0	75.0	90.0
6.80	32.00	20.90		1.85	1.26		3.33	19.8	666.7	660.0	300.0	65	39	31	28	26	35	34	--	--	166.7	250.0	300.0
7.00	30.00	32.26		1.85	1.30		4.00	24.0	690.0	1020.0	360.0	71	40	32	29	27	36	35	--	--	200.0	300.0	360.0
7.20	100.00	18.76		1.85	1.33		6.67	43.5	1133.3	1700.0	600.0	87	42	34	32	29	38	38	--	--	333.3	500.0	600.0
7.40	120.00	11.25		1.85	1.37		--	--	--	--	--	100	43	39	36	34	42	40	--	--	833.3	1250.0	1500.0
7.60	200.00	25.00		1.85	1.41		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7.80	500.00	375.94		1.85	1.44		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Software by dott. Geol. Diego Minelli D425-940620

FOND42



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 62 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioafgeo@gmail.com

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO	= argilla organica e terreni misti
- Att	= argilla (inorganica) molto tenera
- At	= argilla (inorganica) tenera
- Am	= argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	= argilla (inorganica) consistente
- Acc	= argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	= argilla sabbiosa e limosa
- SAL	= sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss	= sabbia sciolta
- Sm	= sabbia mediamente addensata
- Sd	= sabbia densa o cementata
- SC	= sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

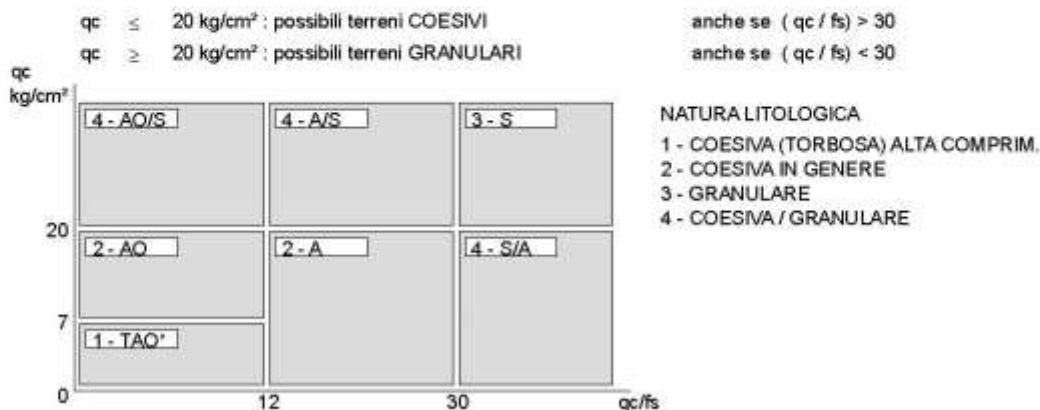
- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi .





LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977)
prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - l_p l_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - q_c - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - q_c - σ'_{vo}]
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. 1-2 = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (1=Sabbie Pulite, 2=Sabbie Limose)
(g = accelerazione gravità) (Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Ilyan 1996)

ALLEGATO B

STUDIO GEOFISICO

RELAZIONE TECNICA

- MASW
- HVSr



INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	INDAGINI GEOFISICHE	2
3.1	CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	2
3.2	MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES).....	5
3.2.1	<i>Descrizione tipologia d'indagine.....</i>	5
3.2.2	<i>Acquisizione dei dati da prova MASW.....</i>	5
3.2.3	<i>Acquisizione dei dati da sismica passiva a stazione singola.....</i>	7
3.3	INTERPRETAZIONE COMBINATA DELLE MISURE SISMICHE	9
4	DEFINIZIONE DEL PARAMETRO VS_EQ	11
5	CONCLUSIONI	12



1 PREMESSA

Nella relazione seguente sono presentati i risultati dello studio geofisico realizzato in un lotto situato tra Via Balzani e Via Benini a Zola Predosa, dove è in progetto la realizzazione di un nuovo comparto ad uso artigianale / industriale (vedi ubicazione nelle tavole allegate alla relazione geologica e sismica).

Lo scopo dello studio è quello di ricostruire il profilo sismo-stratigrafico del lotto come previsto dalle norme tecniche sulle costruzioni attualmente vigenti (NTC 2018). Nel lotto sono state realizzate due indagini geofisiche: una prova MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ed una registrazione del rumore sismico ambientale mediante tromografo digitale.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'elaborato è stato eseguito in accordo con le normative di seguito elencate:

- Ordinanza O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- Delibera Assembleare della Regione Emilia Romagna del 2 maggio 2007 - Prog. n° 112 - Oggetto n° 2131: Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica".
- Norme tecniche per le costruzioni: D.M. 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008).
- Circolare Cons. Sup.LL.PP. N° 617/2009 del 02-02-2009: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

3 INDAGINI GEOFISICHE

Nel lotto studiato è stata effettuata un'indagine sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) e una registrazione del rumore sismico ambientale, utilizzando un tromografo digitale portatile TROMINO ENGY e lo stendimento sismico SoilSpy.

3.1 CARATTERISTICHE STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Indagine Tromografica

Per l'indagine passiva è stato utilizzato un tromografo digitale portatile TROMINO, prodotto da Micromed S.p.A., nella versione Engineering. Di seguito sono riportate le principali caratteristiche tecniche dello strumento, secondo le indicazioni fornite dalla ditta costruttrice.



SPECIFICHE TECNICHE	
Costruttore	Micromed S.P.A.
Apparato	TROMINO® sistema ultraportatile di acquisizione del rumore sismico
Classificazione	CISPR 11 - EN 55011; Gruppo1 : Classe B.
Conformità agli standard	EN 55011; IEC 61000-4-2; EC 61000-4-4; , IEC 61000-4-3
Voltaggio interno	+3.3 V, +3.6 V per la sezione analogica
Numero di canali	3+1 analogici
Amplificatori	tutti canali con input differenziali
Rumore	< 0.5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
Impedenza dell'input	10 ⁶ Ohm
Range di frequenze	DC - 360 Hz
Frequenza di campionamento	16384 Hz per canale
Frequenze di sovracampionamento	32x, 64x, 128x
Conversione A/D	equivalente a 24 bit
Massimo input analogico	51.2 mV (781 nV/digit)
Display grafico	grafico, 128 x 64 pixel, retroilluminato
Orologio	interno, permanente con datario e allarme
GPS	12 canali con time-marker (precisione 1 μ s)
Livella	a bolla d'aria, elevata precisione orizzontale, sensibilità 5' d'arco (0.083°)
Registrazione dati	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
Accoppiamento col terreno	su punte e cuscinetto neologico
Condizioni ambientali per l'uso	temperatura - 10 / +70°C / umidità 0-90% senza condensa
Impermeabilità	indice di protezione IP = 65 (resistente alla polvere, resistente agli spruzzi)
Sensori	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione

Tabella 1: Principali specifiche tecniche dello strumento di acquisizione.

Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le tre componenti spaziali (N-S, E-W e Up-Down), che consentono di acquisizione digitale in alta definizione delle vibrazioni del terreno (ampiezze d'onda inferiori a 10 μ m), nel campo delle frequenze 0 – 200 Hz. In seguito ad una registrazione di un determinato tempo t , tale segnale digitalizzato viene elaborato tramite un software dedicato, Grilla, il quale esegue un'elaborazione per ognuna delle componenti del moto e ne fornisce i grafici relativi.

Indagine multicanale attiva

Per la realizzazione della misura di sismica attiva di tipo MASW è stato utilizzato lo stendimento SoilSpy (prodotto da MoHo s.r.l.) dotato di 25 canali in cui il segnale è digitalizzato in corrispondenza dei singoli geofoni anziché alla fine dell'array, consentendo una miglior facilità di utilizzo e realizzazione dello stendimento e di qualità del dato raccolto (sono ridotti al massimo problemi di interferenze nel segnale elettrico).

Nella seguente tabella sono riportati tutte le caratteristiche tecniche dello strumento, secondo le indicazioni fornite dalla ditta costruttrice.



SPECIFICHE TECNICHE	
Costruttore	Micromed S.P.A.
Apparato	SoilSpy
Descrizione	Sistema portatile di acquisizione sismico digitale multicanale
Connessione Array-PC	interfaccia USB
Connessione Sensor-Array	bipolare, uno per ogni modulo
Impedenza di input	20 k Ω (12 k Ω modalità attenuata)
Dynamic range	142 dB, da ± 3.2 mV a ± 665 mV (8 opzioni)
Risoluzione	da 0.1 μ V/digit a 20 μ V/digit (8 opzioni)
Frequenza di campionamento	89 kHz su ogni canale
Valori di output:	[C/S]: 256 Hz, 512 Hz, 1 kHz su ogni canale [S]: da 2 kHz a 32 kHz su ogni canale
Conversione	sincronizzata su ogni canale
Massimo tempo di registrazione in continuo	limitata solo dalla capacità di memoria del PC
Trasmissione dati	asynchronous bidirectional serial, 1Mbaud
Cross-talk	non-existent
Media di consumo	7.5 mA @256 Hz per canale (120 mA @256 Hz su 16 canali)
	8.1 mA @512 Hz per canale (130 mA @512 Hz su 16 canali)
	9.4 mA @1024 Hz per canale (130 mA @1024 Hz su 16 canali)
Modalità di ricarica	Direttamente via USB da PC
Voltaggio interno	+3.3V
Numero di Canali	Uno per ogni modulo, analog band DC-360 Hz
Numero di Moduli	Gruppi di 8 o multipli (8, 16, 24, 32...)
Distanza tra i moduli	5,3 m
Dimensioni	Modulo singolo: 53(L) x 63(W) x 22(H) mm Raccogli cavo: 0.24 (L) x 0,24 (W) x 0,22 (H) m
Peso	< 200 g per modulo + 5 m di cavo (circa 3,2 kg per sistema a 16 moduli e 5 m di interdistanza)
Lunghezza	75 m + 5 m x 2 (terminatore) = 85 m per un sistema a 16 moduli con 5 m di interspazio
Condizioni ambientali per l'uso	Temperatura 0 – 50° Umidità 0 – 100%
Condizioni ambientali per il trasporto e la conservazione	Temperatura -20 – 50° Umidità 0 – 95% (senza condensa)
Impermeabilità	Indice di protezione IP 65

Tabella 2: Principali specifiche tecniche dello strumento di acquisizione.



3.2 MASW (multichannel analysis of surface waves)

3.2.1 Descrizione tipologia d'indagine

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh MASW-SASW è un'affidabile ed accreditata metodologia sismica che consente di determinare il profilo di velocità delle onde di taglio S nel sottosuolo. Tale metodo consiste nell'analisi delle onde di superficie Rayleigh, registrate da una serie di geofoni posizionati a formare uno stendimento. Le usuali e consolidate tecniche di elaborazione delle onde sismiche utilizzano unicamente i tempi di primo arrivo delle onde sismiche di volume indagate (P e S), considerando come "disturbo" la restante parte del segnale caratterizzato dalla presenza delle onde di superficie (Rayleigh e Love). Nuovi studi hanno dimostrato la possibilità di elaborare un modello matematico dall'analisi ed interpretazione di tale "disturbo".

Inoltre, a differenza di tutte le altre tecniche di indagine sismica, i metodi basati sull'analisi delle onde di superficie di Rayleigh non risultano limitati dalle inversioni di velocità ed, essendo la loro propagazione funzione innanzitutto delle onde S e solo in parte legata alla V_p e alla densità del mezzo, risultano un ottimo strumento per la caratterizzazione sismica del sito tramite la ricostruzione del profilo di $V_{s,eq}$, come previsto dalla normativa vigente (NTC 2018).

La definizione di un modello che consenta di descrivere il profilo sismico del sito, prevede la costruzione di una curva sintetica di dispersione che riesca a riprodurre la curva sperimentale.

Sono però presenti alcune limitazioni dovute a:

- dimensioni dello stendimento;
- tipo di energizzazione;
- limiti di conoscenze del mezzo geologico;
- limitazioni intrinseche della misura.

È fondamentale, ai fini di una corretta interpretazione, la determinazione della profondità di indagine massima raggiunta dalla misura. Per fare ciò si individua la frequenza minima che la curva di dispersione ha raggiunto e si applica la formula elaborata da Stokoe et al. (1994):

$$h_{max} \cong 0,5\lambda_{max}$$

dove:

- h_{max} indica la massima profondità di indagine
- λ_{max} indica la massima lunghezza d'onda registrata (ricordando che $\lambda=v/f$ con v che corrisponde alla velocità e f è la frequenza dell'onda).

3.2.2 Acquisizione dei dati da prova MASW

Lo strumento SoilSpy, costituito da un cavo dotato di 25 moduli a cui collegare altrettanti geofoni, permette di realizzare stendimenti sismici tradizionali di una lunghezza massima di 120 m (25 x 5 m di interdistanza), con ogni configurazione spaziale possibile.



In particolare nel sito si è predisposto uno stendimento dotato di 18 geofoni con interdistanza di 3 m (totale lunghezza stendimento = 54 m) ed energizzazione realizzata con mazza da 5 Kg a circa 3 m dal primo geofono (detto starter). Il software di acquisizione dei dati (Rosina) permette di realizzare una serie di colpi e di mediare i risultati tra loro per ottenere un'attenuazione del rumore di fondo lasciando risaltare le onde legate alle energizzazioni.

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri relativi all'analisi della misura.

M1	
Inizio registrazione	Data 17/01/19 Ore 14:42:33
Fine registrazione	Data 17/01/19 Ore 14:43:56
Frequenza di campionamento	512 Hz
N° geofoni	17+1

Tabella 3: Descrizione tecnica della misura.

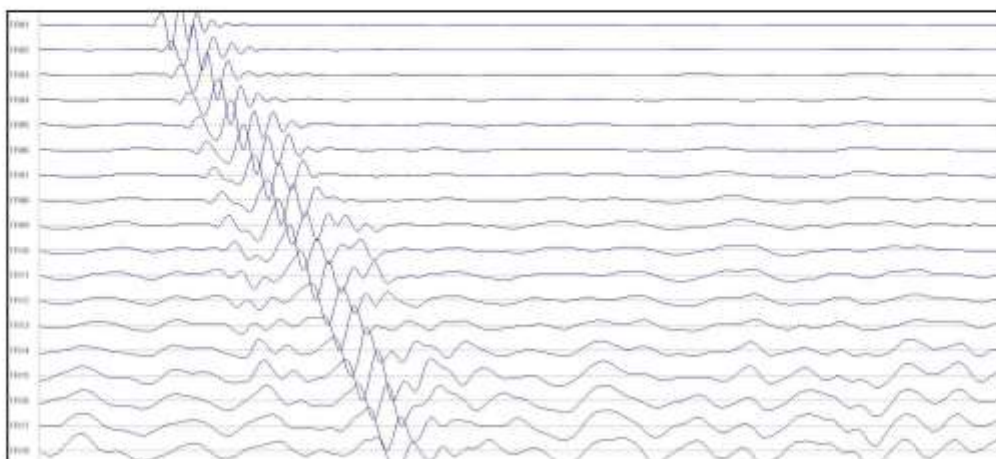


Fig. 1: Segnali sismici registrati

La curva di dispersione (vedi fig. 2) fornisce con una scala cromatica l'intensità della risonanza delle onde di Rayleigh alle varie frequenze (asse delle ascisse) e la relativa velocità delle onde (asse delle ordinate). A questo punto è possibile procedere con l'interpretazione della misura.



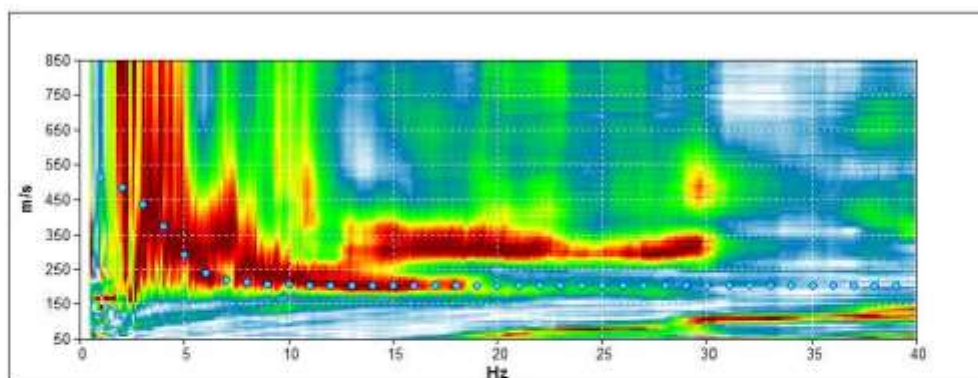


Fig.

2: Curva di dispersione del sito.

Il modo fondamentale del sito è ben visibile nel tratto compreso tra 25 Hz e 7 Hz, poi le Vs tendono a velocità infinite raggiungendo il rifiuto strumentale della misura (circa 19 m di profondità).

3.2.3 Acquisizione dei dati da sismica passiva a stazione singola

È stata effettuata una misura di sismica passiva ubicata in modo tale da risultare rappresentativa per l'area indagata. Lo strumento è stato posizionato sul terreno nei pressi della prova CPTu5. Nella tabella seguente viene riportata la descrizione tecnica della misura effettuata.

Tr1	
Inizio registrazione	Data 17/01/19 Ore 14:17:16
Fine registrazione	Data 17/01/19 Ore 14:33:17
Lunghezza della traccia	20'00"
Frequenza di campionamento	128 Hz
Dimensione della finestra di suddivisione del tracciato	12 sec
Percentuale di traccia analizzata	86%
Liscio	10%

Tabella 4: Descrizione tecnica della misura.

La misura è stata elaborata in studio mediante il software dedicato Grilla fornito dalla Micromed.

L'elaborazione del segnale ha previsto i seguenti passaggi:

1. analisi delle tre componenti del segnale con suddivisione in finestre opportunamente dimensionate (Windows Size);
2. depurazione del segnale da rumori anomali (Detrend);
3. calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
4. liscio dello spettro di ogni finestra (Smoothing);
5. Calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra
6. calcolo del rapporto spettrale HVSR per ogni frequenza e per ogni finestra.



Osservando gli spettri delle singole componenti è possibile notare, dall'andamento uniforme delle tre linee nel tratto a basse frequenze (fig. 3), come la misura sia stata eseguita correttamente, effettuando un buon accoppiamento tra strumento e terreno.

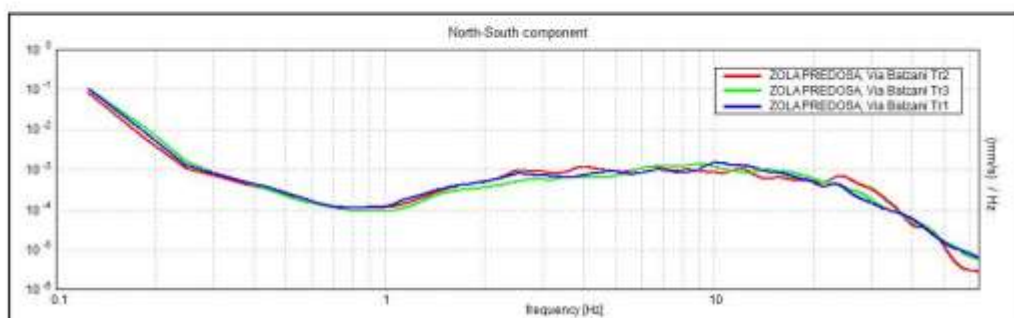


Fig. 3: Grafico delle singole componenti ortogonali della misura Tr1.

Per procedere con l'interpretazione della misura tromografica eseguita, è stata effettuata una selezione delle finestre da utilizzare per l'analisi, in quanto alcune di esse presentano disturbi che interferiscono e rendono poco chiari i grafici risultanti.

Il grafico "DIRECTIONAL H/V" mostra con una scala cromatica l'intensità dei picchi alle diverse frequenze (ordinate), fornendo una distribuzione spaziale di 180° nell'intorno del punto di misura partendo dal nord (0°).

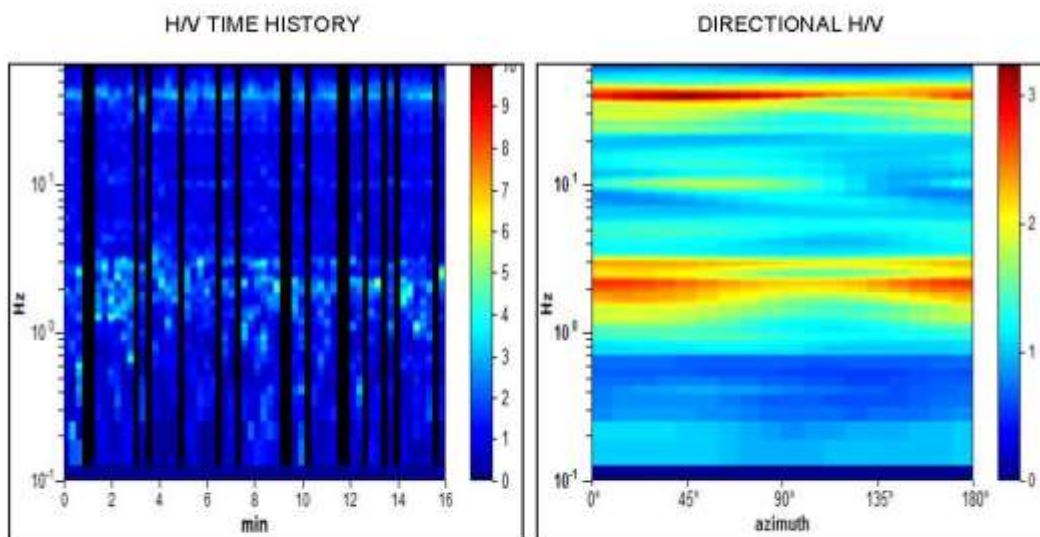


Fig. 4: Grafici della storia HVSr (sinistra) e grafici della HVSr direzionale (destra) relativi alla misura Tr1.

Di seguito si riporta il grafico HVSr derivante dall'elaborazione della misura.

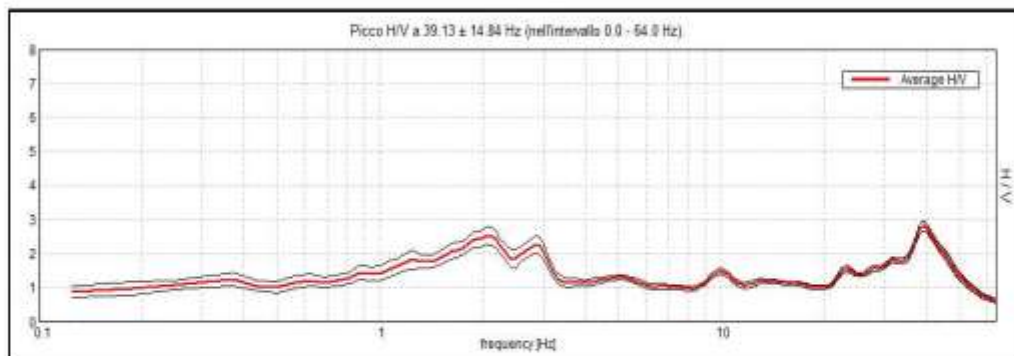


Fig. 5: Diagramma HVSr relativo alla misura Tr1.

3.3 INTERPRETAZIONE COMBINATA DELLE MISURE SISMICHE

Di seguito viene riportata l'interpretazione congiunta delle due misure sismiche (attiva e passiva) in modo tale da ovviare alla limitata profondità di indagine della prova MASW (-19 m dal p.c.) utilizzando anche come indicazioni i dati forniti dalle indagini geognostiche eseguiti nell'area.

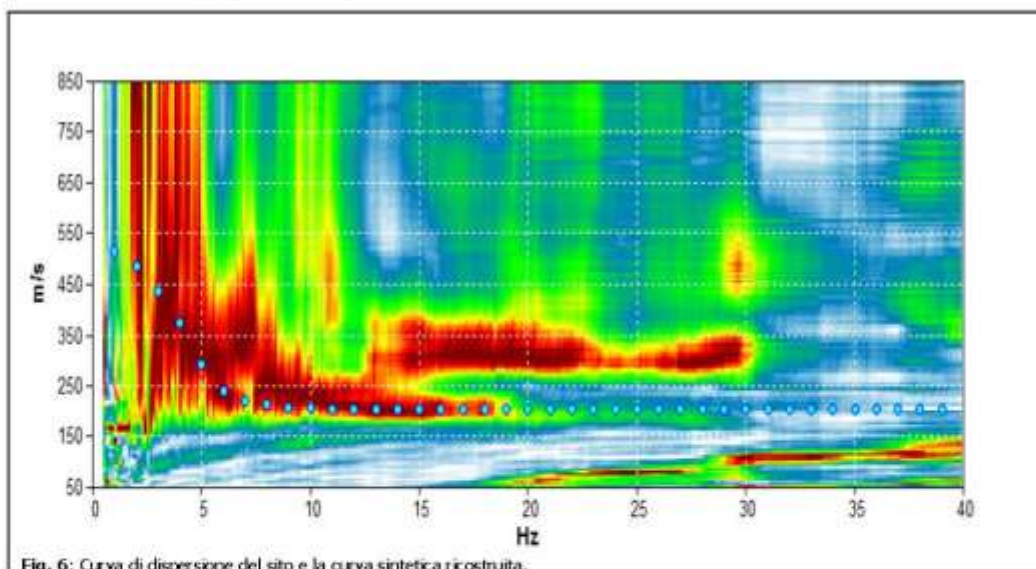


Fig. 6: Curva di dispersione del sito e la curva sintetica ricostruita.



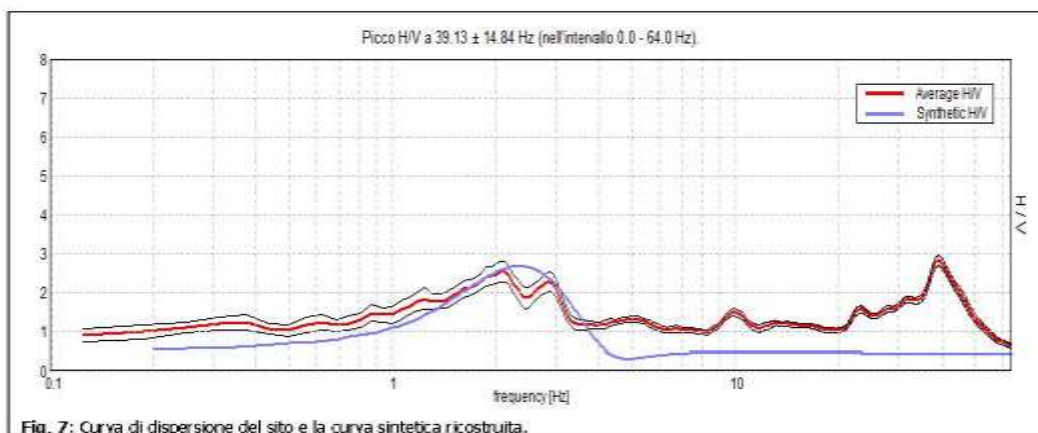


Fig. 7: Curva di dispersione del sito e la curva sintetica ricostruita.

La misura mostra picchi di risonanza generalmente modesti, concentrati per lo più a medio-basse frequenze.

Il grafico della curva di dispersione mostra ad alte e medie frequenze velocità di circa 215 m/s che si mantengono stabili fino a 7 Hz dove è presente un incremento delle Vs fino a 450 m/s. Tale passaggio corrisponde a una superficie sismica posta a - 19 m dal p.c. (tetto delle ghiaie). Nel grafico HVSR tale unità corrisponde al picco di risonanza presente a 2.8 Hz ($H/V=2.3$).

Oltre i -19 m di profondità la MASW non permette più di interpretare la misura in maniera corretta, per cui si è utilizzato il solo grafico HVSR. In particolare dal grafico HVSR si nota come, in parziale coalescenza con il picco a 2.8 Hz, è presente un secondo picco a 2.1 Hz con $H/V=2.8$, corrispondente a un contrasto di impedenza situato a -64 m dal p.c.. Il picco di risonanza principale e fondamentale del sito è quello a 2.1 Hz nel grafico HVSR, con un rapporto $H/V=2.8$. Oltre tale frequenza non sono presenti picchi significativi.

Nella tabella e nel grafico seguenti vengono evidenziati gli strati sismici con le relative velocità delle onde S.

Strati sismici	Profondità [m]	Vs [m/s]
1	0 – 9.0	215
2	19.0 – 64.0	450
3	64.0 – inf	570

Tabella 5 : Modello sismo – stratigrafico del sito



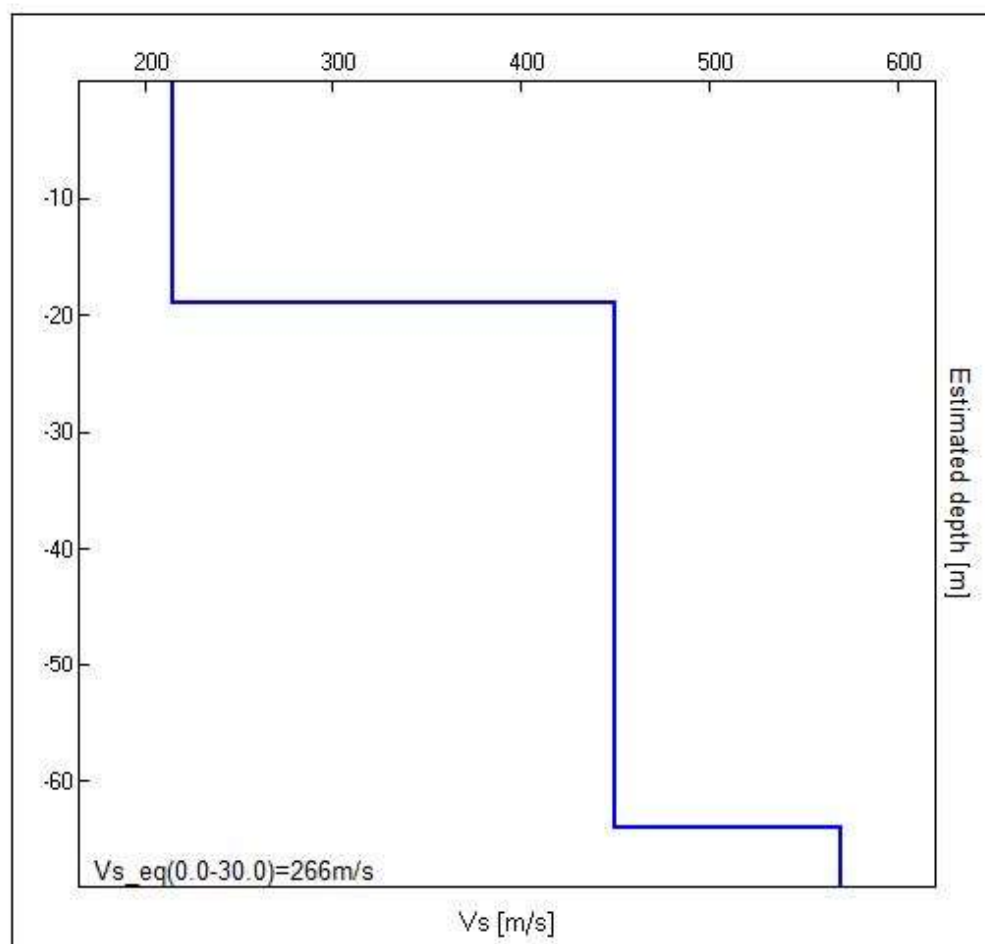


Fig. 8: Modello sismo – stratigrafico del sito

4 DEFINIZIONE DEL PARAMETRO V_{s_eq}

Alla luce degli elementi emersi dall'indagine sismica la velocità equivalente V_{s_eq} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità riferita al piano campagna della misura risulta:

$$V_{s_eq}(0.00 \div -30.00 \text{ m}) = 266 \text{ m/s } (\pm 15\%)$$



5 CONCLUSIONI

In sintesi vengono riportati i risultati dello studio sismico effettuato:

- Il picco principale e fondamentale del sito è posto a 2,1 Hz e presenta un rapporto H/V pari a 2,8.
- Nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (0,7 Hz ÷ 11 Hz) si segnalano le frequenze comprese tra 1,5 e 3 Hz in grado di generare effetti di risonanza nel terreno. In particolare le frequenze attorno a 2,1 Hz e a 2,8 Hz.
- Il parametro V_{s_eq} (0÷30 m) del sito risulta pari a 266 m/s ($\pm 15\%$).

Bologna, 25 Febbraio 2019



Dott. Alberto Filelfi
(O.G.E.R. - Sez. A - A.P. 1115)



2 ALLEGATO 2 INTEGRAZIONE RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA





Dott. Geol. Alberto Fileffi

Studio di Geologia Applicata ed Ambientale

Via Ca' della Chiesa n°12 Tel. 051-342988 P.iva 02426331209
40050 - Lizzano (BO) Cell. 335-6113540 C.F. FILLR775C020E655F

Città Metropolitana di Bologna

Area Pianificazione territoriale

Servizio Pianificazione Urbanistica

OGGETTO: Proposta di Accordo operativo avviata dal Comune di Zola Predosa con delibera di Consiglio Comunale n.69 del 24/07/2019, ai sensi dell'art. 38, L.R.n. 24/2017, relativa all'attuazione parziale dell'ambito "APS.I2 Riale Galvano". Richiesta di documentazione mancante, ai sensi dell'art. 8, comma 2, All. 1, D.G.R. n. 954 del 25.06.2018, ai fini dell'espressione del parere del Comitato Urbanistico Metropolitano (CUM) in merito alla sostenibilità ambientale e territoriale dell'Accordo operativo, ai sensi dell'art. 38, comma 10, L.R. 24/2017.

1 PREMESSA

Nel seguente elaborato sono fornite le integrazioni alla relazione geologica e sismica redatta dallo scrivente nel febbraio 2019, per la pratica in oggetto.

Come richiesto verrà integrata la relazione con:

1. nuova campagna di indagini geognostiche sul lotto n.2 (fase 2) per caratterizzare e definire la successione litostratigrafica del primo sottosuolo e ottenere indicazioni sulle caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei depositi presenti.
2. un'analisi di II livello di approfondimento (secondo il D.G.R. 2193 del 2015), valida sia per il lotto 1 che per il lotto 2.

2 NUOVE INDAGINI GEOGNOSTICHE E DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E SISMICO

Indagini Geognostiche

Allo scopo di definire puntualmente le caratteristiche, stratigrafiche, geomeccaniche e idrogeologiche del lotto 2 si sono effettuate e consultate le seguenti indagini geognostiche:

- esecuzione di n°3 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT);
- consultazione della stratigrafia di un sondaggio a carotaggio continuo profondo 17 m, eseguito nel lotto nel dicembre 1977 dalla ditta Ge.Im.Co. S.p.a., e visibile nelle banche dati on-line della Regione Emilia-Romagna.

Dott. Geol. Alberto Fileffi

1



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria

Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)

Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 79 di 98

Modello geologico

Le indagini geognostiche indicano una situazione litostratigrafica del tutto simile a quella del lotto 1. In superficie si incontra circa 0,8+1,2 m di terreno vegetale (unità litostratigrafica TV). Il terreno vegetale è composto prevalentemente da limi argillosi e limi sabbiosi con inglobati, in alcuni settori, frammenti litoidi. Da circa 0,8+1,0 m di profondità si incontrano terreni costituiti prevalentemente da sabbie e sabbie limose (unità litostratigrafica A) fino a circa 2+4 m di profondità. Da circa -2,6+4,0 m e fino a -4,6+6,0 m di profondità si incontrano limi argillosi e argille limose prevalenti con valori di Qc compresi tra 12 e 36 Kg/cm² (unità litostratigrafica B). L'unità B presenta una consistenza mediocre con valori di Qc spesso vicino a 12 Kg/cm². Sotto l'unità B e fino a circa -7,0+9,4 m dal p.c. è presente una lente di limi sabbiosi e sabbie limose con valori di Qc compresi mediamente tra 14 e 60 Kg/cm² (unità litostratigrafica C). A -7,0+9,4 m di profondità si incontrano delle lenti di ghiaia e ghiaia sabbiosa da addensate a molto addensate che diventano, spesso, imperforabili dalla strumentazione utilizzata (unità litostratigrafica D). Tali lenti, se presenti, possono essere spesse fino a 9 m (sondaggio 220070P430). Le indagini che sono riuscite a superare le lenti di ghiaia (CPT11 e sondaggio 220070P430) indicano la presenza di argille limose e limi argillosi prevalenti (unità litostratigrafiche E e G) fino a -20 m dal p.c.. Le unità litostratigrafiche E e G presentano valori di Qc compresi in generale tra 14 e 40 Kg/cm².

Nella seguente tabella sono state riassunte le principali unità litostratigrafiche del comparto:

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE - LOTTO 2					
Unità litostratigrafica	Prova	Profondità (m dal p.c.)	Qc (Kg/cm ²)	Qt (Kg/cm ²)	Descrizione litologia
			CPT	CPTJ	
			min-max	min-max	
TV	CPT11	Da 0 a -1,2	60+72	-	Terreno vegetale limo argilloso - argilla limosa prevalente con inglobati frammenti litoidi
	CPT12	Da 0 a -1,0	24+60	-	
	CPT13	Da 0 a -0,8	50+80	-	
	22070P430	Da 0 a -1,0	-	-	
A	CPT11	Da -1,2 a -2,6	20+56	-	Sabbie e sabbie limose con intercalati rari livelli di limi argillosi
	CPT12	Da -1,0 a -2,6	50+56	-	
	CPT13	Da -0,8 a -2,6	21+56	-	
	22070P430	Da -1,0 a -4,0	-	-	
B	CPT11	Da -2,6 a -5,6	12+36	-	Limi argillosi prevalenti con livelli di sabbie fini argillose
	CPT12	Da -2,6 a -4,6	12+20	-	
	CPT13	Da -2,6 a -5,4	14+27	-	
	22070P430	Da -4,0 a -6,0	-	-	
C	CPT11	Da -5,6 a -9,4	14+40	-	Alternanze di sabbie limose e limi con rari livelli di argille e sabbie
	CPT12	Da -4,6 a -7,0	15+60	-	
	CPT13	Da -5,4 a -8,4	16+36	-	
D	CPT12	Da -7,0 a -9,4**	60+>400	-	Ghiaie poligeniche di varia pezzatura associate a ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie
	CPT13	Da -8,4 a -9,0**	140+>420	-	
	22070P430	Da -6,0 a -15,0	-	-	
E	CPT11	Da -9,4 a -12,4	18+32	-	Argille limose e limi argillosi
	22070P430	Da -15,0 a -17,0*	-	-	
G	CPT11	Da -12,4 a -20,0*	18+52	-	Argille limose e limi argillosi con intercalati rari livelli di limi, sabbie, sabbie ghiaiose

Tabella 1: Unità litostratigrafiche. (*) profondità fine prova - (**) Ghiaie addensate imperforabili dalla strumentazione CPT.



Idrogeologia

Anche nel lotto 2 non si è rinvenuta la presenza d'acqua in nessun foro di prova (prof. max indagata -20 m dal p.c.). La falda si attesta a profondità > di -20 m dal p.c..

Indicazioni sui parametri geotecnici

Per il lotto 2 si possono considerare validi gli stessi parametri geotecnici estrapolati per le unità litostratigrafiche del lotto 1:

Unità litostr.	Descrizione litologia	γ (t/m ³)	ϕ (°)		Cu (kg/cm ²)		Mo (kg/cm ²)	
			Terreni incoerenti		Terreni coesivi			
			ϕ	ϕ	c_u	c_u	M_o	M_o
A	Sabbie e sabbie limose con intercalati rari livelli di limi argillosi	1,85	26	32	-	-	60	110
B	Limi argillosi prevalenti con livelli di sabbie fini argillose	1,80	-	-	0,5	0,8	40	70
C	Alternanze di sabbie limose e limi con rari livelli di argille e sabbie	1,85	23	26	0,7	0,8	55	70
D	Ghiaie poligeniche di varia pezzatura associate a ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie	1,85	30	34	-	-	100	>500
E	Argille limose e limi argillosi	1,80	-	-	0,6	0,9	50	80
F	Sabbie limose e limi sabbiosi con rari livelli di argille	1,85	23	26	0,7	0,8	55	70
G	Argille limose e limi argillosi con intercalati rari livelli di limi, sabbie, sabbie ghiaiose	1,80	-	-	0,7	0,8	55	70

Tabella 2 – Parametri geotecnici estrapolati dalle prove CPT (Legenda: γ =peso di volume naturale; ϕ = angolo di attrito; c_u =Coesione non drenante; M_o =Modulo edometrico)

3 MODELLO SISIMICO E ANALISI DI SECONDO LIVELLO

Modello Sismico

Il lotto 2 si trova in adiacenza al lotto 1 e presenta lo stesso modello geologico pertanto risulta valido lo stesso modello sismico del lotto 1. Come nel lotto 1 non sono presenti problematiche di liquefazione del terreno, in caso di sisma con $M_w > 5$, in quanto la falda si attesta a profondità >20 m.



Analisi di Il livello

Come richiesto dal DGR 2193/2015 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", è stato effettuato un approfondimento di Il livello al fine di calcolare i coefficienti di amplificazione sismica in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA0) e di intensità di Housner (SI/SI0).

In base al modello geologico e sismico dei due lotti si sono estrapolati i coefficienti di amplificazione sismica utilizzando la tabella contenuta nel paragrafo "A2.1.2 - PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA - MARGINE DI TIPO B" dell'allegato 2, tenendo conto della velocità $V_{s,30}=266$ m/s emersa dello studio geofisico.

A seguire sono riportati i fattori di amplificazione (F.A.) in termini di accelerazione di picco orizzontale PGA, e di intensità spettrale SI per tre diversi intervalli di periodo proprio T_0 (0,1 – 0,5 s; 0,5 – 1,0 s; 0,5 – 1,5 s):

FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (F.A.)			
F.A. PGA	F.A. SI1 (0,1 s $\leq T_0 \leq$ 0,5 s)	F.A. SI2 (0,5 s $\leq T_0 \leq$ 1,0 s)	F.A. SI3 (0,5 s $\leq T_0 \leq$ 1,5 s)
1,6	1,9	2,5	2,7

Tabella 3: Fattori di amplificazione PGA, SI1, SI2, SI3.

4 FATTIBILITA' DELL'INTEREVENTO

Lo studio geologico e sismico condotto nell'area "APS.i2 Riale Galvano" non evidenzia criticità geologiche, idrogeologiche o sismiche, pertanto si esprime un parere favorevole all'utilizzo dei lotti 1 e 2 per usi urbanistici.

IN ALLEGATO:

Tavola 1 - Ubicazione Indagini, scala 1:800

Allegato A – Indagini Geognostiche - Lotto 2: tabulati e grafici

Loiano, 16/09/2019

Dott. Geol. Alberto Filelfi
(O.G.E.R. Sez. A – A.P. 1115)



Dott. Geol. Alberto Filelfi

4



Tavola 1

UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE

Stato di progetto

Scala 1:800



Legenda

- CPTU Prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezometro CPTU
- CPT Prove penetrometriche statiche CPT
- T1 Indagine sismica
- Sondaggio a caricamento continuo (RER - P220070P430)



ALLEGATO A

INDAGINI GEOGNOSTICHE

TABULATI E GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE
STATICHE (CPT)





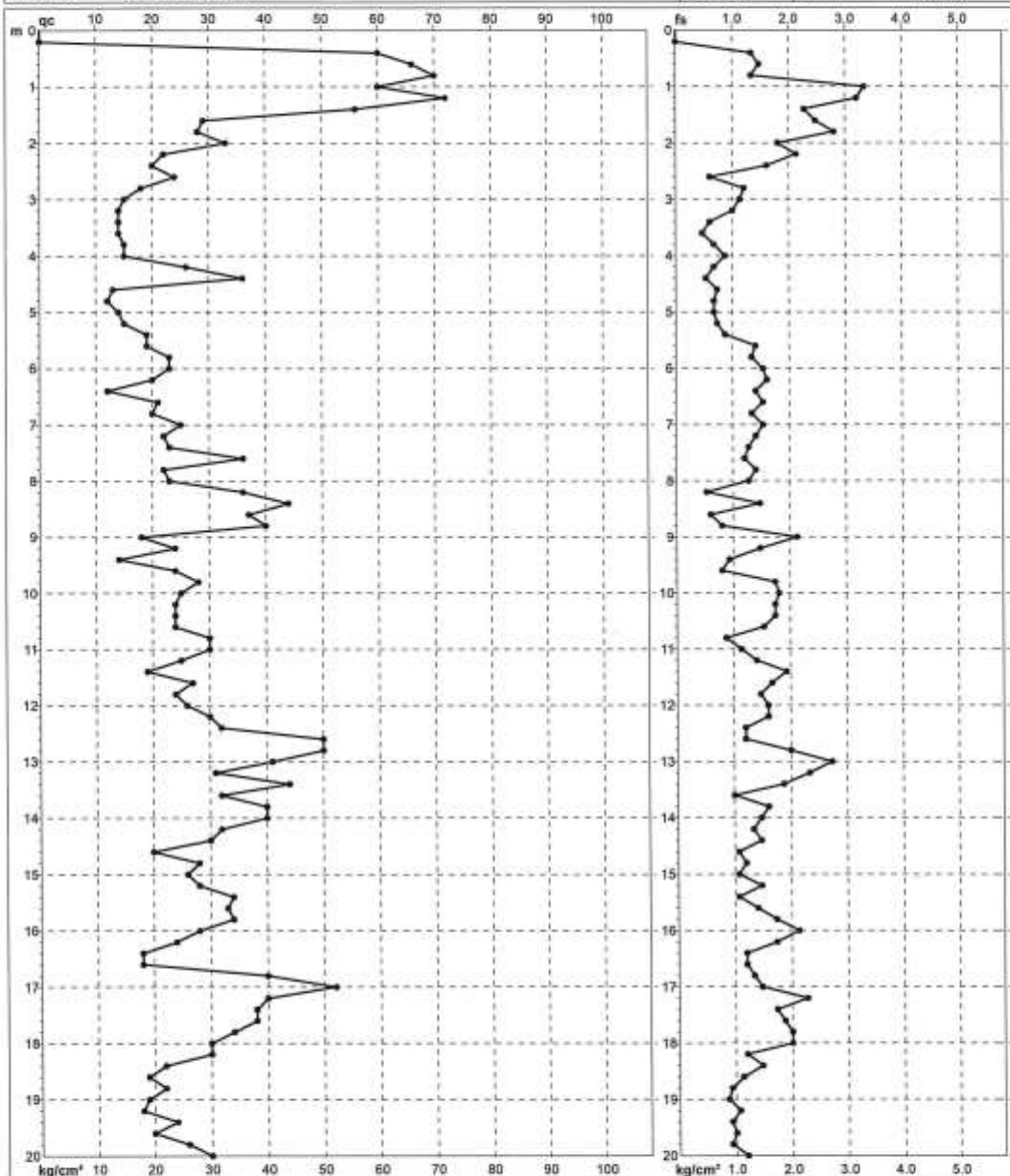
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 11

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 09/09/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C
Responsabile:
Assistente:

Preforo: -0.20 m
Corr.astine: kg/ml
Cod.ISTAT: 037060
Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merlo 0425-840425

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 85 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolanò (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studiosapgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 11

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 09/09/2019
Pagina: 1
Elaborato: Falda: Assento

H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf	H	L1	L2	Lt	qc	fs	F	Rf
m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%	m	-	-	-	kg/cm²	kg/cm²	-	%
0.20	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	45	2.2	15.20	14.0	25.0	28.00	1.47	19	5.3	
0.40	30.0	40.0	60.00	1.33	1.33	45	2.2	15.40	17.0	25.0	34.00	1.07	32	3.1	
0.60	33.0	44.0	66.00	1.47	1.47	45	2.2	15.60	16.5	27.0	33.00	1.40	24	4.2	
0.80	35.0	45.0	70.00	1.33	1.33	53	1.9	15.80	17.0	30.0	34.00	1.73	20	5.1	
1.00	30.0	55.0	60.00	3.33	3.33	18	5.6	16.00	14.0	30.0	28.00	2.13	13	7.6	
1.20	36.0	60.0	72.00	3.20	3.20	23	4.4	16.20	12.0	25.0	24.00	1.73	14	7.2	
1.40	28.0	45.0	56.00	2.27	2.27	25	4.1	16.40	9.0	18.0	18.00	1.20	15	6.7	
1.60	14.5	33.0	29.00	2.47	2.47	12	8.5	16.60	9.0	18.0	18.00	1.20	15	6.7	
1.80	14.0	35.0	28.00	2.80	2.80	10	10.0	16.80	20.0	30.0	40.00	1.33	30	3.3	
2.00	16.5	30.0	33.00	1.80	1.80	18	5.5	17.00	26.0	37.0	52.00	1.47	35	2.8	
2.20	11.0	27.0	22.00	2.13	2.13	10	9.7	17.20	20.0	37.0	40.00	2.27	18	5.7	
2.40	10.0	22.0	20.00	1.60	1.60	13	8.0	17.40	19.0	32.0	38.00	1.73	22	4.6	
2.60	12.0	16.5	24.00	0.60	0.60	40	2.5	17.60	19.0	33.0	38.00	1.87	20	4.9	
2.80	9.0	18.0	18.00	1.20	1.20	15	6.7	17.80	17.0	32.0	34.00	2.00	17	5.9	
3.00	7.5	16.0	15.00	1.13	1.13	13	7.6	18.00	15.0	30.0	30.00	2.00	15	6.7	
3.20	7.0	14.5	14.00	1.00	1.00	14	7.1	18.20	15.0	24.0	30.00	1.20	25	4.0	
3.40	7.0	11.5	14.00	0.60	0.60	23	4.3	18.40	11.0	22.0	22.00	1.47	15	6.7	
3.60	7.0	10.5	14.00	0.47	0.47	30	3.4	18.60	9.5	18.0	19.00	1.13	17	5.9	
3.80	7.5	12.5	15.00	0.67	0.67	22	4.5	18.80	11.0	18.0	22.00	0.93	24	4.2	
4.00	7.5	14.0	15.00	0.87	0.87	17	5.8	19.00	9.5	16.0	19.00	0.87	22	4.6	
4.20	13.0	18.0	26.00	0.67	0.67	39	2.6	19.20	9.0	17.0	18.00	1.07	17	5.9	
4.40	18.0	22.0	36.00	0.53	0.53	68	1.5	19.40	12.0	19.0	24.00	0.93	26	3.9	
4.60	6.5	12.0	13.00	0.73	0.73	18	5.6	19.60	10.0	17.5	20.00	1.00	20	5.0	
4.80	6.0	11.0	12.00	0.67	0.67	18	5.6	19.80	13.0	20.0	26.00	0.93	28	3.6	
5.00	7.0	12.0	14.00	0.67	0.67	21	4.8	20.00	15.0	24.0	30.00	1.20	25	4.0	
5.20	7.5	13.0	15.00	0.73	0.73	21	4.9								
5.40	9.5	16.0	19.00	0.87	0.87	22	4.6								
5.60	9.5	20.0	19.00	1.40	1.40	14	7.4								
5.80	11.5	21.5	23.00	1.33	1.33	17	5.8								
6.00	11.5	23.0	23.00	1.53	1.53	15	6.7								
6.20	10.0	22.0	20.00	1.60	1.60	13	8.0								
6.40	6.0	16.5	12.00	1.40	1.40	9	11.7								
6.60	10.5	22.0	21.00	1.53	1.53	14	7.3								
6.80	10.0	20.0	20.00	1.33	1.33	15	6.7								
7.00	12.5	24.0	25.00	1.53	1.53	18	5.1								
7.20	11.0	21.5	22.00	1.40	1.40	16	6.4								
7.40	11.5	21.0	23.00	1.27	1.27	18	5.5								
7.60	18.0	27.0	36.00	1.20	1.20	30	3.3								
7.80	11.0	21.5	22.00	1.40	1.40	16	6.4								
8.00	11.5	21.0	23.00	1.27	1.27	18	5.5								
8.20	18.0	22.0	36.00	0.53	0.53	68	1.5								
8.40	22.0	33.0	44.00	1.47	1.47	30	3.3								
8.60	18.5	23.0	37.00	0.60	0.60	62	1.6								
8.80	20.0	26.0	40.00	0.80	0.80	50	2.0								
9.00	9.0	25.0	18.00	2.13	2.13	8	11.8								
9.20	12.0	23.0	24.00	1.47	1.47	16	6.1								
9.40	7.0	14.0	14.00	0.93	0.93	15	6.6								
9.60	12.0	18.0	24.00	0.80	0.80	30	3.3								
9.80	14.0	27.0	28.00	1.73	1.73	16	6.2								
10.00	12.5	26.0	25.00	1.80	1.80	14	7.2								
10.20	12.0	25.0	24.00	1.73	1.73	14	7.2								
10.40	12.0	25.0	24.00	1.73	1.73	14	7.2								
10.60	12.0	23.5	24.00	1.53	1.53	16	6.4								
10.80	15.0	21.5	30.00	0.87	0.87	34	2.9								
11.00	15.0	23.5	30.00	1.13	1.13	27	3.8								
11.20	12.5	23.0	25.00	1.40	1.40	18	5.6								
11.40	9.5	24.0	19.00	1.93	1.93	10	10.2								
11.60	13.5	26.0	27.00	1.67	1.67	16	6.2								
11.80	12.0	23.0	24.00	1.47	1.47	16	6.1								
12.00	13.0	25.0	26.00	1.60	1.60	16	6.2								
12.20	15.0	27.0	30.00	1.60	1.60	19	5.3								
12.40	16.0	25.0	32.00	1.20	1.20	27	3.8								
12.60	25.0	34.0	50.00	1.20	1.20	42	2.4								
12.80	25.0	40.0	50.00	2.00	2.00	25	4.0								
13.00	20.5	41.0	41.00	2.73	2.73	15	6.7								
13.20	15.5	33.0	31.00	2.33	2.33	13	7.5								
13.40	22.0	36.0	44.00	1.87	1.87	24	4.3								
13.60	16.0	23.5	32.00	1.00	1.00	32	3.1								
13.80	20.0	32.0	40.00	1.60	1.60	25	4.0								
14.00	20.0	31.0	40.00	1.47	1.47	27	3.7								
14.20	16.0	26.0	32.00	1.33	1.33	24	4.2								
14.40	15.0	26.0	30.00	1.47	1.47	20	4.9								
14.60	10.0	18.0	20.00	1.07	1.07	19	5.4								
14.80	14.0	23.0	28.00	1.20	1.20	23	4.3								
15.00	13.0	21.0	26.00	1.07	1.07	24	4.1								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-848820

FON042

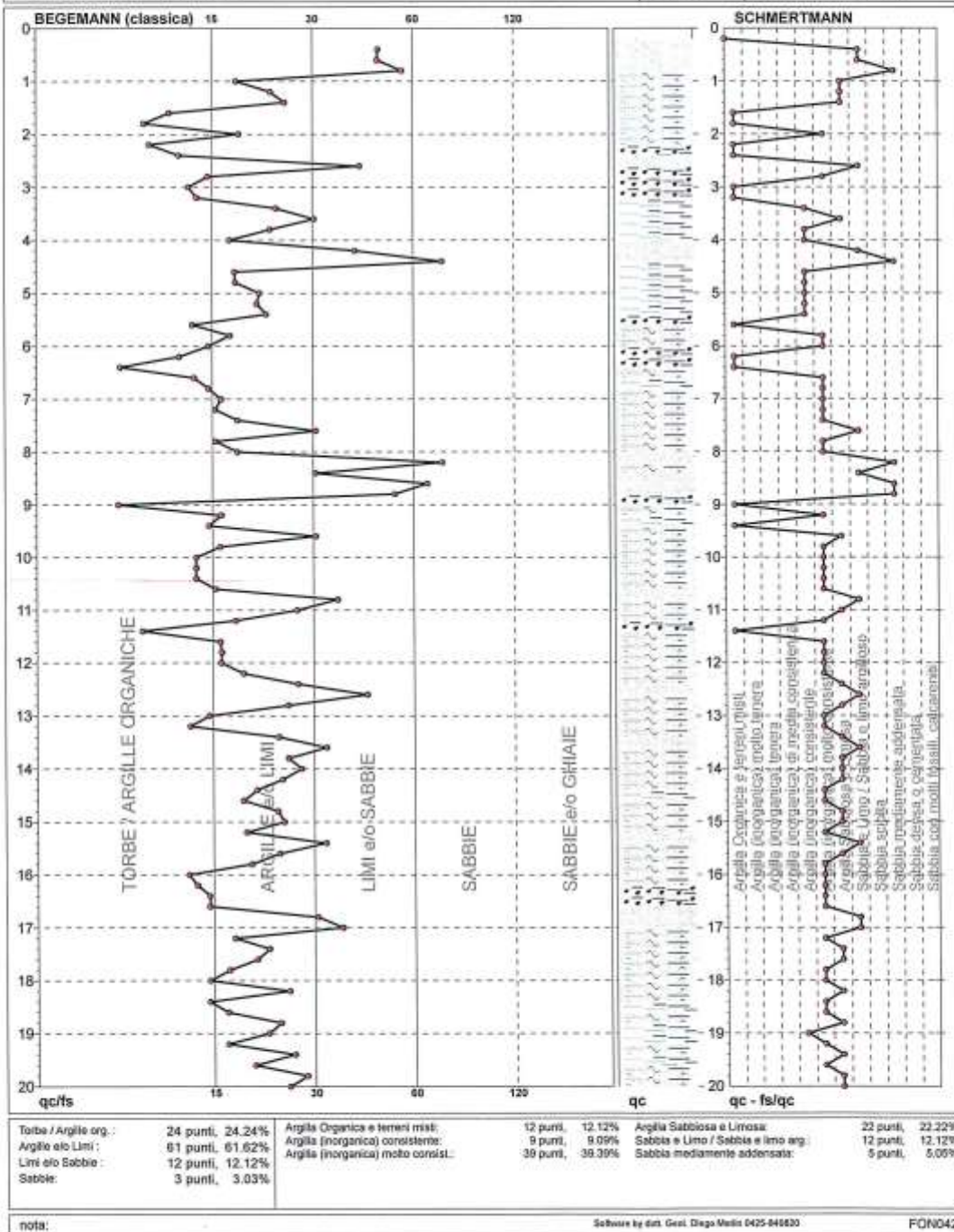


SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



CPT	11
-----	----

U.M.: kg/cm ²	Data esec.: 09/09/2019
Scala: 1:100	
Pagina: 1	
Elaborato:	Falda: Assegni





DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lolo (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 11

Committente: Studio S.A.P.

Cantiere: Via Balzani

Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 09/09/2019

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Assente

Prof. m	qc U.M.	qc/ft U.M.	zone	y' mm	σ'vo U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr	Sc	Ca	Ko	DB	DM	Me	FLs	FLi	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
0.20	60.00	45.11	3	1.85	0.04	0.07	2.00	99.9	340.0	510.0	180.0	100	43	43	41	38	45	32	---	---	100.0	150.0	180.0
0.40	60.00	44.80	3	1.85	0.11	0.11	2.00	99.9	406.0	612.0	215.0	100	43	41	39	36	45	32	---	---	110.0	160.0	190.0
0.60	70.00	52.63	3	1.85	0.15	0.15	2.00	99.9	317.3	476.0	168.0	100	43	40	38	36	44	32	---	---	116.7	175.0	210.0
1.00	60.00	18.02	3	1.85	0.19	0.19	2.00	99.9	167.1	250.7	87.0	59	38	33	30	28	37	29	---	---	48.3	72.5	87.0
1.20	72.00	22.50	3	1.85	0.22	0.22	2.40	99.9	164.1	246.2	84.0	55	38	32	29	27	36	28	---	---	45.7	70.0	84.0
1.40	66.00	24.67	3	1.85	0.26	0.26	2.00	99.9	187.0	280.5	99.0	58	38	32	29	27	36	28	---	---	55.0	82.5	99.0
1.60	29.00	11.74	3	1.85	0.30	0.30	0.85	15.7	143.8	215.8	66.0	42	36	30	27	25	34	28	---	---	36.7	55.0	66.0
1.80	28.00	10.00	3	1.85	0.33	0.33	0.85	13.1	136.0	204.0	60.0	36	36	29	25	24	33	27	---	---	33.3	50.0	60.0
2.00	33.00	15.04	3	1.85	0.36	0.36	0.85	13.1	136.0	204.0	60.0	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
2.20	22.00	10.33	3	1.85	0.41	0.41	0.75	10.0	127.5	191.3	56.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
2.40	20.00	12.50	3	1.85	0.44	0.44	0.67	7.9	133.7	200.6	48.5	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
2.60	24.00	14.00	3	1.85	0.48	0.48	0.64	6.9	149.6	224.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
2.80	18.00	15.00	3	1.85	0.52	0.52	0.64	6.4	163.3	244.9	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
3.00	15.00	17.24	3	1.85	0.56	0.56	0.64	5.9	176.9	265.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
3.20	14.00	14.00	3	1.85	0.59	0.59	0.64	5.9	149.6	224.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
3.40	14.00	23.33	3	1.85	0.63	0.63	0.64	5.4	163.3	244.9	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
3.60	14.00	29.79	3	1.85	0.67	0.67	0.64	5.5	176.9	265.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
3.80	15.00	22.39	3	1.85	0.70	0.70	0.67	5.5	187.2	289.8	48.5	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
4.00	15.00	17.24	3	1.85	0.74	0.74	0.67	5.5	200.4	300.7	49.5	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
4.20	26.00	38.81	3	1.85	0.78	0.78	0.64	5.9	176.9	265.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
4.40	38.00	67.92	3	1.85	0.81	0.81	0.64	5.9	176.9	265.3	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
4.60	13.00	17.81	3	1.85	0.85	0.85	0.60	4.1	237.6	356.3	48.5	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
4.80	12.00	17.91	3	1.85	0.89	0.89	0.57	3.5	250.7	376.1	44.6	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
5.00	14.00	20.90	3	1.85	0.93	0.93	0.54	3.9	259.0	388.5	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
5.20	15.00	20.55	3	1.85	0.96	0.96	0.57	4.0	268.8	403.2	49.5	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
5.40	19.00	21.84	3	1.85	1.00	1.00	0.78	4.6	278.3	417.5	58.1	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
5.60	19.00	13.57	3	1.85	1.04	1.04	0.78	4.4	289.3	433.9	58.1	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
5.80	23.00	17.29	3	1.85	1.07	1.07	0.87	4.6	297.6	446.4	69.0	20	34	28	22	20	28	28	---	---	38.3	57.5	69.0
6.00	23.00	15.03	3	1.85	1.11	1.11	0.87	4.6	309.1	463.6	69.0	19	34	28	22	20	28	28	---	---	38.3	57.5	69.0
6.20	20.00	12.50	3	1.85	1.15	1.15	0.90	4.0	319.9	478.8	60.0	13	33	24	21	20	27	27	---	---	33.3	50.0	60.0
6.40	12.00	8.57	3	1.85	1.18	1.18	0.57	2.5	301.9	452.8	44.6	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
6.60	21.00	13.73	3	1.85	1.22	1.22	0.82	3.8	343.4	515.1	63.0	13	33	24	21	19	27	27	---	---	35.0	52.5	63.0
6.80	20.00	16.04	3	1.85	1.26	1.26	0.85	3.6	355.1	532.6	60.0	11	33	24	20	19	27	27	---	---	33.3	50.0	60.0
7.00	25.00	16.34	3	1.85	1.30	1.30	0.91	4.0	361.3	542.0	75.0	18	33	24	21	20	28	28	---	---	41.7	62.5	75.0
7.20	22.00	15.71	3	1.85	1.33	1.33	0.85	3.8	375.9	563.9	66.0	13	33	24	20	19	27	28	---	---	36.7	55.0	66.0
7.40	23.00	18.11	3	1.85	1.37	1.37	0.87	3.6	386.3	579.5	69.0	14	33	24	20	19	27	28	---	---	38.3	57.5	69.0
7.60	36.00	30.00	3	1.85	1.41	1.41	1.20	5.2	386.3	579.5	108.0	29	35	26	23	21	29	30	---	---	60.0	90.0	108.0
7.80	22.00	15.71	3	1.85	1.44	1.44	0.85	3.2	401.9	602.8	66.0	11	33	23	20	19	26	28	---	---	36.7	55.0	66.0
8.00	23.00	18.11	3	1.85	1.48	1.48	0.87	3.2	412.2	618.3	69.0	12	33	23	20	19	27	28	---	---	38.3	57.5	69.0
8.20	36.00	67.92	3	1.85	1.52	1.52	1.47	5.8	414.6	621.9	132.0	27	34	26	22	21	29	30	---	---	60.0	90.0	108.0
8.40	44.00	29.93	3	1.85	1.55	1.55	1.47	5.8	414.6	621.9	132.0	33	35	26	23	22	30	31	---	---	73.3	110.0	132.0
8.60	37.00	17.19	3	1.85	1.59	1.59	1.47	5.8	414.6	621.9	132.0	26	34	25	22	21	29	30	---	---	61.7	92.5	111.0
8.80	40.00	50.00	3	1.85	1.63	1.63	1.47	5.8	414.6	621.9	132.0	29	35	26	23	22	30	31	---	---	66.7	100.0	120.0
9.00	18.00	8.45	3	1.85	1.67	1.67	0.75	2.3	406.3	609.5	56.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
9.20	24.00	16.33	3	1.85	1.70	1.70	0.89	2.8	453.1	679.7	72.0	10	32	23	20	18	26	28	---	---	40.0	60.0	72.0
9.40	14.00	15.00	3	1.85	1.74	1.74	0.64	1.8	363.2	544.8	48.2	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
9.60	24.00	30.00	3	1.85	1.78	1.78	0.89	2.6	462.4	695.8	72.0	9	32	23	19	18	26	28	---	---	40.0	60.0	72.0
9.80	28.00	16.19	3	1.85	1.81	1.81	0.97	2.9	487.2	730.7	84.0	14	33	23	20	19	27	28	---	---	46.7	70.0	84.0
10.00	25.00	13.89	3	1.85	1.85	1.85	0.91	2.6	476.7	715.1	75.0	9	32	23	19	18	26	28	---	---	41.7	62.5	75.0
10.20	24.00	13.87	3	1.85	1.89	1.89	0.89	2.5	474.0	711.1	72.0	7	32	22	19	18	25	28	---	---	40.0	60.0	72.0
10.40	24.00	13.87	3	1.85	1.92	1.92	0.89	2.4	477.4	718.1	72.0	7	32	22	19	18	25	28	---	---	40.0	60.0	72.0
10.60	24.00	15.09	3	1.85	1.96	1.96	0.89	2.3	490.7	728.0	72.0	7	32	22	19	18	25	28	---	---	40.0	60.0	72.0
10.80	30.00	34.48	3	1.85	2.00	2.00	1.00	2.6	524.4	786.6	90.0	13	33	23	20	19	26	29	---	---	50.0	75.0	90.0
11.00	30.00	28.55	3	1.85	2.04	2.04	0.91	2.2	496.7	745.0	75.0	7	32	22	19	18	25	28	---	---	41.7	62.5	75.0
11.20	25.00	17.86	3	1.85	2.07	2.07	0.78	1.8	442.2	663.2	58.1	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
11.40	19.00	8.54	3	1.85	2.11	2.11	0.65	1.3	316.8	474.9	44.6	41	36	29	25	25	33	28	---	---	40.0	60.0	72.0
11.60	27.00	16.17	3	1.85	2.15	2.15	0.89	2.3	51.														



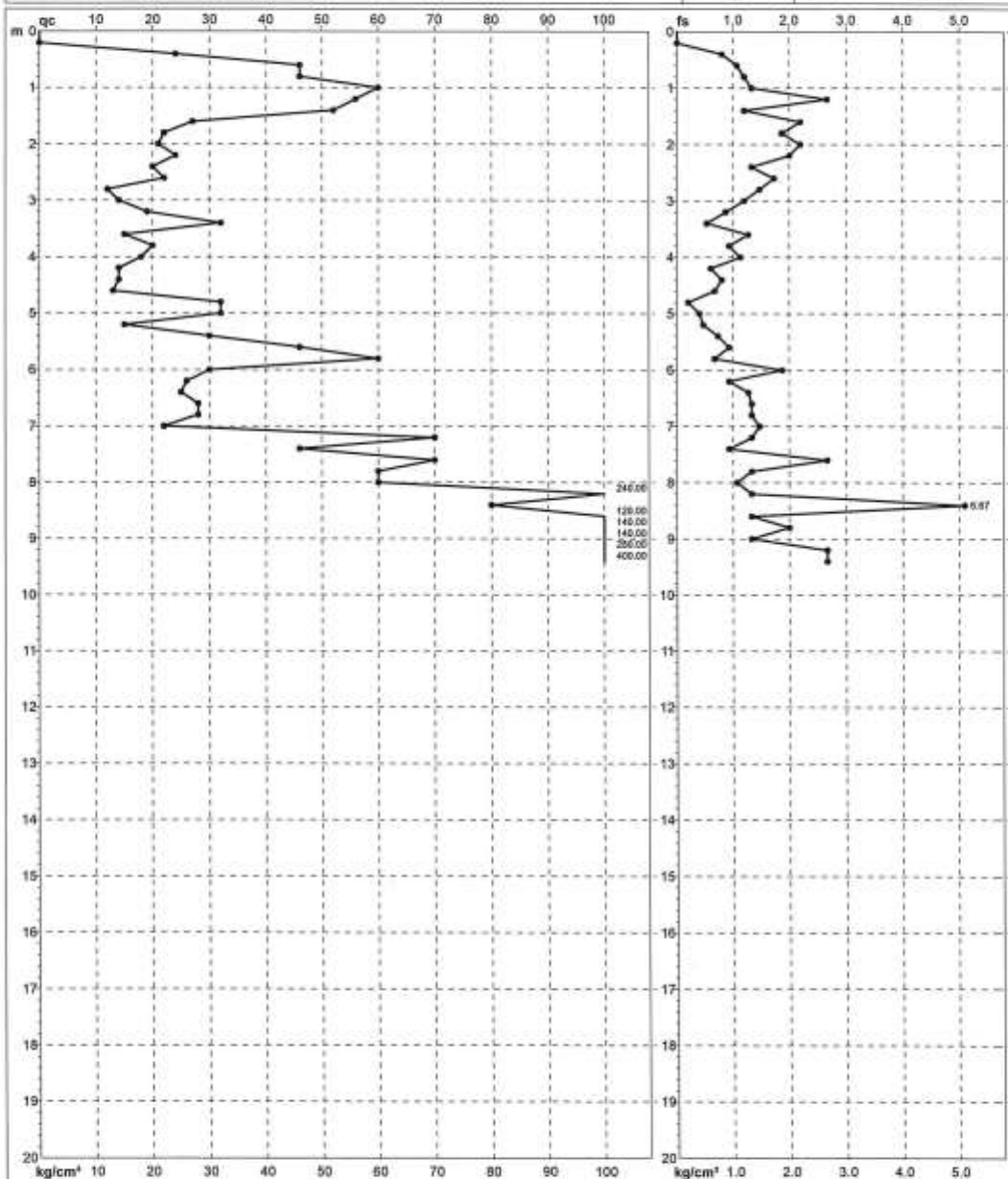
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studiosageo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 12

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²
Scala: 1:100
Pagina: 1
Elaborato:
Data esec.: 09/09/2019
Quota inizio:
Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C	Preforo: -0.20 m
Responsabile:	Corr. asfina: kg/ml
Assistente:	Cod. ISTAT: 037060
	Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Diego Melis 0425-849320

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT 12

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 09/09/2019
Pagina: 1
Elaborato: Falda: Assente

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		0.00	0.00										
0.40	12.0	18.0		24.00	0.80	30	3.3								
0.60	23.0	31.0		46.00	1.07	43	2.3								
0.80	23.0	32.0		46.00	1.20	38	2.6								
1.00	30.0	40.0		60.00	1.33	45	2.2								
1.20	28.0	48.0		56.00	2.67	21	4.8								
1.40	26.0	35.0		52.00	1.20	43	2.3								
1.60	13.5	30.0		27.00	2.20	12	8.1								
1.80	11.0	25.0		22.00	1.87	12	8.5								
2.00	30.5	27.0		21.00	2.20	10	10.5								
2.20	12.0	27.0		24.00	2.00	12	8.3								
2.40	10.0	20.0		20.00	1.33	15	6.7								
2.60	11.0	24.0		22.00	1.73	13	7.9								
2.80	6.0	17.0		12.00	1.47	8	12.3								
3.00	7.0	18.0		14.00	1.20	12	8.6								
3.20	9.5	16.0		19.00	0.87	22	4.6								
3.40	16.0	20.0		32.00	0.53	60	1.7								
3.60	7.5	17.0		15.00	1.27	12	8.5								
3.80	10.0	17.0		20.00	0.93	22	4.7								
4.00	9.0	17.5		18.00	1.13	16	6.3								
4.20	7.0	11.5		14.00	0.60	23	4.3								
4.40	7.0	13.0		14.00	0.80	18	5.7								
4.60	6.5	11.5		13.00	0.67	19	5.2								
4.80	16.0	17.5		32.00	0.20	180	0.6								
5.00	16.0	19.0		32.00	0.40	80	1.3								
5.20	7.5	11.0		15.00	0.47	32	3.1								
5.40	15.0	20.5		30.00	0.73	41	2.4								
5.60	23.0	30.0		46.00	0.93	49	2.0								
5.80	30.0	35.0		60.00	0.67	90	1.1								
6.00	15.0	29.0		30.00	1.87	16	6.2								
6.20	13.0	20.0		26.00	0.93	28	3.6								
6.40	12.5	22.0		25.00	1.27	20	5.1								
6.60	14.0	24.0		28.00	1.33	21	4.8								
6.80	14.0	24.0		28.00	1.33	21	4.8								
7.00	11.0	22.0		22.00	1.47	15	6.7								
7.20	35.0	45.0		70.00	1.33	53	1.9								
7.40	23.0	30.0		46.00	0.93	49	2.0								
7.60	35.0	55.0		70.00	2.67	26	3.8								
7.80	30.0	40.0		60.00	1.33	45	2.2								
8.00	30.0	38.0		60.00	1.07	56	1.8								
8.20	120.0	130.0		240.00	1.33	180	0.6								
8.40	40.0	90.0		80.00	6.67	12	8.3								
8.60	60.0	70.0		120.00	1.33	90	1.1								
8.80	70.0	85.0		140.00	2.00	70	1.4								
9.00	70.0	80.0		140.00	1.33	105	1.0								
9.20	140.0	160.0		280.00	2.67	105	1.0								
9.40	200.0	220.0		400.00	2.67	150	0.7								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 costante di trasformazione

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

nota:

Software by dott. Geol. Diego Morin 0425-840828

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 90 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lariano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studiosafgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 12

Committente: Studio S.A.P.

Cantier: Via Balzani

Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²

Data esec.: 09/09/2019

Pagina: 1

Elaborato:

Falda: Assente

Prof. m	qc U.M.	qo/fs	zone	γ' t/m³	σ'_{va} U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	So (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FLs	FLi	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
0.20	24.00	30.00	1	1.85	0.04		0.99	99.9	151.1	226.7	72.0	86	42	38	36	33	42	28			40.0	60.0	72.0
0.40	48.00	42.99	2	1.85	0.11							99	43	40	37	35	43	31			76.7	115.0	138.0
0.60	48.00	38.33	3	1.85	0.15							92	42	38	35	33	42	31			76.7	115.0	138.0
0.80	60.00	45.11	3	1.85	0.19							96	43	38	36	33	42	32			100.0	150.0	180.0
1.00	56.00	20.97	4	1.85	0.22		1.87	89.8	317.3	476.0	168.0	89	42	37	35	32	41	31			83.3	140.0	168.0
1.20	52.00	43.33	4	1.85	0.26							82	41	36	33	31	40	31			86.7	130.0	156.0
1.40	27.00	12.27	4	1.85	0.30		0.95	26.9	161.1	241.8	81.0	57	39	32	29	27	26	28			45.0	67.5	81.0
1.60	22.00	11.76	4	1.85	0.33		0.85	20.1	143.8	215.8	66.0	47	37	31	28	26	38	26			36.7	55.0	66.0
1.80	21.00	9.56	4	1.85	0.37		0.82	17.1	140.0	210.0	63.0	43	36	30	27	25	34	27			35.0	52.5	63.0
2.00	24.00	12.00	4	1.85	0.41		0.89	16.7	151.1	226.7	72.0	45	37	30	27	25	34	28			40.0	60.0	72.0
2.20	20.00	15.04	4	1.85	0.44		0.80	13.1	136.0	204.0	60.0	36	36	29	25	24	33	27			33.3	50.0	60.0
2.40	22.00	12.72	4	1.85	0.48		0.85	12.7	143.8	215.8	66.0	38	36	29	25	24	33	28			36.7	55.0	66.0
2.60	12.00	8.16	3	1.85	0.52		0.57	7.1	129.3	194.0	44.8												
2.80	14.00	11.67	3	1.85	0.56		0.64	7.4	136.2	204.3	48.2												
3.00	19.00	21.84	3	1.85	0.59		0.78	8.8	140.2	210.3	58.1												
3.20	32.00	60.38	3	1.85	0.63							44	37	29	26	25	33	29			53.3	80.0	96.0
3.40	15.00	11.81	2	1.85	0.67		0.67	6.3	173.7	203.5	49.5												
3.60	20.00	21.51	2	1.85	0.70		0.80	7.4	173.1	259.6	60.0	25	34	26	23	22	30	27			33.3	50.0	60.0
3.80	18.00	15.83	2	1.85	0.74		0.75	6.4	191.9	287.9	56.2												
4.00	14.00	23.33	2	1.85	0.78		0.64	4.9	215.1	322.6	48.2												
4.20	14.00	17.50	2	1.85	0.81		0.64	4.8	226.7	340.0	48.2												
4.40	13.00	19.40	2	1.85	0.85		0.60	4.1	237.6	356.3	46.5												
4.60	32.00	100.00	3	1.85	0.89							36	35	28	24	23	31	29			53.3	80.0	96.0
4.80	32.00	80.00	3	1.85	0.93							36	35	27	24	23	31	29			53.3	80.0	96.0
5.00	15.00	31.91	4	1.85	0.96		0.67	4.0	268.8	403.2	49.5	8	32	23	20	19	27	27			25.0	37.5	45.0
5.20	30.00	41.10	3	1.85	1.00							31	35	27	23	22	30	29			50.0	75.0	90.0
5.40	46.00	48.46	3	1.85	1.04							44	37	29	26	24	32	31			76.7	115.0	138.0
5.60	60.00	89.55	3	1.85	1.07							53	38	30	27	25	34	32			100.0	150.0	180.0
5.80	30.00	16.04	4	1.85	1.11		1.00	5.5	300.7	451.0	60.0	28	35	26	23	22	30	29			50.0	75.0	90.0
6.00	26.00	27.98	4	1.85	1.15		0.93	4.8	318.1	477.1	78.0	22	34	25	22	21	29	28			43.3	65.0	78.0
6.20	25.00	16.69	4	1.85	1.18		0.91	4.5	333.2	495.2	75.0	20	34	25	22	20	28	28			41.7	62.5	75.0
6.40	28.00	21.05	4	1.85	1.22		0.97	4.7	339.6	509.4	84.0	23	34	25	22	21	29	28			46.7	70.0	84.0
6.60	28.00	21.05	4	1.85	1.26		0.97	4.5	350.8	528.2	84.0	23	34	25	22	21	29	28			46.7	70.0	84.0
6.80	22.00	14.97	4	1.85	1.30		0.85	3.7	365.5	548.3	86.0	14	33	24	21	19	27	28			36.7	55.0	66.0
7.00	70.00	52.63	3	1.85	1.33							53	38	29	26	25	33	32			116.7	175.0	210.0
7.20	46.00	48.46	3	1.85	1.37							38	36	27	24	23	31	31			76.7	115.0	138.0
7.40	70.00	26.22	4	1.85	1.41		2.33	11.8	596.7	596.0	210.0	51	37	29	26	25	33	32			116.7	175.0	210.0
7.60	60.00	45.11	3	1.85	1.44							45	37	28	25	24	32	32			100.0	150.0	180.0
7.80	60.00	56.07	3	1.85	1.48							45	37	28	25	24	32	32			100.0	150.0	180.0
8.00	240.00	180.45	3	1.85	1.52							92	42	35	32	30	39	39			400.0	600.0	720.0
8.20	80.00	11.99	4	1.85	1.55		2.67	12.3	453.3	680.0	240.0	54	38	29	26	25	33	33			133.3	200.0	240.0
8.40	120.00	90.23	3	1.85	1.59							67	39	31	28	26	35	35			200.0	300.0	360.0
8.60	140.00	70.00	3	1.85	1.63							72	40	32	29	27	36	36			233.3	350.0	420.0
8.80	140.00	105.25	3	1.85	1.67							71	40	32	29	27	36	36			233.3	350.0	420.0
9.00	290.00	104.87	3	1.85	1.70							94	43	35	32	30	39	40			466.7	700.0	840.0
9.20	400.00	149.81	3	1.85	1.74							100	43	37	34	32	41	40			666.7	1000.0	1200.0

Software by dott. Geol. Diego Merlino 0425-645820

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lodi (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

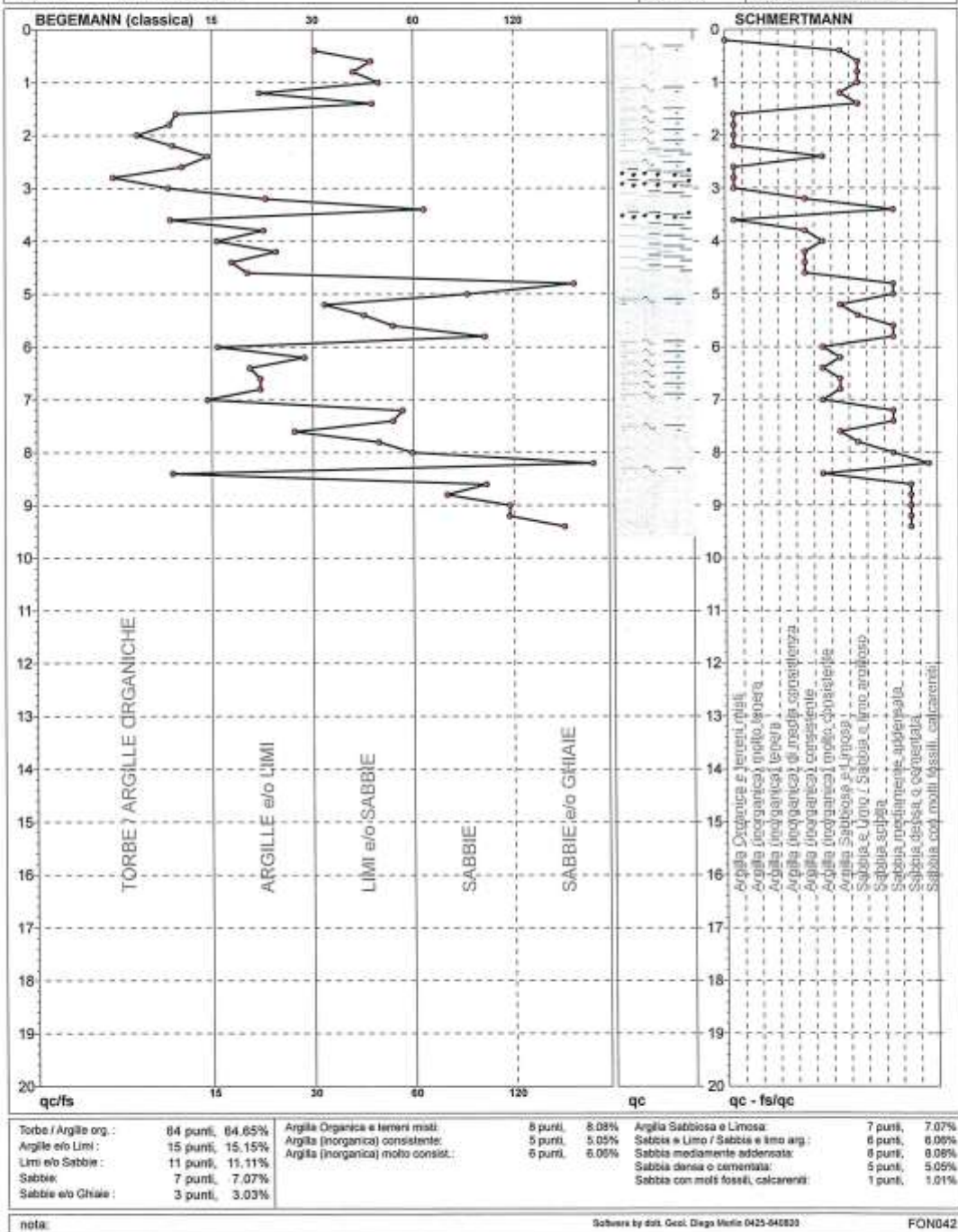
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 12

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

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

Data esec.: 09/09/2019
Falda: Assente



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it



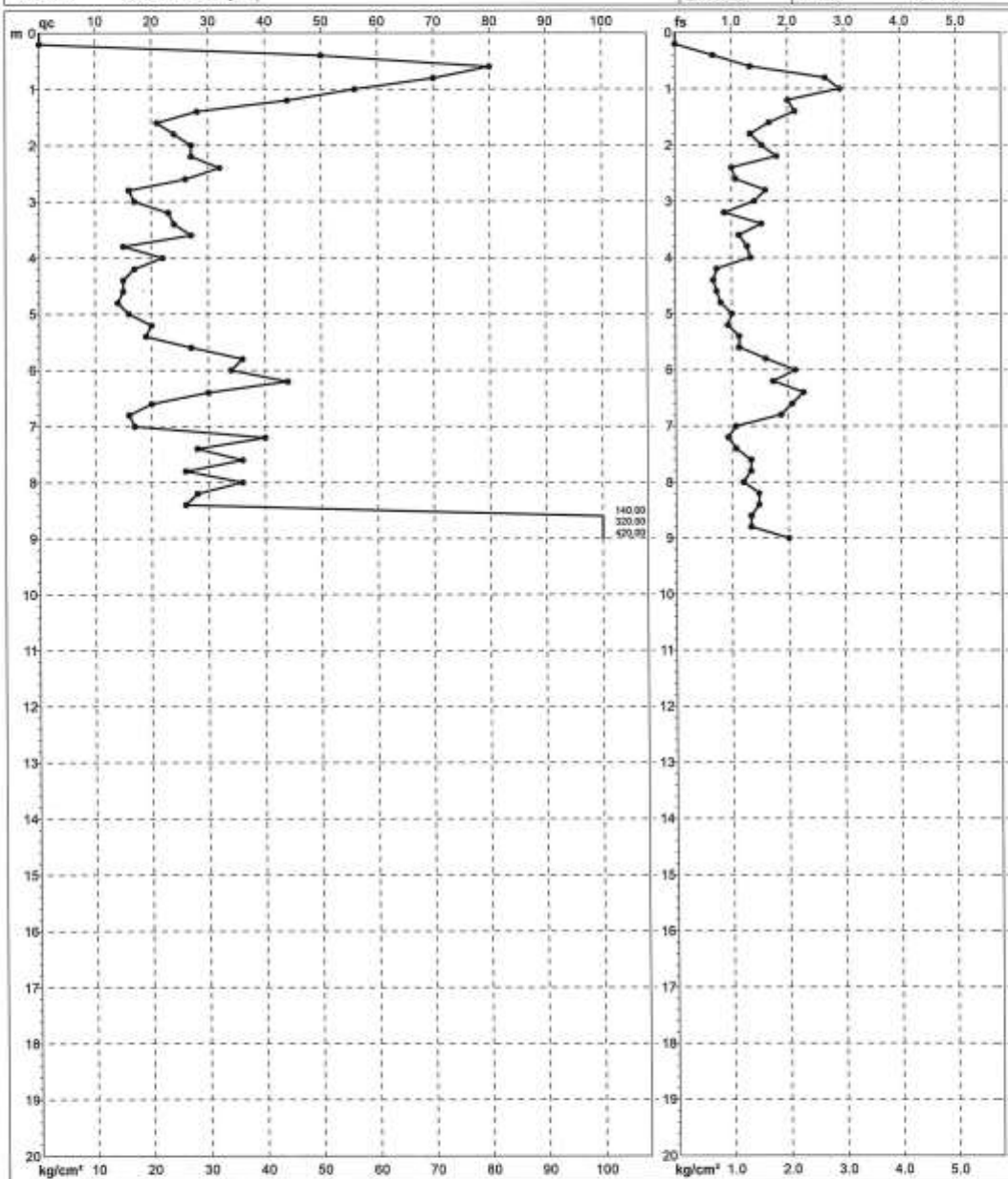
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT 13

Committente: Studio S.A.P.
Cantiere: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm² Data esec.: 09/09/2019
Scala: 1:100
Pagina: 1 Quota inizio:
Elaborato: Falda: Assente



Penetrometro: SP 100-C
Responsabile:
Assistente:

Preforo: +0.20 m
Corr. astine: kg/ml
Cod. ISTAT: 037080
Cod. punta:

nota:

Software by dott. Geol. Olego Marini 9425-849820

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 93 di 98



DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Leiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

CPT**13**

Committente: Studio S.A.P.

Cantiere: Via Balzani

Località: Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm²

Data esec.: 09/09/2019

Pagina: 1

Elaborato:

Falda:

Assente

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		0.00	0.00										
0.40	25.0	30.0		50.00	0.67	75	1.3								
0.60	40.0	50.0		80.00	1.33	60	1.7								
0.80	35.0	55.0		70.00	2.67	26	3.8								
1.00	28.0	50.0		56.00	2.93	19	5.2								
1.20	22.0	37.0		44.00	2.00	22	4.5								
1.40	14.0	30.0		28.00	2.13	13	7.8								
1.60	10.5	23.0		21.00	1.67	13	8.0								
1.80	12.0	22.0		24.00	1.33	18	5.5								
2.00	13.5	25.0		27.00	1.53	18	5.7								
2.20	13.5	27.0		27.00	1.80	15	6.7								
2.40	16.0	23.5		32.00	1.00	32	3.1								
2.60	13.0	21.0		26.00	1.07	24	4.1								
2.80	8.0	20.0		16.00	1.60	10	10.0								
3.00	8.5	19.0		17.00	1.40	12	8.2								
3.20	11.5	18.0		23.00	0.87	26	3.8								
3.40	12.0	23.5		24.00	1.53	16	6.4								
3.60	13.5	22.0		27.00	1.13	24	4.2								
3.80	7.5	17.0		15.00	1.27	12	8.5								
4.00	31.0	21.0		22.00	1.33	17	6.0								
4.20	8.5	14.0		17.00	0.73	23	4.3								
4.40	7.5	12.5		15.00	0.67	22	4.5								
4.60	7.5	13.0		15.00	0.73	21	4.9								
4.80	7.0	13.0		14.00	0.80	18	5.7								
5.00	8.0	15.5		16.00	1.00	16	6.3								
5.20	10.0	17.0		20.00	0.93	22	4.7								
5.40	9.5	18.0		19.00	1.13	17	5.9								
5.60	13.5	22.0		27.00	1.13	24	4.2								
5.80	18.0	30.0		36.00	1.60	23	4.4								
6.00	17.0	33.0		34.00	2.13	16	6.3								
6.20	22.0	35.0		44.00	1.73	25	3.9								
6.40	15.0	32.0		30.00	2.27	13	7.6								
6.60	10.0	25.5		20.00	2.07	10	10.4								
6.80	8.0	22.0		16.00	1.87	9	11.7								
7.00	8.5	15.5		17.00	1.07	15	5.3								
7.20	20.0	27.0		40.00	0.93	43	2.3								
7.40	14.0	22.0		28.00	1.07	26	3.8								
7.60	18.0	26.0		36.00	1.33	27	3.7								
7.80	13.0	23.0		26.00	1.33	20	5.1								
8.00	18.0	27.0		36.00	1.20	30	3.3								
8.20	14.0	25.0		28.00	1.47	19	5.3								
8.40	13.0	24.0		26.00	1.47	18	5.7								
8.60	70.0	60.0		140.00	1.33	105	1.0								
8.80	160.0	170.0		320.00	1.33	241	0.4								
9.00	210.0	225.0		420.00	2.00	210	0.5								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 20.00 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:

Software by dott. Geol. Diego Morin 0435-840628

FON042



SAPtecnica srl. Società di Ingegneria
Via Dante, 11 - 40016 - San Giorgio di Piano (BO)
Tel. 051893797 - fax. 0516631032 - email brunelli@studiosap.it

Pag. 94 di 98



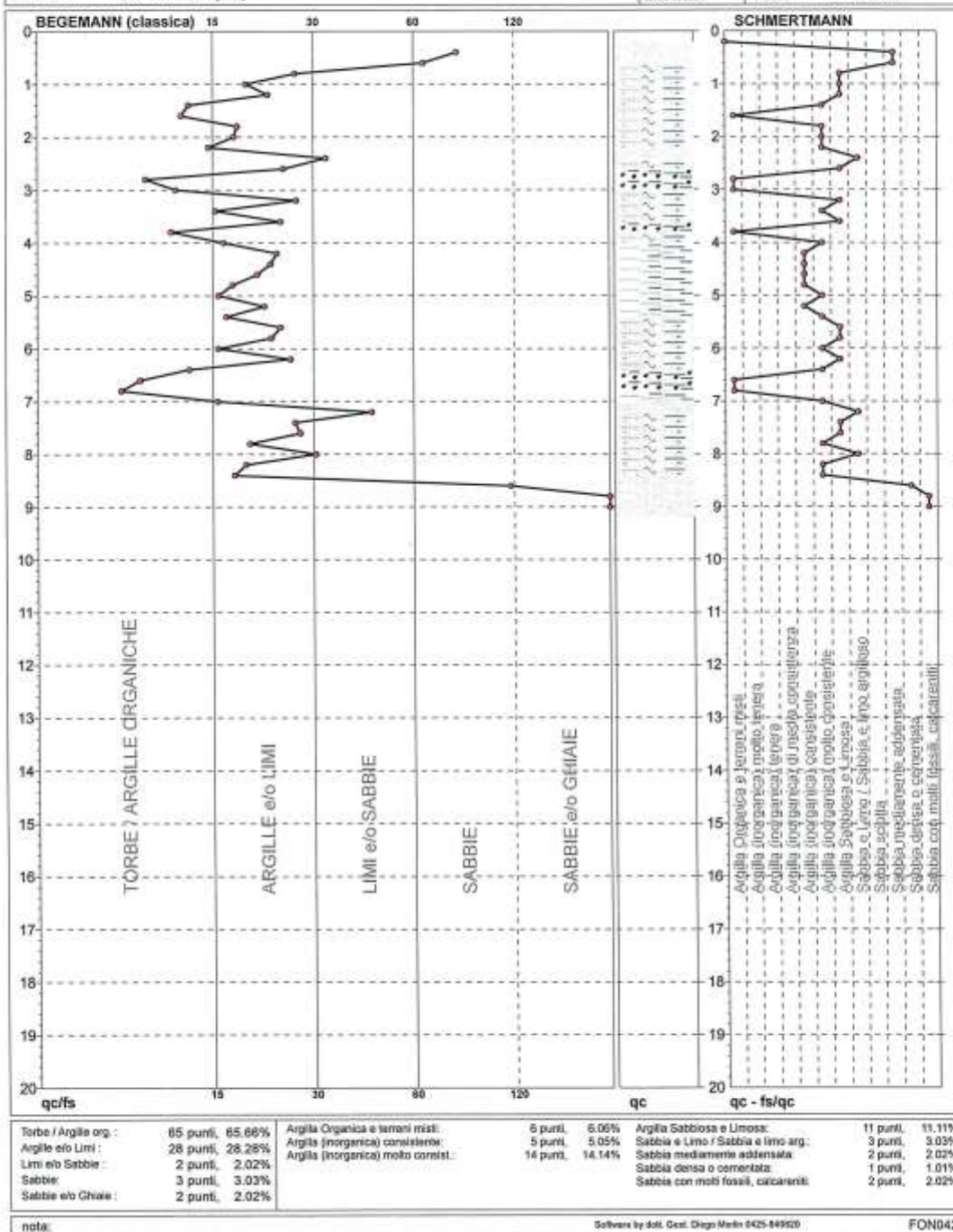
DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioafgeo@gmail.com

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT 13

Committente: Studio S.A.P.
Cantiera: Via Balzani
Località: Zola Predosa (BO)

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





CPT	13
-----	----

Committente:	Studio S.A.P.
Cantiere:	Via Balzani
Località:	Zola Predosa (BO)

U.M.: kg/cm ²	Data esec.: 09/09/2019
Pagina: 1	
Elaborato:	Falda: Assente

[illegible]

Software by dott. Geol. Diego Marín 0475-840020

FDN042





DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Loiano (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioalgeo@gmail.com

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda:

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978),
ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO	= argilla organica e terreni misti
- Att	= argilla (inorganica) molto tenera
- At	= argilla (inorganica) tenera
- Am	= argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac	= argilla (inorganica) consistente
- Acc	= argilla (inorganica) molto consistente
- ASL	= argilla sabbiosa e limosa
- SAL	= sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss	= sabbia sciolta
- Sm	= sabbia mediamente addensata
- Sd	= sabbia densa o cementata
- SC	= sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato, per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato), per depositi coesivi.





DOTT. GEOL. ALBERTO FILELFI
Via Ca' della Chiesa n°12 - 40050 - Lorian (BO)
Mob.: +39 3356613540 Mail: studioatgeo@gmail.com

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ^* = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ^* - qc - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ^*)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura]
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - Rp - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - qc σ'_{vo}]
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L.1-2 = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (1=Sabbie Pulite, 2=Sabbie Limose)
(g = accelerazione gravità) (Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]
- Vs = velocità di propagazione delle onde sismiche (Iyisan 1996)

