

Comune di Pietrasanta

(Provincia di Lucca)



Sede amministrativa, via Pontenuovo 22, 55045 Pietrasanta (LU) Tel.05842882211 fax.0584282230

EDIFICIO PRODUTTIVO VIA PONTENUOVO A PIETRASANTA

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL SITO PRODUTTIVO CON APPRONTAMENTO DEI LOCALI DESTINATI AD OFFICINA, MAGAZZINO E SPOGLIATOI

Attività edilizia ai sensi della L. R. n. 65 del 2014

RUP

Direttore generale di ERSU S.p.A.

Dott. Ing. Walter Bresciani Gatti

via Pontenuovo 22, 55045 Pietrasanta (LU)
Tel.0584 282.211 fax.0584 282230

Progetto architettonico



arch. Andrea Leonardi
arch. Luca Leonardi

Progetto strutture ed impianti

Dott. Ing. Marco Bertozzi - Capezzano(LU)

STUDIO TECNICO AMBIENTALE

Fabio ALINARI & partner - Firenze (FI)

Elaborato	6	Elaborazione:	Scala:
		Aprile 2019	
Oggetto:		Revisione:	Nome file:
Relazione geologica		_____	



COMUNE DI PIETRASANTA PROVINCIA DI LUCCA

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE DEL SITO PRODUTTIVO CON APPRONTAMENTO DEI LOCALI
DESTINATI AD OFFICINA, MAGAZZINO E SPOGLIATOI IN VIA PONTENUOVO

Relazione geologica, sismica e d'invarianza idraulica

Committente: ERSU S.p.A.

Data: 10/06/2019

Dott. Geologo Francesco Ceccarelli



SOMMARIO

PREMESSA	3
LOCAZIONE DEL SITO	3
CARATTERI DELL'INTERVENTO	4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	5
Inquadramento geologico e geomorfologico	5
Inquadramento idrogeologico	6
VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ DAL PIANO STRUTTURALE E DELLE FATTIBILITÀ	6
Pericolosità geolitotecnica	6
Pericolosità idraulica	6
Pericolosità geomorfologica	7
INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	8
Criteri di indagine	8
Analisi multicanale delle onde superficiali (MASW)	13
INDAGINI IN SITO adiacente proprietà ERSU	13
Valutazione delle indagini geognostiche	16
stratigrafia e caratterizzazione dei terreni	16
Relazione sismica	17
Categoria di sottosuolo – calcolo Vs,eq	17
MODELLO GEOTECNICO	20
modellazione geologica geotecnica	20
Modello geologico di sintesi	20
stratigrafia e caratterizzazione dei terreni	20
Parametri geotecnici caratteristici	21
valutazione del potenziale di liquefazione	22
Valutazione dell'invarianza idraulica	26
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	28

Tavole:

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO(SCALA 1: 10.000)

CARTA GEOLOGICA

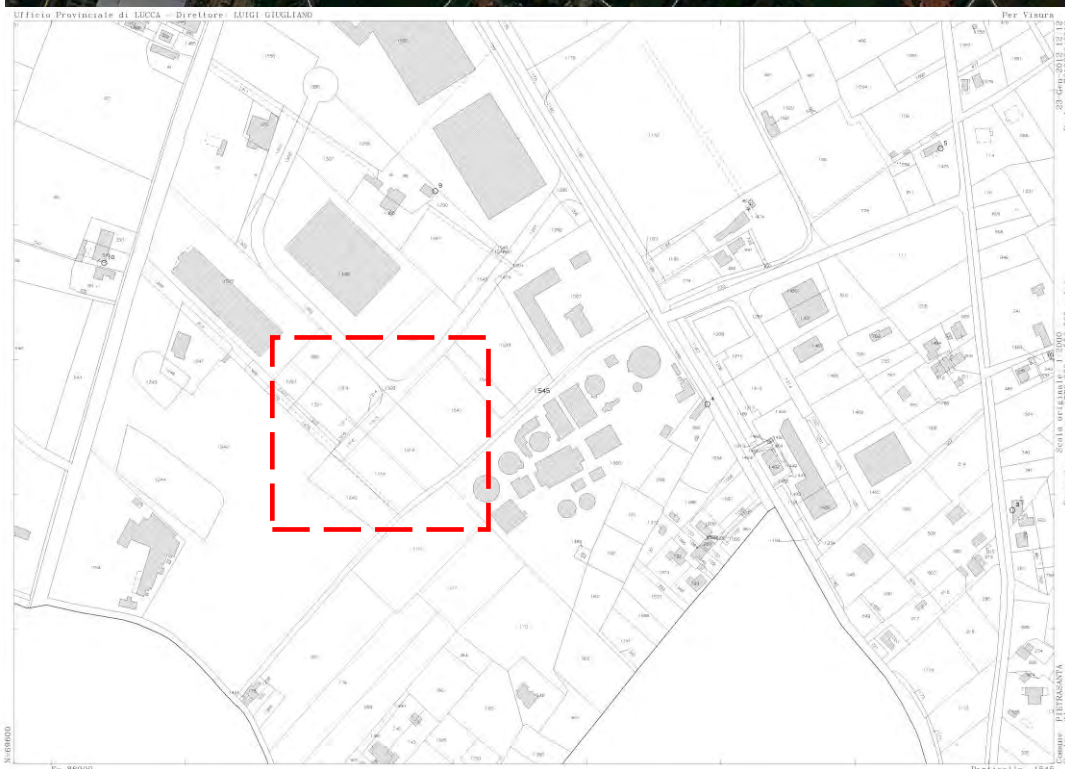
CERTIFICATI INDAGINI IN SITO ADIACENTE

PREMESSA

La seguente relazione è redatta ai sensi delle NTC 08 e dpgr36/r oltre che alle norme comunali.

LOCAZIONE DEL SITO

Il sito in oggetto è ubicato in Via Pontenuovo località Portone nel Comune di Pietrasanta, proprietà ERSU. L'area è distinta al Catasto al F. 24 mappale 890, 1319, 1321,1323.



CARATTERI DELL'INTERVENTO

L'intervento mira ad eseguire un intervento di riqualificazione del capannone prefabbricato posto in Via ponte nuovo a Pietrasanta.

In particolare si prevedono i seguenti interventi:

PIANO TERRENO

- Realizzazione spogliatoi e bagni di servizio;
- Realizzazione di locali di officina/front office;

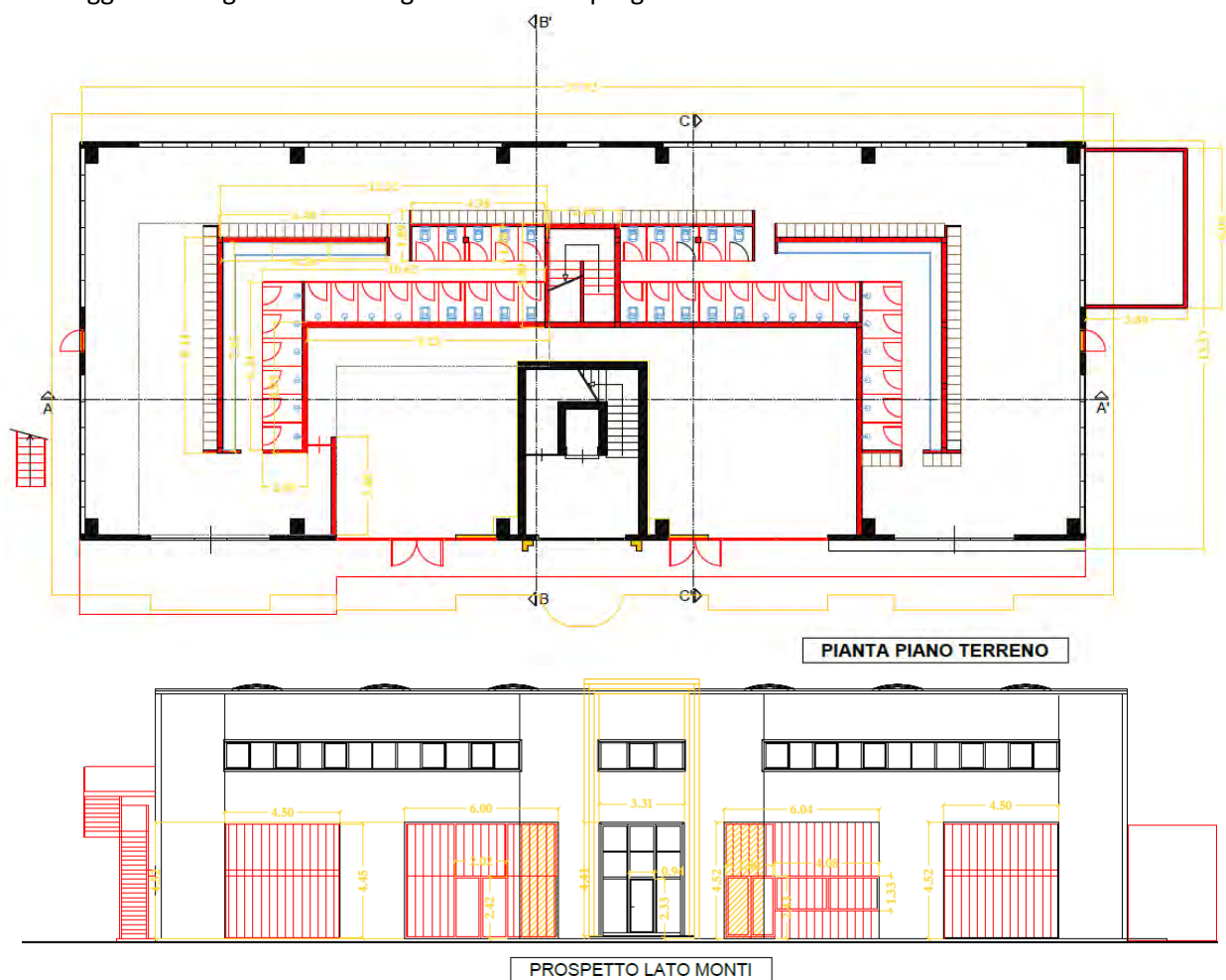
PIANO AMMEZZATO

- Realizzazione di struttura per soppalco (piano ammezzato) che occuperà la metà altezza disponibile del capannone;
- Realizzazione di locali spogliatoi e servizi sul piano ammezzato.

AREA ESTERNA

- Realizzazione di struttura per alloggio macchinari (vano tecnico) ;
- Realizzazione di scala di accesso al piano primo ed alla copertura;
- Realizzazione soletta per impianti climatizzazione (pompe di calore);
- Asfaltatura del piazzale per realizzazione del parcheggio;

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati dei progettisti.



Estratto dal progetto, non a scala

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La piana Versiliese è una pianura di coni di deiezione olocenici verosimilmente poggianti a loro volta su una successione di coni di deiezione pleistocenici dei quali non si conosce il fondo ma una sommaria divisione in più cicli, come suggerito dalle perforazioni eseguite nella bassa versilia. I cicli evidenziati sono relativi alle sei fasi Wurmiane alternate in fasi continentali e marine, a queste fa seguito la fase olocenica con lo sviluppo della trasgressione versiliana che si è spinta sino a modellare una falesia sui coni di deiezione al limite occidentale dell'alta versilia e in corrispondenza dell'area di Massaciuccoli. Questo episodio di massima trasgressione marina ha corrisposto con la fase atlantica dell'Olocene culminata circa 5000 anni fa.

Tali conoidi di deiezione molto piatti, in contrasto con la ripidità delle catene montuose retrostanti, possono sfuggire ad un visitatore non esperto, tanto più che l'intensa urbanizzazione dell'intera Versilia non agevola di certo la loro visione.

Le prospezioni geofisiche, eseguite in una serie di campagne oceanografiche per conto del CNR nel mare prospiciente la Versilia e quelle eseguite dall'AGIP nella pianura di Pisa, hanno messo in evidenza che la pianura versiliese corrisponde solo al fianco più orientale di un esteso bacino di sprofondamento che si estende tra le Alpi Apuane e i Monti Pisani verso est, i Monti Livornesi verso sud e le dorsali sommerse di Meloria e di Maestra verso ovest.

Questo bacino raggiunge profondità di 2000 metri. Essendo continuamente rifornito di grandi quantità di sedimenti detritici (sabbie, argille) è verosimile ipotizzare che la profondità delle sue acque non sia mai stata notevole.

Al rifornimento di questi sedimenti hanno contribuito essenzialmente le Alpi Apuane, in forte erosione, e almeno dal Pleistocene medio in poi i fiumi Magra, Serchio ed Arno, caratterizzati da ampi bacini imbriferi.

L'andamento della linea di riva ha spesso subito delle variazioni notevoli, conseguenza delle ingressioni e regressioni marine che si sono da sempre succedute, causate essenzialmente dalle diverse condizioni paleoclimatiche.

L'ultima grande ingressione risale a circa il 5000 a.C. a seguito di una glaciazione, visibile mediante una falesia, che conserva ancora i suoi tratti peculiari, nella area a nord della pianura versiliese.

Nel periodo postglaciale successivo si sono sempre verificati fenomeni di ingressione e regressione marina ma di entità più limitata.

In seguito, in area marina, è emerso un cordone litoraneo che ha separato il mare aperto da una successione di aree umide interne, verosimilmente in un primo tempo lagunari e in seguito lacustri e/o palustri.

Il massimo sviluppo areale della bassa Versilia si è avuto tuttavia dopo la formazione di questo lido, in gran parte in epoca post-romana, e deve, come detto, la sua progressione all'incremento dell'apporto solido dei corsi d'acqua in specie ovviamente a quello dei fiumi maggiori: Magra, Serchio ed Arno.

Questa suddivisione in fasce subparallele è da ricercarsi in una successione di eventi che nel Quaternario recente ed attuale hanno modificato l'assetto primitivo del territorio.

La carta geologica geomorfologica mette in evidenza la presenza di una spiaggia attuale in espansione caratterizzata da sabbia a granulometria media, con alle spalle tracce di un cordone litoraneo (tombolo) che corrisponde circa al tracciato del viale a mare, parallelo alla linea di costa e con quote massime di quasi 3 m s.l.m. Dietro si sviluppa la parte retrodunale depressa, con quote talora vicine al livello del mare.

Questo sistema spiaggia - cordone litoraneo - pianura retrodunale è tagliato trasversalmente dal torrente Baccatoio e dal fosso Fiumetto/Tonfano che costituiscono gli unici due sbocchi a mare nel Comune di Pietrasanta.

Lasciando l'area di spiaggia ed il sistema retrodunale, spostandoci verso monti si comincia ad entrare nella pianura alluvionale dopo aver passato il tracciato autostradale; in tali zone le quote, seppur molto

lentamente, crescono sino a 5/6 m s.l.m. Arrivati a circa 500 metri dall'abitato di Pietrasanta si incontrano i lembi estremi dei conoidi di deiezione oramai completamente occultati dalla intensa urbanizzazione. Tali conoidi raccordano la dolce pendenza della piana alluvionale con i più ripidi pendii delle colline retrostanti.

Geologicamente la pianura alluvionale risulta costituita da depositi alluvioni formati da ghiaie e ciottoli derivanti dai rilievi retrostanti e formanti i conoidi di deiezione suddetti, che per la bassa pendenza e la forte antropizzazione risultano di difficile individuazione, spostandoci verso mare nella pianura costiera si passa a sabbie costiere con locali livelli di limo.

Riassumendo, la successione stratigrafica nella piana versiliese può essere schematizzata come segue:

- torbe attuali;
- sabbie superiori;
- argille e argille torbose;
- sabbie marine inferiori;
- argille continentali;
- conglomerato e cemento carbonatico;
- ciottoli e ghiaie intercalati a livelli di argille.

Il sito in oggetto è posto nella pianura alluvionale della Versilia in prossimità del passaggio fra i depositi eolici e i depositi palustri alla quota di circa 1.50 m s.l.m..

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nella pianura della Versilia è presente una falda estesa che occupa tutti i terreni permeabili e il cui tetto è sottoposto a oscillazioni di livello stagionali, in funzione degli apporti. La ricarica della falda nella parte della piana versiliese avviene essenzialmente dagli apporti delle piogge e dai rilievi retrostanti. In allegato sono riportate le carte idrogeologiche del mese di aprile e settembre dalle quali si valuta la profondità della falda nelle diverse stagioni.

L'area oggetto del presente studio è posta alla quota di circa 1.5 m s.l.m. sui depositi palustri posti in prossimità del deposito alluvionale. Il livello di falda è soggetto ad oscillazioni stagionali e varia di circa 1 m. Nell'area affiorano i depositi palustri oltre i quali sono presenti le sabbie le Sabbie marine superiori, corrispondenti alla trasgressione versiliana, affiorano in un'ampia fascia esterna della pianura: nella parte settentrionale della Versilia sono limitate verso l'interno dalle Ghiaie di conoide mentre nella fascia intermedia, e a sud praticamente fino alla falde dei rilievi di Montramito, sono coperte dalle torbe argillose superiori, tuttora in formazione nel Lago di Massaciuccoli.

Le Sabbie rappresentano anch'esse un acquifero di buona permeabilità, che da libero dove le sabbie affiorano diviene confinato dove sono coperte dalle argille torbose recenti e dove il livello piezometrico è prossimo, o anche superiore, alla superficie topografica.

VALUTAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ DAL PIANO STRUTTURALE E DELLE FATTIBILITÀ

Le pericolosità di seguito esposte sono quelle riportate nella variante di manutenzione al Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Pietrasanta.

Pericolosità geolitotecnica

Il sito in base alla Carta della pericolosità geolitotecnica di seguito riportata, ricade nella classe di pericolosità litotecnica 3blt elevata.

Pericolosità idraulica

Il sito in base alla Carta della pericolosità idraulica del PS, ricade nella classe di pericolosità idraulica 2i bassa. Pericolosità idraulica P1 per PGRA del Distretto Appennino Settentrionale.

Pericolosità geomorfologica

Il sito in base alla Carta della pericolosità geomorfologica di seguito riportata, ricade nella classe di pericolosità geomorfologica 1g bassa.

La fattibilità dell'intervento è:

fattibilità geomorfologica G1

fattibilità litotecnica G3

fattibilità idraulica I2

fattibilità sismica S3

L'intervento è fattibile ai sensi delle NTA geologiche RU.

INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

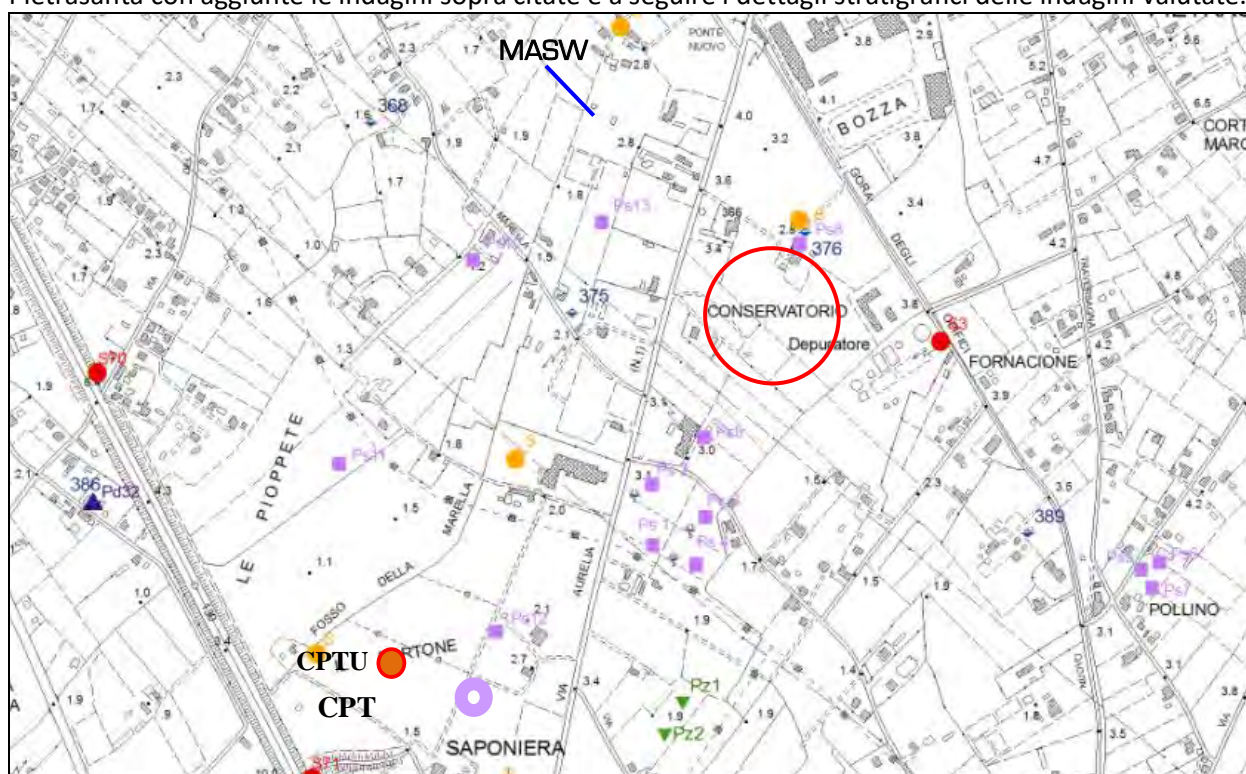
CRITERI DI INDAGINE

Per valutare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche del terreno oggetto d'intervento sono state valutate le indagini reperite dal Piano Strutturale del comune di Pietrasanta oltre ad indagini realizzate dallo scrivente in siti limitrofi a quello in oggetto e di seguito riportate, infine è stata eseguita una campagna in sito.

Indagini:

- Prove penetrometriche statiche da piano strutturale Ps8 Ps11 e Ps12
- Prova penetrometrica statica CPT 1 e indagine CPTU
- Indagine MASW
- Indagine in sito adiacente di proprietà ERSU di 3 CPT

Sono di seguito riportate, l'estratto della carta dei dati di base tratta dal Piano Strutturale del comune di Pietrasanta con aggiunte le indagini sopra citate e a seguire i dettagli stratigrafici delle indagini valutate.



Estratto della carta dei dati di base tratta dal Piano Strutturale del comune di Pietrasanta con cerchiata l'area oggetto di intervento.

Prove penetrometriche

Studio di Geologia Dr.L.GIAMMATTEI - Dr.F.ROSSI * Lucca - Tel.0583/48682

Rifer. : RENZOZIA

PROVA PENETROMETR. STATICA TABELLE VALORI RESISTENZA CPT P1

GPD-Z-92

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10t (con anello allargatore) - avanz. 2 cm/s - COSTANTE TRASFORMAZIONE Ct = 10.00
punta meccanica tipo Begemann ϕ 35.7mm (area punta 10cm² - apertura 60°) - manicotto laterale (superficie 150 cm²)
Cantiere : DOTT. RENZO ZIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE AREA INDUSTRIALE
Località : PIETRASANTA
note : FORO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO
quota inizio : PIANO CAMPAGNA
prof. falda = 1.87 m da quota inizio
data : 26 LUGLIO 1996

Lecture di campagna					Lecture di campagna				
prof.(m)	punta	later.	totale		prof.(m)	punta	later.	totale	
				Rp kg/cm ²					Rp kg/cm ²
				RL kg/cm ²					RL kg/cm ²
				Rp/RL -					Rp/RL -
				Rt kg					Rt kg
0.20	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-
0.40	19.0	24.0	-	19	0.67	29	-	-	-
0.60	17.0	27.0	-	17	0.60	28	-	-	-
0.80	21.0	30.0	-	21	0.53	39	-	-	-
1.00	33.0	41.0	-	33	0.47	71	-	-	-
1.20	34.0	41.0	-	34	0.27	127	-	-	-
1.40	22.0	26.0	-	22	0.47	47	-	-	-
1.60	10.0	17.0	-	10	0.40	25	-	-	-
1.80	8.0	14.0	-	8	0.20	40	-	-	-
2.00	7.0	10.0	-	7	0.20	35	-	-	-
2.20	7.0	10.0	-	7	0.20	35	-	-	-
2.40	7.0	10.0	-	7	0.23	30	-	-	-
2.60	4.0	7.5	-	4	0.23	17	-	-	-
2.80	10.0	13.5	-	10	0.17	60	-	-	-
3.00	6.0	8.5	-	6	0.20	30	-	-	-
3.20	6.0	9.0	-	6	0.20	30	-	-	-
3.40	8.0	11.0	-	8	0.27	30	-	-	-
3.60	9.0	13.0	-	9	0.33	27	-	-	-
3.80	10.0	15.0	-	10	0.40	25	-	-	-
4.00	9.0	15.0	-	9	0.30	30	-	-	-
4.20	10.0	14.5	-	10	0.43	23	-	-	-
4.40	10.0	16.5	-	10	0.40	25	-	-	-
4.60	8.0	14.0	-	8	0.27	30	-	-	-
4.80	6.0	10.0	-	6	0.27	22	-	-	-
5.00	6.0	10.0	-	6	0.27	22	-	-	-
5.20	6.0	10.0	-	6	0.23	26	-	-	-
5.40	5.0	8.5	-	5	0.47	11	-	-	-
5.60	55.0	62.0	-	55	1.47	38	-	-	-
5.80	87.0	109.0	-	87	1.13	77	-	-	-
6.00	118.0	135.0	-	118	1.13	104	-	-	-
6.20	92.0	109.0	-	92	0.53	172	-	-	-
6.40	99.0	107.0	-	99	1.20	83	-	-	-
6.60	53.0	71.0	-	53	1.07	50	-	-	-
6.80	92.0	108.0	-	92	1.40	66	-	-	-
7.00	182.0	203.0	-	182	1.33	137	-	-	-
7.20	200.0	220.0	-	200	-	-	-	-	-

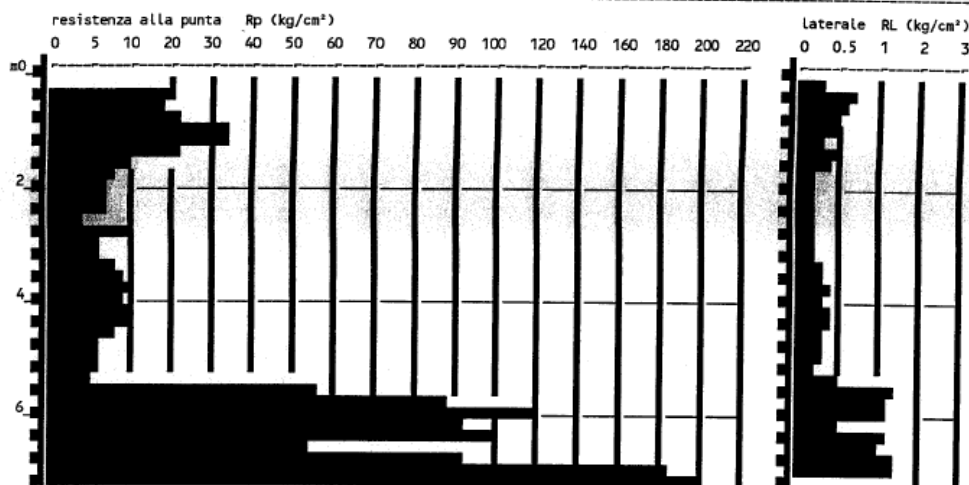
Studio di Geologia Dr.L.GIAMMATTEI - Dr.F.ROSSI * Lucca - Tel.0583/48682

Rifer. : RENZOZIA

PROVA PENETROMETR. STATICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA CPT P1

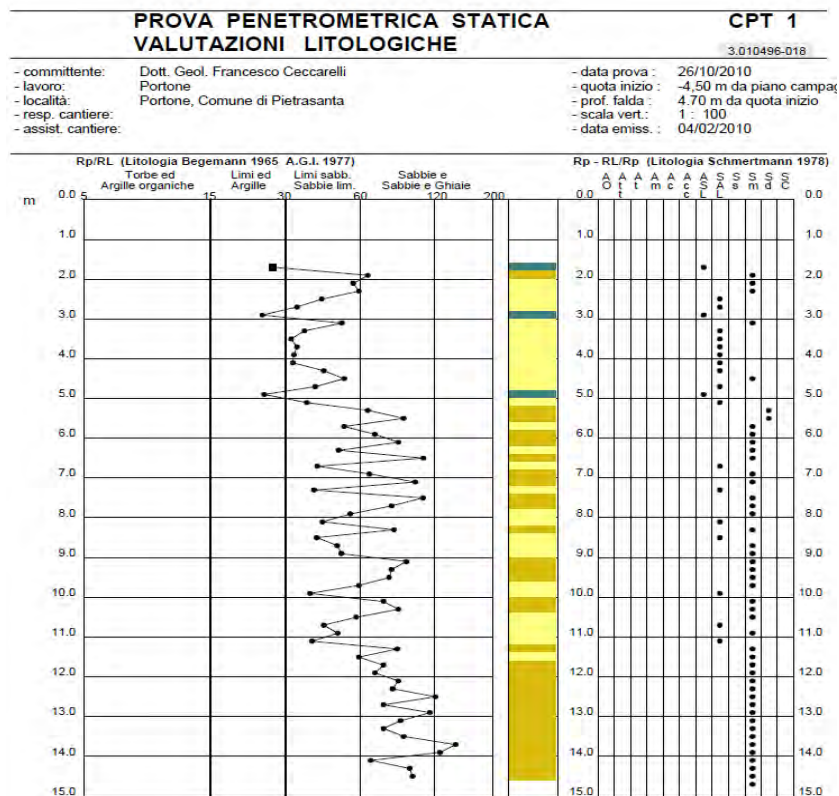
GPD-Z-92

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Cantiere : DOTT. RENZO ZIA - INDAGINI GEOGNOSTICHE AREA INDUSTRIALE
Località : PIETRASANTA
note : FORO ATTREZZATO CON PIEZOMETRO
data : 26 LUGLIO 1996
quota inizio : PIANO CAMPAGNA
prof. falda = 1.87 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



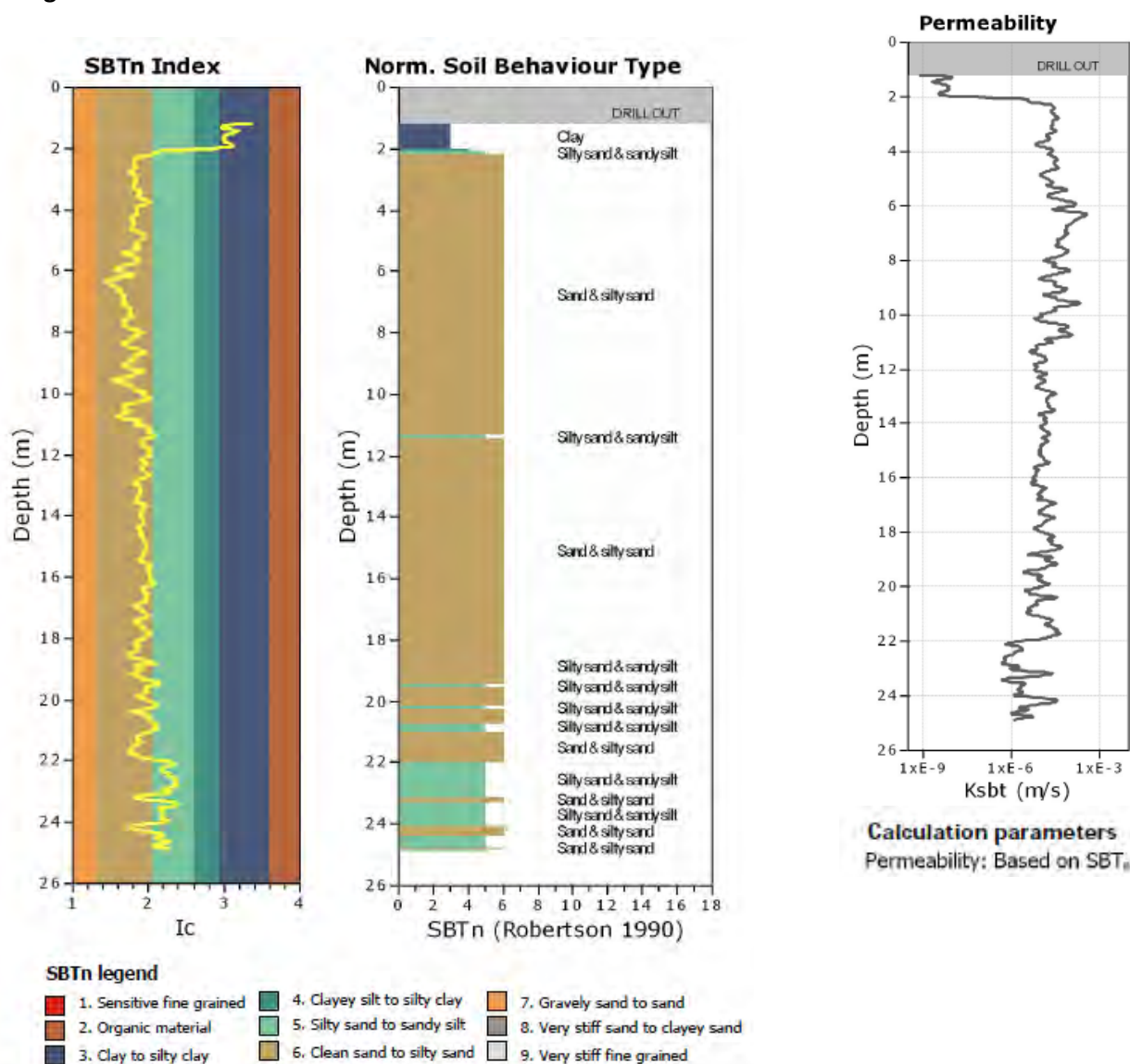
CPT 1 indagine penetrometrica statica con sigla in carta Ps 8

L'indagine penetrometrica statica Ps 8 realizzata in prossimità del sito individua per i primi 5-6 m depositi con scarso grado di addensamento assimilabili a limi argillosi e limi sabbiosi, seguiti da terreni con maggiore addensamento assimilabili a sabbie.

Indagine penetrometrica statica CPT


L'indagine realizzata a valle del sito sempre su depositi palustri mostra la presenza di terreni poco addensati assimilabili a limi e limi sabbiosi fino a circa 5 m dal piano campagna poi sono presenti depositi assimilabili sabbie fino a circa 12 m dal piano campagna seguiti da depositi assimilabili a sabbia e sabbia e ghiaia.

Indagine CPTU

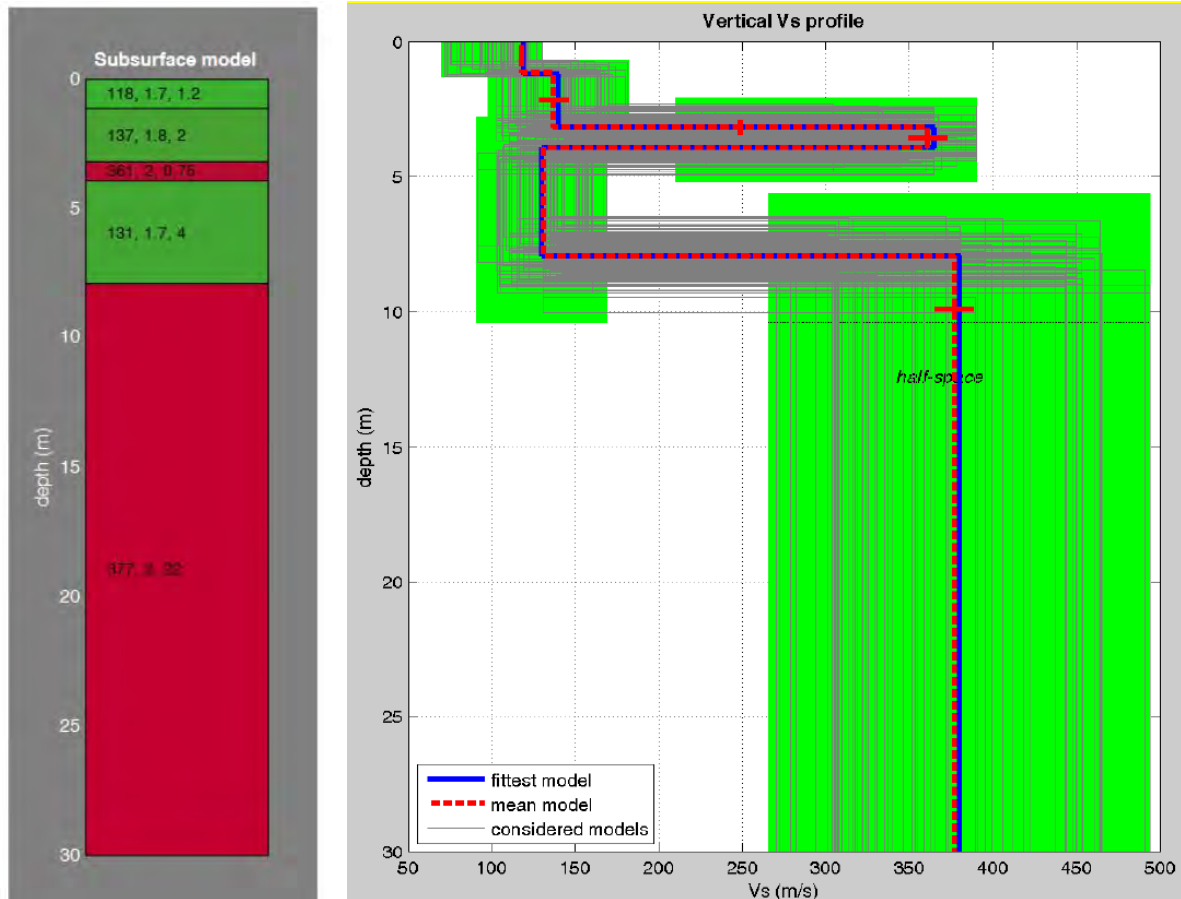


In base all'indagine CPTU eseguita in un sito limitrofo sono individuati i valori di permeabilità dei diversi terreni.

SBTn	Permeabilità Ksbt (m/s)
argille e argille e limo	0.00000000
argille e argille e limo	0.00000001
limo argilloso	0.00000004
limo sabbioso	0.00000036
limo sabbioso	0.00000112
limo sabbioso	0.00000277
limo sabbioso	0.00000387
sabbia fine con limo	0.00002484
sabbia	0.00011909
sabbia con limo	0.00004266
sabbia	0.00005750
sabbia con limo	0.00000943
sabbia con lenti limose	0.00001308
sabbia	0.00001515
limo sabbioso	0.00000099
sabbia	0.00000693

Analisi multicanale delle onde superficiali (MASW)

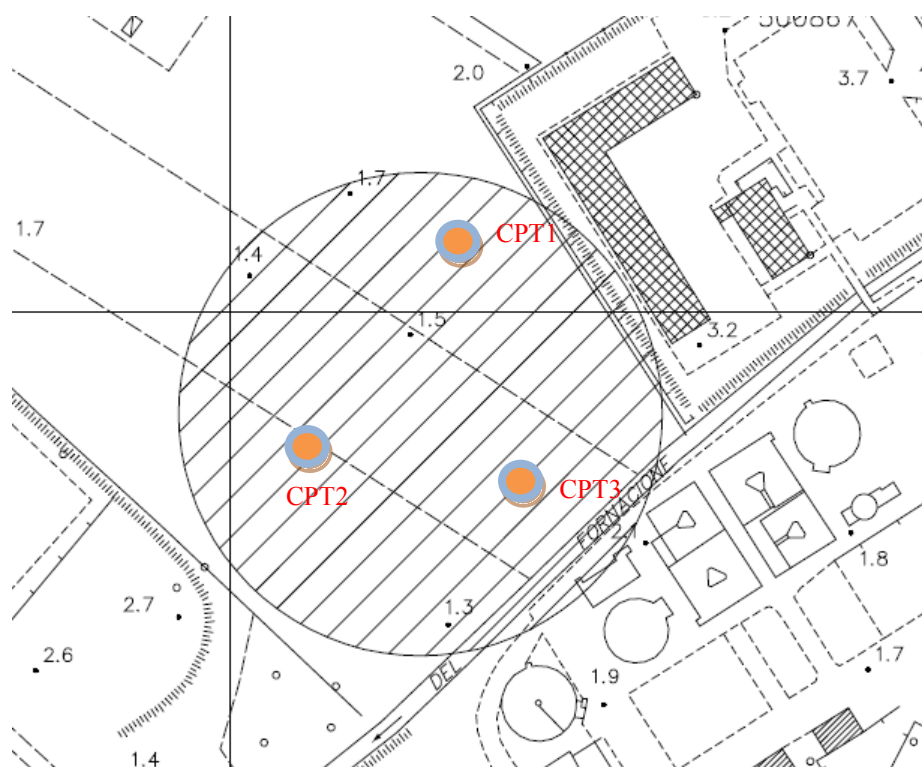
L'indagine MASW realizzata in un sito vicino e individua fino a 30 m di profondità velocità delle onde S comprese fra 118 e 377 m/sec.

**INDAGINI IN SITO ADIACENTE PROPRIETÀ ERSU**

Sono state eseguite tre indagini CPT spinte alle profondità di 7, 8 e 7.80 metri dal piano campagna e ubicate come da carta sopra riportata.

Le indagini in sito mostrano un primo metro di terreno assimilabile a sabbie limose, segue uno strato di circa 5 metri di spessore caratterizzato da scadenti caratteristiche geotecniche e assimilabile a limi e argille talora torbose.

A circa 7/8 metri si hanno le sabbie mediamente addensate con buone caratteristiche geotecniche.



Ubicazione indagini in sito Ersu adiacente.

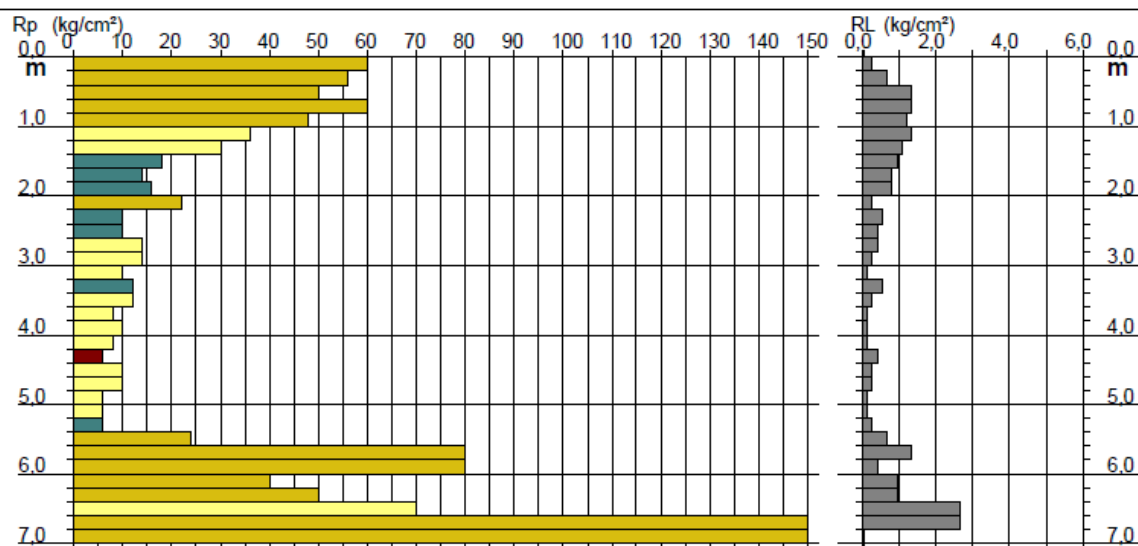
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



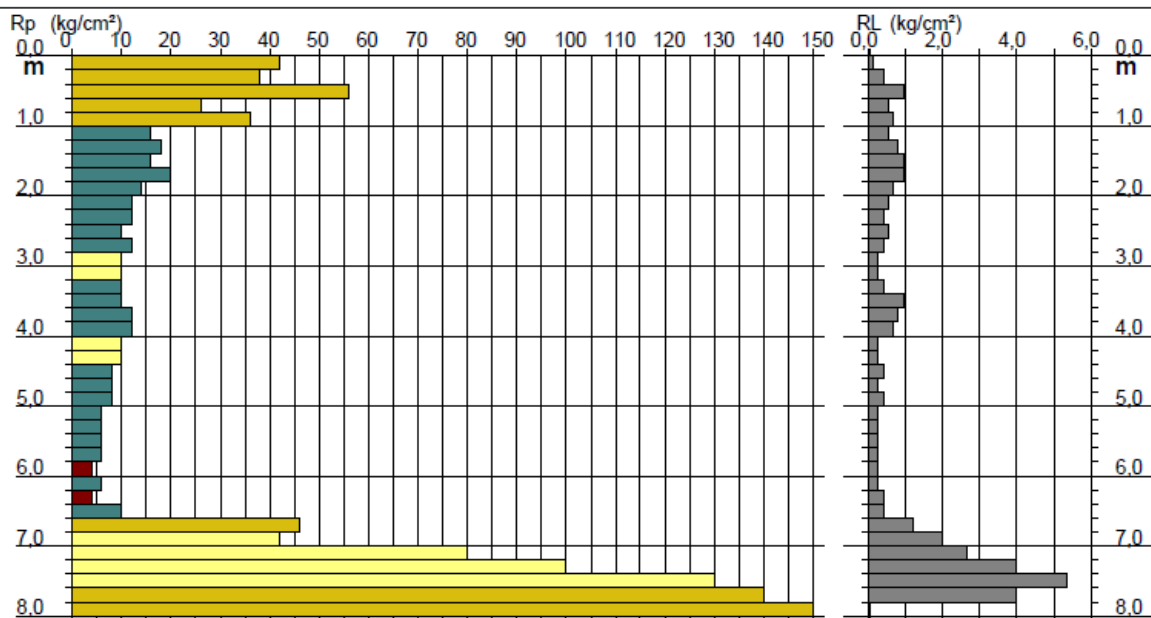
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



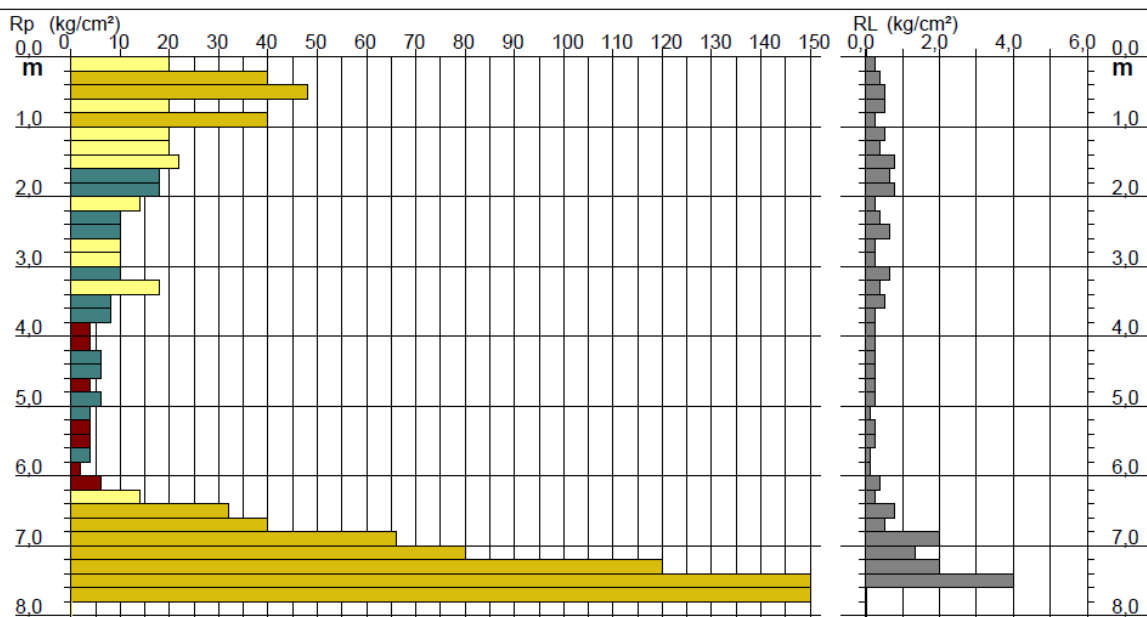
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



Valutazione delle indagini geognostiche

Le indagini valutate, sia quelle reperite dalla letteratura che quelle eseguite presentano una buona correlazione.

Per l'area oggetto di studio possiamo considerare un primo strato con uno spessore di circa 1 metro caratterizzato da sabbie limose cui segue uno strato di circa 5/6 metri di spessore di limi e limi e argille con locali lenti torbose cui segue un deposito potente circa 7-10 metri di sabbie limose mediamente addensate con intercalazioni di lenti formate da limi sabbiosi. Oltre le sabbie limose sono presenti sabbie e ghiaie sempre più addensate con la profondità.

stratigrafia e caratterizzazione dei terreni

La stratigrafia tipo individuata è la seguente:

- dal p.c. a 30 cm terreno vegetale;
- da 30 cm a circa 1 m sabbie limose;
- da 1 m a circa 5/6 metri dal p.c. limi e limi e argille con locali lenti torbose;
- da circa 5/6 metri a circa 15 m terreno assimilabile a sabbie limose mediamente addensate con intercalazioni di lenti formate da limi sabbiosi.

RELAZIONE SISMICA

Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Classi d'uso

La classe d'uso adottata è la II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$VR = VN \times CU = 50 \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in tabella 2:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 2 – Valori del coefficiente d'uso CU.

Azione sismica

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR:

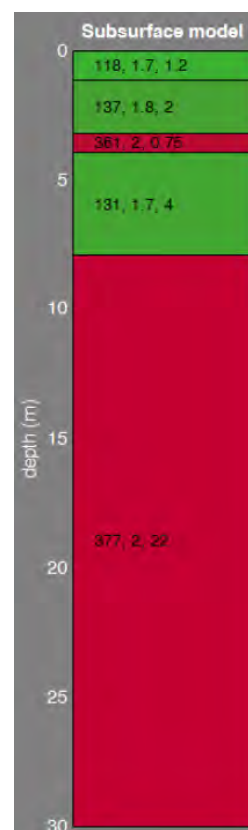
a_g = accelerazione massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO – CALCOLO V_s, EQ

Per quanto concerne la determinazione della “Categoria di sottosuolo” così come richiesto dal D.M.– NTC 2018, tenuto conto della geologia geomorfologia dell'area, delle indagini effettuate e delle velocità V_s , la categoria di sottosuolo individuata è la C.



$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

 h_i spessore dell'i-esimo strato;

 $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

 N numero di strati;

 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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.

Condizioni topografiche

Il sito oggetto di studio è classificato nella categoria topografica T1.

Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 43,94

longitudine: 10,22

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 19156	Lat: 43,9396	Lon: 10,2268	Distanza: 856,981
Sito 2	ID: 19157	Lat: 43,9415	Lon: 10,2963	Distanza: 5438,068
Sito 3	ID: 18935	Lat: 43,9915	Lon: 10,2936	Distanza: 7154,462
Sito 4	ID: 18934	Lat: 43,9896	Lon: 10,2241	Distanza: 4728,499

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):			Coefficienti Sismici		
Probabilità di superamento:	81	%	SLO:		
Tr:	30	[anni]	Ss:	1,500	
ag:	0,044	g	Cc:	1,700	
Fo:	2,522		St:	1,000	
Tc*:	0,234	[s]	Kh:	0,013	
			Kv:	0,007	
Danno (SLD):			Amax:	0,647	
Probabilità di superamento:	63	%	Beta:	0,200	
Tr:	50	[anni]	SLD:		
ag:	0,055	g	Ss:	1,500	
Fo:	2,522		Cc:	1,660	

Tc*:	0,250	[s]			St:	1,000
					Kh:	0,016
Salvaguardia della vita (SLV):					Kv:	0,008
Probabilità di superamento:	10	%			Amax:	0,806
Tr:	475	[anni]			Beta:	0,200
ag:	0,135	g		SLV:		
Fo:	2,398				Ss:	1,500
Tc*:	0,290	[s]			Cc:	1,580
					St:	1,000
Prevenzione dal collasso (SLC):					Kh:	0,049
Probabilità di superamento:	5	%			Kv:	0,024
Tr:	975	[anni]			Amax:	1,983
ag:	0,173	g		SLC:	Beta:	0,240
Fo:	2,372					
Tc*:	0,298	[s]			Ss:	1,450
					Cc:	1,570
					St:	1,000
					Kh:	0,060
					Kv:	0,030
					Amax:	2,462
					Beta:	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

MODELLO GEOTECNICO

MODELLAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

Modello geologico di sintesi

L'area in esame si trova nei depositi alluvionali di colmata palustri, da conoscenze acquisite sull'area dalla bibliografia esistente, dalle caratteristiche geologiche e dalla valutazione delle prove precedentemente valutate è stato possibile individuare in modo indiretto la seguente stratigrafia tipo e i seguenti parametri geotecnici.

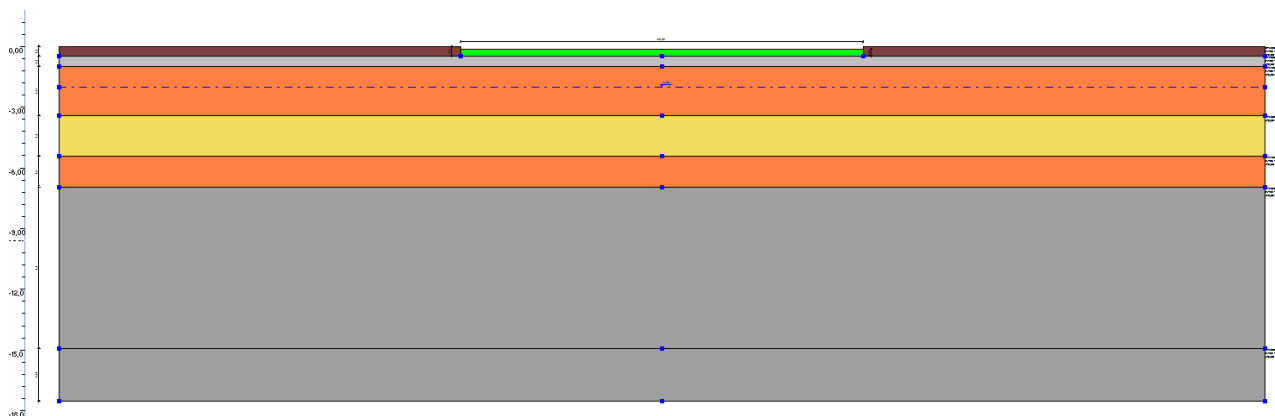
Per l'area oggetto di studio possiamo considerare un primo strato con uno spessore di circa 1 metro caratterizzato da sabbie limose cui segue uno strato di circa 5/6 metri di spessore di limi e limi e argille con locali lenti torbose cui segue un deposito potente circa 7-10 metri di sabbie limose mediamente addensate con intercalazioni di lenti formate da limi sabbiosi. Oltre le sabbie limose sono presenti sabbie e sabbie e ghiaie sempre più addensate con la profondità.

stratigrafia e caratterizzazione dei terreni

La stratigrafia tipo individuata è la seguente:

- dal p.c. a 30 cm terreno vegetale;
- da 30 cm a circa 1 m sabbie limose;
- da 1 m a circa 5/6 metri dal p.c. limi e limi e argille con locali lenti torbose;
- da circa 5/6 metri a circa 15 m terreno assimilabile a sabbie limose mediamente addensate con intercalazioni di lenti formate da limi sabbiosi.

	Terreno vegetale	sabbie limose	limi e limi e argille	Lenti di Livello torboso o di argille organiche	Sabbia limosa mediamente addensata
ϕ (°)	22-24	28-32	25-27	-	32-36
c_u (Kg/Cm ²)	0.2-0.5	-	0.1-0.4	0.2-0.3	-
γ' (Kg/Cm ³)	1650-1800	1800-1900	1750-1900	1600-1800	1850/2000
E'_{50} (Kg/Cm ²)	10-40	40-80	10-20	-	250-800
Eu_{50} (Kg/Cm ²)			120-160	30-100	



Sezione del terreno di fondazione

Parametri geotecnici caratteristici

In base alla valutazione delle indagini penetrometriche sono stati individuati i principali parametri geotecnici. La determinazione dei parametri caratteristici è stata eseguita sia mediante le relazioni sotto riportate che una analisi ragionata delle caratteristiche del deposito in relazione alla tipologia dell'opera:

$$\phi' K = \phi' m(1 + xV\phi) \quad c' K = c' m(1 + xVc)$$

Dove:

$\phi' K$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

$c' K$ = valore caratteristico della coesione

$\phi' m$ = valore medio dell'angolo di attrito interno

$c' m$ = valore caratteristico della coesione

$V\phi$ = coefficiente di variazione di ϕ' definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori ϕ'

Vc = coefficiente di variazione di c' definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori c' .

X = valore dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata. L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a -1.645.

Parametri geotecnici caratteristici

	Terreno vegetale	sabbie limose	limi e limi e argille	Lenti di Livello torboso o di argille organiche	Sabbia limosa mediamente addensata
ϕ (°)	22	28	26	-	33
c_u (Kg/Cm ²)	0.2	-	0.1	0.25	-
γ' (Kg/Cm ³)	1650-1800	1800-1900	1750-1900	1600-1800	1850/2000
E'_{50} (Kg/Cm ²)	15	50	15	-	300
Eu_{50} (Kg/Cm ²)			120	60	

La presenza di strati con mediocri caratteristiche geotecniche richiede valutazioni in sede di relazione geotecnica

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

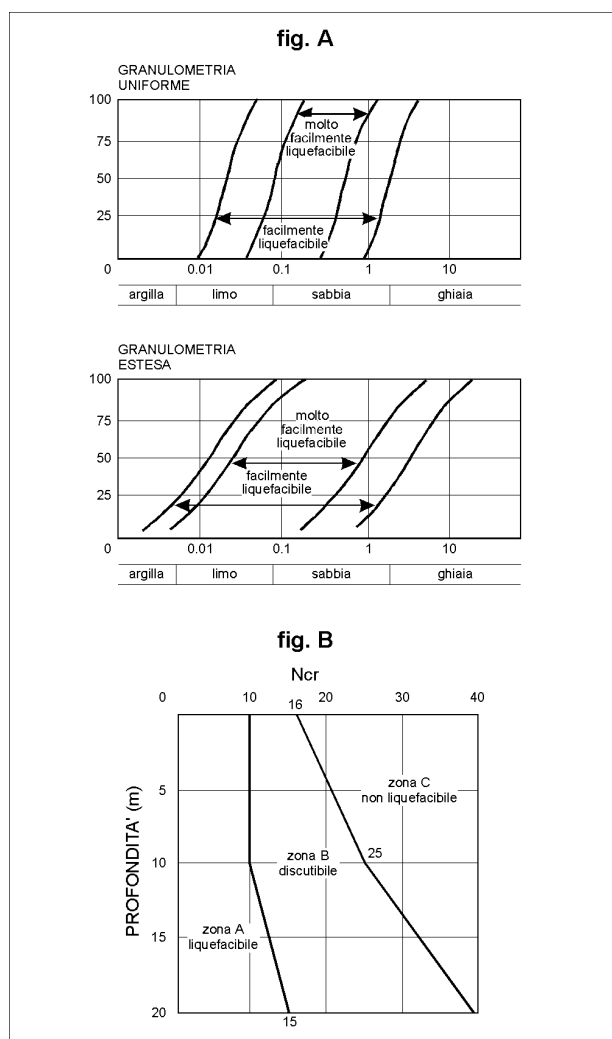


Fig. 7.2 - Procedura semplificata per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione di un deposito:
 fig. A - fasce granulometriche critiche
 fig. B - profili critici del numero di colpi della prova SPT

Il metodo di Sherif & Ishibashi ammette che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose;
- si trovino sotto il livello statico della falda;
- gli strati di copertura non abbiano spessore maggiore di 3 metri.

Se questi requisiti sono presenti, si prosegue nell'elaborazione, prendendo in considerazione la granulometria e l'addensamento del deposito. Il metodo richiede che siano condotte su campioni dello strato potenzialmente liquefacibile analisi granulometriche. Le curve ricavate vanno confrontate con due profili granulometrici di riferimento, uno per granulometrie uniformi, l'altro per granulometrie estese (presenza di frazioni argillose o ghiaiose). In assenza di analisi granulometriche, va effettuata almeno una descrizione sommaria della litologia del deposito, da confrontare con i due profili.

Verificato che la granulometria dello strato sia predisponente al manifestarsi di fenomeni di liquefazione, per poter emettere un giudizio definitivo sulla vulnerabilità del deposito occorre prendere in considerazione il suo grado di addensamento, valutato attraverso prove SPT o SCPT. Se il numero di colpi ricade, anche parzialmente, nella fascia A, il deposito è liquefacibile, se ricade nella fascia C non è liquefacibile. La fascia B infine riguarda strati in cui la liquefazione è possibile, ma non probabile.

Sulla base delle caratteristiche del deposito si ritiene che la granulometria dei terreni possa ricadere in terreni suscettibili a liquefazione, dalla analisi delle prove penetrometriche si ha un potenziale di liquefazione dei

terreni per i primi 2m di terreno, mentre sono a liquefazione incerta i depositi sottostanti sino a circa 25 m di profondità.

È da aggiungere che nella zona non si sono mai verificati fenomeni di liquefazione, per avere liquefazione servirebbe inoltre una magnitudine di circa 5.5/6 scala Richter.

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_c con la (5.0a).

Se $I_c > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se $I_c \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, Q verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente $n = 0,5$.

Se è ancora $I_c \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_c > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. Q deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_c , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

Dove l'esponente di sforzo n è lo stesso utilizzato nel calcolo di I_c .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$K_c = 0 \quad \text{per } FC \leq 5$$

$$K_c = 0,0267(FC - 5) \quad \text{per } 5 < FC \leq 35$$

$$K_c = 0,8 \quad \text{per } FC > 35$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_c)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR_{7,5}**) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR_{7,5}**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

Tabella 1- Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):
 per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

FALDA

Profondità falda idrica 1,5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Fattore amplificazione 2,37

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw)	6
Distanza epicentro	20 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0,225

Correzione per la magnitudo (MSF)	1,77
-----------------------------------	------

IPL (Sonmez) 20 m

Dai calcoli effettuati , utilizzando le prove CPT, il rischio liquefazione è basso

VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Per il calcolo dell'invarianza idraulica si utilizza la formula che incrementa il volume di invaso in funzione della variazione di permeabilità del suolo.

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ}) (1 / (1 - n)) - 15 I - w^{\circ} P$$

Dove:

I = percentuale di superficie Impermeabile e permeabile trasformata rispetto all'area agricola

P = percentuale di superficie agricola inalterata

I e P espressi come frazione dell'area trasformata

$w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$,

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,

ϕ° = coefficiente di deflusso prima della trasformazione,

$n = 0.27$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta -orientativamente- da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 19971).

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, S_t), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I.
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp) : tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

Si noti che gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

Dati forniti dal progettista:

Area totale 3561 mq

Stato attuale

Area impermeabile 738.80 mq

Stato di progetto

Realizzazione piazzali in asfalto drenante 1920 mq (considerato $0.2 \cdot 1920 = 384 \text{ mq}$)

L'asfalto drenante è stato cautelativamente considerato al 20%

area lotto	A_{lot}	3561,00
area impermeabile stato attuale	A_i	738,80
area permeabile stato attuale	A_p	2822,20

area impermeabile in stato di progetto	A_i	1122,80
area permeabile in stato di progetto	A_p	2438,20
coeff. Defl. Area impermeabile	α_i	0,90
coeff. Defl. Area permeabile	α_p	0,30
volume specifico iniziale (m ³ / ha)	w₀	50,00
coefficiente di afflusso prima della trasformazione dell'area	c_{a1}	0,42
coefficiente di afflusso dopo la trasformazione dell'area	c_{a2}	0,49
parametro n della curva di possibilità pluviometrica	n	0,27
volume specifico diponibile per la laminazione dopo la trasformazione	V	15,00
percentuale di superficie trasformata (in forma decimale)	I	0,11
percentuale di superficie non trasformata (in forma decimale)	P	0,89
tempo di corrivazione (ore)	t_c	0,14
coefficiente di afflusso	c_a	0,49
superficie dell'area trasformata (km ²)	A	0,0004
parametro "a" della curva di possibilità pluviometrica	a	92,09
parametro "n" della curva di possibilità pluviometrica	n	0,27
portata svuotamento della vasca di laminazione (regime costante)	Q_u	0,00
altezza acqua caduta (mm)	h	123,89
tempo durata evento	t	3,00

METODO SEMPLIFICATO

$$W(mc / ha) = w_0 \left(\frac{c_{a2}}{c_{a1}} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15I - w_0 P$$

14,50**volume di compenso (m³) 5,16**

Il volume di invaso calcolato in almeno 5.2 mc

Come riportato nel progetto, il sistema di accumulo di acque per garantire invarianza idraulica è strettamente correlato alla gestione delle acque di prima pioggia. Si rimanda agli elaborati del progettista per i dati in merito

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area in oggetto posta alla quota di circa 4 m s.l.m., ricade sui depositi alluvionali di colmata palustre, costituiti da un deposito limoso argilloso sabbioso seguito da depositi argillosi torbosi e da sabbie limose e sabbie con ghiaie, il livello di falda è posto a circa 2 m di profondità dal piano campagna e può subire oscillazioni nell'arco dell'anno.

La Variante di Manutenzione al Piano Strutturale del Comune di Pietrasanta definisce le seguenti pericolosità:

pericolosità geomorfologica 1g bassa (1G).
pericolosità litotecnica 3blt medio elevata (3G).
pericolosità idraulica 2i bassa (2I).
Pericolosità sismica 3S

La fattibilità dell'intervento è:

fattibilità geomorfologica G1
fattibilità litotecnica G3
fattibilità idraulica I2
fattibilità sismica S3

L'area in oggetto non è classificata a pericolosità idraulica.

L'intervento è fattibile.

Stratigrafia

- dal p.c. a 30 cm terreno vegetale;
- da 30 cm a circa 1 m sabbie limose;
- da 1 m a circa 5/6 metri dal p.c. limi e limi e argille con locali lenti torbose;
- da circa 5/6 metri a circa 15 m terreno assimilabile a sabbie limose mediamente addensate con intercalazioni di lenti formate da limi sabbiosi.

Parametri geotecnici caratteristici

	Terreno vegetale	sabbie limose	limi e limi e argille	Lenti di Livello torboso o di argille organiche	Sabbia limosa mediamente addensata
φ (°)	22	28	26	-	33
c_u (Kg/Cm ²)	0.2	-	0.1	0.25	-
γ' (Kg/Cm ³)	1650-1800	1800-1900	1750-1900	1600-1800	1850/2000
E'_{50} (Kg/Cm ²)	15	50	15	-	300
Eu_{50} (Kg/Cm ²)			120	60	

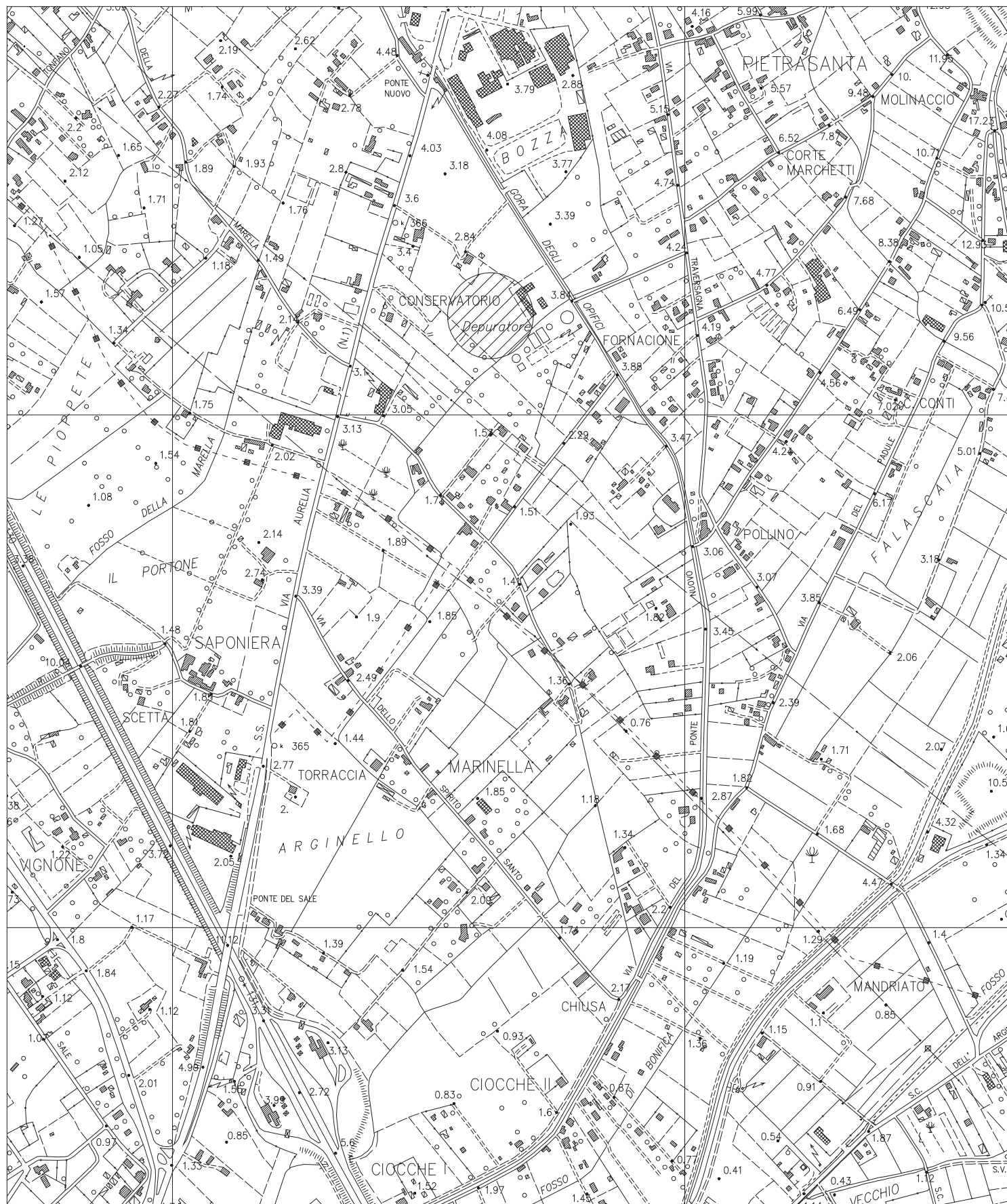
Invarianza idraulica garantita dalla realizzazione di un volume minimo di 5.2 mc.

Massa, giugno 2016

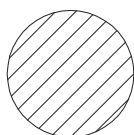
dott. Geologo Francesco Ceccarelli



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



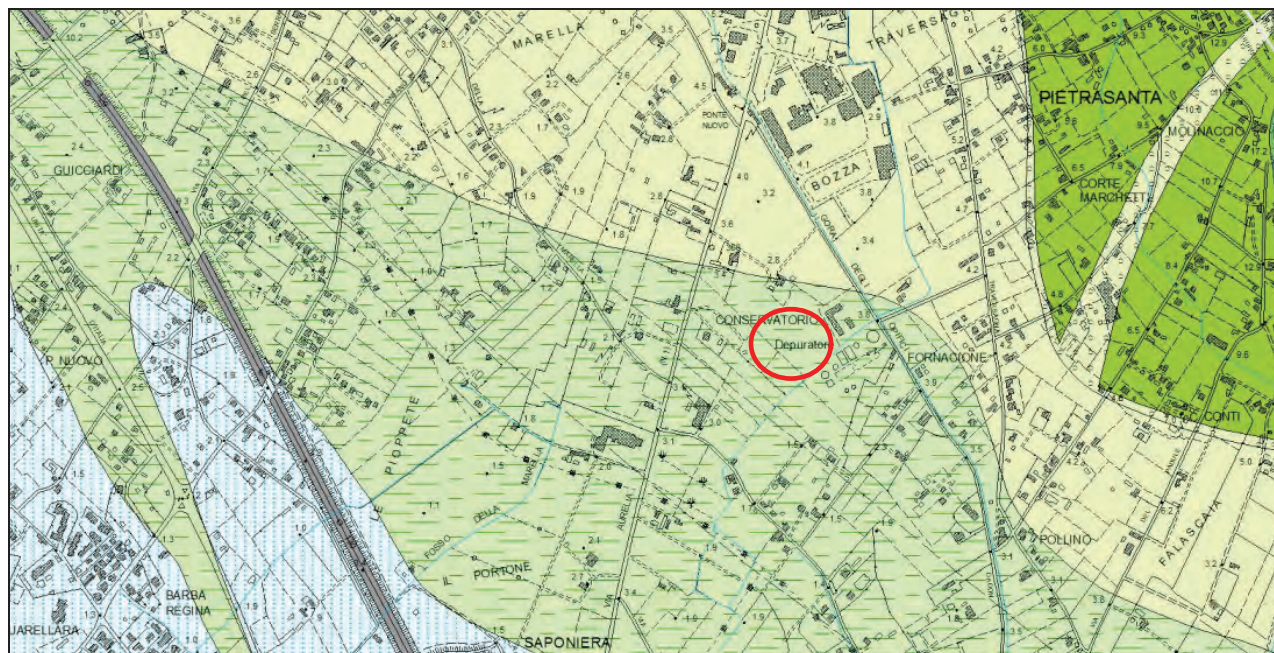
Scala 1:10.000



UBICAZIONE DEL SITO

sito in oggetto è ubicato in via Pontenuovo località Portone nel Comune di Pietrasanta

CARTA GEOLOGICA



Carta fuori scala

Forme, Processi e Depositi dovuti alla acque superficiali

Depositi



bna Depositi alluvionali terrazzati (Ghiaie e sabbie prevalenti in matrice costituita da limo e argilla)
Quaternario



al Depositi alluvionali (sabbie limi e argille) con talora ghiaie soggette all'evoluzione con ordinari processi fluviali



bGS Depositi alluvionali attuali



e2a Depositi palustri e torbosi



e3a Depositi palustri



Ubicazione del sito



GeoTirreno S.r.l.

Servizi per la Geologia e l'Ambiente



sondaggi ambientali
sondaggi geotecnici
sismica di superficie
sismica in foro
tomografia elettrica
penetrometrie meccaniche
punta elettrica e piezocono
monitoraggio inclinometri

Sede Legale: Viale Stazione, 39
54100 Massa

Part. IVA: 00713690451

tel. 0585.42141
fax 0585.837912

e-mail: info@geotirreno.it
web site: www.geotirreno.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti alla esecuzione e certificazione di prove geotecniche in situ - Decreto n°5020-25/04, D.P.R. 380/2001

Progetto:

PROVE GEOTECNICHE IN SITO

Titolo documento:

CERTIFICATO DI PROVA

COMMESSA: **C118-13**
CERTIFICATO: **M0114-13**

Cliente:

Inoltro al cliente:

COMMITTENTE: **ERSU**
RICHIEDENTE: **DOTT. GEOL. FRANCESCO CECCARELLI**

CHIUSURA COMMESSA ☒
PER INFORMAZIONE ☐
NON RICHiesto ☐

Cantiere / Località:

Comune/i:

Provincia:

Pietrasanta

Pietrasanta

LU

Ubicazione indagini

Documento emesso da:
Il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Massimo Bernieri)

Documento approvato da:
Il Direttore del Laboratorio
(Dott. Luigi Allacorta)

Descrizione delle revisioni:

00	Prima emissione - bozza
01	Versione finale per approvazione

Prima emissione: 00

03 febbraio 2011

Pagine: 2

Denominazione file:

Elaborato:

Revisione 01

04 febbraio 2011

C030-11-G-rel

A

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT)

(ASTM D 3441-98)

Punta conica meccanica Ø 35,7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann;
velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (±0,5 cm/sec).Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct/10$ Resistenza laterale locale: $RI \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL-LP) \times Ct/150$

NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta
LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
Ct = 20 (costante di trasformazione)

MISURE ACQUISITE																	
prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann	prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann	prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann
	LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI
0,2	30	30	60	0,27	225,00	8,2						16,2					
0,4	28	30	56	0,67	84,00	8,4						16,4					
0,6	25	30	50	1,33	37,50	8,6						16,6					
0,8	30	40	60	1,33	45,00	8,8						16,8					
1,0	24	34	48	1,20	40,00	9,0						17,0					
1,2	18	27	36	1,33	27,00	9,2						17,2					
1,4	15	25	30	1,07	28,13	9,4						17,4					
1,6	9	17	18	0,93	19,29	9,6						17,6					
1,8	7	14	14	0,80	17,50	9,8						17,8					
2,0	8	14	16	0,80	20,00	10,0						18,0					
2,2	11	17	22	0,27	82,50	10,2						18,2					
2,4	5	7	10	0,53	18,75	10,4						18,4					
2,6	5	9	10	0,40	25,00	10,6						18,6					
2,8	7	10	14	0,40	35,00	10,8						18,8					
3,0	7	10	14	0,27	52,50	11,0						19,0					
3,2	5	7	10	0,13	75,00	11,2						19,2					
3,4	6	7	12	0,53	22,50	11,4						19,4					
3,6	6	10	12	0,27	45,00	11,6						19,6					
3,8	4	6	8	0,13	60,00	11,8						19,8					
4,0	5	6	10	0,13	75,00	12,0						20,0					
4,2	4	5	8	0,13	60,00	12,2						20,2					
4,4	3	4	6	0,40	15,00	12,4						20,4					
4,6	5	8	10	0,27	37,50	12,6						20,6					
4,8	5	7	10	0,27	37,50	12,8						20,8					
5,0	3	5	6	0,13	45,00	13,0						21,0					
5,2	3	4	6	0,13	45,00	13,2						21,2					
5,4	3	4	6	0,27	22,50	13,4						21,4					
5,6	12	14	24	0,67	36,00	13,6						21,6					
5,8	40	45	80	1,33	60,00	13,8						21,8					
6,0	40	50	80	0,40	200,00	14,0						22,0					
6,2	20	23	40	0,93	42,86	14,2						22,2					
6,4	25	32	50	0,93	53,57	14,4						22,4					
6,6	35	42	70	2,67	26,25	14,6						22,6					
6,8	130	150	260	2,67	97,50	14,8						22,8					
7,0	180	200	360			15,0						23,0					
7,2						15,2						23,2					
7,4						15,4						23,4					
7,6						15,6						23,6					
7,8						15,8						23,8					
8,0						16,0						24,0					

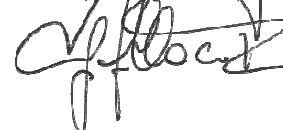
Tecnico Sperimentatore

(Dott. Massimo Bernieri)



Direttore del Laboratorio

(Dott. Luigi Allacorta)



PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT) - (ASTM D 3441-98)

DIAGRAMMI DI RESISTENZA Rp - RI

RAPPORTO BEGEMANN

Punta conica meccanica Ø 35.7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann; velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0.5 \text{ cm/sec}$).

Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct / 10$

Resistenza laterale locale: $R_l \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL - LP) \times Ct / 150$

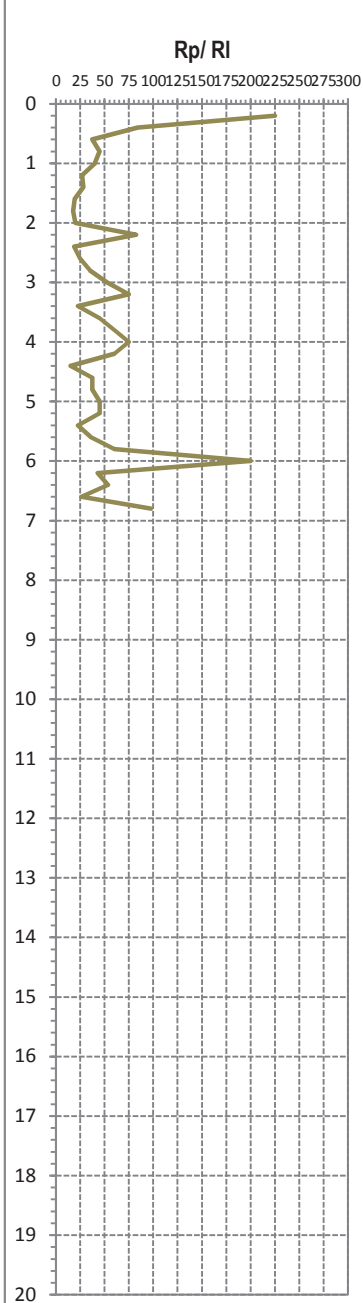
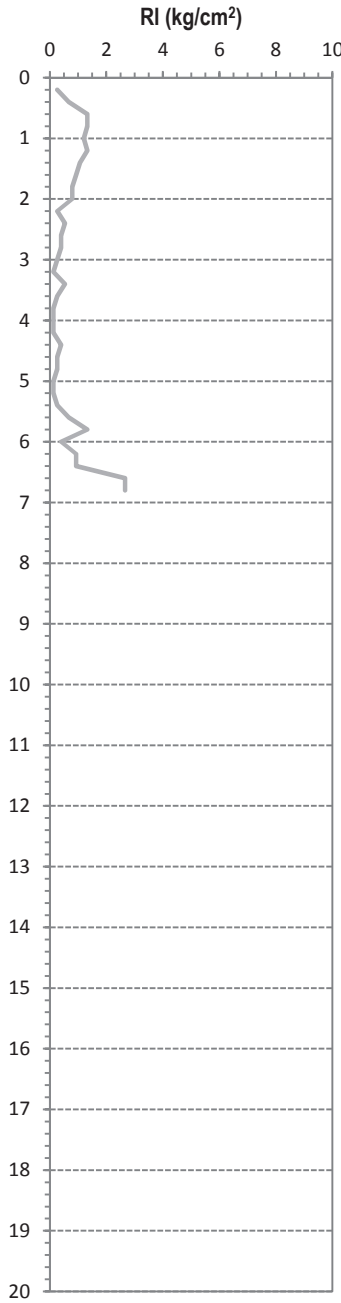
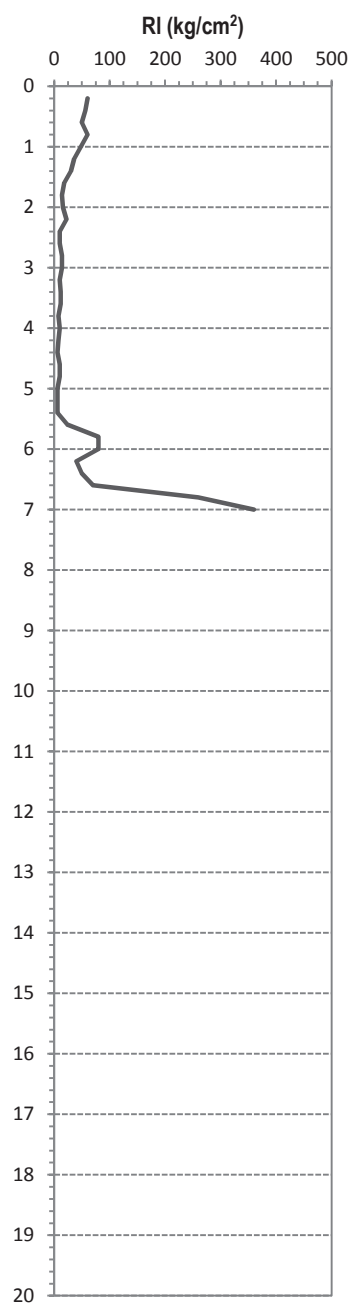
NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta

LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

Ct = 20 (costante di trasformazione)



Tecnico Sperimentatore
(Dott. Massimo Bernieri)

Massimo Bernieri

Direttore del Laboratorio
(Dott. Luigi Alacorta)

Luigi Alacorta

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT)

(ASTM D 3441-98)

Punta conica meccanica Ø 35,7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann; velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (±0,5 cm/sec).

Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct / 10$

Resistenza laterale locale: $RI \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL - LP) \times Ct / 150$

NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta
LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
Ct = 20 (costante di trasformazione)

MISURE ACQUISITE																	
prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann	prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann	prof. (m)	punta	punta e manicotto	resistenza alla punta	resistenza laterale	rapporto begemann
	LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI
0,2	21	21	42	0,13	315,00	8,2						16,2					
0,4	19	20	38	0,40	95,00	8,4						16,4					
0,6	28	31	56	0,93	60,00	8,6						16,6					
0,8	13	20	26	0,53	48,75	8,8						16,8					
1,0	18	22	36	0,67	54,00	9,0						17,0					
1,2	8	13	16	0,53	30,00	9,2						17,2					
1,4	9	13	18	0,80	22,50	9,4						17,4					
1,6	8	14	16	0,93	17,14	9,6						17,6					
1,8	10	17	20	0,93	21,43	9,8						17,8					
2,0	7	14	14	0,67	21,00	10,0						18,0					
2,2	6	11	12	0,53	22,50	10,2						18,2					
2,4	6	10	12	0,40	30,00	10,4						18,4					
2,6	5	8	10	0,53	18,75	10,6						18,6					
2,8	6	10	12	0,40	30,00	10,8						18,8					
3,0	5	8	10	0,27	37,50	11,0						19,0					
3,2	5	7	10	0,27	37,50	11,2						19,2					
3,4	5	7	10	0,40	25,00	11,4						19,4					
3,6	5	8	10	0,93	10,71	11,6						19,6					
3,8	6	13	12	0,80	15,00	11,8						19,8					
4,0	6	12	12	0,67	18,00	12,0						20,0					
4,2	5	10	10	0,27	37,50	12,2						20,2					
4,4	5	7	10	0,27	37,50	12,4						20,4					
4,6	4	6	8	0,40	20,00	12,6						20,6					
4,8	4	7	8	0,27	30,00	12,8						20,8					
5,0	4	6	8	0,40	20,00	13,0						21,0					
5,2	3	6	6	0,27	22,50	13,2						21,2					
5,4	3	5	6	0,27	22,50	13,4						21,4					
5,6	3	5	6	0,27	22,50	13,6						21,6					
5,8	3	5	6	0,27	22,50	13,8						21,8					
6,0	2	4	4	0,27	15,00	14,0						22,0					
6,2	3	5	6	0,27	22,50	14,2						22,2					
6,4	2	4	4	0,40	10,00	14,4						22,4					
6,6	5	8	10	0,40	25,00	14,6						22,6					
6,8	23	26	46	1,20	38,33	14,8						22,8					
7,0	21	30	42	2,00	21,00	15,0						23,0					
7,2	40	55	80	2,67	30,00	15,2						23,2					
7,4	50	70	100	4,00	25,00	15,4						23,4					
7,6	65	95	130	5,33	24,38	15,6						23,6					
7,8	70	110	140	4,00	35,00	15,8						23,8					
8,0	190	220	380			16,0						24,0					

Tecnico Sperimentatore

(Dott. Massimo Bernieri)

Massimo Bernieri

Direttore del Laboratorio

(Dott. Luigi Allacorta)

Luigi Allacorta

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT) - (ASTM D 3441-98)

DIAGRAMMI DI RESISTENZA Rp - RI

RAPPORTO BEGEMANN

Punta conica meccanica Ø 35.7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann; velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (±0.5 cm/sec).

Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct/10$

Resistenza laterale locale: $RI \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL - LP) \times Ct/150$

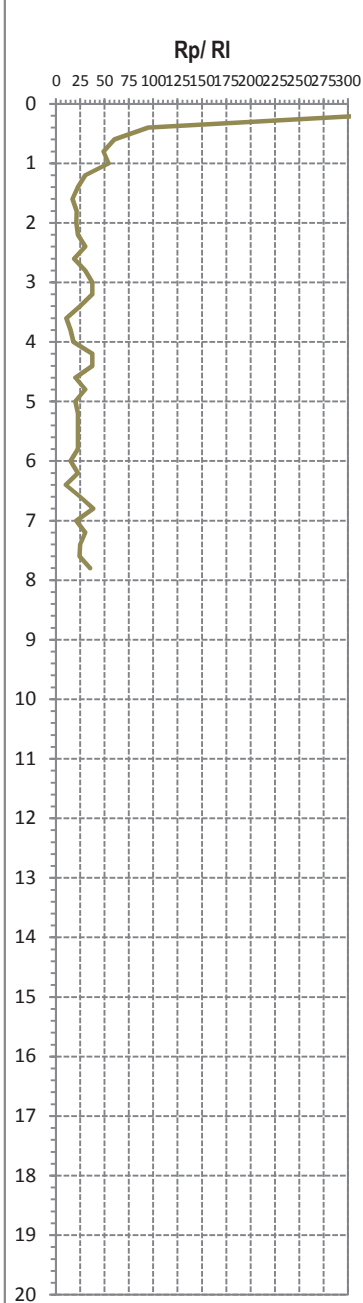
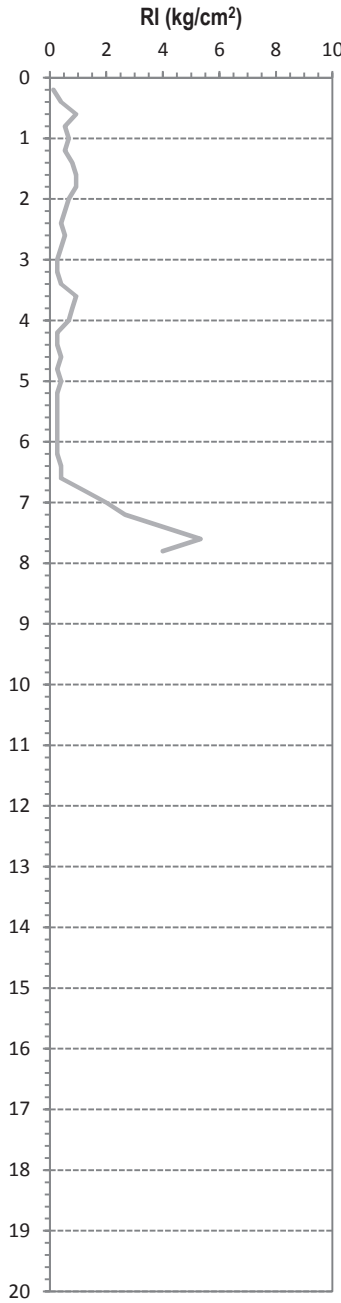
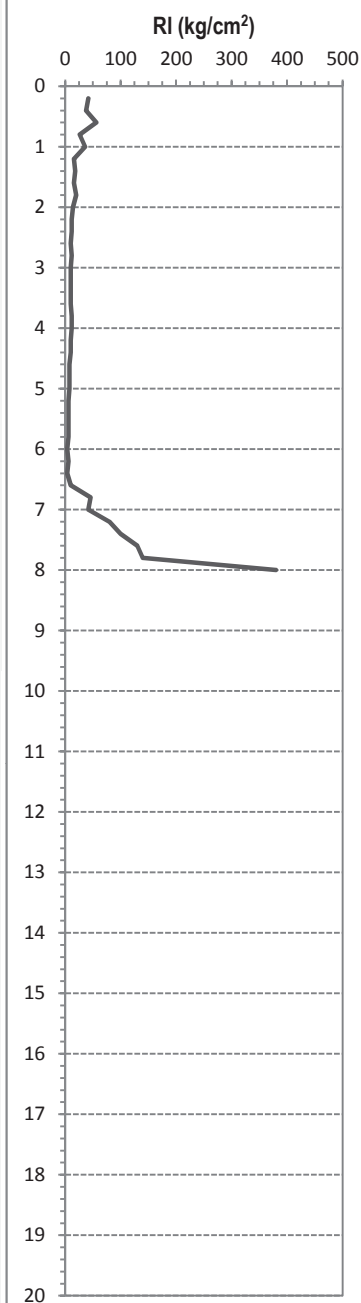
NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta

LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

Ct = 20 (costante di trasformazione)



Tecnico Sperimentatore
(Dott. Massimo Bernieri)

Massimo Bernieri

Direttore del Laboratorio
(Dott. Luigi Alacorta)

Luigi Alacorta

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT)

(ASTM D 3441-98)

Punta conica meccanica Ø 35,7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann;
velocità di avanzamento costante V = 2 cm/sec (±0,5 cm/sec).

Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct / 10$

Resistenza laterale locale: $RI \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL - LP) \times Ct / 150$

NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta

LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto

Ct = 20 (costante di trasformazione)

MISURE ACQUISITE																	
prof. (m)	punta	punta e	resistenza alla	resistenza	rapporto	prof. (m)	punta	punta e	resistenza alla	resistenza	rapporto	prof. (m)	punta	punta e	resistenza alla	resistenza	rapporto
	LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI		LP	LL	Rp	RI	Rp/RI
0,2	10	10	20	0,27	75,00	8,2						16,2					
0,4	20	22	40	0,40	100,00	8,4						16,4					
0,6	24	27	48	0,53	90,00	8,6						16,6					
0,8	10	14	20	0,53	37,50	8,8						16,8					
1,0	20	24	40	0,27	150,00	9,0						17,0					
1,2	10	12	20	0,53	37,50	9,2						17,2					
1,4	10	14	20	0,40	50,00	9,4						17,4					
1,6	11	14	22	0,80	27,50	9,6						17,6					
1,8	9	15	18	0,67	27,00	9,8						17,8					
2,0	9	14	18	0,80	22,50	10,0						18,0					
2,2	7	13	14	0,27	52,50	10,2						18,2					
2,4	5	7	10	0,40	25,00	10,4						18,4					
2,6	5	8	10	0,67	15,00	10,6						18,6					
2,8	5	10	10	0,27	37,50	10,8						18,8					
3,0	5	7	10	0,27	37,50	11,0						19,0					
3,2	5	7	10	0,67	15,00	11,2						19,2					
3,4	9	14	18	0,40	45,00	11,4						19,4					
3,6	4	7	8	0,53	15,00	11,6						19,6					
3,8	4	8	8	0,27	30,00	11,8						19,8					
4,0	2	4	4	0,27	15,00	12,0						20,0					
4,2	2	4	4	0,27	15,00	12,2						20,2					
4,4	3	5	6	0,27	22,50	12,4						20,4					
4,6	3	5	6	0,27	22,50	12,6						20,6					
4,8	2	4	4	0,27	15,00	12,8						20,8					
5,0	3	5	6	0,27	22,50	13,0						21,0					
5,2	2	4	4	0,13	30,00	13,2						21,2					
5,4	2	3	4	0,27	15,00	13,4						21,4					
5,6	2	4	4	0,27	15,00	13,6						21,6					
5,8	2	4	4	0,13	30,00	13,8						21,8					
6,0	1	2	2	0,13	15,00	14,0						22,0					
6,2	3	4	6	0,40	15,00	14,2						22,2					
6,4	7	10	14	0,27	52,50	14,4						22,4					
6,6	16	18	32	0,80	40,00	14,6						22,6					
6,8	20	26	40	0,53	75,00	14,8						22,8					
7,0	33	37	66	2,00	33,00	15,0						23,0					
7,2	40	55	80	1,33	60,00	15,2						23,2					
7,4	60	70	120	2,00	60,00	15,4						23,4					
7,6	100	115	200	4,00	50,00	15,6						23,6					
7,8	170	200	340			15,8						23,8					
8,0						16,0						24,0					

Tecnico Sperimentatore

(Dott. Massimo Bernieri)

Direttore del Laboratorio

(Dott. Luigi Allacorta)

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PUNTA MECCANICA (CPT) - (ASTM D 3441-98)

DIAGRAMMI DI RESISTENZA Rp - RI

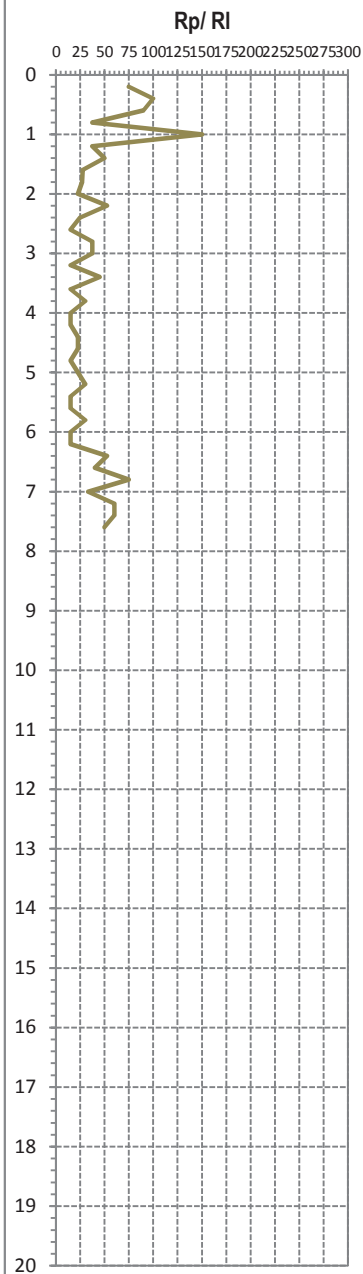
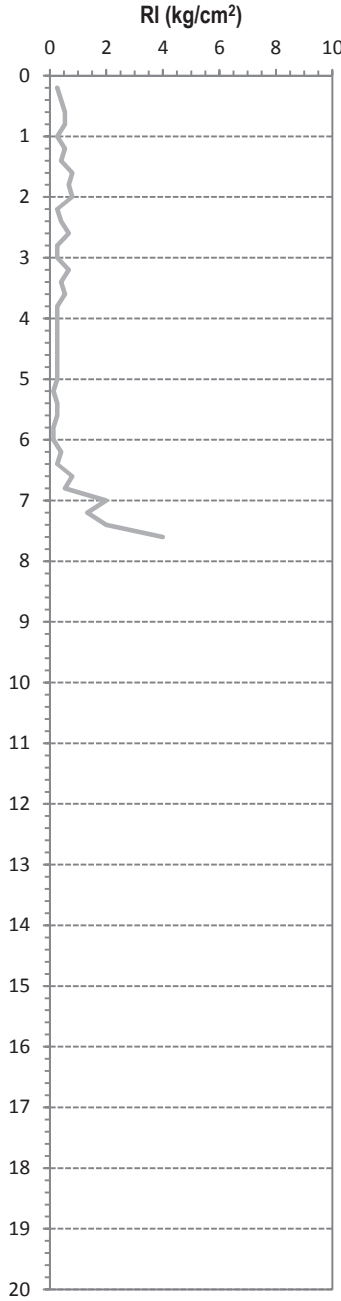
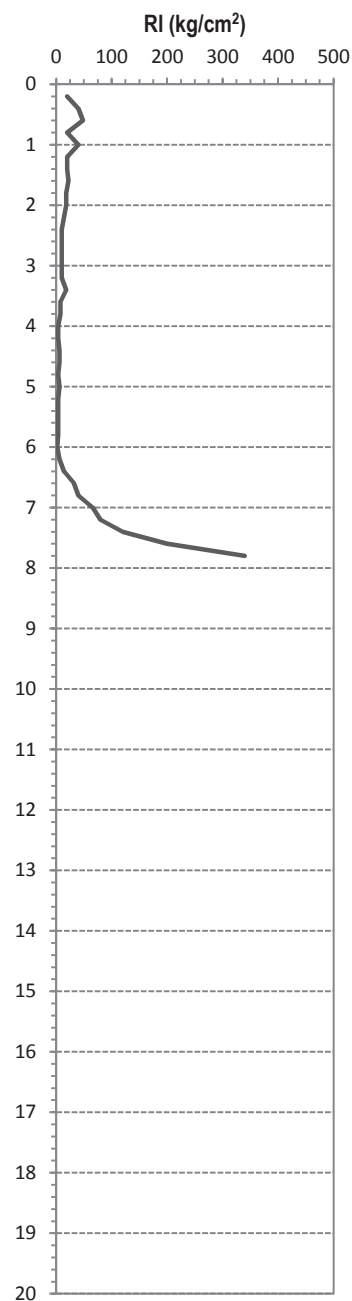
RAPPORTO BEGEMANN

Punta conica meccanica Ø 35.7 mm; angolo di apertura 60°; manicotto laterale tipo Begemann; velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0.5 \text{ cm/sec}$).

Resistenza alla punta: $R_p \text{ (kg/cm}^2\text{)} = LP \times Ct/10$
Resistenza laterale locale: $RI \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (LL - LP) \times Ct/150$
NB: causa la distanza tra manicotto laterale e punta conica, nel calcolo del Rapporto Begemann, la resistenza laterale viene computata 20 cm sopra la punta.

Penetrometro statico Deep Drill SP200 SM+DPSH - Taratura cella di carico 04 maggio 2011

LP = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta
LL = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto
Ct = 20 (costante di trasformazione)



Tecnico Sperimentatore
(Dott. Massimo Bernieri)

Massimo Bernieri

Direttore del Laboratorio
(Dott. Luigi Alacorta)

Luigi Alacorta

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

- committente:	ERSU	- data prova :	07/08/2013
- lavoro:	Dott. Geol. Francesco Ceccarelli	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Pietrasanta	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:		- data emiss. :	07/08/2013
- assist. cantiere:			

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	30,0	30,0	60,0	0,27	225,0	3,80	4,0	6,0	8,0	0,13	60,0
0,40	28,0	30,0	56,0	0,67	84,0	4,00	5,0	6,0	10,0	0,13	75,0
0,60	25,0	30,0	50,0	1,33	37,0	4,20	4,0	5,0	8,0	0,13	60,0
0,80	30,0	40,0	60,0	1,33	45,0	4,40	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
1,00	24,0	34,0	48,0	1,20	40,0	4,60	5,0	8,0	10,0	0,27	37,0
1,20	18,0	27,0	36,0	1,33	27,0	4,80	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0
1,40	15,0	25,0	30,0	1,07	28,0	5,00	3,0	5,0	6,0	0,13	45,0
1,60	9,0	17,0	18,0	0,93	19,0	5,20	3,0	4,0	6,0	0,13	45,0
1,80	7,0	14,0	14,0	0,80	17,0	5,40	3,0	4,0	6,0	0,27	22,0
2,00	8,0	14,0	16,0	0,80	20,0	5,60	12,0	14,0	24,0	0,67	36,0
2,20	11,0	17,0	22,0	0,27	82,0	5,80	40,0	45,0	80,0	1,33	60,0
2,40	5,0	7,0	10,0	0,53	19,0	6,00	40,0	50,0	80,0	0,40	200,0
2,60	5,0	9,0	10,0	0,40	25,0	6,20	20,0	23,0	40,0	0,93	43,0
2,80	7,0	10,0	14,0	0,40	35,0	6,40	25,0	32,0	50,0	0,93	54,0
3,00	7,0	10,0	14,0	0,27	52,0	6,60	35,0	42,0	70,0	2,67	26,0
3,20	5,0	7,0	10,0	0,13	75,0	6,80	130,0	150,0	260,0	2,67	97,0
3,40	6,0	7,0	12,0	0,53	22,0	7,00	180,0	200,0	360,0	-----	----
3,60	6,0	10,0	12,0	0,27	45,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann \varnothing = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-018

- committente:	ERSU	- data prova :	07/08/2013
- lavoro:	Dott. Geol. Francesco Ceccarelli	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Pietrasanta	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:		- data emiss. :	07/08/2013
- assist. cantiere:			

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	10,0	10,0	20,0	0,27	75,0	4,20	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
0,40	20,0	22,0	40,0	0,40	100,0	4,40	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,60	24,0	27,0	48,0	0,53	90,0	4,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
0,80	10,0	14,0	20,0	0,53	37,0	4,80	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
1,00	20,0	24,0	40,0	0,27	150,0	5,00	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
1,20	10,0	12,0	20,0	0,53	37,0	5,20	2,0	4,0	4,0	0,13	30,0
1,40	10,0	14,0	20,0	0,40	50,0	5,40	2,0	3,0	4,0	0,27	15,0
1,60	11,0	14,0	22,0	0,80	27,0	5,60	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
1,80	9,0	15,0	18,0	0,67	27,0	5,80	2,0	4,0	4,0	0,13	30,0
2,00	9,0	14,0	18,0	0,80	22,0	6,00	1,0	2,0	2,0	0,13	15,0
2,20	7,0	13,0	14,0	0,27	52,0	6,20	3,0	4,0	6,0	0,40	15,0
2,40	5,0	7,0	10,0	0,40	25,0	6,40	7,0	10,0	14,0	0,27	52,0
2,60	5,0	8,0	10,0	0,67	15,0	6,60	16,0	18,0	32,0	0,80	40,0
2,80	5,0	10,0	10,0	0,27	37,0	6,80	20,0	26,0	40,0	0,53	75,0
3,00	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	7,00	33,0	37,0	66,0	2,00	33,0
3,20	5,0	7,0	10,0	0,67	15,0	7,20	40,0	55,0	80,0	1,33	60,0
3,40	9,0	14,0	18,0	0,40	45,0	7,40	60,0	70,0	120,0	2,00	60,0
3,60	4,0	7,0	8,0	0,53	15,0	7,60	100,0	115,0	200,0	4,00	50,0
3,80	4,0	8,0	8,0	0,27	30,0	7,80	170,0	200,0	340,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann \varnothing = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/840820

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-018

- committente:	ERSU	- data prova :	07/08/2013
- lavoro:	Dott. Geol. Francesco Ceccarelli	- quota inizio :	Piano Campagna
- località:	Pietrasanta	- prof. falda :	Falda non rilevata
- resp. cantiere:		- data emiss. :	07/08/2013
- assist. cantiere:			

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	21,0	21,0	42,0	0,13	315,0	4,20	5,0	10,0	10,0	0,27	37,0
0,40	19,0	20,0	38,0	0,40	95,0	4,40	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0
0,60	28,0	31,0	56,0	0,93	60,0	4,60	4,0	6,0	8,0	0,40	20,0
0,80	13,0	20,0	26,0	0,53	49,0	4,80	4,0	7,0	8,0	0,27	30,0
1,00	18,0	22,0	36,0	0,67	54,0	5,00	4,0	6,0	8,0	0,40	20,0
1,20	8,0	13,0	16,0	0,53	30,0	5,20	3,0	6,0	6,0	0,27	22,0
1,40	9,0	13,0	18,0	0,80	22,0	5,40	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
1,60	8,0	14,0	16,0	0,93	17,0	5,60	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
1,80	10,0	17,0	20,0	0,93	21,0	5,80	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
2,00	7,0	14,0	14,0	0,67	21,0	6,00	2,0	4,0	4,0	0,27	15,0
2,20	6,0	11,0	12,0	0,53	22,0	6,20	3,0	5,0	6,0	0,27	22,0
2,40	6,0	10,0	12,0	0,40	30,0	6,40	2,0	4,0	4,0	0,40	10,0
2,60	5,0	8,0	10,0	0,53	19,0	6,60	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0
2,80	6,0	10,0	12,0	0,40	30,0	6,80	23,0	26,0	46,0	1,20	38,0
3,00	5,0	8,0	10,0	0,27	37,0	7,00	21,0	30,0	42,0	2,00	21,0
3,20	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	7,20	40,0	55,0	80,0	2,67	30,0
3,40	5,0	7,0	10,0	0,40	25,0	7,40	50,0	70,0	100,0	4,00	25,0
3,60	5,0	8,0	10,0	0,93	11,0	7,60	65,0	95,0	130,0	5,33	24,0
3,80	6,0	13,0	12,0	0,80	15,0	7,80	70,0	110,0	140,0	4,00	35,0
4,00	6,0	12,0	12,0	0,67	18,0	8,00	190,0	220,0	380,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann \varnothing = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Software by: Dr.D.Merlin - 0425/840820

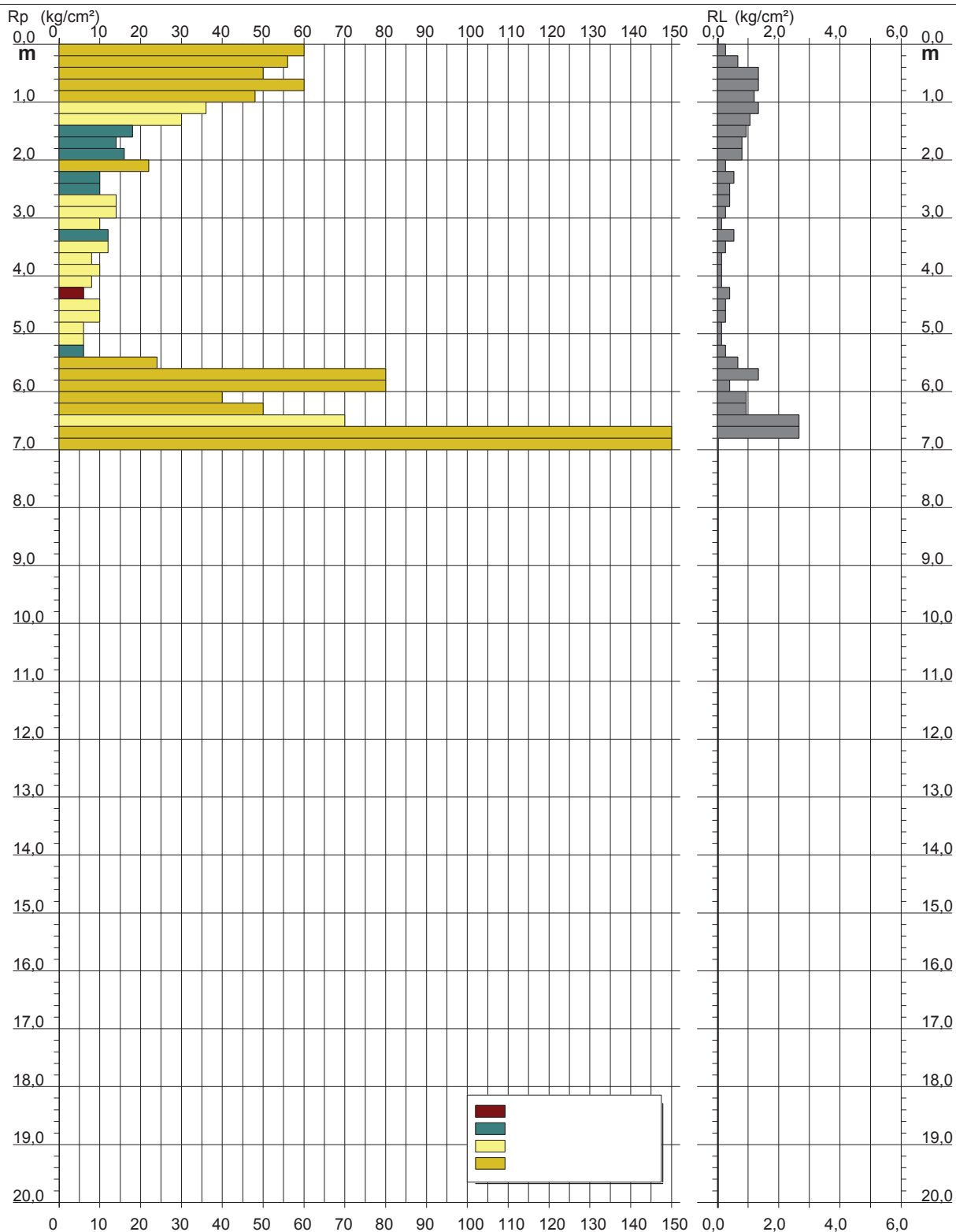
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



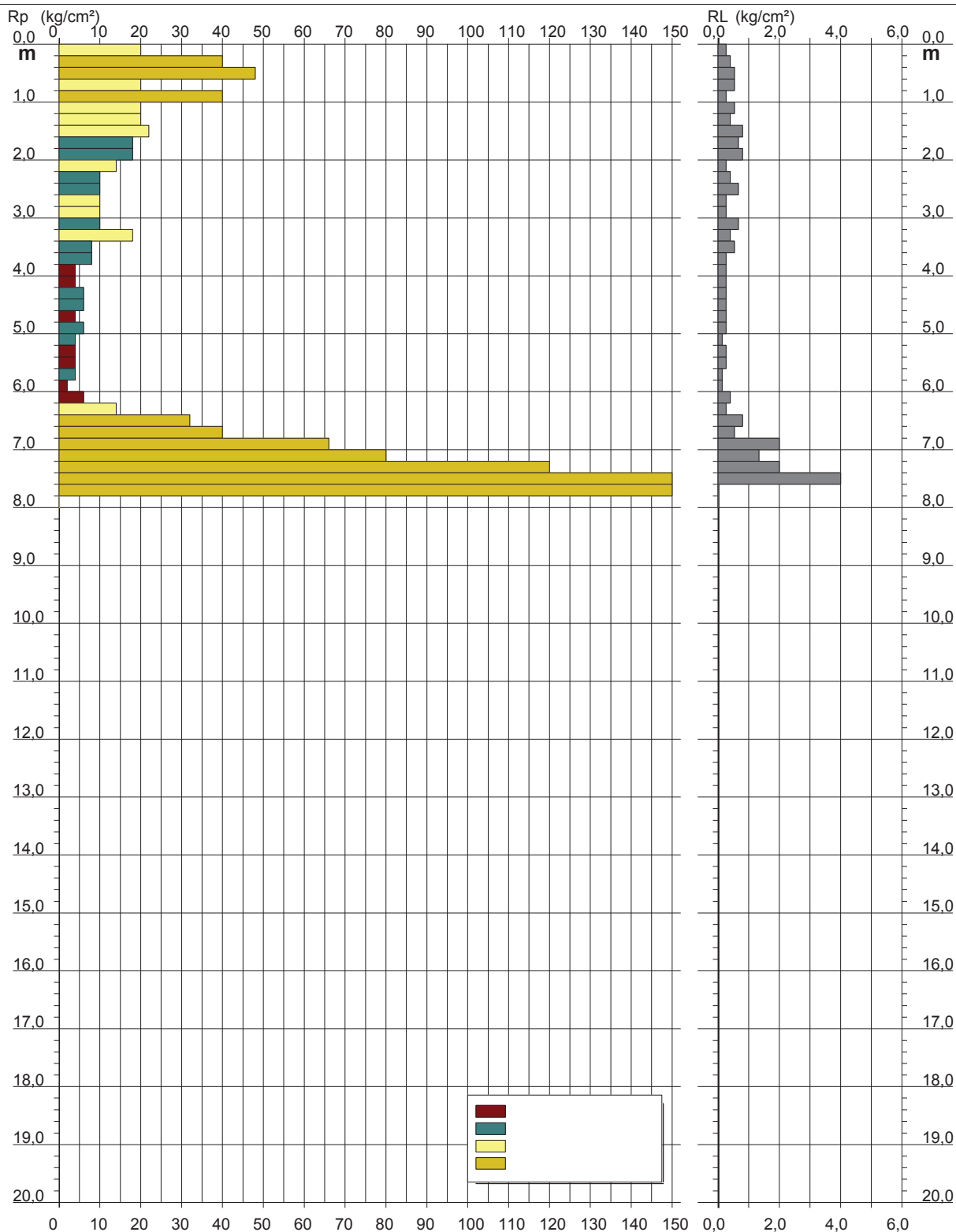
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



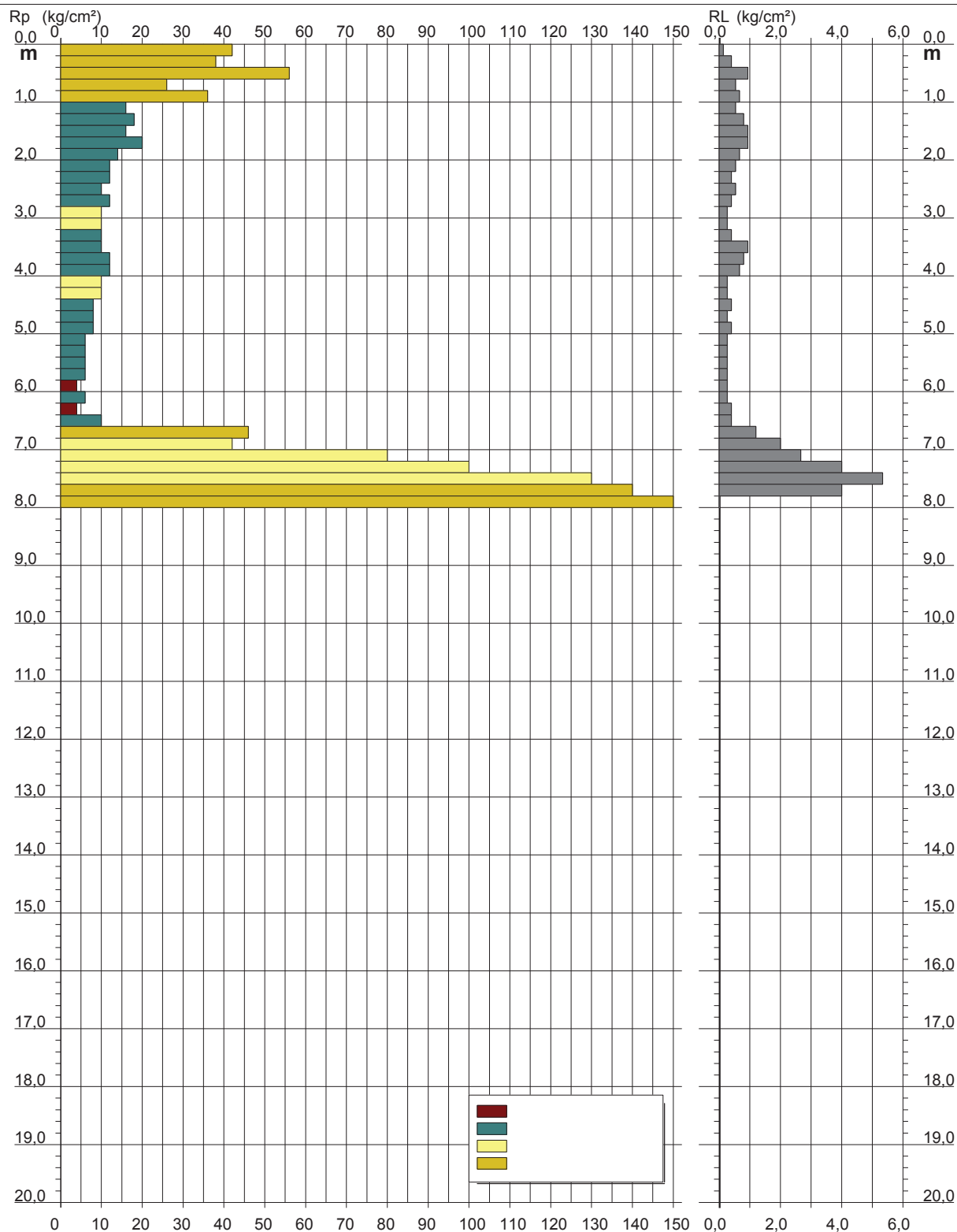
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



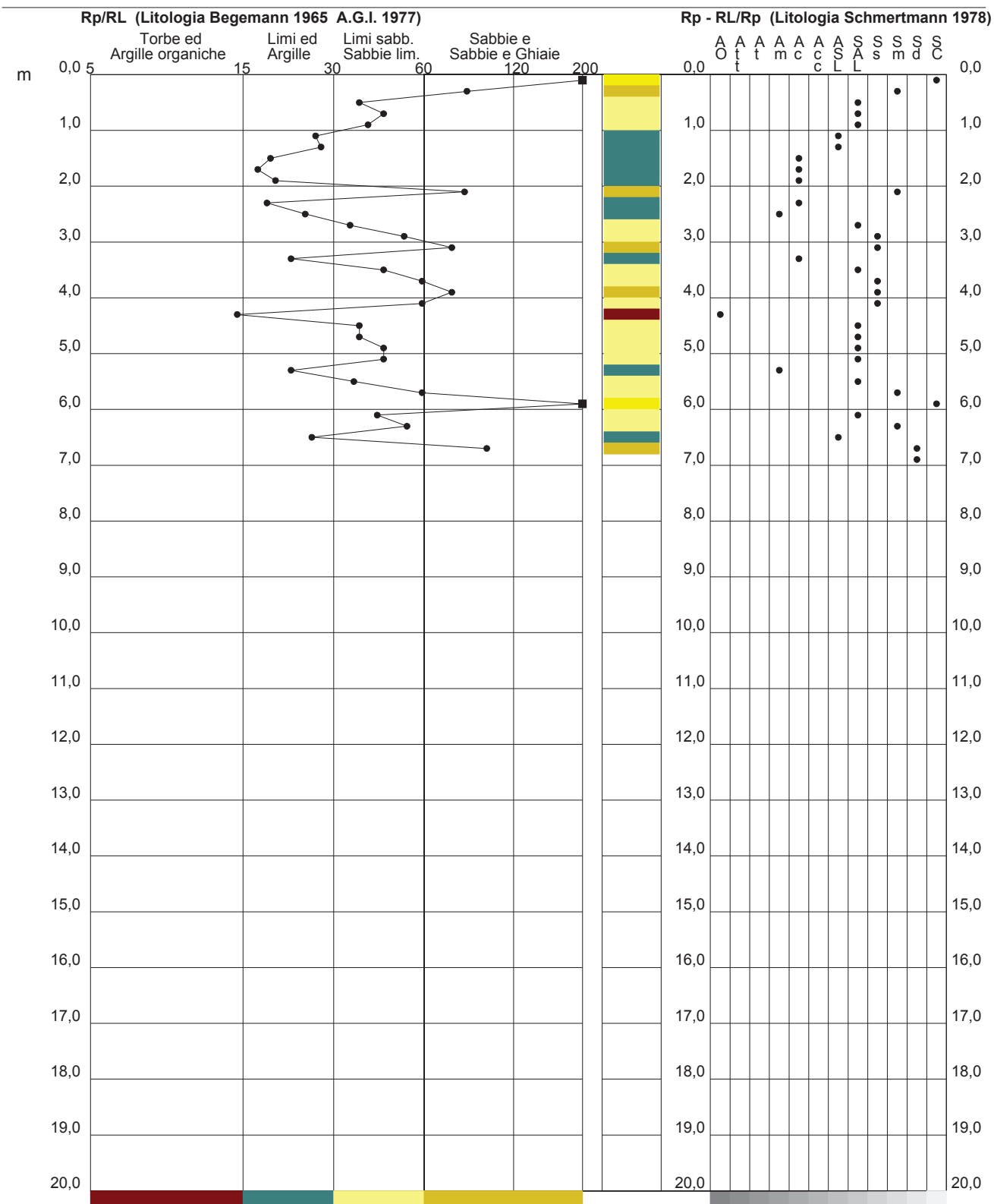
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



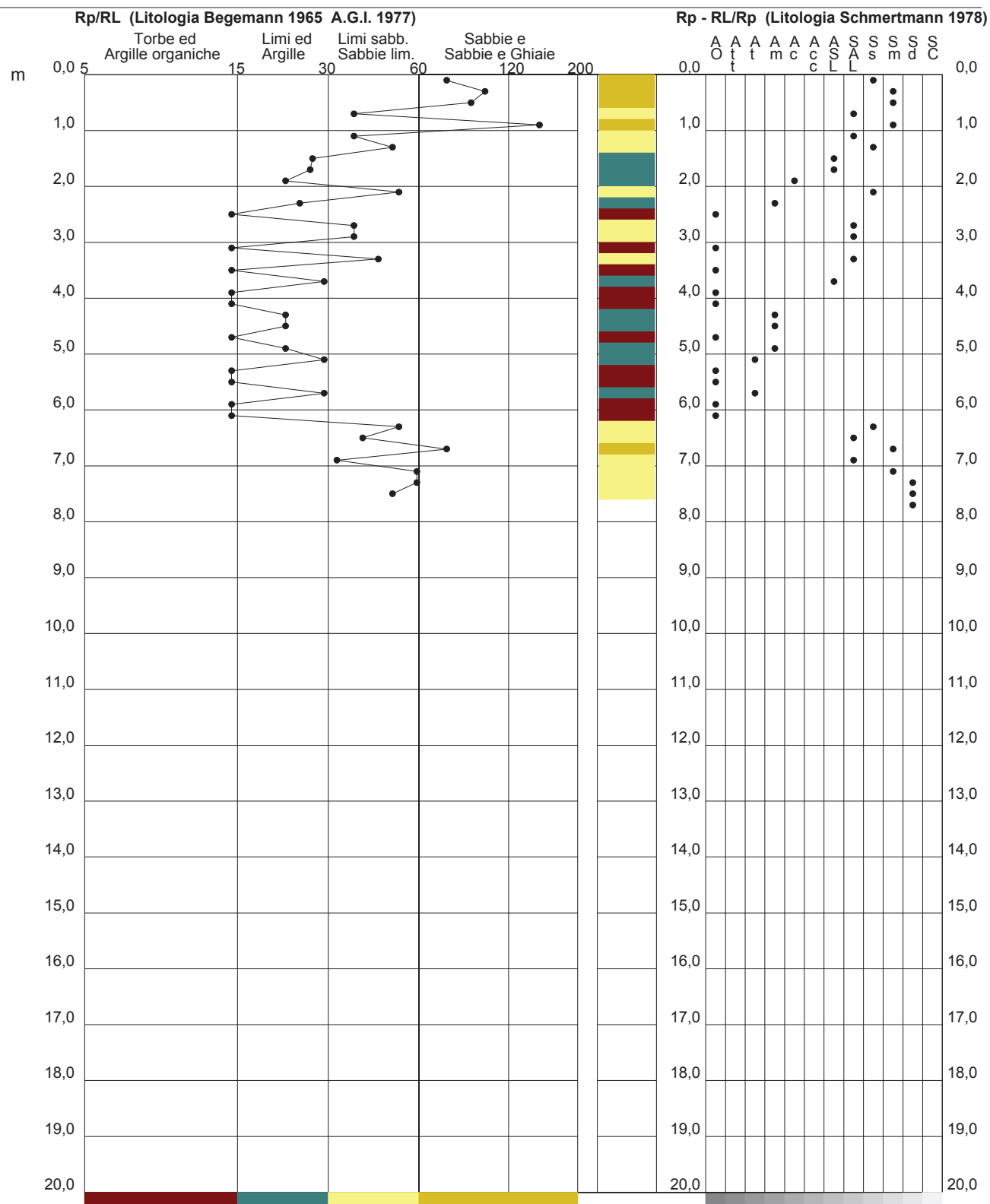
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

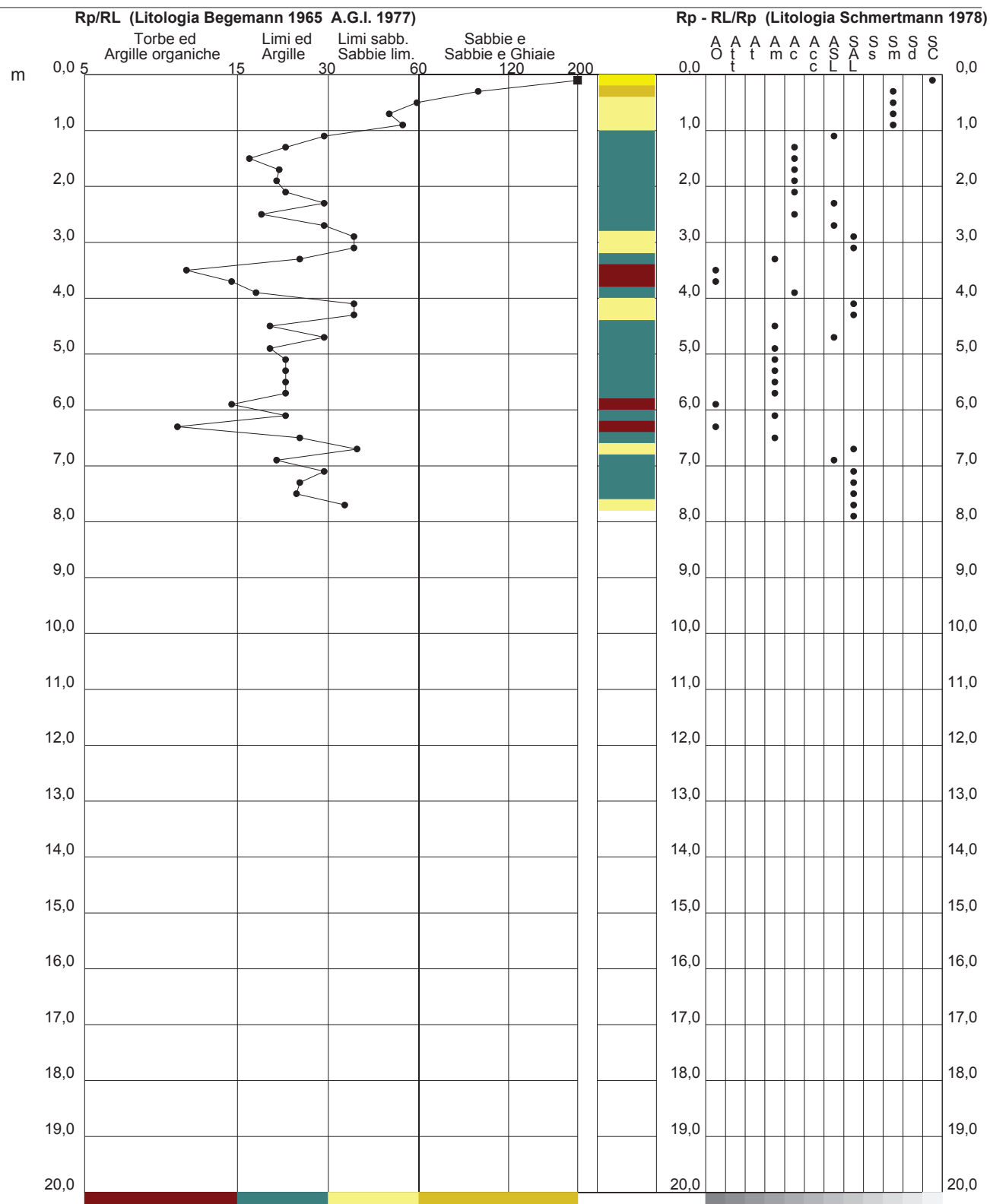
- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



CPT 2

3.010496-018

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 100
- data emiss. : 07/08/2013



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/08/2013

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	60	225	3:::	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	32	0,258	100	150	180
0,40	56	84	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	31	0,258	93	140	168
0,60	50	37	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	31	0,258	83	125	150
0,80	60	45	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	32	0,258	100	150	180
1,00	48	40	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	88	40	42	43	45	41	31	0,216	80	120	144
1,20	36	27	4/:	1,85	0,22	1,20	51,7	204	306	108	74	38	40	42	44	39	30	0,170	60	90	108
1,40	30	28	4/:	1,85	0,26	1,00	34,0	170	255	90	64	37	39	41	43	38	29	0,140	50	75	90
1,60	18	19	2///	1,85	0,30	0,75	20,1	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	14	17	2///	1,85	0,33	0,64	14,1	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	16	20	2///	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	22	82	3:::	1,85	0,41	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	34	28	0,084	37	55	66
2,40	10	19	2///	1,85	0,44	0,50	7,3	110	165	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	10	25	2///	1,85	0,48	0,50	6,6	123	185	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	14	35	4/:	1,85	0,52	0,64	8,1	124	186	48	20	31	34	37	40	30	26	0,039	23	35	42
3,00	14	52	4/:	1,85	0,55	0,64	7,4	136	204	48	19	31	34	36	40	29	26	0,036	23	35	42
3,20	10	75	4/:	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	6	29	32	35	38	27	26	0,014	17	25	30
3,40	12	22	2///	1,85	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	12	45	4/:	1,85	0,67	0,57	5,2	183	274	45	9	29	32	35	39	27	26	0,019	20	30	36
3,80	8	60	4/:	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
4,00	10	75	4/:	1,85	0,74	0,50	3,8	208	312	40	0	28	31	35	38	26	26	--	17	25	30
4,20	8	60	4/:	1,85	0,78	0,40	2,7	205	308	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
4,40	6	15	1***	1,85	0,81	0,30	1,8	37	55	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	10	37	4/:	1,85	0,85	0,50	3,2	237	356	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
4,80	10	37	4/:	1,85	0,89	0,50	3,1	244	366	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
5,00	6	45	4/:	1,85	0,93	0,30	1,5	175	262	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
5,20	6	45	4/:	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	28	31	35	38	25	26	--	10	15	18
5,40	6	22	2///	1,85	1,00	0,30	1,4	176	264	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	24	36	3:::	1,85	1,04	--	--	--	--	--	22	31	34	37	40	29	28	0,042	40	60	72
5,80	80	60	3:::	1,85	1,07	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	33	0,138	133	200	240
6,00	80	200	3:::	1,85	1,11	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	35	33	0,135	133	200	240
6,20	40	43	3:::	1,85	1,15	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	31	30	0,073	67	100	120
6,40	50	54	3:::	1,85	1,18	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	32	31	0,089	83	125	150
6,60	70	26	4/:	1,85	1,22	2,33	14,1	397	595	210	55	36	38	40	42	34	32	0,117	117	175	210
6,80	260	97	3:::	1,85	1,26	--	--	--	--	--	99	42	43	45	46	40	40	0,256	433	650	780
7,00	360	--	3:::	1,85	1,30	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	600	900	1080

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/08/2013

NATURA COESIVA														NATURA GRANULARE													
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²						
0,20	20	75	4/:	1,85	0,04	0,80	99,9	136	204	60	97	42	43	44	46	44	27	0,248	33	50	60						
0,40	40	100	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	30	0,258	67	100	120						
0,60	48	90	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	31	0,258	80	120	144						
0,80	20	37	4/:	1,85	0,15	0,80	51,7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0,140	33	50	60						
1,00	40	150	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	40	30	0,195	67	100	120						
1,20	20	37	4/:	1,85	0,22	0,80	31,2	136	204	60	53	35	38	40	42	36	27	0,113	33	50	60						
1,40	20	50	4/:	1,85	0,26	0,80	25,7	136	204	60	50	35	37	40	42	36	27	0,103	33	50	60						
1,60	22	27	4/:	1,85	0,30	0,85	23,3	144	216	66	50	35	37	40	42	35	28	0,103	37	55	66						
1,80	18	27	2///	1,85	0,33	0,75	17,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,00	18	22	2///	1,85	0,37	0,75	15,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,20	14	52	4/:	1,85	0,41	0,64	11,0	108	162	48	26	32	34	37	40	31	26	0,050	23	35	42						
2,40	10	25	2///	1,85	0,44	0,50	7,3	110	165	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,60	10	15	2///	1,85	0,48	0,50	6,6	123	185	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
2,80	10	37	4/:	1,85	0,52	0,50	6,0	137	206	40	9	29	32	35	39	28	26	0,019	17	25	30						
3,00	10	37	4/:	1,85	0,55	0,50	5,5	150	225	40	7	29	32	35	39	27	26	0,016	17	25	30						
3,20	10	15	2///	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
3,40	18	45	4/:	1,85	0,63	0,75	7,8	152	228	56	24	31	34	37	40	30	27	0,046	30	45	54						
3,60	8	15	2///	1,85	0,67	0,40	3,3	187	280	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
3,80	8	30	4/:	1,85	0,70	0,40	3,1	194	291	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24						
4,00	4	15	1***	1,85	0,74	0,20	1,2	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
4,20	4	15	1***	1,85	0,78	0,20	1,2	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
4,40	6	22	2///	1,85	0,81	0,30	1,8	171	256	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
4,60	6	22	2///	1,85	0,85	0,30	1,7	172	259	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
4,80	4	15	1***	1,85	0,89	0,20	1,0	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
5,00	6	22	2///	1,85	0,93	0,30	1,5	175	262	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
5,20	4	30	4/:	1,85	0,96	0,20	0,9	120	180	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12						
5,40	4	15	1***	1,85	1,00	0,20	0,8	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
5,60	4	15	1***	1,85	1,04	0,20	0,8	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
5,80	4	30	4/:	1,85	1,07	0,20	0,8	120	180	20	--	28	31	35	38	25	25	--	7	10	12						
6,00	2	15	1***	1,85	1,11	0,10	0,3	13	20	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
6,20	6	15	1***	1,85	1,15	0,30	1,2	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						
6,40	14	52	4/:	1,85	1,18	0,64	2,9	319	479	48	0	28	31	35	38	25	26	--	23	35	42						
6,60	32	40	3:::	1,85	1,22	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	29	0,054	53	80	96						
6,80	40	75	3:::	1,85	1,26	--	--	--	--	--	35	33	35	38	41	31	30	0,068	67	100	120						
7,00	66	33	3:::	1,85	1,30	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,108	110	165	198						
7,20	80	60	3:::	1,85	1,33	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	33	0,123	133	200	240						
7,40	120	60	3:::	1,85	1,37	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	35	0,161	200	300	360						
7,60	200	50	3:::	1,85	1,41	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	39	38	0,215	333	500	600						
7,80	340	--	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	567	850	1020						
8,00	--	--	???	1,85	1,48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--						

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

3.010496-018

- committente: ERSU
- lavoro: Dott. Geol. Francesco Ceccarelli
- località: Pietrasanta
- resp. cantiere:
- assist. cantiere:

- data prova : 07/08/2013
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 07/08/2013

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	42	315	3:::	1,85	0,04	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	45	30	0,258	70	105	126
0,40	38	95	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	30	0,258	63	95	114
0,60	56	60	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	31	0,258	93	140	168
0,80	26	49	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	40	28	0,166	43	65	78
1,00	36	54	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	40	30	0,184	60	90	108
1,20	16	30	4:/:	1,85	0,22	0,70	26,2	118	177	52	46	34	37	39	42	35	27	0,093	27	40	48
1,40	18	22	2///	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	16	17	2///	1,85	0,30	0,70	18,3	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	20	21	4:/:	1,85	0,33	0,80	18,8	136	204	60	44	34	36	39	41	34	27	0,088	33	50	60
2,00	14	21	2///	1,85	0,37	0,64	12,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	12	22	2///	1,85	0,41	0,57	9,6	98	147	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	12	30	4:/:	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	19	31	34	36	40	30	26	0,036	20	30	36
2,60	10	19	2///	1,85	0,48	0,50	6,6	123	185	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	12	30	4:/:	1,85	0,52	0,57	7,1	129	194	45	15	30	33	36	39	29	26	0,029	20	30	36
3,00	10	37	4:/:	1,85	0,55	0,50	5,5	150	225	40	7	29	32	35	39	27	26	0,016	17	25	30
3,20	10	37	4:/:	1,85	0,59	0,50	5,1	163	244	40	6	29	32	35	38	27	26	0,014	17	25	30
3,40	10	25	2///	1,85	0,63	0,50	4,7	175	262	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	10	11	2///	1,85	0,67	0,50	4,4	186	279	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	12	15	2///	1,85	0,70	0,57	4,8	195	292	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	12	18	2///	1,85	0,74	0,57	4,5	206	309	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	10	37	4:/:	1,85	0,78	0,50	3,6	219	329	40	--	28	31	35	38	26	26	--	17	25	30
4,40	10	37	4:/:	1,85	0,81	0,50	3,4	229	343	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
4,60	8	20	2///	1,85	0,85	0,40	2,4	213	320	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	8	30	4:/:	1,85	0,89	0,40	2,3	217	325	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24
5,00	8	20	2///	1,85	0,93	0,40	2,2	219	329	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	22	2///	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6	22	2///	1,85	1,00	0,30	1,4	176	264	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	6	22	2///	1,85	1,04	0,30	1,3	177	265	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	6	22	2///	1,85	1,07	0,30	1,3	177	266	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	4	15	1***	1,85	1,11	0,20	0,7	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	6	22	2///	1,85	1,15	0,30	1,2	178	268	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	4	10	2***	1,85	1,18	0,20	0,7	26	39	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	10	25	2///	1,85	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	46	38	3:::	1,85	1,26	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,079	77	115	138
7,00	42	21	4:/:	1,85	1,30	1,40	6,9	326	489	126	36	33	36	38	41	31	30	0,070	70	105	126
7,20	80	30	4:/:	1,85	1,33	2,67	15,0	453	680	240	57	36	38	40	43	34	33	0,123	133	200	240
7,40	100	25	4:/:	1,85	1,37	3,33	19,1	567	850	300	64	37	39	41	43	35	34	0,143	167	250	300
7,60	130	24	4:/:	1,85	1,41	4,33	25,6	737	1105	390	73	38	40	42	44	37	35	0,167	217	325	390
7,80	140	35	3:::	1,85	1,44	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	37	36	0,173	233	350	420
8,00	380	--	3:::	1,85	1,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	633	950	1140