



# COMUNE DI SAN PIETRO IN CASALE (BO)

STUDIO IDROLOGICO DEI TERRENI DEL  
PRIMO SOTTOSUOLO DI UN AREA SITA  
IN VIA STAGNO.

Committente:  
COSTEL S.R.L.



Codice Lavoro: 2017.061R

Revisione 0.0 Maggio 2017

**INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU**

# **GEO-PROBE**

**– Indagini Geognostiche –**

*Via Cimarosa, 119 – Casalecchio di Reno (BO) – Telefono 051.613.30.72  
Email: [geoprobe@geo-probe.com](mailto:geoprobe@geo-probe.com)*

## INDICE

1. PREMESSA .....	1
3. SITUAZIONE MORFOLOGICA E GEO-LITOLOGICA GENERALE .....	4
3.1. Lineamenti geomorfologici .....	4
3.2. Idrografia .....	4
3.3. Assetto geolitologico .....	4
3.4. Condizioni idrogeologiche .....	4
4. INDAGINE GEOGNOSTICA .....	6
5. LITOLOGIA E CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE ED IDROLOGICHE DEI TERRENI .....	8

*ALLEGATI:*

- *certificati penetrometrie statiche con punta meccanica;*
- *diagrammi penetrometrie statiche con punta meccanica;*
- *stratigrafie trivellazioni a secco;*
- *classificazione orientativa dei terreni attraversati*  
(Schmertmann, 1978).

\* \* \*

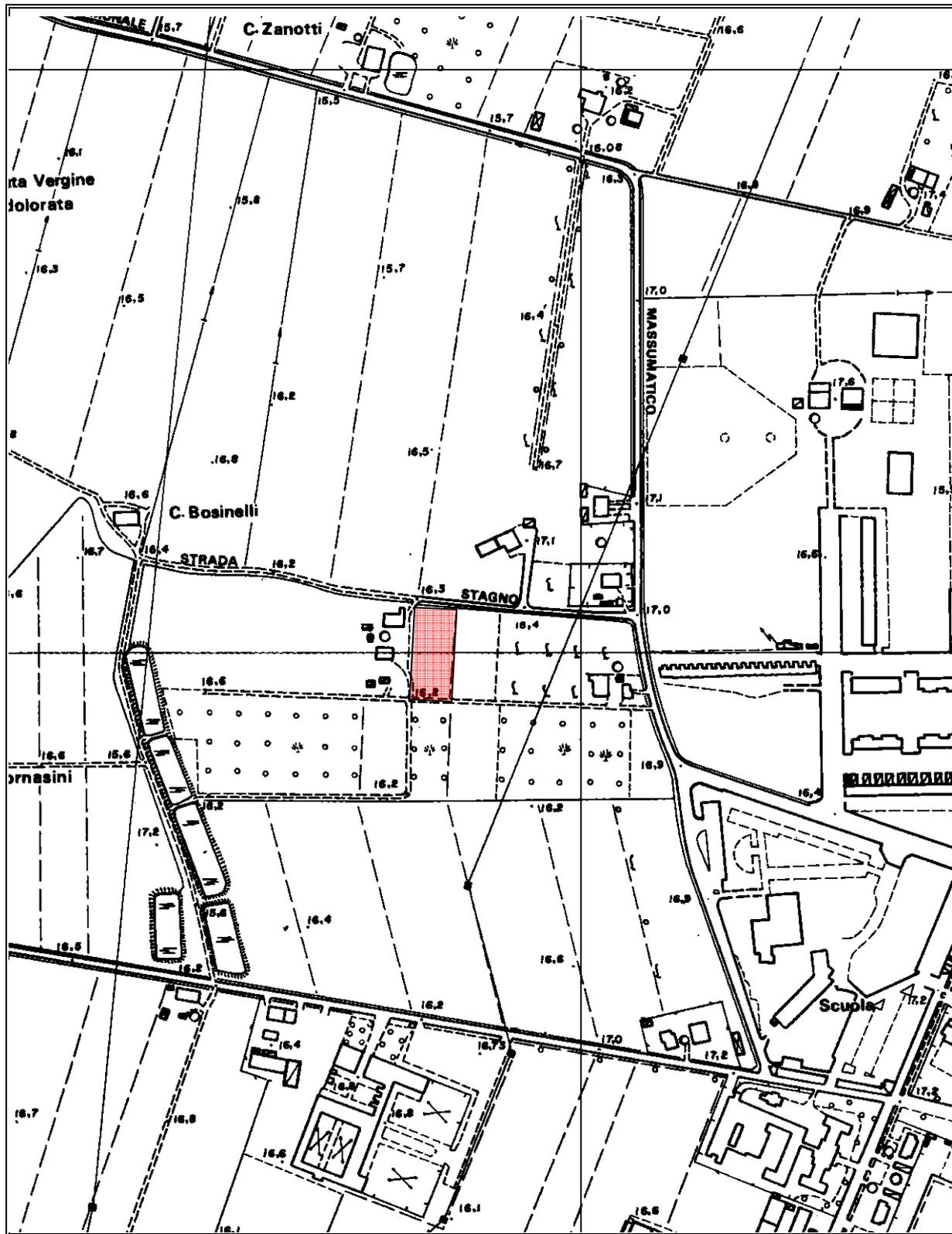
## 1. PREMESSA

Costituiscono oggetto del presente rapporto le indagini geognostiche eseguite in corrispondenza di un'area sita in via Stagno, in Comune di San Pietro in Casale (BO) (TAV. 1: estratto C.T.R. Scala 1:5.000; elemento n. 203052 – San Pietro in Casale Nord).

Tali indagini sono state condotte dalla ditta Geo-Probe S.r.l. di Casalecchio di Reno (BO) a seguito dell'incarico conferito dalla COSTEL s.r.l.

La quantità e la qualità delle opere da eseguire, nonché i punti di indagine e le operazioni da condurre nelle fasi di lavoro, sono state concordate dalla ditta Geo-Probe S.r.l. con la Committente.

TAV. 1 - UBICAZIONE AREA IN ESAME



Area in esame

Scala 1:5.000

## 2. NOTE GENERALI DI CANTIERE

Le indagini geognostiche sono state eseguite nella giornata del 17/05/2017.

I lavori sono stati approvati dal responsabile delle "Indagini Geognostiche" della Geo-Probe S.r.l., Dr. Geologo Luca Conti.

Non si sono registrati incidenti sul lavoro e non sono stati arrecati danni a cose o persone né direttamente né indirettamente.

### 3. SITUAZIONE MORFOLOGICA E GEO-LITOLOGICA GENERALE

#### 3.1. Lineamenti geomorfologici

L'area in esame ricade in un settore deposizionale della bassa Pianura Padana caratterizzato da moderate ondulazioni che degradano progressivamente verso Nord.

Più esattamente si ubica ad una quota media di 16,00 m s.l.m., in una zona pressoché pianeggiante o di bassissima acclività.

La morfologia superficiale risente sia del costante intervento umano, volto a migliorarne l'efficienza dal punto di vista agricolo, sia della vicinanza degli scoli tributari del Fiume Reno, che in fase di tracimazione e di sedimentazione, hanno depositato lenti alluvionali che si interdigitano tra di loro conferendo alla zona un andamento leggermente ondulato; a questi fattori si sono aggiunti interventi edificatori di tipo civile abitazione e di viabilità primaria che hanno interessato le aree limitrofe.

#### 3.2. Idrografia

L'idrografia superficiale primaria è rappresentata dal Fiume Reno che sviluppa il proprio corso a Nord/Ovest della zona in esame, e quella secondaria da una serie di piccoli fossi di scolo che raccolgono le acque di precipitazione eccessive per incanalarle verso i collettori principali.

#### 3.3. Assetto geolitologico

Dal punto di vista geo-litologico, l'area è caratterizzata dalla presenza di formazioni continentali di deposizione fluviale costituite da sedimenti alluvionali fini (limi e limi sabbiosi) mentre i sedimenti grossolani (ghiaie) sono pressoché assenti; pertanto la litologia principale è rappresentata da depositi a matrice limosa di permeabilità da media a bassa ( $10^{-4}$ - $10^{-7}$  m/sec).

L'ambiente deposizionale in prossimità della superficie è fluviale continentale, mentre in profondità si evidenziano le formazioni marine e di ambiente costiero.

#### 3.4. Condizioni idrogeologiche

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali di pianura mentre in profondità sono presenti gli orizzonti sabbiosi di ambiente costiero e marino contenenti acqua in pressione, non di provenienza appenninica, bensì padana.

Nei terreni superficiali è quasi sempre presente una falda freatica alimentata dai corsi d'acqua, ormai pensili, e dall'infiltrazione di acque meteoriche.

L'acquifero è da considerarsi a livelli multipli con un primo livello superficiale in cui le falde si alimentano per dispersione da subalveo dei corsi d'acqua e per infiltrazione delle precipitazioni meteoriche e un secondo livello confinato nel quale le acque sono in parte fossili e caratterizzate da un ricambio molto lento.

L'andamento della prima falda superficiale si attesta generalmente ad una profondità media di 1,00÷3,00 m dal p.c. attuale, soggetta ad oscillazioni stagionali.

#### 4. INDAGINE GEOGNOSTICA

Nell'area interessata dall'intervento, allo scopo di verificare la successione stratigrafica che caratterizza i terreni del primo sottosuolo e valutare le caratteristiche fisico meccaniche ed idrologiche degli stessi, è stata eseguita un'indagine geognostica in sito.

L'indagine geognostica in sito, eseguita dalla Geo-Probe S.r.l., è consistita nell'esecuzione di n. 2 penetrometrie statiche con punta meccanica (CPT) che, rispetto al p.c. attuale, hanno raggiunto profondità di 4,80 m, e di n. 2 sondaggi con il metodo della trivellazione a secco della lunghezza di 4,00 m.

I punti di indagine sono stati posizionati in corrispondenza dell'area oggetto di intervento; l'esatta ubicazione degli stessi viene riportata di seguito nella TAV. 2.

Il penetrometro statico utilizzato, montato su Unimog Mercedes 400L con cella di carico da 200 kN, impiega una punta conica con apertura di 60° e superficie di 10 cm<sup>2</sup> per la misurazione della resistenza alla punta ed un manicotto di frizione (*friction jacket*) della superficie di 150 cm<sup>2</sup> per la misurazione dell'attrito laterale locale (punta meccanica tipo *Begemann*).

I risultati delle penetrometrie statiche vengono rappresentati in forma diagrammatica nelle apposite tavole allegate, dove viene riportato il valore  $q_c$  (resistenza alla punta), il valore  $f_s$  (resistenza attrito laterale locale), espressi rispettivamente in MPa e kPa, ed il rapporto  $R_f$  che orientativamente ci permette una classificazione dei terreni attraversati (*Schmertmann J.H., 1978*).

Le suddette letture vengono eseguite per avanzamenti di 20 cm.

La trivellazione a secco è stata eseguita mediante aste elicoidali del diametro di 120 mm, mosse da propulsore idraulico montato a retro dell'autocarro Mercedes; i fori di sondaggio sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto tipo Norton del diametro di 80 mm allo scopo di verificare il livello statico della falda.

La stratigrafia ottenuta viene riportata in allegato nell'apposito modulo.



## 5. LITOLOGIA E CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE ED IDROLOGICHE DEI TERRENI

L'indagine geognostica eseguita ci consente di ricostruire con discreta precisione la litologia del primo sottosuolo e di valutare le caratteristiche meccaniche ed idrologiche dei terreni attraversati.

al tetto, al disotto di un sottile orizzonte di terreno pedogenizzato, sono inizialmente presenti dei limi argillosi di colore beige grigiastro, di consistenza plastica ( $q_c = 1,1 \div 1,6$  MPa;  $R_f = 4,1 \div 6,7$  %), localmente plastico tenera ( $q_c = 0,7 \div 0,9$  MPa;  $R_f = 4,1 \div 6,7$  %) ed umidità media.

A partire dalla profondità media di 1,20÷1,50 m, e per circa 0,90÷1,00 m, si alternano delle sabbie fini e dei limi sabbiosi di scarso addensamento ( $q_c = 1,4 \div 5,6$  MPa;  $R_f = 1,5 \div 1,8$  %) ed in totale saturazione idrica, sostenute da limi argillosi e/o sabbiosi di consistenza da plastico molle a plastica ( $q_c = 0,5 \div 1,5$  MPa;  $R_f = 2,5 \div 5,8$  %), saturi, inglobanti sottili lenti sabbiose ( $q_c = 1,2 \div 1,5$  MPa;  $R_f = 1,1 \div 2,6$  %).

Da una profondità media di 3,30 m prevalgono delle argille limose di consistenza da plastica a plastico dura ed umidità media ( $q_c = 1,1 \div 2,4$  MPa;  $R_f = 3,5 \div 5,8$  %).

I suddetti terreni sono caratterizzati dalla presenza di una falda freatica di superficie il cui livello statico, rispetto al p.c. attuale, si posiziona ad una profondità media di 1,60÷1,65 m, quote presumibilmente soggette a variazioni stagionali.

Indicativamente nella tabella successiva vengono valutati i valori di permeabilità:

da	a	Litologia	Permeabilità orizzontale (m/sec)
0,20÷1,20	1,20	Limi argillosi	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-8}$
1,20÷1,50	2,20÷2,40	Sabbie/Sabbie limose	$1 \cdot 10^{-3} \div 1 \cdot 10^{-6}$
2,20÷2,40	3,20÷3,40	Limi sabbiosi/Limi argillosi	$1 \cdot 10^{-6} \div 1 \cdot 10^{-8}$
3,20÷3,40	4,80	Argille limose	$1 \cdot 10^{-8} \div 1 \cdot 10^{-9}$

Casalecchio di Reno, 20 Maggio 2017



**ALLEGATI**

**Indagine geognostica**

Rapporto di prova N°: **17.0263 /RSP**

Impresa Costel

Località : San Pietro in Casale (BO)

Cantiere : via Stagno

Data prova: 17/05/2017

n° prova : 1

Quota: --

Profondità falda : 1,65 m

Codice lavoro: 2017.061

Attrezzatura: Penetrometro da 200 kN

Procedura di prova: IO\_003

Note:

	L1	L2	qc	fs	qc/fs	Rf	
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kPa	-	%	
12			1,18	78,48	15	6,67	
7	19		0,69	58,86	12	8,58	
13	22		1,27	58,86	22	4,62	
14	23		1,37	58,86	23	4,29	
12	21		1,18	58,86	20	5,00	1,0 m
11	20		1,08	52,32	21	4,85	
9	17		0,88	58,86	15	6,67	
7	16		0,69	45,78	15	6,67	
8	15		0,78	32,70	24	4,17	
56	61		5,49	85,02	65	1,55	2,0 m
14	27		1,37	26,16	52	1,91	
22	26		2,16	39,24	55	1,82	
12	18		1,18	65,40	18	5,56	
9	19		0,88	39,24	22	4,45	
8	14		0,78	45,78	17	5,84	3,0 m
15	22		1,47	39,24	37	2,67	
14	20		1,37	71,94	19	5,24	
13	24		1,27	78,48	16	6,16	
13	25		1,27	71,94	18	5,64	
17	28		1,67	91,56	18	5,49	4,0 m
17	31		1,67	98,10	17	5,89	
17	32		1,67	85,02	20	5,10	
15	28		1,47	52,32	28	3,56	
12	20		1,18				

Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	17/05/2017	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

Rapporto di prova N°: **17.0264 /RSP**

Impresa Costel

Località : San Pietro in Casale (BO)

Cantiere : via Stagno

Data prova: 17/05/2017

n° prova : 2

Quota: --

Profondità falda : 1.60 m

Codice lavoro: 2017.061

Attrezzatura: Penetrometro da 200 kN

Procedura di prova: IO\_003

Note: --

L1	L2	qc	fs	qc/fs	Rf
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kPa	-	%
10	13	0,98	26,16	37	2,67
9	13	0,88	58,86	15	6,67
4	13	0,39	26,16	15	6,67
16	20	1,57	104,64	15	6,67
13	29	1,27	85,02	15	6,67
13	26	1,27	85,02	15	6,67
23	36	2,25	98,10	23	4,35
28	43	2,75	65,40	42	2,38
23	33	2,25	45,78	49	2,03
20	27	1,96	52,32	37	2,67
26	34	2,55	65,40	39	2,57
13	23	1,27	45,78	28	3,59
12	19	1,18	45,78	26	3,89
6	13	0,59	26,16	22	4,45
18	22	1,76	45,78	39	2,59
15	22	1,47	58,86	25	4,00
12	21	1,18	13,08	90	1,11
12	14	1,18	78,48	15	6,67
16	28	1,57	45,78	34	2,92
14	21	1,37	91,56	15	6,67
17	31	1,67	65,40	25	3,92
17	27	1,67	39,24	42	2,35
24	30	2,35	52,32	45	2,22
19	27	1,86			

Revisione	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
0	17/05/2017	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

**GEO-PROBE S.r.l.**

- Indagini Geognostiche -

40033 CASALECCHIO DI RENO

Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

**C P T** (CONE PENETRATION TEST)**N. 1**

Committente : Impresa Costel

Località : San Pietro in Casale (BO) via Stagno

Attrezzatura : Penetrometro da 200 kN

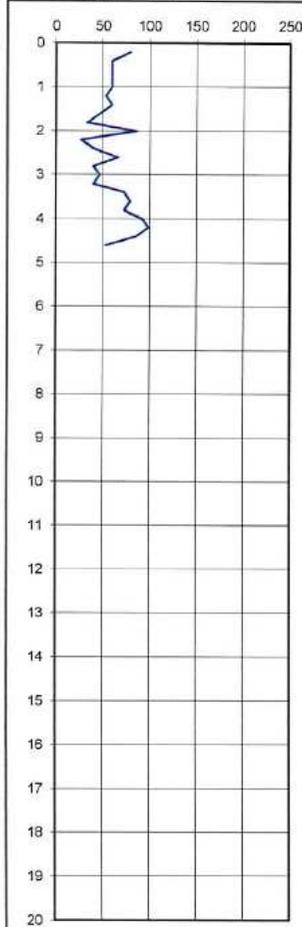
Rapporto di Prova N°: **17.0263 /RSP**

Quota: --

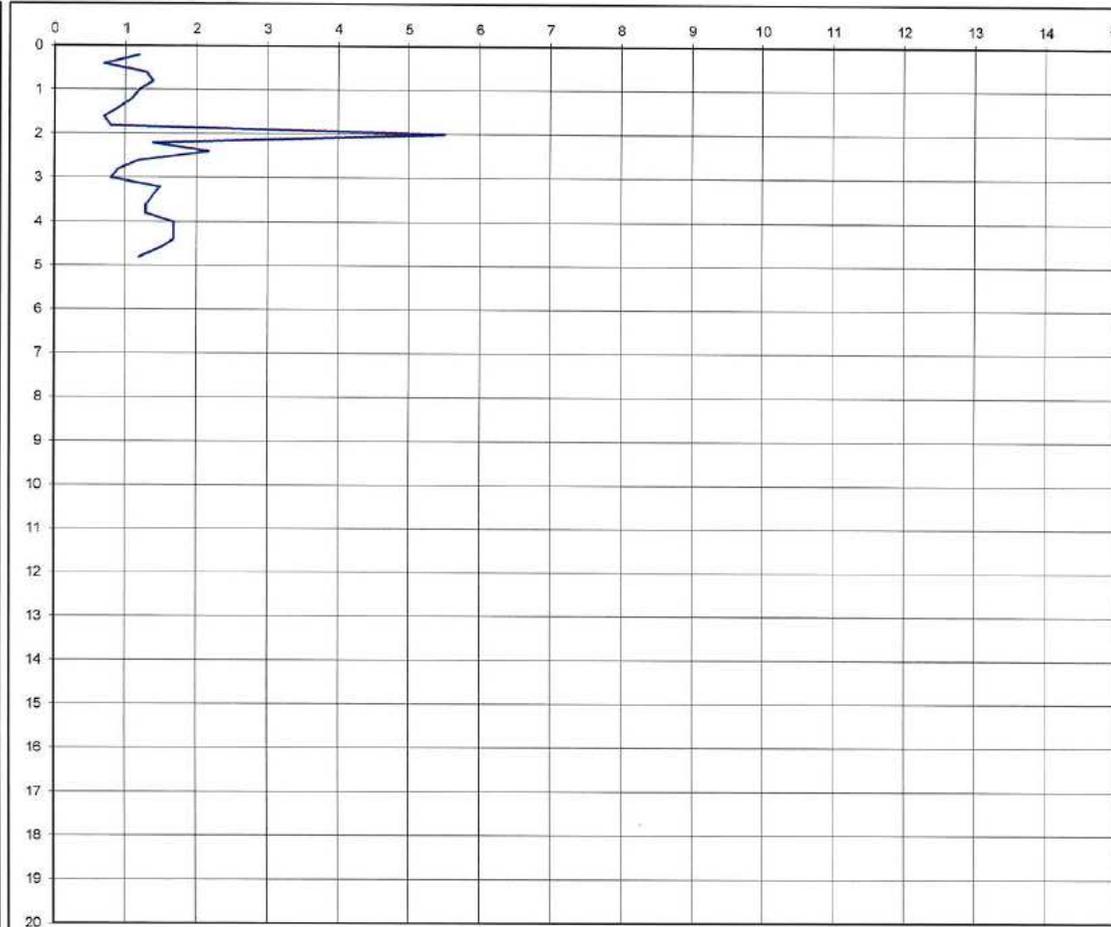
Data prova : 17/05/2017

Codice lavoro: 2017.061

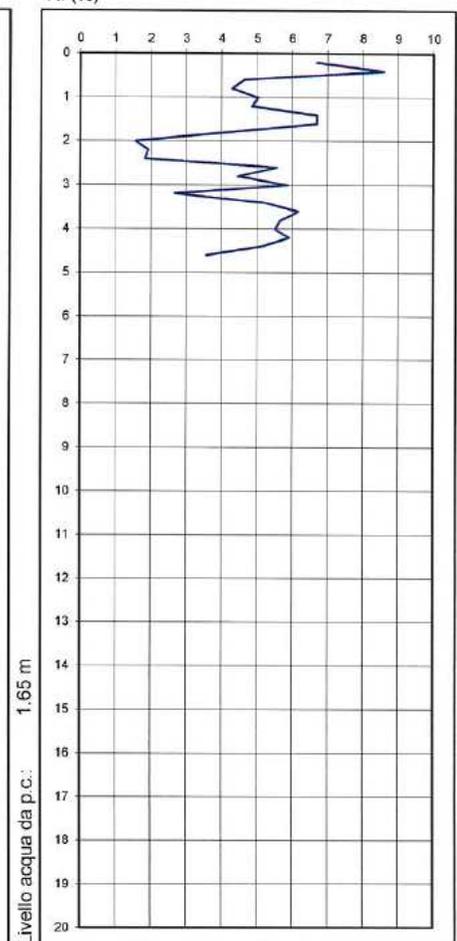
fs resistenza laterale (kPa)



qc resistenza a la punta (MPa)



Rf (%)



Note: ---

Procedura di prova	Normativa di riferimento	Rev.	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
IO_003	ASTM D 3441-05	0	17/05/2017	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

GEO-PROBE S.r.l. Indagini Geognostiche

**GEO-PROBE s.r.l.**

- Indagini Geognostiche -

40033 CASALECCHIO DI RENO

Via Cimarosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

**C P T** (CONE PENETRATION TEST)**N. 2**

Committente : Impresa Costel

Località : San Pietro in Casale (BO) via Stagno

Attrezzatura : Penetrometro da 200 kN

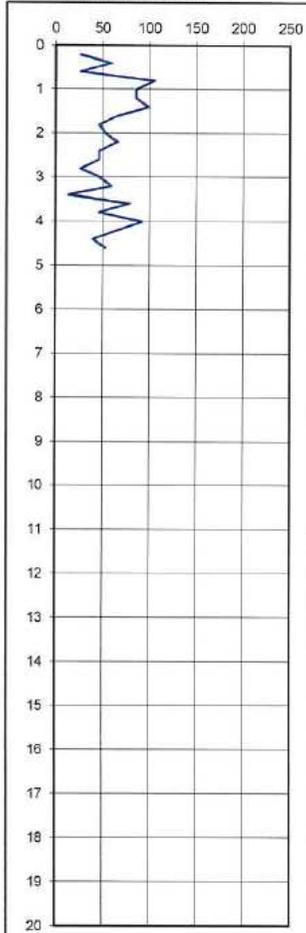
Rapporto di Prova N°: **17.0264 /RSP**

Quota: --

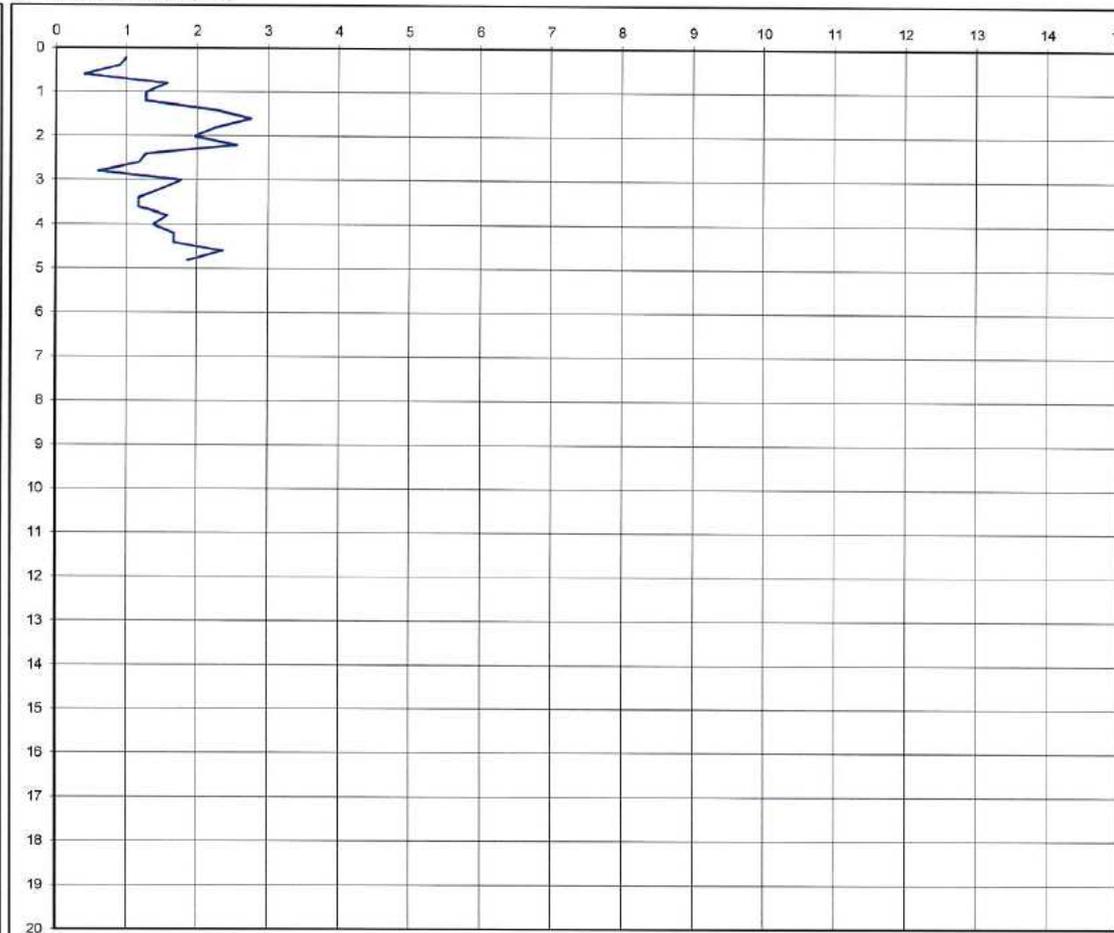
Data prova : 17/05/2017

Codice lavoro: 2017.061

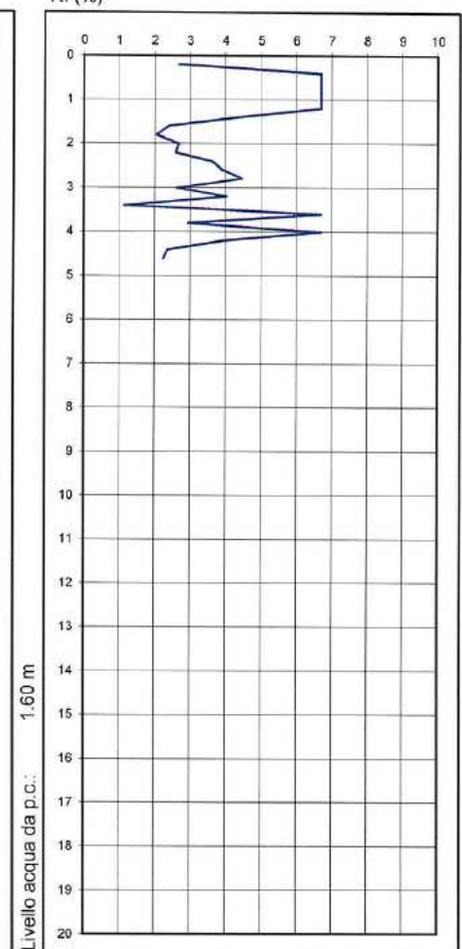
fs resistenza laterale (kPa)



qc resistenza alla punta (MPa)



Rf (%)



Note: ---

Procedura di prova	Normativa di riferimento	Rev.	Data emissione	Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
IO_003	ASTM D 3441-05	0	17/05/2017	Dr. Conti	Dr. Luca Conti

GEO-PROBE S.r.l. Indagini Geognostiche



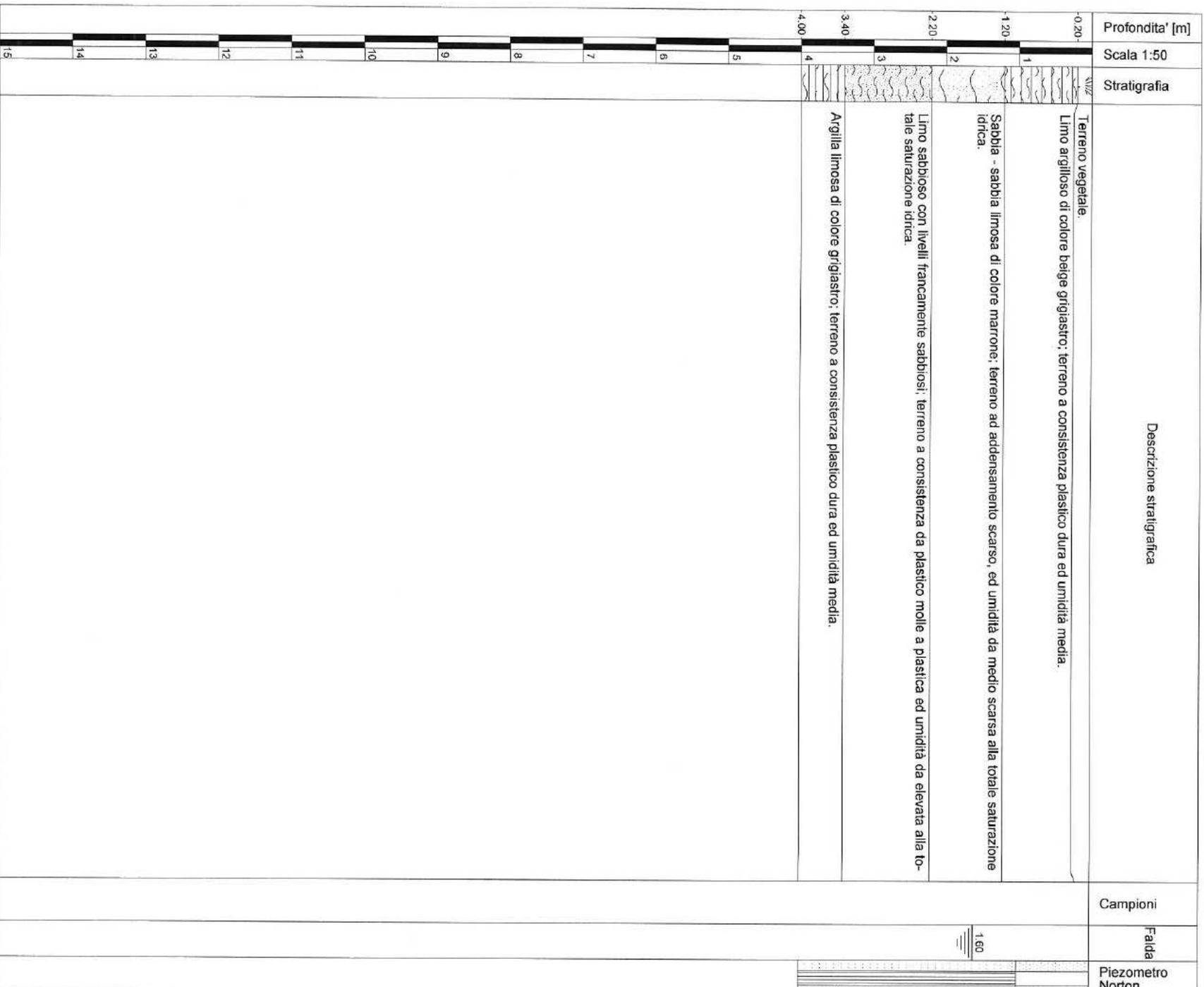
**GEO-PROBE** s.r.l.  
*Indagini Geognostiche*  
 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)  
 Via Cimarrosa, 119 - Tel. 051/61.33.072

Committente: Impresa Costei  
 Località: San Pietro in Casale (BO)  
 Cantiere: Via Stagno  
 Perforazione: Trivellazione a secco d 120 mm  
 Attrezzatura: Unimog U400L

Quota: ..  
 Profondità: 4.00 m  
 Data inizio: 17/05/2017  
 Data Fine: 17/05/2017  
 Il geologo: Dr. Conti

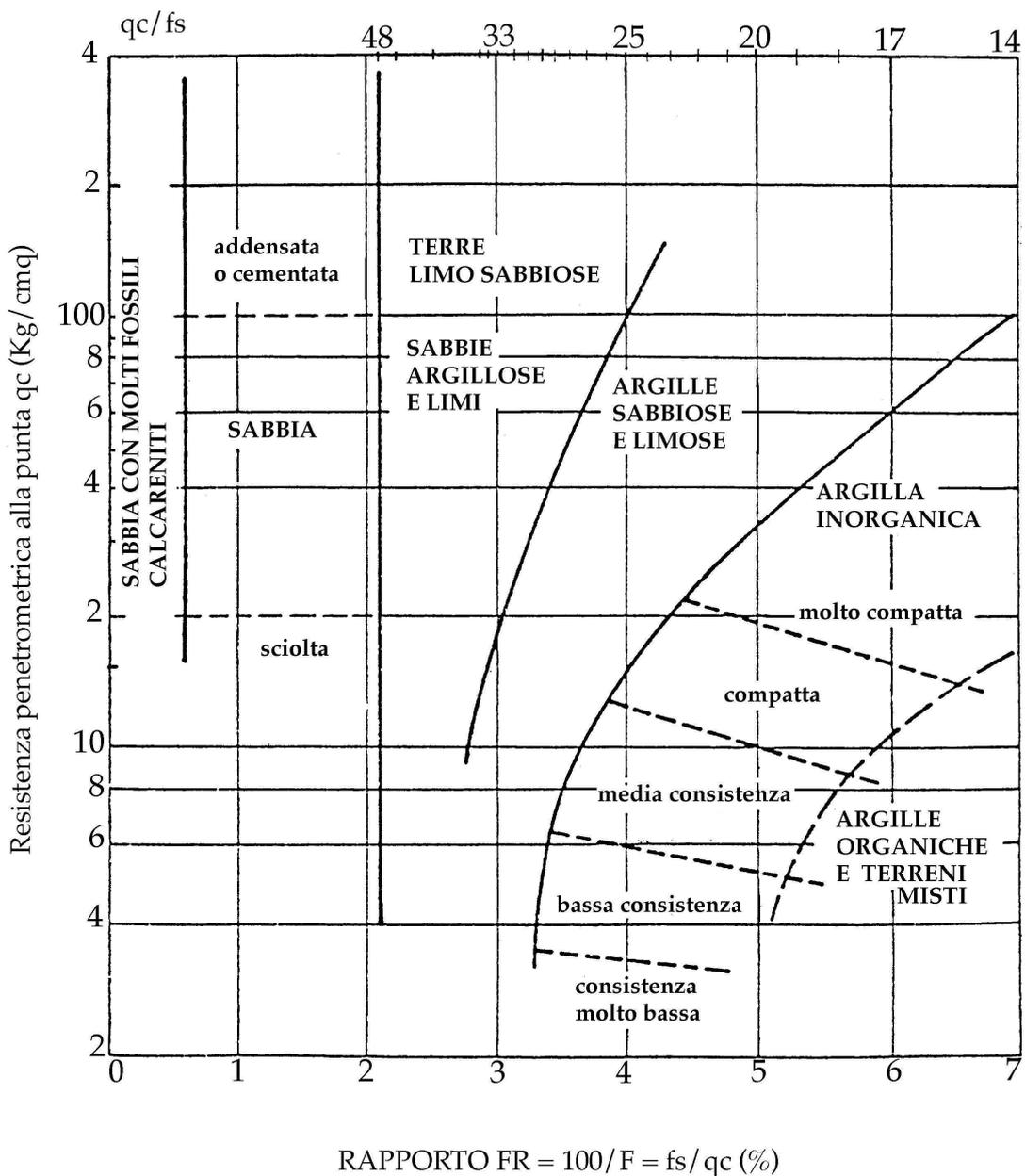
Rep. Pr. N° 17\_0266/RSP  
 Codice Lavoro 2017\_061  
 SONDAGGIO 2  
 FOGLIO 1/1

Procedura di Prova	Rapporto di Prova N°	Rev.	Data di emissione	Lo Sperimentatore	Il Direttore di Laboratorio
-	17_0266/RSP	0	17/05/2017	Dr. Conti	Dr. L. Conti



**Classificazione orientativa dei terreni**  
(Schmertmann, 1978)

CLASSIFICAZIONE ORIENTATIVA DEI TERRENI IN BASE AI DATI  
 PENETROMETRICI STATICI  $q_c$  E  $f_s$   
 (Schmertmann, 1978)



Impresa Costel  
via Stagno - San Pietro in Casale (BO)  
CPT 1

17061001

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m <sup>3</sup>	Gamma <sup>*</sup> kg/m <sup>3</sup>	Sigma <sup>*</sup> kg/cm <sup>2</sup>	W kg/cm <sup>2</sup>	CU kg/cm <sup>2</sup>	FI %	DR %	Mv cm <sup>2</sup> /kg	K kg/cm <sup>3</sup>	ortiz cm <sup>3</sup>	Perm cm/sec
0.40		Argilla organica/t. misthi Argilla medio	1898	1898	0.076	0.475	0	0	0.018307	1.9000	2.03e-005		
1.20		Argilla organica/t. misthi	1909	1909	0.229	0.625	0	0	0.016000	1.2900	3.68e-004		
1.60		Argilla organica/t. misthi	1892	1892	0.304	0.400	0	0	0.019231	1.6000	8.48e-005		
1.80		Argilla tenera	1892	1892	0.342	0.400	0	0	0.019231	1.6000	9.83e-004		
2.00		Sabbia	1890	1890	0.379	0.000	38	66	0.015005	2.8000	7.66e-002		
2.20		Sabbia sciolta	1800	1800	0.415	0.000	30	16	0.035714	0.7000	4.13e-002		
2.40		Sabbia sciolta	1800	1800	0.451	0.000	33	30	0.027727	1.1000	4.95e-002		
3.00		Argilla medio	1899	1899	0.565	0.483	0	0	0.018296	0.9967	1.16e-004		
3.20		Limo argilloso Argilla compatta	1906	1906	0.603	0.790	0	0	0.014035	1.0000	1.19e-002		
4.40		Argilla medio	1906	1906	0.833	0.758	0	0	0.032427	1.5167	8.48e-005		
4.80		Argilla medio	1912	1912	0.910	0.675	0	0	0.014815	1.3900	1.35e-003		

Impresa Costel  
via Stagno - San Pietro in Casale (BO)  
CPT 2

17061002

Prof mt	Strati	Tipologia	Gamma kg/m3	Gamma kg/m3	Siemo kg/cm2	W kg/cm2	CU kg/cm2	FI %	DR %	Mv cm2/Kg	K kg/cm3	ort kg/cm3	z cm/sec	Perm cm/sec
0.20	Strati	Argilla limosa misti	1900	1900	0.038	0.500	0	0	0	0.018182	1.0000	1.0000	1.13e-002	
1.20		Argilla limosa mist	1904	1904	0.228	0.550	0	0	0	0.018182	2.2000	2.2000	8.11e-006	
1.40		Argilla compatto limo argilloso	1932	1932	0.267	1.150	0	0	0	0.012077	2.3000	2.3000	6.11e-004	
2.20		Argilla media	1909	1909	0.498	0.625	0	0	0	0.016000	1.2500	1.2500	1.82e-003	
2.60		Argilla tenero	1881	1881	0.536	0.300	0	0	0	0.022222	1.2000	5.19e-004		
2.80		Argilla limosa	1919	1919	0.612	0.825	0	0	0	0.012121	1.6500	4.38e-003		
3.20		Sabbia sciolta	1800	1800	0.648	0.000	29	15	0	0.041667	0.6000	1.67e-001		
3.60		Argilla arenosa/t.	1907	1907	0.687	0.600	0	0	0	0.016667	2.4000	8.01e-006		
3.80		Argilla limosa	1918	1918	0.725	0.800	0	0	0	0.012500	1.6000	7.43e-003		
4.00		Argilla arenosa/t.	1913	1913	0.763	0.700	0	0	0	0.014286	2.8000	7.45e-006		
4.20		Argilla compatto limo argilloso	1920	1920	0.802	0.850	0	0	0	0.024510	1.7000	1.38e-003		
4.80			1926	1926	0.917	1.000	0	0	0	0.016667	1.3333	1.77e-002		

