COMUNE DI PAVULLO NEL FRIGNANO

Provincia di Modena

OGGETTO: Progetto Unitario Convenzionato.
Ristrutturazione edilizia di fabbricato, con demolizione dell'esistente

PROGETTO UNITARIO CONVENZIONATO

TAVOLA		Scala
1.5	Relazione Geologica	
Revisione		Data
A		2017

Il Progettista

ORDINE INGEGNERI PROV. BOLOGNA
INGEGNERE
ANDREA BURCHI
LAUREA SPECIALISTICA
Sezione: A
N° 7927 / A
Settori civile ambientale, industriale, dell'informazione

La Proprietà

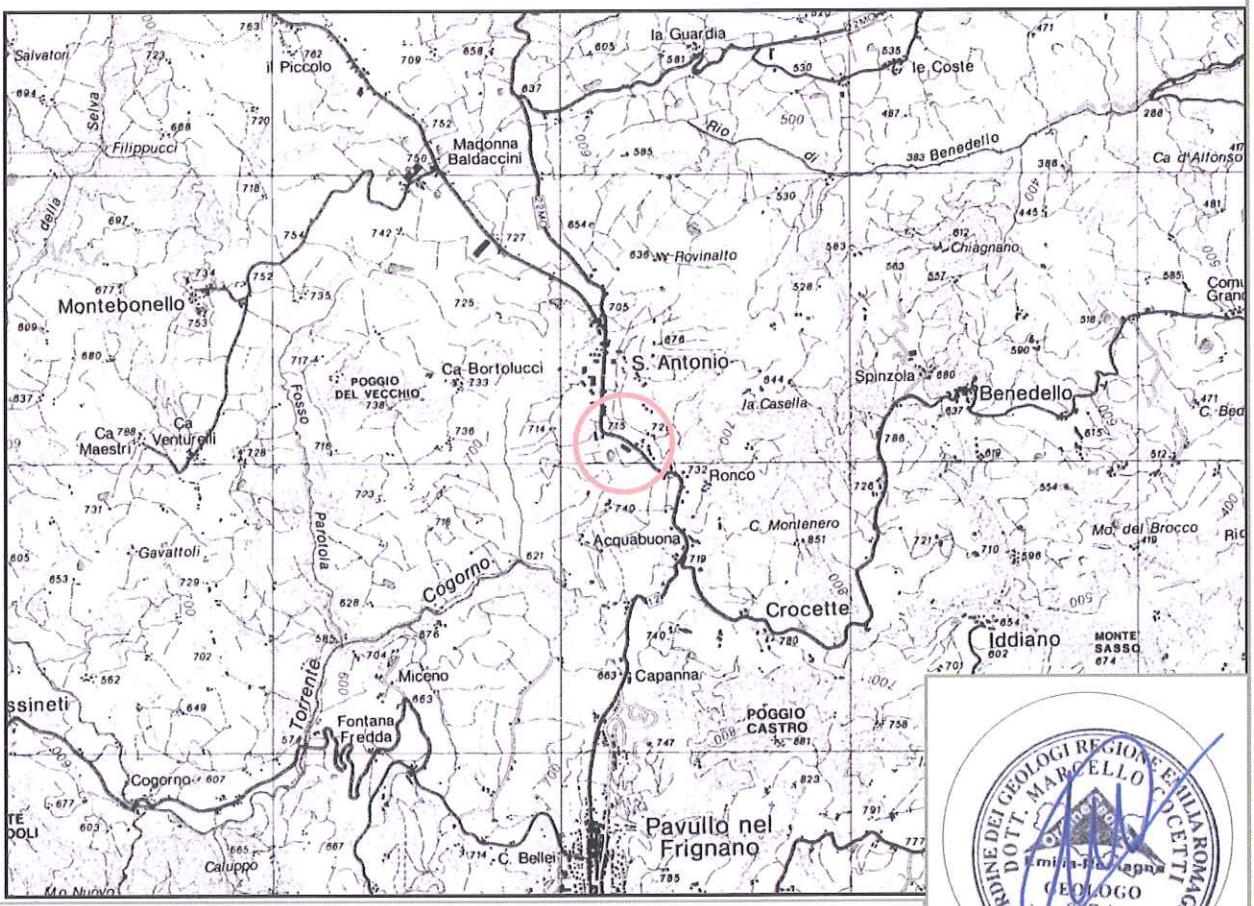
SITECO SRL
Via Braglia n. 10
41026 Pavullo N/F (MO)

COGEO STUDIO GEOLOGICO
Dott. Cocetti Marcello - Dott. Cocetti Pier Luigi
Via Giardini Sud n° 127 - 41026 Pavullo nel Frignano (MODENA)
TEL. 0536/324537 - E-MAIL cogeo@fastwebnet.it

Geologica Geotecnica Sismica

(CONFORME AI PUNTI 6.1, 6.2, 6.3 DELL'ALLEGATO B.2.1 DEL BURERT N° 153)

OGGETTO	:	DEMOLIZIONE, RICOSTRUZIONE DI EDIFICIO COMMERCIALE, PIAZZALE PARCHEGGI E PIAZZOLA DI SOSTA AUTOBUS.
LOCALITÀ	:	*SANT'ANTONIO — FOGLIO 39, MAPPALE 118.*
COMUNE	:	PAVULLO NEL FRIGNANO
COMMITTENTE	:	SITECO SRL
PROGETTO	:	SITECO SRL



UBICAZIONE DELL'INTERVENTO SCALA 1:50'000 1 Km

TAV. F236	COORDINATE UTM	Est: 646440	Nord: 914080

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. MARCELLO COCETTI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
N. 820 ALBO. P.

5L-I7-LR-L8

INDICE

1. RELAZIONE GEOLOGICA (punto 6.1, allegato B.2.1 del BURERT n°153)
   1.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO
   1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO
   1.3 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA
   1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'
   1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E PARAMETRI NOMINALI
2. RELAZIONE SISMICA (punto 6.3, allegato B.2.1 del BURERT n°153)
   2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA (DM 14/01/2008)
      2.1.1 Classificazione del Suolo in base alle Vs30
   2.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (DM 14/01/2008)
3. PARAMETRI GEOTECNICI
   3.1 DATI DI PROGETTO
      3.1.1 Opera in progetto
      3.1.2 Parametri caratteristici e di progetto
   3.2 CONSIDERAZIONI
4. CONCLUSIONI

RIFERIMENTI NORMATIVI

Circ. 07/03/08 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
DM 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni)
DAL RER 112/2007 (Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica)
O.P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003 (Normativa antisismica)
D.M.LL.PP. 11/03/1988
D.M. 21/01/1981
Circ. LL.PP. n° 21597/81
Circ. R.E.R n° 12831
R.D. 03/12/23 n° 3267 e succ. mod. e integr.
T.L. 27/06/1985 n° 312

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

-La Geologia del versante Padano dell'Appennino Settentrionale
Università degli Studi di Modena - Istituto di Geologia
-Appennino Tosco-Emiliano. Guide Geologiche Regionali.
A cura della Società Geologica Italiana
-Schema Introduttivo alla Geologia delle Epiliguridi dell'Appennino Modenese e delle Aree Limitrofee
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 215-244, 21 ff.
-Schema Introduttivo alla Geologia delle Liguridi dell'Appennino Modenese e delle Aree Limitrofee
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 91-125, 27 ff.
-I Melange dell'Appennino Settentrionale dal T.Tresinaro al T.Sillaro.
Mem.Soc.Geol. It 39 (1987), 187-214, 19 ff.

RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:25000.
TAVOLA 236-NO

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:5000.
ELEMENTO 236033

ESTRATTO CATASTALE Scala 1:2000. COMUNE DI PAVULLO NEL FRIGNANO.
FOGLIO 39; MAPPALE 118.

CARTA GEOLOGICO-SCHEMATICA DELL'APPENNINO MODENESE E ZONE LIMITROFE. Scala 1:100000. Istituto di Geologia dell'Università di Modena

CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG a Scala 1:10000.
SEZIONE 236030

CARTA DEL DISSESTO (PTCP).
SEZIONE 236030

ALLEGATI

TAV. 1, 2 - Localizzazione del sito su cartografia CTR

TAV. 3 - Morfometria del Versante a scala 1:5000

TAV. 4 - Carta Geologica CARG a scala 1:10000

TAV. 5 - Carta del Dissesto a scala 1:10000

TAV. 6 - Carta del Rischio Sismico a scala 1:10000

TAV. 7 - Carta Forestale a scala 1:10000

TAV. 8 - Estratto Catastale a scala 1:1000

TAV. 9 - Pianta del Fabbricato scala 1:400.

ALLEGATO A - Prove Penetrometriche Dinamiche

ALLEGATO B - Registrazione Sismica e Spettri Elastici

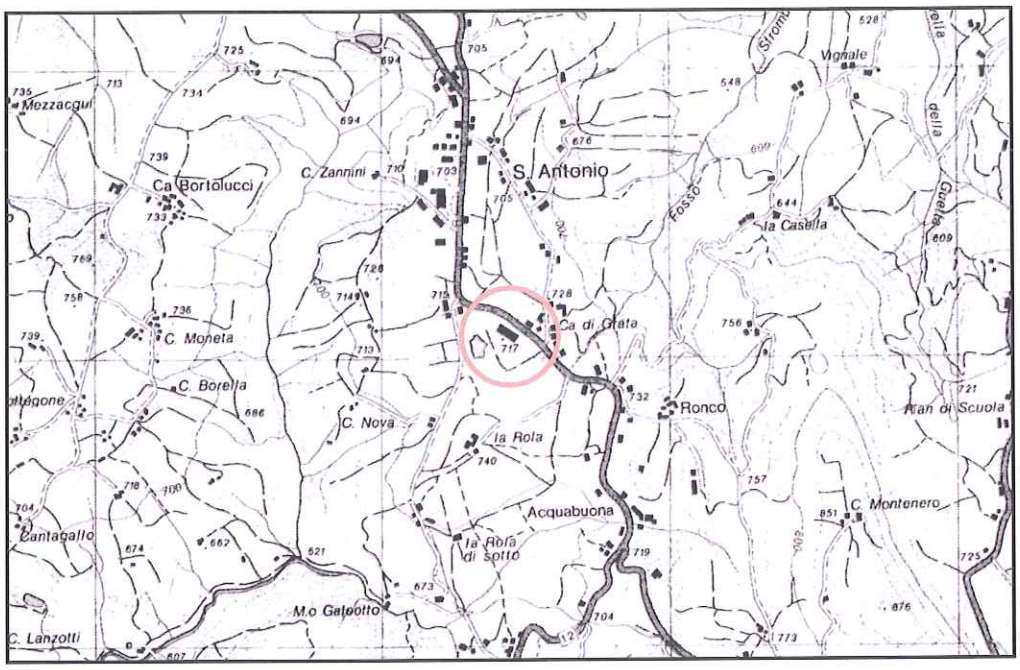
ALLEGATO C - Sezioni Stratigrafiche Interpretative

CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:25'000

TAVOLA 236no

TAV. 1

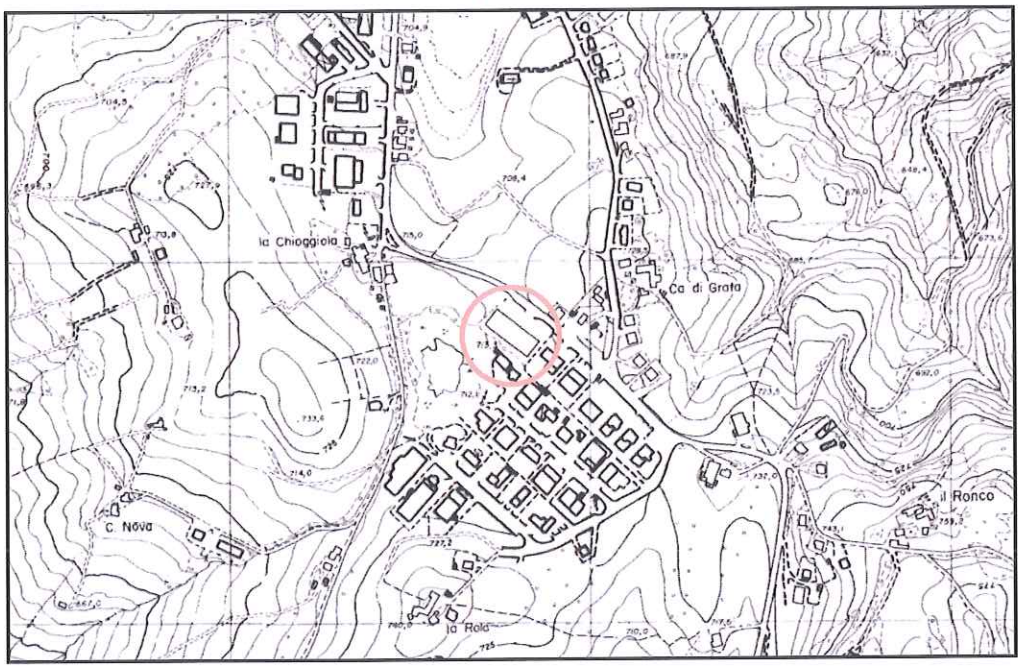


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:10'000

SEZIONE 236030

TAV. 2



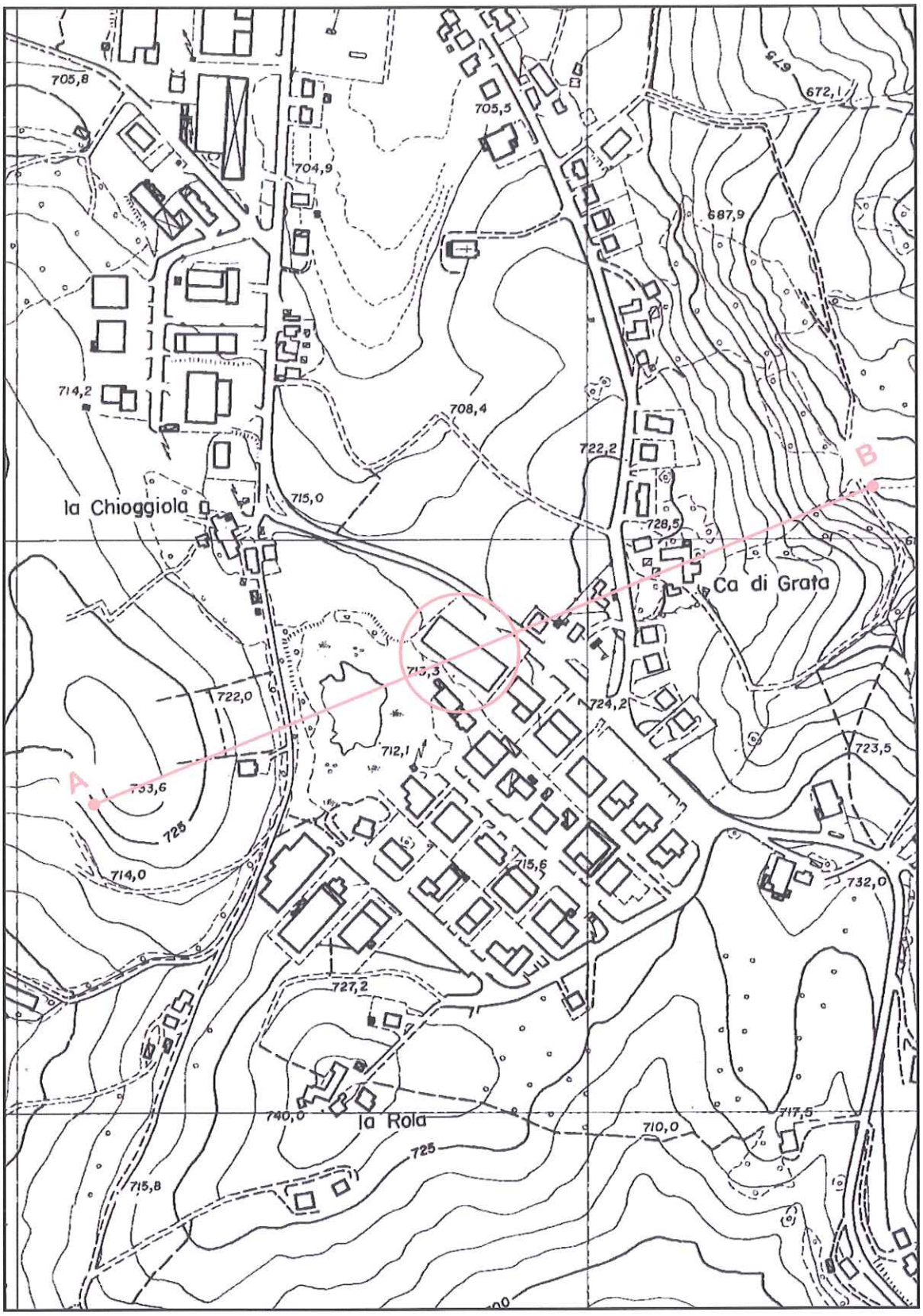
UBICAZIONE DEL SITO

CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:5'000

ELEMENTO 236033

TAV. 3



SEZIONE TOPOGRAFICA

Scala X = 1: 5000 Scala Q = 1: 5000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	16	17	18	19	20	22	24	26
DIST.PROG.	0.0	13.3	38.4	64.7	105.2	134.7	168.6	222.4	275.1	314.2	393.4	460.6	494.5	535.0	594.8	613.7	635.7	649.8	671.9	697.4	736.1
DIST.PARZIALE	0.0	13.3	25.1	26.3	40.5	29.5	34.0	53.8	52.7	39.1	66.7	67.1	33.9	29.0	59.8	18.9	22.0	14.1	10.7	13.1	26.4
QUOTA	725.0	730.0	733.0	730.0	725.0	720.0	715.0	712.0	712.0	715.0	720.0	725.0	728.0	725.0	720.0	715.0	710.0	705.0	695.0	685.0	675.0

MORFOMETRIA DEL VERSANTE

RILEVATO DALLA CARTA TECNICA REGIONALE

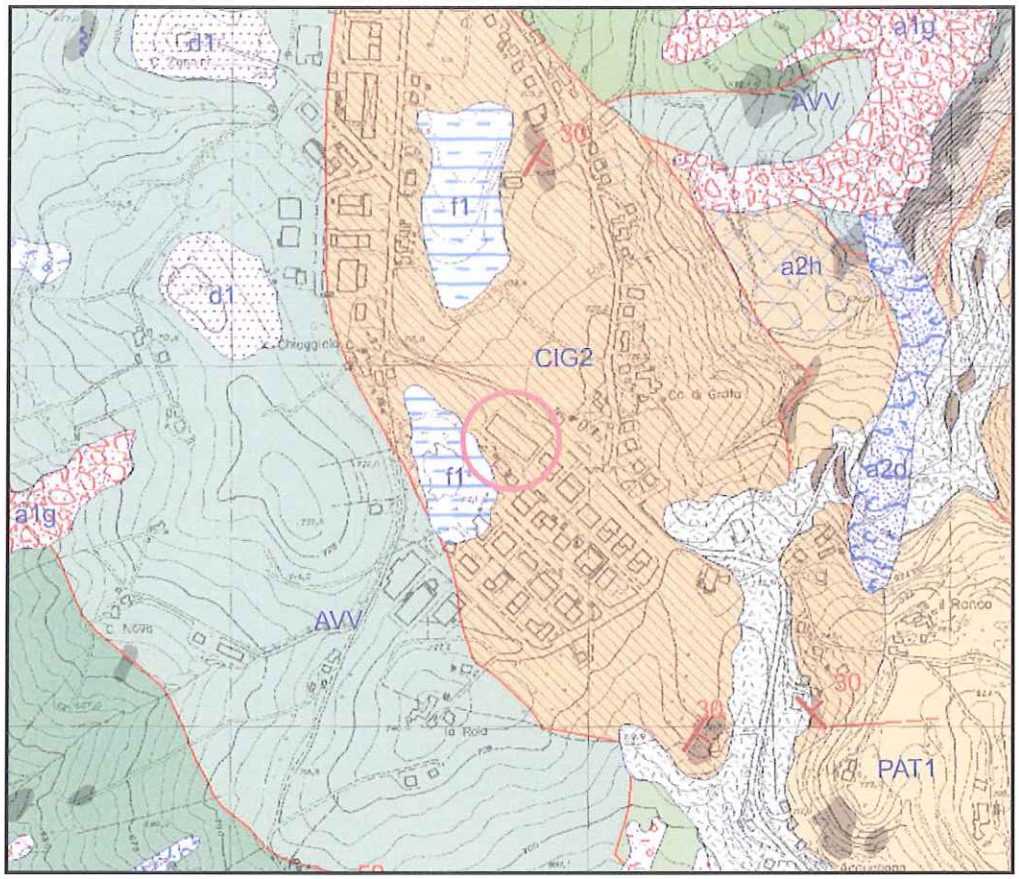
Scala 1:5000

Pun.n°	D.Prog.	D.Parz.	Quota	Acc.%	Acc.°
0002.0	0013.3	0013.3	0730.0	037.6	020.6
0003.0	0038.4	0025.1	0733.0	012.0	006.8
0004.0	0064.7	0026.3	0730.0	011.4	006.5
0005.0	0105.2	0040.5	0725.0	012.4	007.0
0006.0	0134.7	0029.5	0720.0	017.0	009.6
0007.0	0168.6	0034.0	0715.0	014.7	008.4
0008.0	0222.4	0053.8	0712.0	005.6	003.2
0009.0	0275.1	0052.7	0712.0	000.0	000.0
0010.0	0314.2	0039.1	0715.0	007.7	004.4
0011.0	0326.7	0012.5	0720.0	040.0	021.8
0012.0	0393.4	0066.7	0720.0	000.0	000.0
0013.0	0460.6	0067.1	0725.0	007.4	004.3
0014.0	0494.5	0033.9	0728.0	008.9	005.1
0015.0	0506.0	0011.6	0728.0	000.0	000.0
0016.0	0535.0	0029.0	0725.0	010.3	005.9
0017.0	0594.8	0059.8	0720.0	008.4	004.8
0018.0	0613.7	0018.9	0715.0	026.4	014.8
0019.0	0635.7	0022.0	0710.0	022.7	012.8
0020.0	0649.8	0014.1	0705.0	035.5	019.6
0021.0	0661.2	0011.4	0700.0	043.9	023.7
0022.0	0671.9	0010.7	0695.0	046.7	025.0
0023.0	0684.2	0012.3	0690.0	040.6	022.1
0024.0	0697.4	0013.1	0685.0	038.1	020.8
0025.0	0709.7	0012.3	0680.0	040.5	022.1
0026.0	0736.1	0026.4	0675.0	018.9	010.7

CARTA GEOLOGICA CARG

Scala 1:10'000

TAV. 4



DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA

Depositi quaternari continentali

- a1 - Deposito di frana attiva di tipo indeterminato
- a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
- a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento
- a1g - Deposito di frana attiva complessa
- a6 - Detrito di falda
- b1 - Deposito alluvionale in evoluzione
- b1a - Deposito alluvionale in evoluzione fissato da vegetazione
- d1 - Deposito eolico
- f1 - Deposito palustre
- i1 - Conoide torrentizia in evoluzione
- a3 - Deposito di versante s.l.
- a4 - Deposito eluvio-colluviale
- d1 - Deposito eolico

Successione epiligure

- CIG - Formazione di Cigarello
- CIG2 - Formazione di Cigarello - membro di Monte Luminasio
- CIG1 - Formazione di Cigarello - membro di Montalto Nuovo
- PAT - Formazione di Pantano
- PAT2 - Formazione di Pantano - membro di Montecuccolo
- PAT1 - Formazione di Pantano - membro di Sassoguidano
- CTG - Formazione di Contignaco
- MVT - Brecce argillose della Val Tiepido-Canossa
- ANT - Marne di Antognola

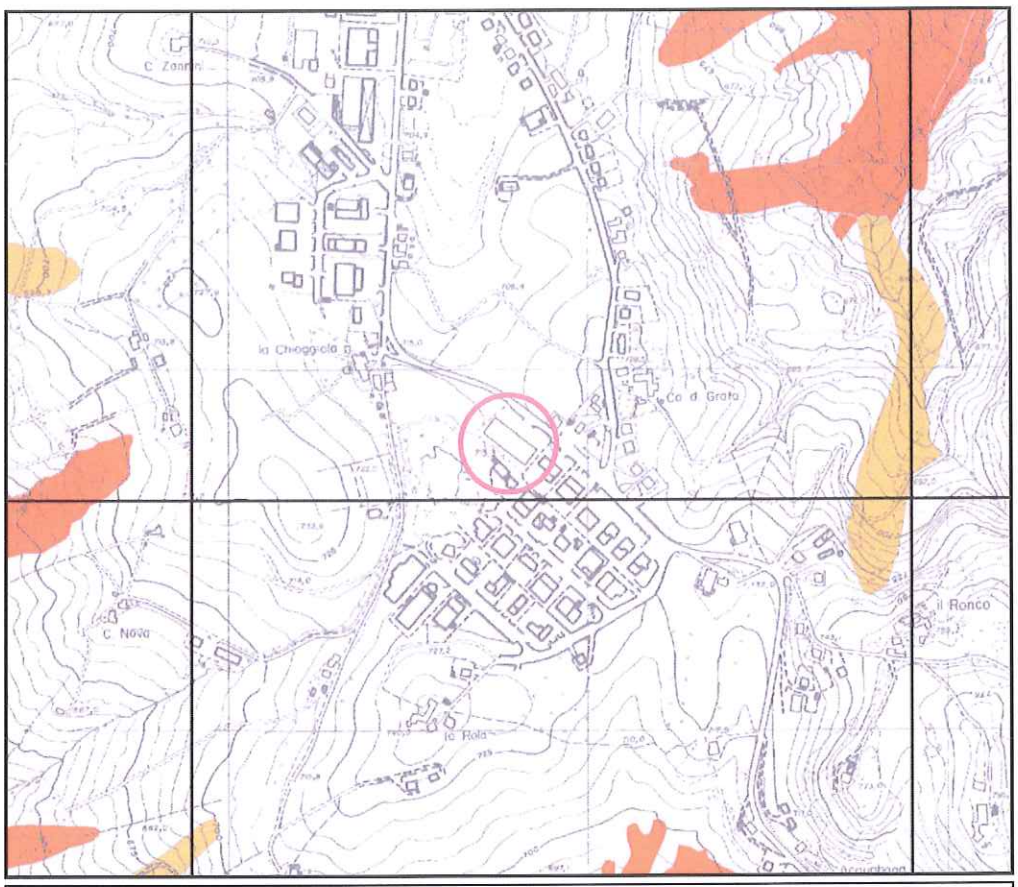
Unità liguri

- AVI - Argille di Viano
- MCS - Flysch di Monte Cassio
- MOH - Formazione di Monghidoro

CARTA DEL DISSESTO PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 5



PTCP Provincia di Modena

Carta del Dissesto

Scala 1:10000

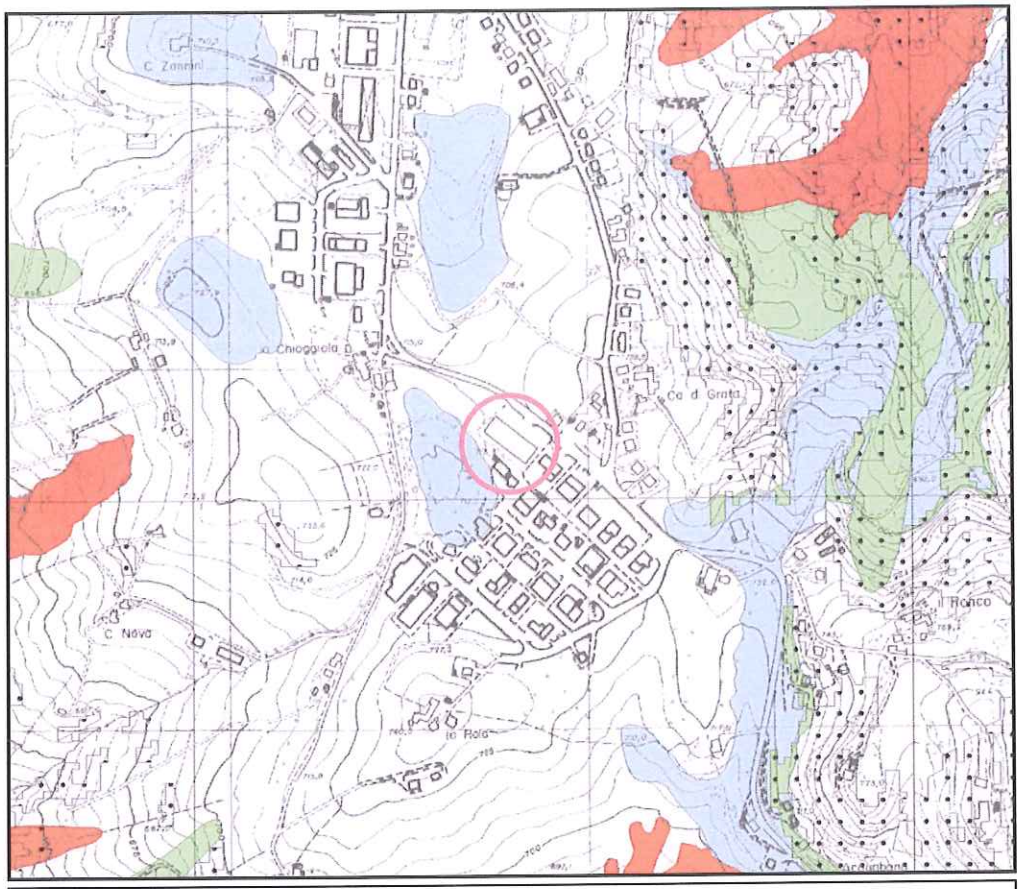
0 100 200 300 400 500 mt

VOCI DI LEGENDA				
Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità				
			Aree interessate da frane attive	Art.15
			Aree interessate da frane quiescenti	
Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità				
			Aree potenzialmente instabili	Art.16
Aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato				
	Codice scheda 2.1.1 NR		Abitati da consolidare o da trasferire (perimetrazione approvata ai sensi dell'art.29 comma 2 del PTPR)	Art.17
			Aree a rischio idrogeologico molto elevato	Art.18A
			Aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3)	Art.18B

CARTA DEL RISCHIO SISMICO

Scala 1:10'000

TAV. 6



PTCP Provincia di Modena

Aree Suscettibili di effetti locali

Scala 1:10000

0 100 200 300 400 500 mt

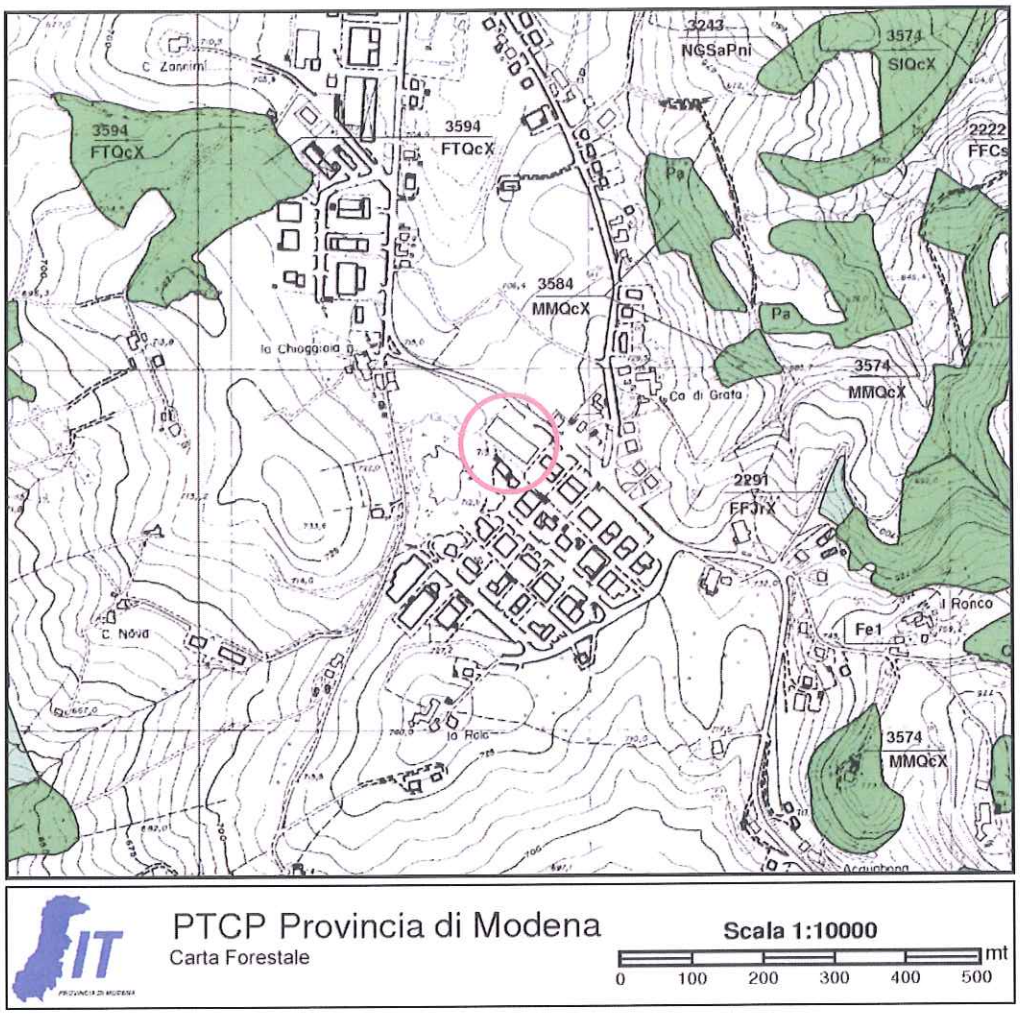
Effetti attesi

	1	**Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche** studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.
	2	**Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche** studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
	3	**Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche** studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello.
	4	**Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche** studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; microzonazione sismica*: approfondimenti di III livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.
	5	**Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche** studi*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; microzonazione sismica*: approfondimenti di II livello.

CARTA FORESTALE PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 7



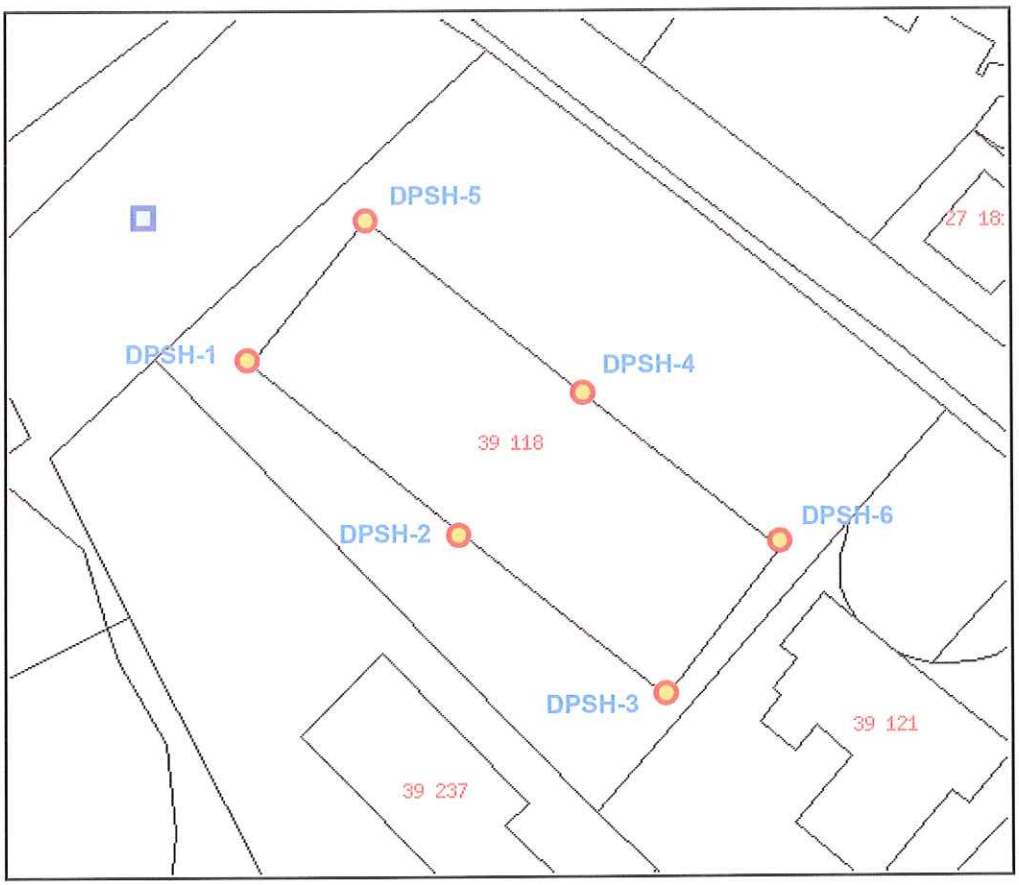
LEGENDA

- Area Forestale
- Area Agricola: colture permanenti
- Area Urbana: parco e/o giardino

ESTRATTO CATASTALE

Scala 1:1000

TAV. 8



COMUNE:	PAVULLO
FOGLIO:	39
MAPPALE:	118

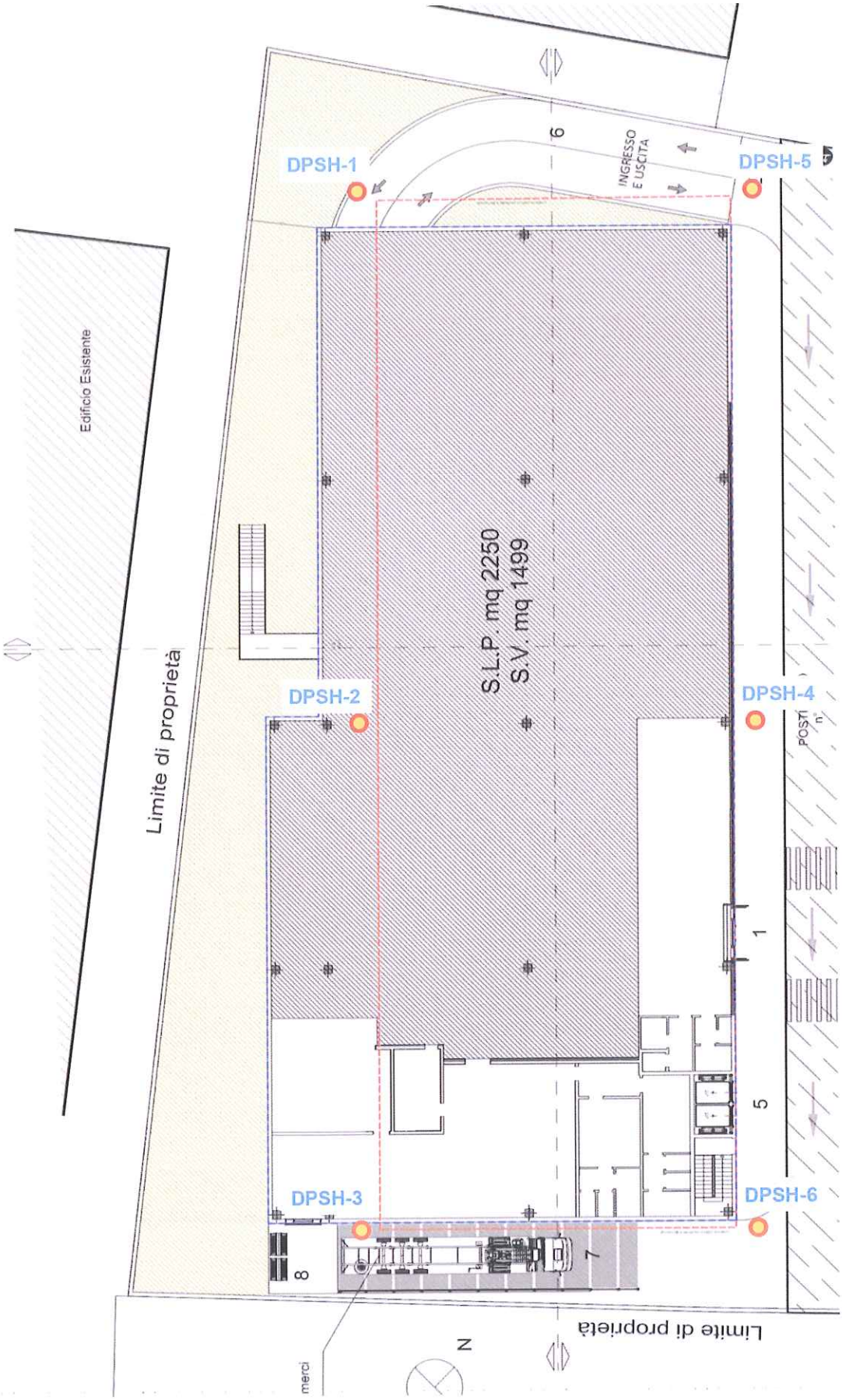
REGISTRAZIONE SISMICA

PROVA PENETROMETRICA

PIANTA DEL FABBRICATO

Scala 1:400

TAV. 9



1. RELAZIONE GEOLOGICA (6.1)

1.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito è ubicato alla periferia Sud di S.Antonio, lungo la S.S.12 dell'Abetone-Brennero, ad una quota di circa 720 m s.l.m. in un'area debolmente declinante verso Sud/Ovest.

L'area di S. Antonio, che è zona di spartiacque fra il bacino del *Fiume Panaro* a Est e del *Fiume Secchia* a Ovest, presenta, nella sua parte centrale, una depressione chilometrica allungata in direzione Nord-Sud, fondo di un antico bacino palustre. Tale concavità ha favorito, in tempi passati, la formazione di zone umide, ora testimoniate dalla presenza di depositi fluvio-lacustri e palustri, caratterizzati prevalentemente da argille nere e da lenti di torba.

Nelle aree al contorno della "conca" sono presenti unità in gran parte marnoso-argillose: il Membro di Monte Luminasio della *Formazione di Cigarello* (CIG_2) e le *Arenarie di Scabiazza* (SCB).

Tali litotipi influenzano la geomorfologia che si presenta dolce e priva di bruschi cambi di acclività.

Dove l'acclività risulta più accentuata (settore orientale) abbiamo fenomeni di dissesto impostati soprattutto sui termini più argillosi (*Argille Varicolori* e *Arenarie di Scabiazza*): qui la morfologia presenta le tipiche forme dei terreni predisposti al dissesto, con gibbosità, piccoli fenomeni di soliflusso e pendii irregolari.

Nel settore occidentale e nell'area in oggetto la morfologia si prepresenta dolce e i fenomeni di dissesto sono praticamente assenti.

Limitati sono i depositi di versante (a3) costituiti da materiali eterometrici provenienti in massima parte dallo smantellamento dell'unità arenacea e accumulati per gravità o ruscellamento alla base degli affioramenti delle arenarie calcaree. Tali materiali vengono descritti nella carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo a scala 1:10.000 come "depositi detritici con clasti litoidi eterometrici, dai massi alle peliti,".

Il bacino idrografico principale è quello del *Fiume Secchia*.

Le caratteristiche morfometriche del versante in oggetto sono riportate nella tavola 2.

1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico nell'area affiorano la *Formazione di Cigarello* del *Gruppo di Bismantova* (*Membro di Monte Luminasio*, CIG2), e quei terreni appartenenti alla Successione Ligure che in passato venivano denominati *Complesso Caotico e/o Argille Scagliose*, e descritti come: "Accumuli per frana sottomarina (Olistostromi). Blocchi di calcari grigi e verdastri, talora con microfossili cretacei ed eocenici, subordinatamente di arenarie calcarifere, inglobati in una matrice argillosa."

Seguendo la recente classificazioni introdotta nella *Carta Geologica del CARG* nell'area affiorano le seguenti unità:

- UNITA' EPILIGURI

GRUPPO DI BISMANTOVA

Form. di Cigarello: Membro di Monte Luminasio (ABI2);

- UNITA' LIGURI

Arenarie di Scabiazza *(SCB);*

Argille Varicolori *(AVV);*

GRUPPO DI BISMANTOVA

Membro di Monte Luminasio della Form. di Cigarello (CIG2)

E' il litotipo che ritroviamo nel sito di intervento, al di sotto dei depositi di versante o di altra natura.

Si tratta di alternanze di arenarie localmente calcarenitiche e di peliti in strati risedimentati prevalentemente medio spessi e sottili, con rapporto A/P=1. Le arenarie da medie a fini hanno cementazione variabile e colore grigio-nocciola, ocraceo per alterazione.

Potenza di circa 130 m. Langhiano - Serravalliano.

Arenarie di Scabiazza (SCB)

Torbiditi pelitico-arenacee in strati da sottili a medi con arenarie fini, micacee, grigie e peliti grigie o rossastre; rapporto A/P<< 1.

A luoghi intercalazioni di marne scheggiose grigio chiare, in alcuni casi cartografabili (ma).

La formazione è intensamente deformata.A luoghi compaiono li-

velli cartografabili (ms) di brecce poligeniche con matrice argillosa e clasti quasi esclusivamente costituiti da calcilutiti biancastre e grigiochiare interpretabili come depositi di colate sedimentarie di età cretacea superiore. Contatto basale non affiorante. Parziale eteropia con AVV. Cenomaniano - Campaniano inf.?

Argille Varicolori (AVV)

Argille rosse, violacee, verdastre, grigie e nerastre da ben stratificate a caotiche con intercalazioni di: torbiditi pelitico-arenacee sottili (rapporto A/P<<1), torbiditi arenacee o microconglomeratiche in strati isolati, siltiti manganesifere, calcari e calcari marnosi o marne grigio-chiare. La formazione è intensamente deformata a scala metrica. Potenza geometrica parziale dell'ordine di alcune centinaia di metri.Contatto basale non affiorante; parziale eteropia con SCB. Cenomaniano - Campaniano inf.

1.3 IDROGEOLOGIA

L'area in oggetto si pone in prossimità della conca di S.Antonio che con direzione Sud-Nord funge da spartiacque fra il bacino del *Fiume Panaro* (Est) e del *Fiume Secchia* (Ovest).

Le acque superficiali sono convogliate in rivoli che finiscono per confluire direttamente in tributari di destra del *Torrente Cogorno* che, più a valle, si immette nel *Torrente Rossenna*.

Il bacino principale è quello del *Fiume Secchia*.

La permeabilità dei terreni, facenti parte dell'area oggetto di indagine, è praticamente nulla in corrispondenza dei depositi fluviolacustri, scarsa ove affiorano le *Arenarie di Scabiazza*, limitata per fessurazione e porosità in corrispondenza delle arenarie e marne appartenenti alla *Gruppo di Bismantova (Formazione di Cigarello)*.

Le prove penetrometriche eseguite hanno intercettato la presenza della falda ad una profondità di circa -2 m dal p.c. in prossimità del lato di valle (prove DPSH-1, 2, 3).

L'intervento non turberà in alcun modo il regime delle acque superficiali e/o sotterranee.

1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'

I processi erosivi, ad opera delle acque superficiali e di ruscellamento, sono nulli nell'area ove è previsto l'intervento, per i limitati valori dell'acclività e soprattutto per l'assenza di influenza diretta sul sito da parte del reticolo idrografico.

In aree distanti e collocate sul versante opposto in direzione Est, appartenenti al bacino del *Fiume Panaro*,sono presenti fenomeni di erosione concentrata lungo i rivoli che solcano il versante ove sono interessate le formazioni argillose e/o i depositi a matrice pelitica. Tali fenomeni si manifestano con entità e in aree che non possono esercitare alcuna influenza sul tratto di versante in oggetto.

Nella "Carta delle frane e della stabilità dei terreni del bacino del Fiume Panaro" l'area esaminata e le zone circostanti sono classificate come: "Terreni molto stabili".

Nella *Carta del Dissesto,* estratta dal PTCP, non vengono segnalati fenomeni di dissesto e/o instabilità.

Dalle conoscenze acquisite, derivanti dallo studio geomorfologico sul campo, dall'analisi della cartografia esistente, dalle analisi delle prove geognostiche, dalle registrazioni sismiche, l'area risulta sufficientemente stabile.

1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

E' stato eseguito un sopralluogo che ha permesso di caratterizzare l'area dal punto di vista geologico -geomorfologico.

Quindi sono state eseguite 6 prove penetrometriche dinamiche di tipo super pesante (DPSH) ed è stata utilizzata una registrazioni sismica a stazione singola (HVSR).

Le prove penetrometriche sono state eseguite nei pressi degli spigoli del fabbricato in progetto e a metà del lato più lungo.

L'ubicazione delle prove penetrometriche dinamiche e delle registrazioni sismiche viene riportata sull'Estratto Catastale e sulla ortofoto nell'allegato A. Le prove penetrometriche dinamiche hanno permesso di valutare lo spessore dei depositi più superficiali e la profondità dell'unità marnosa: in generale lungo la sezione DPSH-

1-2-3, si ha il minimo spessore dei depositi più superficiali valutabile mediamente in circa 4 m, mentre in corrispondenza dell'allineamento DPSH-4-5-6 si ha il massimo spessore dei depositi superficiali (6-7 m); questi sono in genere costituiti da depositi di origine antropica e poi da depositi di versante (vedi paragrafo 1.5.3)

1.5.1 Parametri geotecnici nominali e carico ammissibile

Si riporta l'elaborazione della prova DPSH-4, una di quelle che hanno mostrato lo spessore di depositi superficiali con caratteristiche meccaniche più scadenti.

Nelle tabelle seguenti vengono correlati il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica con quelli della prova Standard Penetration Test (Nspt); infine vengono ricavati i principali parametri geotecnici nominali del terreno e il carico ammissibile:

Si noti come fino a –6.4 m dal p.c. si ha un terreno con caratteristiche meccaniche modeste (Cu~40/65 kPa; Qa~70/100 kPa): quindi, con l'aumentare della profondità, le caratteristiche migliorano, ma lo strato "molto consistente", lo si raggiunge solamente ad una profondità di circa –10.5 m dal p.c.

Per i dettagli sulle elaborazioni delle altre prove penetrometriche dinamiche si rimanda all'allegato A.

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-04
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO					LOCALITA' :	S.ANTONIO				
COMUNE:	PAVULLO					DATA:	22/04/2011				
NOME FILE	SITECO DPSH-04					PENETROMETRO DPSH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	$\sigma v'$ [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	35.2	19831	260	187	16759	323	7.6	11732	469
1.6	2.8	5.8	24.2	4090	95	39	3456	74	22.8	1899	76
5.4	4.2	8.3	26.1	5864	239	55	4956	114	56.2	2503	100
6.4	5.0	9.7	27.1	6913	366	65	5842	138	79.1	2586	103
9.0	6.6	12.5	28.7	8889	524	84	7512	175	95.3	3122	125
10.6	9.9	18.1	31.4	12830	863	121	10842	246	114.2	4205	168
11.0	28.5	49.2	42.2	34952	3833	330	29537	606	123.2	11608	464
11.2	70.0	118.3	45.0	83970	6052	792	70961	1400	125.9	27928	1117

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = N_{spt}<30\ (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15;\ N_{spt}>30\ -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
$Qa_1 = (h \cdot \gamma' \cdot Nq) / 3$ [kN/m²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
$Qa_2 = (Cu \cdot Nc) / 3$ [kN/m²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
$Rdp = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
$Qa_3 = Rdp / 15 \div 30$; Rdp / 25 [kN/m²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

1.5.2 Registrazione Sismica a Stazione Singola

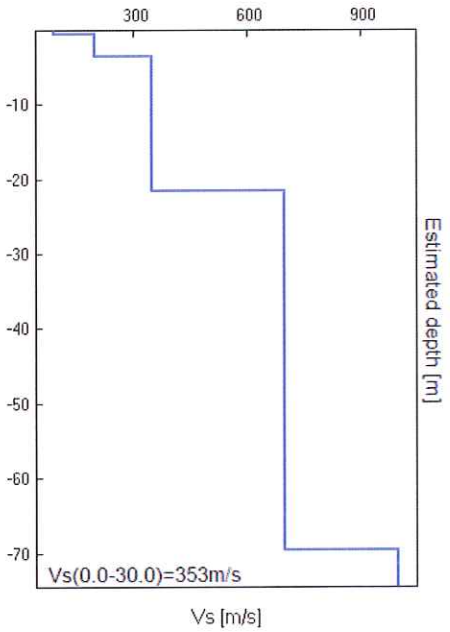
Per la classificazione sismica si è effettuata una registrazione sismica a stazione singola. Si tratta di un sistema ultra–portatile per l'acquisizione del rumore sismico. Il sistema si basa sulla tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e verticale, (HVSR, Noghoshi e Igarashi 1970) con la quale è possibile risalire alla frequenza fondamentale di risonanza del sito e la ricostruzione stratigrafica del terreno e il calcolo della velocità delle onde S nei vari strati. La frequenza fondamentale di risonanza (Fr) dello strato relativa alle onde S è infatti pari a:

$$Fr = Vs / (4 \cdot h)$$

Dalla formula precedente, conoscendo la frequenza di risonanza e sapendo dalle prove penetrometriche che il passaggio fra lo strato più superficiale e quello sottostante avviene ad una certa profondità (h) si può ottenere la Vs media dello strato sovrastante.

Estendendo il ragionamento agli altri strati ed eseguendo l'inversione della velocità con ricostruzione teorica del grafico delle frequenze attraverso opportuno software si ottengono interpretazioni stratigrafiche simili alla quella sotto riportata (vedi Allegato B).

Bottom of the layer [m]	Vs [m/s]
0.60	90
3.60	200
21.60	350
69.60	700
inf.	1000



1.5.3. Stratigrafia del Sito

La stratigrafia dell'area è abbastanza complicata per la presenza di rilevati di origine antropica che ricoprono il terreno naturale.

Il terreno risulta molto disomogeneo, con spessore dei depositi a caratteristiche meccaniche modeste che varia fra circa 4 m delle prove 1-2-3 ai circa 6/7 m delle altre prove (4-5-6).

Si è riscontrata la presenza di una probabile falda nelle prove 1, 2, 3 ad una profondità di –2 m dal p.c. e tracce di acqua nella 4.

Di seguito si riportano le stratigrafie delle singole verticali di indagine: la descrizione degli strati è stata possibile dalla conoscenza geologica del sito e dalla elaborazioni delle prove geognostiche.

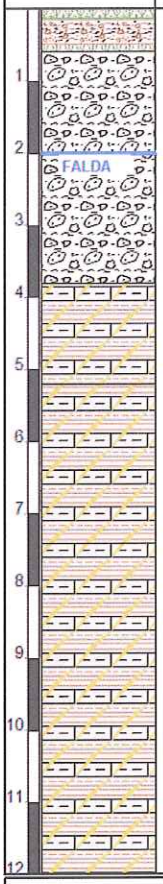
Di fianco alla descrizione litologica, vengono riportati il numero dei colpi medi della prova Nspt.

Per una stima dei movimenti terra e dello spessore dei depositi più superficiali si rimanda alle "sezioni stratigrafiche interpretative" riportate nell'allegato C.

STRATIGRAFIA DPSH-1

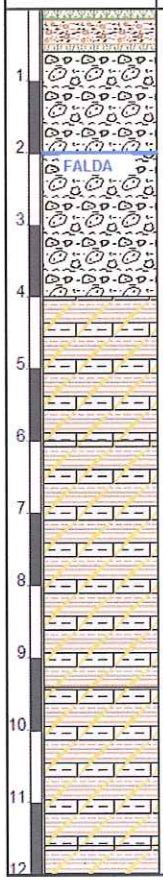
LITOLOGIA	H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
			Massicciata Cortiliva
	0.6		Depositi antropici e/o di versante
FALDA		5 [2.4]	
	3.8	10 [3.8]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
	8.2	22 [8.2]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
		35 [9.0]	
	9.4	82 [9.4]	Formazione di Cigarello.

STRATIGRAFIA DPSH-2



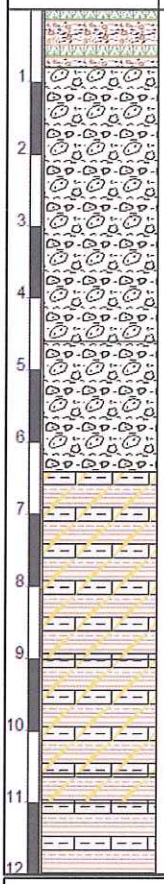
H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
		Massicciata Cortiliva
0.6		Depositi antropici e/o di versante
	6 [2.0]	
	9 [3.6]	
3.8		Formazione di Cigarello. Marne Alterate
5.2	12 [5.2]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
7.4	20 [7.4] 36 [7.8]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
	26 [10.0] 45 [10.4]	

STRATIGRAFIA DPSH-3



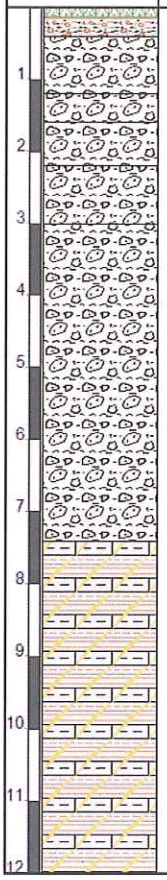
H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
		Massicciata Cortiliva
0.6		Depositi antropici e/o di versante
4.0	7 [4.0]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
6.0	12 [6.0]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
9.4	24 [9.4]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
11.6	35 [11.6]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate

STRATIGRAFIA DPSH-4



H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
		Massicciata Cortiliva
0.8		Depositi antropici e/o di versante (tracce di acqua a -2.6 m)
	6 [1.6]	
4.6		Depositi antropici e/o di versante
	8 [5.4]	
6.4	10 [6.4]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
9.0	12 [9.0]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
10.6	18 [10.6]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
11.0	49 [11.0]	Formazione di Cigarello.
	100 [11.4]	

STRATIGRAFIA DPSH-5



H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
0.4		Massicciata Cortiliva
		Depositi antropici e/o di versante
1.2	28 [1.2]	
1.6	9 [1.6]	Depositi antropici e/o di versante
		Depositi antropici e/o di versante
2.2	18 [2.2]	
		Depositi antropici e/o di versante
3.0	7 [3.0]	
		Depositi antropici e/o di versante
7.4	14 [7.4]	Formazione di Cigarello.
	21 [11.8]	

STRATIGRAFIA DPSH-6

LITOLOGIA	H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
	0.6		Massicciata Cortiliva
		6 [1.4] 10 [2.4] 7 [3.6] 11 [4.0]	Depositi antropici e/o di versante
	6.2	8 [6.2]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate
	8.2	15 [8.2] 24 [8.6] 33 [10.6] 28 [11.2]	Formazione di Cigarello. Marne Alterate

Per la costruzione delle sezioni stratigrafiche è stata adottata la quota di riferimento della prova penetrometrica dinamica DPSH-1: la quota viene indicata nelle sezioni riportate nell'allegato C con una linea tratteggiata rossa.

Vista la modesta capacità portante dei depositi presenti in superficie e soprattutto la disomogeneità del terreno, si è pensato, in accordo con il progettista, di ricorrere a fondazioni di tipo profondo.

I pali dovranno raggiungere e incastrarsi, per alcuni metri, nello strato arenaceo-marnoso: i primi livelli alterati e fratturati giacciono ad una profondità variabile fra 4 e 7 m dal p.c.

2. RELAZIONE SISMICA (6.3)

2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA (DM 14/01/2008)

In base alla classificazione contenuta nell'ordinanza del PCM. n° 3274 del 20 Marzo 2003, il comune di *Pavullo nel Frignano* ricade nella Zona Sismica n° 3 con a_g = 0.15 g.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-015	0,15
4	<0,05	0,05

Nelle recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008) l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale, non viene più riferita ai territori comunali ma ad una griglia di riferimento specifica.

Quindi per ottenere i parametri di riferimento bisogna introdurre la latitudine e la longitudine del luogo e il tempo di ritorno; ad esempio per il sito in questione, con un Tr = 475 anni si ottiene una accelerazione massima a_g = 0.159 g

Il suolo viene ancora suddiviso in cinque classi principali (A, B, C, D, E) più due categorie aggiuntive S1 e S2 (vedi nota 1).

NOTA 1: Categorie del suolo di fondazione

A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica NSPT > 50, o coesione non drenata Cu > 250 kPa).
C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < Cu < 250 kPa).
D - *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti* , caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (NSPT < 15, Cu < 70 kPa).
E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

In aggiunta a queste categorie, per le quali nel punto 3.2 vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:
S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (10<Cu<20 kPa)
S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

La classificazione avviene in base alla velocità delle onde S nel terreno, entro i primi 30 m di profondità dal p.c.

Se non si è in possesso della velocità delle onde S la normativa prevede ancora la correlazione fra la velocità delle onde S (Vs) e il numero dei colpi dello Standard Penetration Test (N_{spt}) oppure fra le Vs e le Cu.

2.1.1 Classificazione del suolo in base alle Vs

Per il calcolo delle Vs equivalenti, rappresentative dell'intero pacco di strati di 30 m di spessore, si ricorre alla relazione:

$$Vs_{30} = 30 \ / \ \Sigma \ (h_i \ / \ Vs_i)$$

Se eseguiamo il calcolo prendendo come riferimento i risultati ottenuti dalla registrazione sismica HVSR-2 otteniamo:

Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	90	0.35
3.60	3.00	200	0.35
21.60	18.00	350	0.35
69.60	48.00	700	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Elaborando le varie velocità secondo la formula precedente si ottiene per una profondità h = 0 m dal p.c. la seguente Vs30:

$$Vs_{30} \sim 353 \text{ m/s}$$

Dopo aver calcolato la Vs_{30} (velocità equivalente delle onde S), si individua il tipo di suolo corrispondente: nel nostro caso (vedi anche nota 1 nella pagina precedente), si hanno valori delle onde S con: $180<Vs_{30}<360$ m/s e quindi un suolo di tipo C.

Per le 3 registrazioni sismiche eseguite in sito vedi l'allegato B.

2.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO DEL SITO

Ai fini del DM 14/09/2005 e successive modifiche e dell'OPCM 3274 va definito lo spettro di risposta elastico, in accelerazione, per il sito in esame. Tale spettro indica, per ciascuna frequenza, la risposta allo scuotimento massimo (da terremoto) di un oscillatore elastico smorzato semplice (che rappresenta un edificio teorico 'tipo') con frequenza propria pari alla frequenza considerata.

Secondo l'ultima versione del DM 14/01/2008 tale spettro va calcolato secondo le formule sottostanti che valgono per le componenti orizzontali del moto del suolo.

Forma dello spettro elastico di riferimento

Accelerazione. Componenti orizzontali. § 3.2.3.2.2

$0 \le T < T_B$ $$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$T_B \le T < T_C$ $$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

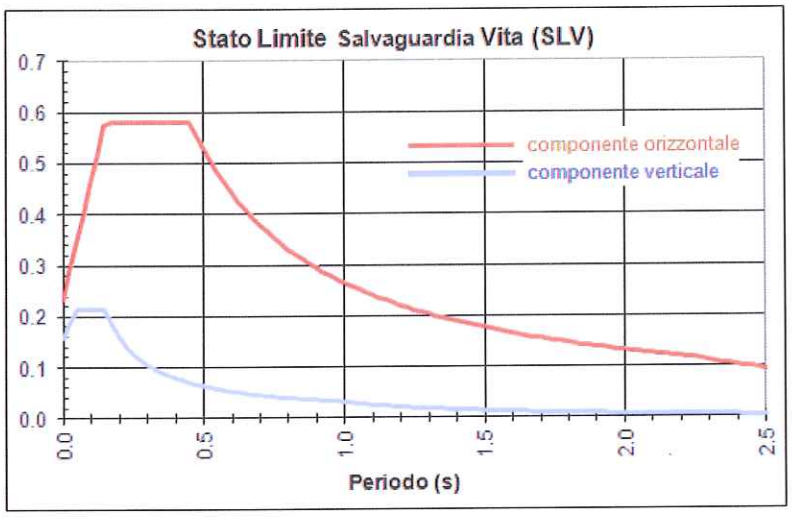
$T_C \le T < T_D$ $$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$T_D \le T$ $$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$$

$S = S_S \times S_T$	coeff. ampl. stratigrafica x coeff. ampl. topografica tab.3.2V-VI
$\eta = (10 / (5 + \xi))^{1/2}$	ξ è lo smorzam. in % (normalmente 5%, diversamente si valuta in base alle caratteristiche dell'edificio)
F_o	fatt. amplif.spettrale max orizz. (> 2.2, allegato alla norma)
$T_c = C_c \times T_c^*$	(C_c in tab.3.2V e T_c^* in allegato alla norma)
$T_B = T_c / 3$	
$T_D = 4\, a_g / g + 1.6$	

Con T si intende il periodo fondamentale di risonanza dell'edificio (espresso in secondi) e con ag l'accelerazione massima di picco del sottosuolo (PGA) in caso di terremoto (m/s^2).

Elaborando i dati ottenuti si ottiene per un suolo tipo C, un tempo di ritorno Tr = 475 anni, una amplificazione topografica St = 1.0 e un coefficiente di smorzamento pari al 5% i seguenti spettri:



Quindi dalla sintesi dei dati (vedi ALLEGATO) è possibile fornire per il sito in oggetto il seguente quadro:

1) La categoria del suolo di fondazione è la C

2) L'accelerazione orizzontale di picco PGA (Peak Ground Acceleration) è di **0.59** con Tr = 475 anni (dove *g* = accelerazione di gravità = 9.81 m/s²).

3) Il coefficiente di amplificazione stratigrafica Sc e il coefficiente Cc sono quelli relativi alla categoria di suolo di fondazione **C** descritti nella tabella sottostante.

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per i dettagli si veda la tabella sottostante e il DM 14/01/2008.

3. PARAMETRI GEOTECNICI

3.1 DATI DI PROGETTO

3.1.1 Opere in progetto

Il progetto è relativo alla demolizione e ricostruzione di un edificio commerciale in località *S.Antonio* (Pavullo nel Frignano).

Il fabbricato in progetto si presenta in pianta a forma irregolare con una lunghezza di circa 70 m e una larghezza max. di 33 m.

Le prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e la registrazione sismica a stazione singola (HVSR) hanno fornito elementi sufficienti alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del sito.

La stratigrafia del sito e le caratteristiche meccaniche dei terreni consigliano fondazioni su pali di medio, grande diametro, in modo da scaricare le pressioni ad una profondità min. di 10/12m dal p.c.

In accordo con il progettista si è quindi deciso di adottare fondazioni su pali che possano garantire in terreni non omogenei come quelli presenti, una migliore distribuzione dei carichi su strati più profondi è più consistenti.

3.1.2 Parametri Caratteristici e di Progetto

Seguono le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici caratteristici e di progetto per il terreno di fondazione.

I dati si riferiscono ai valori nominali ricavati dalle prove penetrometriche e sono stati rielaborati al 5° percentile di distribuzione della media così da ottenere i valori caratteristici (Xk).

Il valori di progetto (Xd) vengono ricavati da quelli caratteristici secondo il DM 14/01/ 2008 (vedi tabella 6.2.II).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Per piccole superfici e <u>per il calcolo della portanza del palo singolo</u> si utilizzano i parametri delle seguenti tabelle:

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.8	19.0	33.4	4	37.1	4.1	32.8	32.8	224	76.6	145	145
2.4	2.6	5.5	8	23.9	2.0	20.5	20.5	37	15.8	17	17
3.8	5.0	9.7	7	27.1	0.6	26.0	26.0	65	6.7	55	55
8.2	12.3	22.2	22	33.2	1.5	30.8	30.8	149	23.2	114	114
9.0	20.0	35.1	4	37.9	1.6	33.5	33.5	235	32.9	152	152
9.4	48.0	81.7	2	45.0	0.0	39.8	39.8	547	31.5	354	354

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	14.7	26.1	3	34.5	4.1	30.5	30.5	175	68.9	113	113
2.0	3.1	6.5	7	24.8	1.0	23.2	23.2	43	8.3	31	31
3.6	4.9	9.5	8	26.9	0.7	25.8	25.8	64	7.5	52	52
5.2	6.5	12.3	8	28.6	0.9	27.1	27.1	83	10.7	66	66
7.4	11.4	20.6	11	32.5	1.0	30.8	30.8	138	16.2	113	113
7.8	21.0	36.7	2	38.5	0.0	34.0	34.0	246	0.0	159	159
10.0	14.8	26.4	11	34.9	0.8	33.5	33.5	177	14.9	153	153
10.4	26.5	45.9	2	41.2	2.4	36.4	36.4	308	55.2	199	199
14.2	18.4	32.4	19	36.9	2.6	32.6	32.6	217	53.7	141	141
16.0	13.4	24.1	9	34.0	0.7	32.9	32.9	161	11.4	143	143
17.0	21.2	37.1	5	38.5	2.0	34.1	34.1	248	42.1	161	161

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.8	21.3	37.0	4	35.9	6.9	34.5	28.8	248	205.6	202	144
4.0	3.3	6.7	16	24.9	1.1	24.5	20.0	45	9.3	40	29
6.0	6.0	11.5	10	28.1	0.5	27.8	22.9	77	5.4	73	52
9.4	13.4	24.0	17	33.9	1.5	33.3	27.7	161	24.3	150	107
11.6	20.2	35.4	11	38.0	1.2	37.3	31.4	237	24.9	223	159
13.0	39.9	68.1	7	44.8	0.3	44.6	38.2	456	78.6	394	281

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-04

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	4	35.2	3.9	31.1	31.1	187	70.6	121	121
1.6	2.8	5.8	4	24.2	1.4	21.4	21.4	39	11.5	25	25
5.4	4.2	8.3	19	26.1	1.1	24.3	24.3	55	10.5	40	40
6.4	5.0	9.7	5	27.1	0.0	24.0	24.0	65	0.0	42	42
9.0	6.6	12.5	13	28.7	0.7	27.5	27.5	84	8.8	70	70
10.6	9.9	18.1	8	31.4	1.0	29.9	29.9	121	14.1	99	99
11.0	28.5	49.2	2	42.2	1.0	37.3	37.3	330	23.7	213	213
11.2	70.0	118.3	1	45.0		39.8	39.8	792		513	513

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-05

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.4	9.5	17.4	2	31.1	1.7	27.5	27.5	117	24.1	76	76
1.2	15.5	27.5	4	35.2	2.6	31.1	31.1	184	46.3	119	119
1.6	4.5	8.9	2	26.5	0.8	23.5	23.5	59	8.3	38	38
2.2	9.7	17.7	3	31.2	2.4	27.6	27.6	119	34.7	77	77
3.0	3.3	6.7	4	25.0	0.6	22.1	22.1	45	5.9	29	29
7.4	7.2	13.6	22	29.2	0.8	27.8	27.8	91	10.6	75	75
12.2	11.9	21.4	24	32.9	1.3	30.8	30.8	144	20.3	113	113
13.4	16.3	28.9	6	35.8	0.6	34.8	34.8	194	11.6	175	175
13.8	29.0	50.1	2	42.4	0.6	37.5	37.5	335	15.8	217	217

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-06

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	23.3	40.6	3	39.6	2.5	35.0	35.0	272	52.8	176	176
1.4	2.8	5.8	4	24.3	0.8	21.5	21.5	39	6.1	25	25
2.4	5.4	10.4	5	27.5	0.6	24.3	24.3	70	6.3	45	45
3.6	3.7	7.4	6	25.5	0.7	24.4	24.4	50	6.1	40	40
4.0	6.0	11.5	2	28.1	0.0	24.9	24.9	77	0.0	50	50
6.2	3.9	7.8	11	25.8	0.9	24.4	24.4	52	8.3	40	40
8.2	8.1	15.1	10	30.0	1.2	28.1	28.1	101	15.6	77	77
8.6	13.5	24.2	2	34.0	2.3	30.1	30.1	162	39.8	105	105
10.6	19.3	33.9	10	37.5	1.4	35.3	35.3	227	27.4	185	185
11.2	15.7	27.8	3	35.4	0.4	31.3	31.3	186	6.5	121	121
12.0	23.0	40.1	4	39.5	1.5	34.9	34.9	268	32.9	174	174
12.4	31.0	53.4	2	43.3	0.6	38.3	38.3	358	15.8	231	231

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

3.2 CONSIDERAZIONI

L'intervento in progetto prevede la demolizione di un fabbricato esistente e la costruzione di un edifico ad uso commerciale.

Dalla sintesi delle indagini eseguite nell'area possiamo desumere il seguente quadro geologico e geotecnico:

1) Il sito presenta depositi superficiali poco consistenti o poco addensati, dalle modeste caratteristiche meccaniche, di spessore variabile: valutabile in circa 6.5/7.0 m sul lato Est, verso la strada giardini, e in circa 4 m sul lato Ovest;

2) Nell'area il tetto del substrato marnoso alterato è posto ad una profondità di circa -4 m rispetto alla quota 0.0. della prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH-1.

3) In corrispondenza dei fori di sondaggio delle prove penetrometriche dinamiche DPSH-1, 2, 3 è stata rinvenuta la presenza di una probabile falda ad una profondità di circa –2 m dal p.c.

4) In base alla ricostruzione stratigrafica e geotecnica ed alle registrazioni sismiche eseguite, l'area in oggetto risulta appartenere alla categoria sismica di suolo C.

5) Le caratteristiche meccaniche dei terreni e soprattutto la disomogeneità del piano di fondazione sconsigliano l'adozione di fondazioni di tipo superficiale. In casi come questi si può intervenire con fondazioni di tipo profondo (pali) o con tecniche (per lo più iniezioni di cementi o resine) che possano portare ad un aumento dei parametri meccanici del terreno in modo da poter utilizzare fondazioni superficiali come ad esempio i plinti.

6) Vista la natura e la geomorfologia del terreno, in accordo con il progettista si è deciso di adottare fondazioni su pali: si rimanda alle valutazioni dell'ingegnere per la tipologia di pali da adottarsi.

7) Si rimanda alla relazione dello strutturista per il calcolo della capacità portante del palo e delle fondazioni.

8) Nell'allegato A vengono fornite le prove penetrometriche dinamiche e le relative elaborazioni.

9) Nell'allegato B viene fornita la registrazione sismica e gli spettri di risposta elastica secondo il DM2008;

10) Infine nell'allegato C vengono fornite le Sezioni Stratigrafico - Geotecniche interpretative.

4. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto riguarda la costruzione di un edificio ad uso commerciale in località *La Chioggiola,* a S. Antonio, in comune di *Pavullo nel Frignano.*

Per la ricostruzione stratigrafica dell'area e per la caratterizzazione geotecnica del terreno sono state eseguite 6 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH).

Per la classificazione sismica del sito è stata utilizzata un registrazione a stazione singola HVSR.

L'area presenta uno spessore variabile di depositi superficiali da poco addensati a plastici; lo spessore di tali depositi varia da un massimo di circa 7 m, in corrispondenza del piazzale, di fronte alla strada giardini, ad un minimo di circa 4 m sul lato opposto, sul retro del fabbricato, verso Ovest.

Vista la particolare stratigrafia dell'area e la natura dei terreni presenti, in accordo con il progettista si è deciso di adottare fondazioni su pali di medio grande diametro.

Nella relazione (§.3.1.2) vengono riportati i parametri caratteristici e di progetto del terreno di fondazione per fondazioni su pali (nell'allegato A vengono fornite altre tabelle ed elaborazioni).

Viste le condizioni geologiche, geomorfologiche e stratigrafiche ed esaminata la registrazione sismica si conclude che l'area in oggetto rientra nella categoria di suolo C.

Per i dettagli sulla registrazione sismica e sui parametri sismici si rimanda all'Allegato B.

Si raccomanda di comunicare al sottoscritto la data di inizio lavori perché sia possibile, in sede esecutiva, verificare l'idoneità delle scelte operate e/o prescrivere accertamenti ed adeguamenti.

Per tanto, dal punto di vista geologico e geotecnico, si rilascia parere favorevole all'intervento in progetto.

Pavullo, Luglio 2016

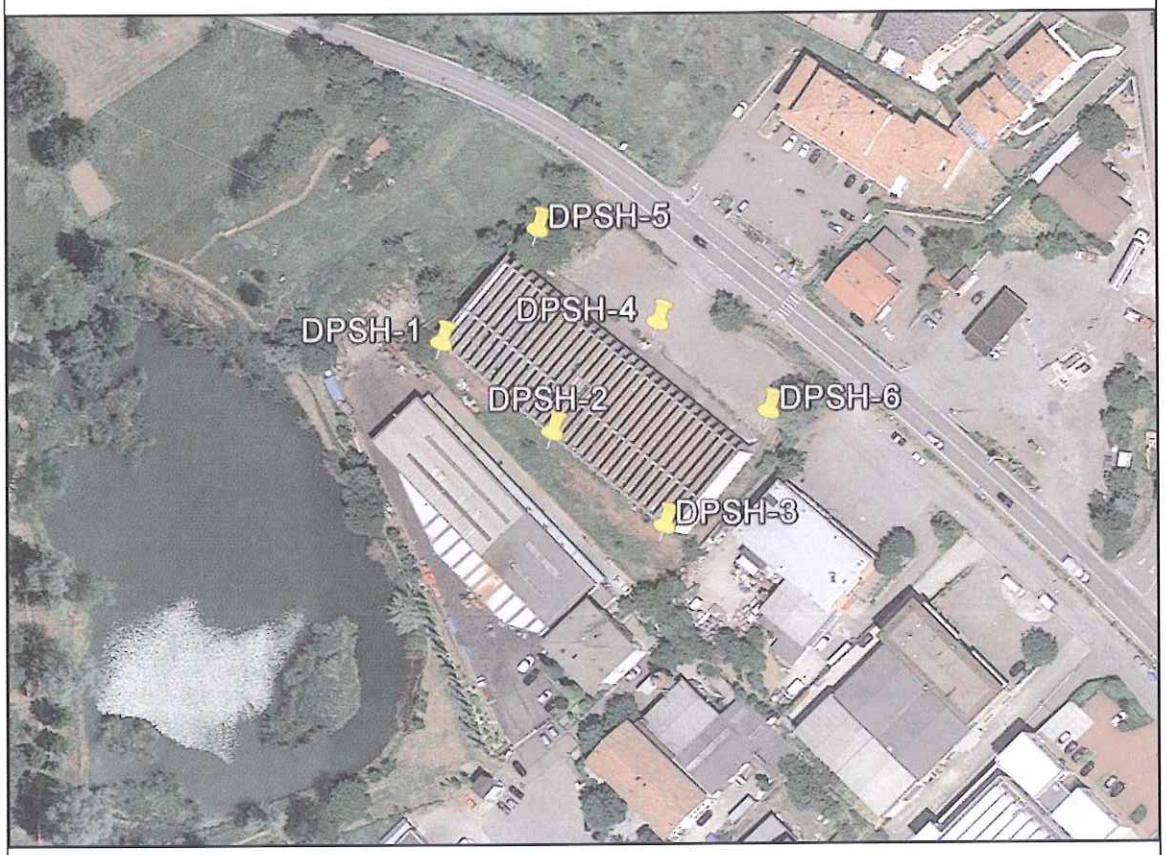
IL GEOLOGO

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. MARCELLO COSETTI
GEOLOGO
N. 120 ALBO

ALLEGATO A

Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante DPSH

TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE: SITECO		LOCALITA': S.ANTONIO	
COMUNE: PAVULLO		DATA: 22/04/2011	
NOME FILE: SITECO DPSH-01		PENETROMETRO DPSH	FALDA 2 m

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	18	31.7	36.8	22525	190	213	19035	365	1.9	1	13408	536
0.40	22	38.4	39.0	27266	351	257	23042	443	5.7	1	16387	655
0.60	26	45.1	41.0	31998	595	302	27041	521	9.5	1	19367	775
0.80	10	18.3	31.6	12982	162	123	10971	214	13.3	1	7449	298
1.00	4	8.0	25.9	5674	92	54	4795	97	17.1	2	2762	110
1.20	4	8.0	25.9	5674	107	54	4795	99	20.9	2	2762	110
1.40	2	4.4	23.1	3134	88	30	2648	59	24.7	2	1381	55
1.60	1	2.5	21.2	1796	79	17	1517	39	28.5	2	690	28
1.80	1	2.5	21.2	1796	88	17	1517	40	32.3	2	690	28
2.00	2	4.4	23.1	3134	121	30	2648	63	36.1	3	1287	51
2.20	3	6.2	24.7	4417	143	42	3733	84	38.9	3	1930	77
2.40	4	8.0	25.9	5674	172	54	4795	105	40.7	3	2574	103
2.60	5	9.7	27.1	6913	203	65	5842	126	42.5	3	3217	129
2.80	5	9.7	27.1	6913	211	65	5842	127	44.3	3	3217	129
3.00	5	9.7	27.1	6913	219	65	5842	127	46.1	4	3012	120
3.20	4	8.0	25.9	5674	200	54	4795	108	47.9	4	2410	96
3.40	5	9.7	27.1	6913	235	65	5842	128	49.7	4	3012	120
3.60	5	9.7	27.1	6913	243	65	5842	129	51.5	4	3012	120
3.80	6	11.5	28.1	8140	282	77	6879	149	53.3	4	3615	145
4.00	9	16.6	30.8	11779	396	111	9954	209	55.1	5	5097	204
4.20	9	16.6	30.8	11779	408	111	9954	209	56.9	5	5097	204
4.40	10	18.3	31.6	12982	461	123	10971	229	58.7	5	5663	227
4.60	9	16.6	30.8	11779	432	111	9954	211	60.5	5	5097	204
4.80	10	18.3	31.6	12982	488	123	10971	231	62.3	5	5663	227
5.00	10	18.3	31.6	12982	501	123	10971	231	64.1	6	5343	214
5.20	12	21.7	33.0	15380	614	145	12997	271	65.9	6	6412	256
5.40	11	20.0	32.3	14183	577	134	11985	252	67.7	6	5877	235
5.60	13	23.3	33.7	16575	703	156	14007	291	69.5	6	6946	278
5.80	12	21.7	33.0	15380	661	145	12997	272	71.3	6	6412	256
6.00	13	23.3	33.7	16575	737	156	14007	292	73.1	7	6574	263
6.20	12	21.7	33.0	15380	693	145	12997	274	74.9	7	6069	243
6.40	13	23.3	33.7	16575	771	156	14007	294	76.7	7	6574	263
6.60	14	25.0	34.4	17768	856	168	15015	313	78.5	7	7080	283
6.80	15	26.7	35.0	18959	948	179	16022	333	80.3	7	7586	303
7.00	15	26.7	35.0	18959	968	179	16022	334	82.1	8	7200	288
7.20	14	25.0	34.4	17768	912	168	15015	315	83.9	8	6720	269
7.40	13	23.3	33.7	16575	856	156	14007	297	85.7	8	6240	250
7.60	14	25.0	34.4	17768	949	168	15015	316	87.5	8	6720	269
7.80	14	25.0	34.4	17768	967	168	15015	317	89.3	8	6720	269
8.00	15	26.7	35.0	18959	1068	179	16022	337	91.1	9	6852	274
8.20	14	25.0	34.4	17768	1004	168	15015	318	92.9	9	6396	256
8.40	17	30.1	36.2	21337	1296	201	18031	377	94.7	9	7766	311
8.60	19	33.4	37.4	23711	1536	224	20038	416	96.5	9	8680	347
8.80	20	35.1	37.9	24897	1684	235	21040	435	98.3	9	9137	365
9.00	24	41.7	40.0	29633	2289	280	25042	512	100.1	10	10458	418
9.20	46	78.3	45.0	55613	4973	525	46997	933	101.9	10	20045	802
9.40	50	85.0	45.0	60335	5054	569	50988	1010	103.7	10	21788	872

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
$Qa_1 = [(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½\, b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$; b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
$Qa_2 = [(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$; [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
$R_{dp} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
$Qa_3 = (R_{dp} / 15 \div 30)$; $Qa = (R_{pd} / 25)$ [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-01

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.8	19.0	33.4	37.1	23693	324	224	20022	386	7.6	14153	566
2.4	2.6	5.5	23.9	3912	111	37	3306	73	29.9	1760	70
3.8	5.0	9.7	27.1	6911	228	65	5840	128	47.9	3071	123
8.2	12.3	22.2	33.2	15755	726	149	13314	279	74.0	6288	252
9.0	20.0	35.1	37.9	24895	1701	235	21038	435	97.4	9010	360
9.4	48.0	81.7	45.0	57974	5014	547	48992	972	102.8	20917	837

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
$Mo = 710 \cdot Nspt$ [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
$Qa_1 = [(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
$Cu = 6.7 \cdot Nspt$ [kN/m²] (Terzaghi)
$Ed = 600 \cdot Nspt$ [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
$Qa_2 = [(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
$R_{pd} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
$Qa_3 = (R_{dp} / 15 \div 30)$; $Qa = (R_{pd} / 25)$ [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-01

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.8	19.0	33.4	0.4	20.2	7.6	100.0	38931	58398	>4	46272	20022
2.4	2.6	5.5	1.6	17.7	29.9	49.3	13371	4834	0.2	8786	3306
3.8	5.0	9.7	3.1	18.4	47.9	60.3	27311	8165	0.5	15324	5840
8.2	12.3	22.2	6.0	19.6	74.0	82.4	87112	52474	>4	33528	13314
9.0	20.0	35.1	8.6	20.3	97.4	96.1	204150	66135	>4	52196	21038
9.4	48.0	81.7	9.2	21.7	102.8	100.0	601633	142894	>4	116592	48992

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m³]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
$Dr = 21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
$Es = Es = (105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es = (525-350 * Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
$OCR = (Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
$Ed = 600 \cdot Nspt$ (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m²]	dev stand	C_{uk} [kN/m²]	C_{ud} [kN/m²]
0.8	19.0	33.4	4	37.1	4.1	35.6	29.8	224	76.6	182	130
2.4	2.6	5.5	8	23.9	2.0	22.4	18.3	37	15.8	26	18
3.8	5.0	9.7	7	27.1	0.6	26.6	21.8	65	6.7	60	43
8.2	12.3	22.2	22	33.2	1.5	32.6	27.1	149	23.2	140	100
9.0	20.0	35.1	4	37.9	1.6	36.3	30.5	235	32.9	191	136
9.4	48.0	81.7	2	45.0	0.0	42.4	36.1	547	31.5	407	291

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γ_ϕ = 1.25]
C_{um} = Dato medio della coesione non drenata
C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γ_{cu} = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m²]	dev stand	C_{uk} [kN/m²]	C_{ud} [kN/m²]
0.8	19.0	33.4	4	37.1	4.1	32.8	32.8	224	76.6	145	145
2.4	2.6	5.5	8	23.9	2.0	20.5	20.5	37	15.8	17	17
3.8	5.0	9.7	7	27.1	0.6	26.0	26.0	65	6.7	55	55
8.2	12.3	22.2	22	33.2	1.5	30.8	30.8	149	23.2	114	114
9.0	20.0	35.1	4	37.9	1.6	33.5	33.5	235	32.9	152	152
9.4	48.0	81.7	2	45.0	0.0	39.8	39.8	547	31.5	354	354

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
C_{um} = Dato medio della coesione non drenata
C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	

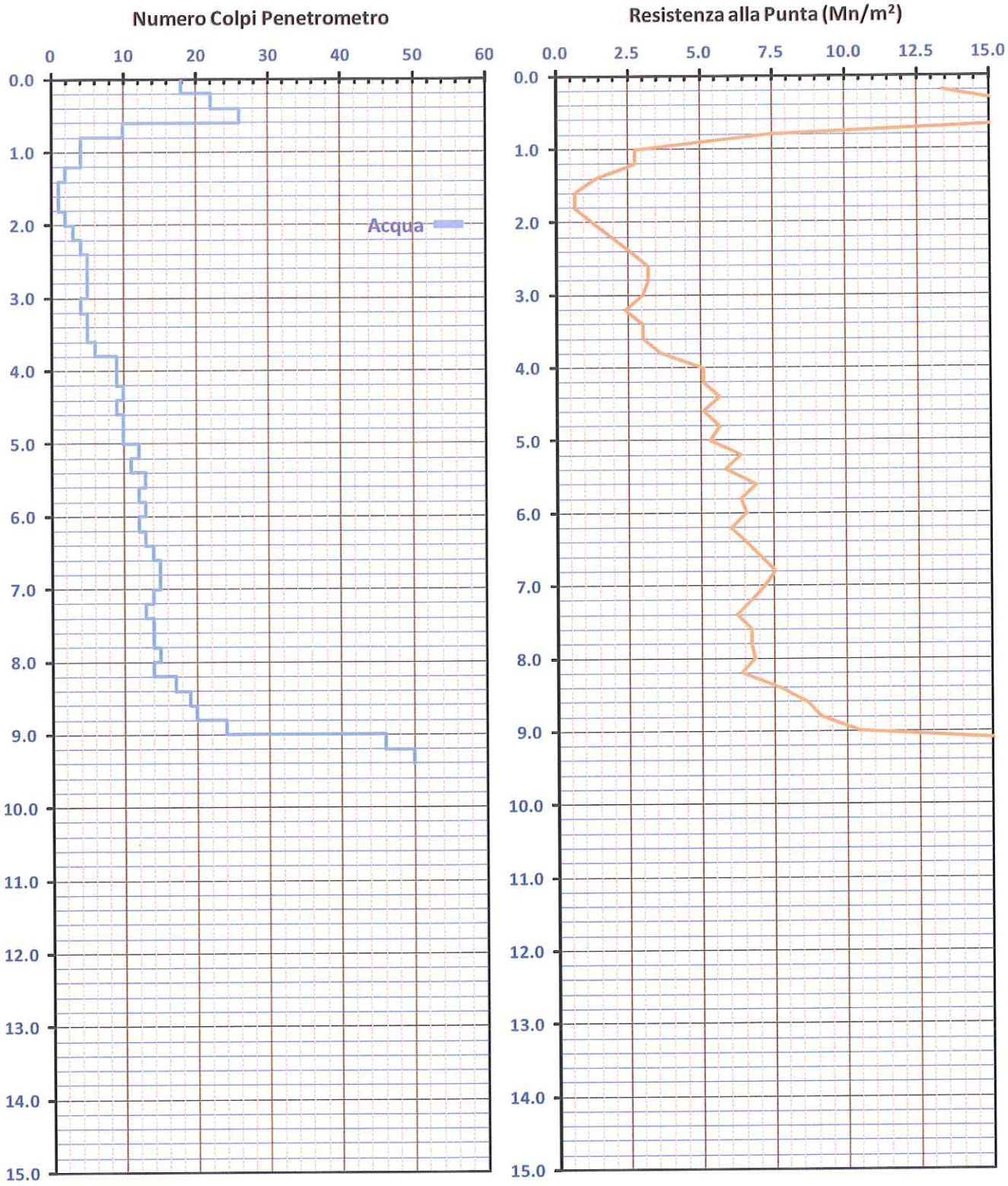
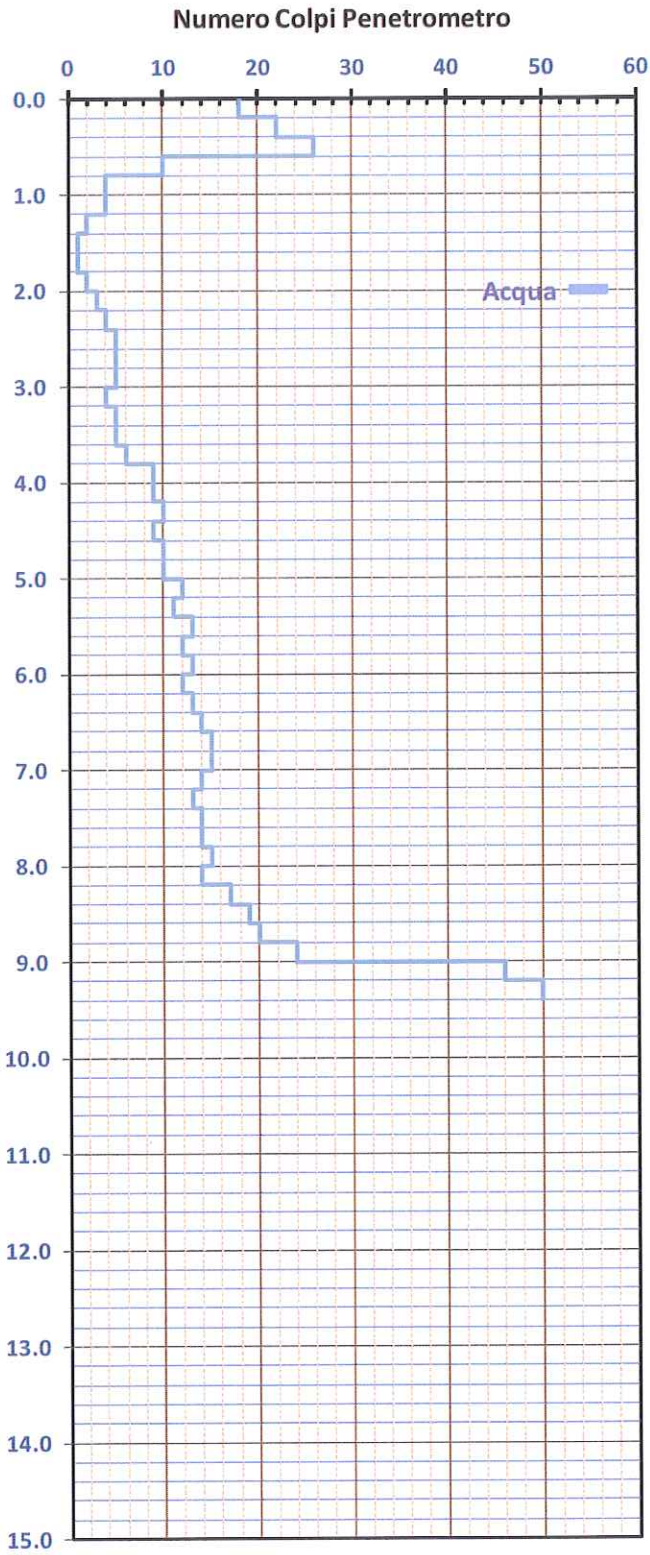


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-01	PENETROMETRO DPSH	



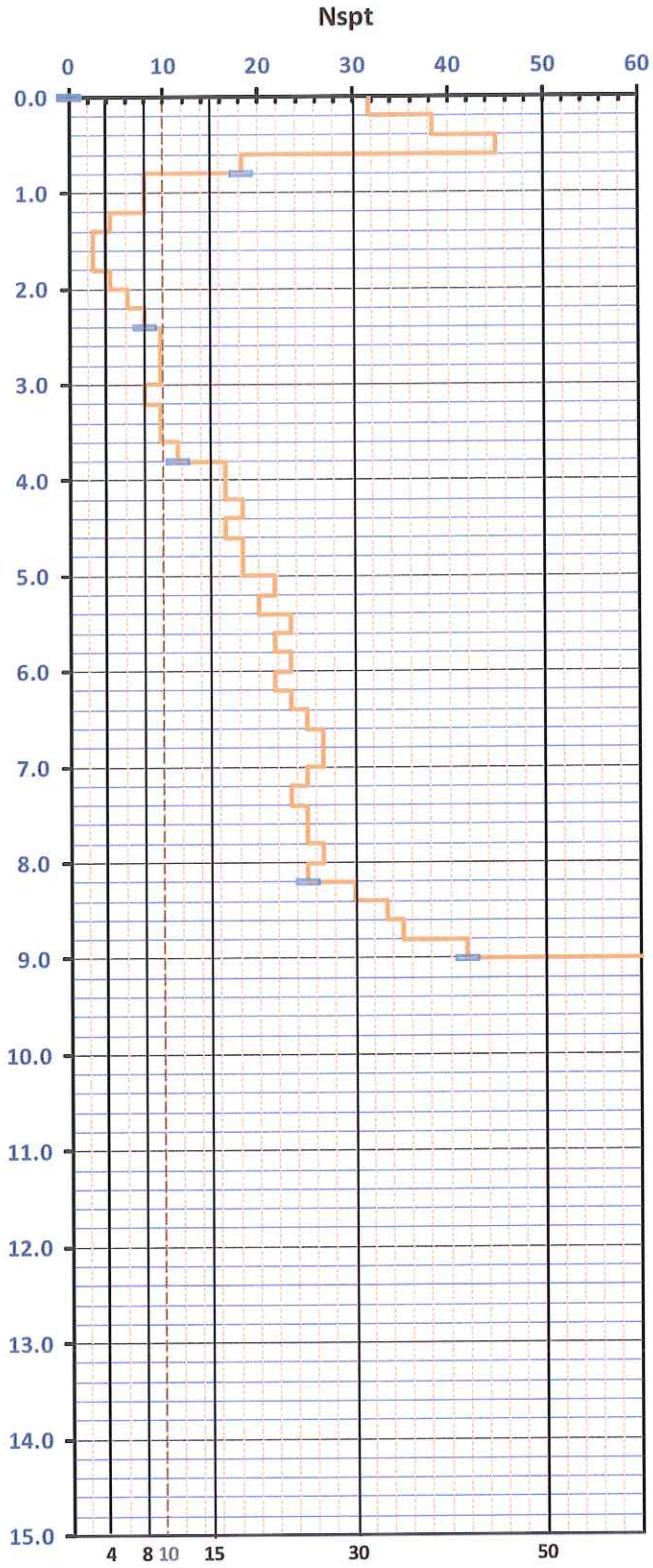


TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE: SITECO		LOCALITA' : S.ANTONIO	
COMUNE: PAVULLO		DATA: 22/04/2011	
NOME FILE: SITECO DPSH-02		PENETROMETRO DPSH	FALDA 2 m

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	16	28.4	35.6	20149	154	190	17027	326	1.9	1	11918	477
0.40	20	35.1	37.9	24897	293	235	21040	404	5.7	1	14897	596
0.60	8	14.9	29.9	10572	107	100	8934	174	9.5	1	5959	238
0.80	3	6.2	24.7	4417	66	42	3733	76	13.3	1	2235	89
1.00	3	6.2	24.7	4417	79	42	3733	77	17.1	2	2071	83
1.20	3	6.2	24.7	4417	92	42	3733	78	20.9	2	2071	83
1.40	2	4.4	23.1	3134	88	30	2648	59	24.7	2	1381	55
1.60	3	6.2	24.7	4417	118	42	3733	81	28.5	2	2071	83
1.80	4	8.0	25.9	5674	152	54	4795	102	32.3	2	2762	110
2.00	4	8.0	25.9	5674	167	54	4795	104	36.1	3	2574	103
2.20	5	9.7	27.1	6913	187	65	5842	125	38.9	3	3217	129
2.40	5	9.7	27.1	6913	195	65	5842	125	40.7	3	3217	129
2.60	5	9.7	27.1	6913	203	65	5842	126	42.5	3	3217	129
2.80	5	9.7	27.1	6913	211	65	5842	127	44.3	3	3217	129
3.00	4	8.0	25.9	5674	193	54	4795	107	46.1	4	2410	96
3.20	6	11.5	28.1	8140	255	77	6879	148	47.9	4	3615	145
3.40	5	9.7	27.1	6913	235	65	5842	128	49.7	4	3012	120
3.60	4	8.0	25.9	5674	214	54	4795	109	51.5	4	2410	96
3.80	5	9.7	27.1	6913	251	65	5842	130	53.3	4	3012	120
4.00	6	11.5	28.1	8140	291	77	6879	150	55.1	5	3398	136
4.20	6	11.5	28.1	8140	300	77	6879	151	56.9	5	3398	136
4.40	7	13.2	29.1	9359	344	88	7909	171	58.7	5	3964	159
4.60	8	14.9	29.9	10572	392	100	8934	191	60.5	5	4531	181
4.80	7	13.2	29.1	9359	364	88	7909	172	62.3	5	3964	159
5.00	6	11.5	28.1	8140	336	77	6879	153	64.1	6	3206	128
5.20	7	13.2	29.1	9359	384	88	7909	173	65.9	6	3740	150
5.40	9	16.6	30.8	11779	480	111	9954	213	67.7	6	4809	192
5.60	11	20.0	32.3	14183	592	134	11985	252	69.5	6	5877	235
5.80	11	20.0	32.3	14183	606	134	11985	253	71.3	6	5877	235
6.00	10	18.3	31.6	12982	567	123	10971	234	73.1	7	5057	202
6.20	12	21.7	33.0	15380	693	145	12997	274	74.9	7	6069	243
6.40	10	18.3	31.6	12982	593	123	10971	235	76.7	7	5057	202
6.60	12	21.7	33.0	15380	724	145	12997	275	78.5	7	6069	243
6.80	11	20.0	32.3	14183	678	134	11985	256	80.3	7	5563	223
7.00	14	25.0	34.4	17768	893	168	15015	315	82.1	8	6720	269
7.20	13	23.3	33.7	16575	839	156	14007	296	83.9	8	6240	250
7.40	12	21.7	33.0	15380	787	145	12997	277	85.7	8	5760	230
7.60	21	36.7	38.5	26082	1625	246	22041	451	87.5	8	10081	403
7.80	21	36.7	38.5	26082	1656	246	22041	451	89.3	8	10081	403

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
$Qa_1 = [(h \cdot \gamma' \cdot Nq) + (½\, b \cdot \gamma \cdot N\gamma)] / 3;$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
$Qa_2 = [(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3;$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
$Rdp = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
$Qa_3 = (Rdp / 15 \div 30);$ Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE: SITECO						LOCALITA': S.ANTONIO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 22/04/2011						
NOME FILE: SITECO DPSH-02						PENETROMETRO DPSH				FALDA 2 m		
			Natura granulare			Natura Coesiva						
H	N	Nspt	ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
8.00	14	25.0	34.4	17768	986	168	15015	318	91.1	9	6396	256
8.20	13	23.3	33.7	16575	925	156	14007	299	92.9	9	5939	238
8.40	13	23.3	33.7	16575	942	156	14007	300	94.7	9	5939	238
8.60	14	25.0	34.4	17768	1041	168	15015	319	96.5	9	6396	256
8.80	17	30.1	36.2	21337	1343	201	18031	378	98.3	9	7766	311
9.00	14	25.0	34.4	17768	1078	168	15015	321	100.1	10	6101	244
9.20	15	26.7	35.0	18959	1188	179	16022	340	101.9	10	6536	261
9.40	15	26.7	35.0	18959	1208	179	16022	341	103.7	10	6536	261
9.60	16	28.4	35.6	20149	1329	190	17027	361	105.5	10	6972	279
9.80	16	28.4	35.6	20149	1351	190	17027	362	107.3	10	6972	279
10.00	16	28.4	35.6	20149	1372	190	17027	362	109.1	11	6665	267
10.20	23	40.1	39.5	28450	2347	268	24042	497	110.9	11	9581	383
10.40	30	51.7	42.9	36725	3887	347	31035	631	112.7	11	12497	500
10.60	14	25.0	34.4	17768	1226	168	15015	325	114.5	11	5832	233
10.80	16	28.4	35.6	20149	1459	190	17027	365	116.3	11	6665	267
11.00	16	28.4	35.6	20149	1481	190	17027	365	118.1	12	6384	255
11.20	13	23.3	33.7	16575	1180	156	14007	308	119.9	12	5187	207
11.40	16	28.4	35.6	20149	1524	190	17027	366	121.7	12	6384	255
11.60	22	38.4	39.0	27266	2419	257	23042	482	123.5	12	8777	351
11.80	17	30.1	36.2	21337	1693	201	18031	387	125.3	12	6782	271
12.00	14	25.0	34.4	17768	1355	168	15015	330	127.1	13	5359	214
12.20	16	28.4	35.6	20149	1610	190	17027	369	128.9	13	6125	245
12.40	15	26.7	35.0	18959	1508	179	16022	350	130.7	13	5742	230
12.60	23	40.1	39.5	28450	2779	268	24042	504	132.5	13	8805	352
12.80	26	45.1	41.0	31998	3478	302	27041	562	134.3	13	9953	398
13.00	16	28.4	35.6	20149	1697	190	17027	371	136.1	14	5886	235
13.20	15	26.7	35.0	18959	1588	179	16022	352	137.9	14	5519	221
13.40	31	53.4	43.3	37906	5095	358	32033	659	139.7	14	11405	456
13.60	20	35.1	37.9	24897	2382	235	21040	450	141.5	14	7358	294
13.80	16	28.4	35.6	20149	1783	190	17027	374	143.3	14	5886	235
14.00	24	41.7	40.0	29633	3254	280	25042	527	145.1	15	8499	340
14.20	20	35.1	37.9	24897	2469	235	21040	452	146.9	15	7082	283
14.40	13	23.3	33.7	16575	1453	156	14007	318	148.7	15	4604	184
14.60	13	23.3	33.7	16575	1470	156	14007	318	150.5	15	4604	184
14.80	14	25.0	34.4	17768	1614	168	15015	338	152.3	15	4958	198
15.00	14	25.0	34.4	17768	1633	168	15015	339	154.1	16	4779	191
15.20	14	25.0	34.4	17768	1651	168	15015	339	155.9	16	4779	191
15.40	14	25.0	34.4	17768	1670	168	15015	340	157.7	16	4779	191
15.60	12	21.7	33.0	15380	1431	145	12997	302	159.5	16	4096	164
15.80	12	21.7	33.0	15380	1446	145	12997	302	161.3	16	4096	164
16.00	15	26.7	35.0	18959	1869	179	16022	361	163.1	17	4941	198
16.20	18	31.7	36.8	22525	2380	213	19035	419	164.9	17	5930	237
16.40	19	33.4	37.4	23711	2591	224	20038	439	166.7	17	6259	250
16.60	27	46.7	41.5	33180	4630	313	28040	593	168.5	17	8895	356
16.80	19	33.4	37.4	23711	2645	224	20038	440	170.3	17	6259	250
17.00	23	40.1	39.5	28450	3571	268	24042	517	172.1	18	7322	293

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^o = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
$Qa_1 = [(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½\, b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3;$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
$Qa_2 = [(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3;$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
$R_{dp} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
$Qa_3 = (R_{dp} / 15 \div 30);$ $Qa = (R_{pd} / 25)$ [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-02

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.6	14.7	26.1	34.5	18539	185	175	15667	302	5.7	10925	437
2.0	3.1	6.5	24.8	4593	109	43	3881	82	24.7	2166	87
3.6	4.9	9.5	26.9	6756	212	64	5710	124	45.2	3039	122
5.2	6.5	12.3	28.6	8748	333	83	7392	161	59.6	3652	146
7.4	11.4	20.6	32.5	14616	677	138	12351	262	76.7	5736	229
7.8	21.0	36.7	38.5	26082	1640	246	22041	451	88.4	10081	403
10.0	14.8	26.4	34.9	18741	1160	177	15838	336	100.1	6565	263
10.4	26.5	45.9	41.2	32587	3117	308	27539	564	111.8	11039	442
14.2	18.4	32.4	36.9	23016	2104	217	19450	416	130.7	7033	281
16.0	13.4	24.1	34.0	17104	1582	161	14454	329	155.9	4626	185
17.0	21.2	37.1	38.5	26315	3164	248	22238	482	168.5	6933	277

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Qa2 = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
Qa_3 = (Rdp / 15÷30); Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-02

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.6	14.7	26.1	0.3	19.8	5.7	100.0	22160	45695	>4	36197	15667
2.0	3.1	6.5	1.3	17.9	24.7	54.9	13053	5550	0.2	9899	3881
3.6	4.9	9.5	2.8	18.4	45.2	60.4	25403	7982	0.4	14916	5710
5.2	6.5	12.3	4.4	18.7	59.6	64.7	39906	36762	>4	19356	7392
7.4	11.4	20.6	6.3	19.5	76.7	78.7	81297	51396	>4	31425	12351
7.8	21.0	36.7	7.6	20.4	88.4	100.0	196847	64286	>4	54139	22041
10.0	14.8	26.4	8.9	19.8	100.1	82.7	139231	62153	>4	40365	15838
10.4	26.5	45.9	10.2	20.7	111.8	100.0	374023	80321	>4	67697	27539
14.2	18.4	32.4	12.3	20.0	130.7	84.4	252509	74432	>4	49883	19450
16.0	13.4	24.1	15.1	19.0	155.9	68.6	189810	68653	>4	39421	14454
17.0	21.2	37.1	16.5	20.0	168.5	82.8	379628	87194	>4	57796	22238

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m³]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
Dr = $21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
Es = $Es=(105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es=(525-350 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
OCR = $(Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	14.7	26.1	3	34.5	4.1	32.9	27.3	175	68.9	138	98
2.0	3.1	6.5	7	24.8	1.0	24.1	19.6	43	8.3	37	26
3.6	4.9	9.5	8	26.9	0.7	26.4	21.7	64	7.5	58	42
5.2	6.5	12.3	8	28.6	0.9	27.9	23.0	83	10.7	75	54
7.4	11.4	20.6	11	32.5	1.0	32.0	26.5	138	16.2	129	92
7.8	21.0	36.7	2	38.5	0.0	36.2	30.4	246	0.0	183	131
10.0	14.8	26.4	11	34.9	0.8	34.4	28.7	177	14.9	168	120
10.4	26.5	45.9	2	41.2	2.4	38.8	32.7	308	55.2	229	164
14.2	18.4	32.4	19	36.9	2.6	35.8	30.0	217	53.7	195	139
16.0	13.4	24.1	9	34.0	0.7	33.6	28.0	161	11.4	154	110
17.0	21.2	37.1	5	38.5	2.0	37.1	31.2	248	42.1	206	147

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γ_ϕ = 1.25]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γ_{cu} = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	14.7	26.1	3	34.5	4.1	30.5	30.5	175	68.9	113	113
2.0	3.1	6.5	7	24.8	1.0	23.2	23.2	43	8.3	31	31
3.6	4.9	9.5	8	26.9	0.7	25.8	25.8	64	7.5	52	52
5.2	6.5	12.3	8	28.6	0.9	27.1	27.1	83	10.7	66	66
7.4	11.4	20.6	11	32.5	1.0	30.8	30.8	138	16.2	113	113
7.8	21.0	36.7	2	38.5	0.0	34.0	34.0	246	0.0	159	159
10.0	14.8	26.4	11	34.9	0.8	33.5	33.5	177	14.9	153	153
10.4	26.5	45.9	2	41.2	2.4	36.4	36.4	308	55.2	199	199
14.2	18.4	32.4	19	36.9	2.6	32.6	32.6	217	53.7	141	141
16.0	13.4	24.1	9	34.0	0.7	32.9	32.9	161	11.4	143	143
17.0	21.2	37.1	5	38.5	2.0	34.1	34.1	248	42.1	161	161

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

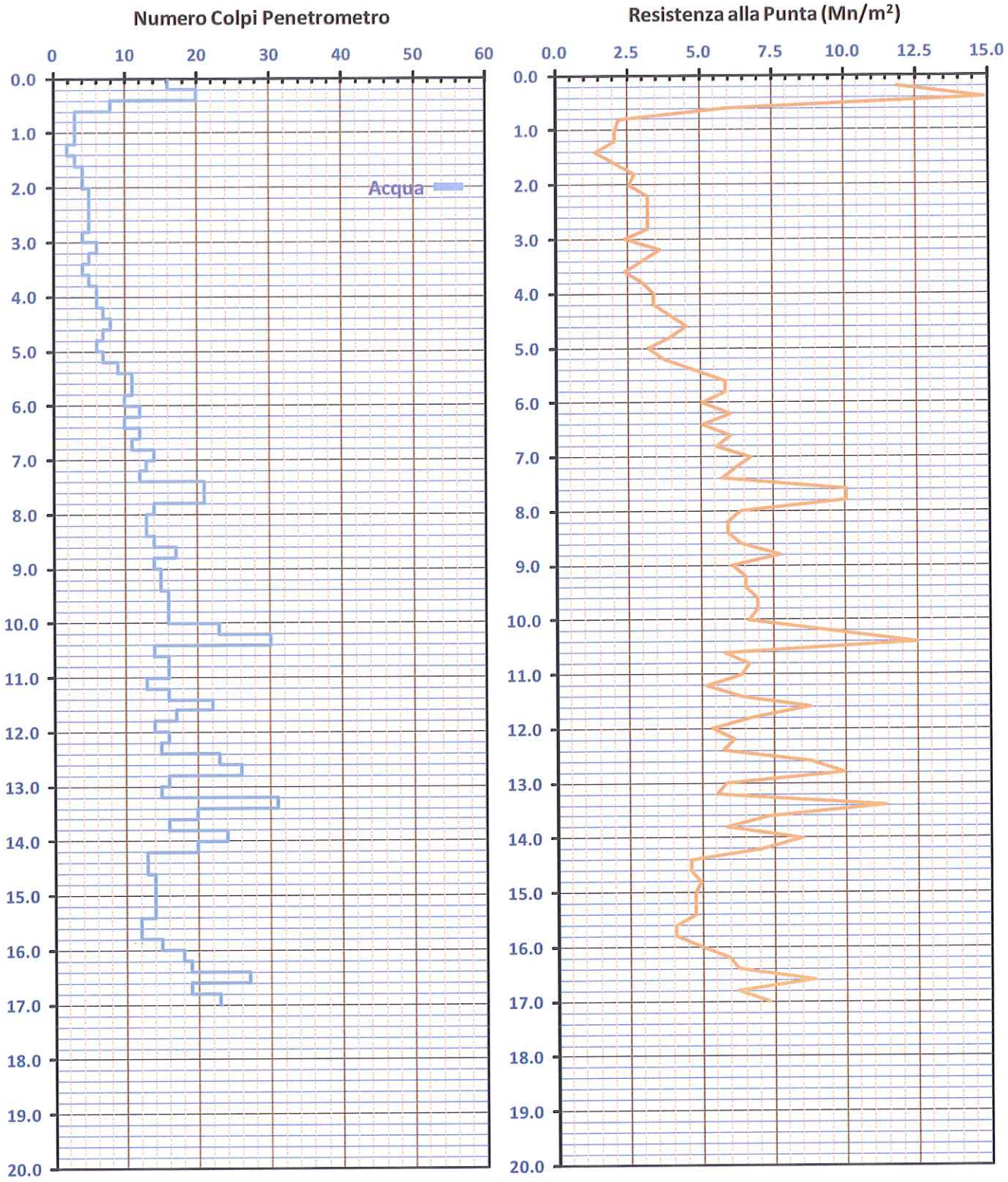


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-02	PENETROMETRO DPSH	

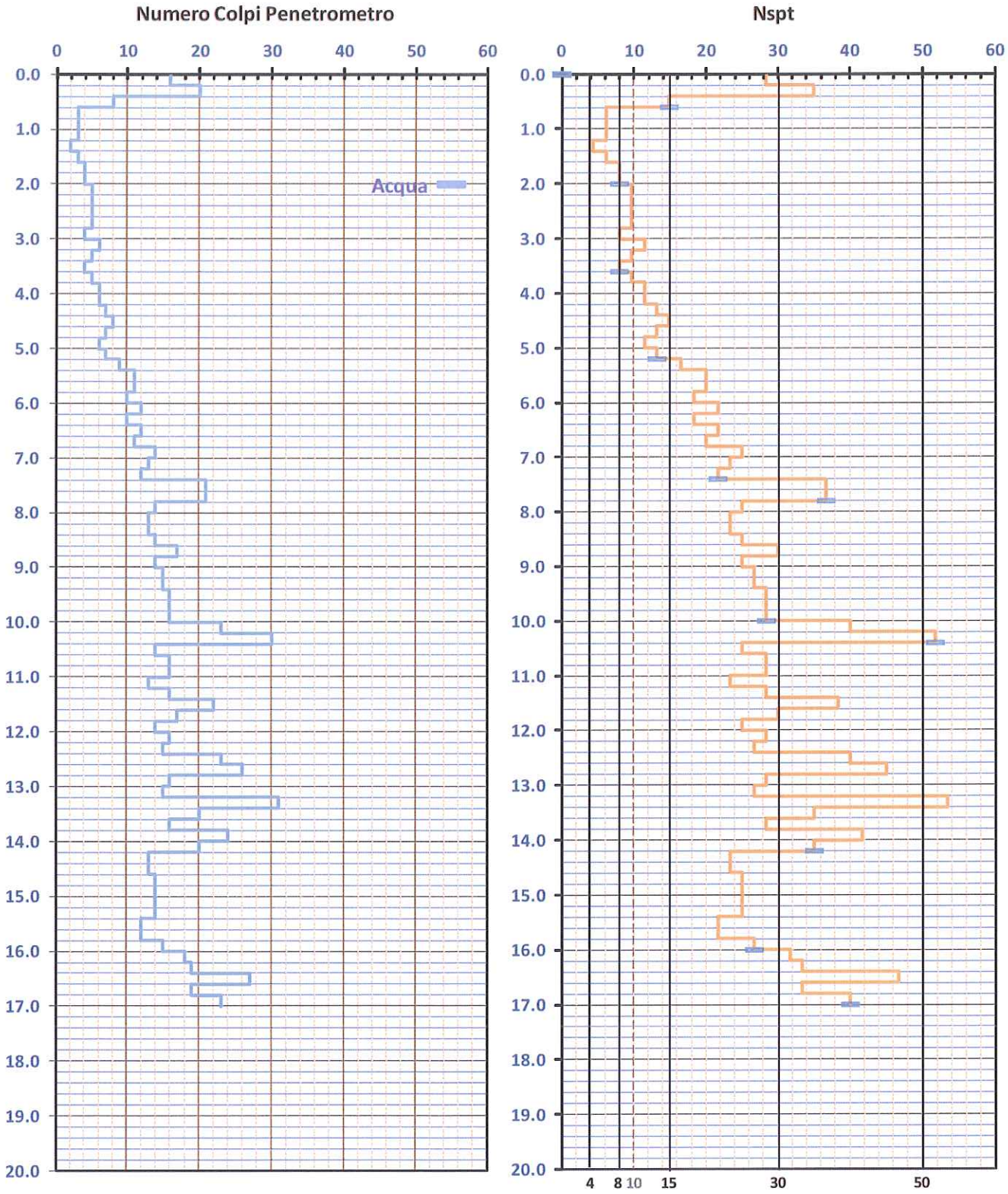


TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE: SITECO						LOCALITA': S.ANTONIO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 22/04/2011						
NOME FILE: SITECO DPSH-03						PENETROMETRO DPSH				FALDA 2 m		
			Natura granulare			Natura Coesiva						
H	N	Nspt	ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	16	28.4	35.6	20149	154	190	17027	326	1.9	1	11918	477
0.40	48	81.7	45.0	57974	1088	547	48992	939	5.7	1	35754	1430
0.60	15	26.7	35.0	18959	223	179	16022	310	9.5	1	11173	447
0.80	6	11.5	28.1	8140	102	77	6879	136	13.3	1	4469	179
1.00	3	6.2	24.7	4417	79	42	3733	77	17.1	2	2071	83
1.20	2	4.4	23.1	3134	77	30	2648	58	20.9	2	1381	55
1.40	3	6.2	24.7	4417	105	42	3733	80	24.7	2	2071	83
1.60	2	4.4	23.1	3134	99	30	2648	60	28.5	2	1381	55
1.80	3	6.2	24.7	4417	131	42	3733	82	32.3	2	2071	83
2.00	2	4.4	23.1	3134	121	30	2648	63	36.1	3	1287	51
2.20	4	8.0	25.9	5674	165	54	4795	105	38.9	3	2574	103
2.40	4	8.0	25.9	5674	172	54	4795	105	40.7	3	2574	103
2.60	4	8.0	25.9	5674	179	54	4795	106	42.5	3	2574	103
2.80	3	6.2	24.7	4417	161	42	3733	86	44.3	3	1930	77
3.00	4	8.0	25.9	5674	193	54	4795	107	46.1	4	2410	96
3.20	3	6.2	24.7	4417	174	42	3733	87	47.9	4	1807	72
3.40	4	8.0	25.9	5674	207	54	4795	108	49.7	4	2410	96
3.60	4	8.0	25.9	5674	214	54	4795	109	51.5	4	2410	96
3.80	4	8.0	25.9	5674	221	54	4795	109	53.3	4	2410	96
4.00	3	6.2	24.7	4417	199	42	3733	90	55.1	5	1699	68
4.20	6	11.5	28.1	8140	300	77	6879	151	56.9	5	3398	136
4.40	6	11.5	28.1	8140	309	77	6879	151	58.7	5	3398	136
4.60	6	11.5	28.1	8140	318	77	6879	152	60.5	5	3398	136
4.80	6	11.5	28.1	8140	327	77	6879	152	62.3	5	3398	136
5.00	5	9.7	27.1	6913	299	65	5842	133	64.1	6	2672	107
5.20	6	11.5	28.1	8140	344	77	6879	154	65.9	6	3206	128
5.40	6	11.5	28.1	8140	353	77	6879	154	67.7	6	3206	128
5.60	6	11.5	28.1	8140	362	77	6879	155	69.5	6	3206	128
5.80	6	11.5	28.1	8140	371	77	6879	155	71.3	6	3206	128
6.00	7	13.2	29.1	9359	423	88	7909	176	73.1	7	3540	142
6.20	10	18.3	31.6	12982	580	123	10971	235	74.9	7	5057	202
6.40	11	20.0	32.3	14183	649	134	11985	255	76.7	7	5563	223
6.60	9	16.6	30.8	11779	553	111	9954	217	78.5	7	4551	182
6.80	12	21.7	33.0	15380	740	145	12997	275	80.3	7	6069	243
7.00	12	21.7	33.0	15380	755	145	12997	276	82.1	8	5760	230
7.20	13	23.3	33.7	16575	839	156	14007	296	83.9	8	6240	250
7.40	12	21.7	33.0	15380	787	145	12997	277	85.7	8	5760	230
7.60	14	25.0	34.4	17768	949	168	15015	316	87.5	8	6720	269
7.80	14	25.0	34.4	17768	967	168	15015	317	89.3	8	6720	269
8.00	15	26.7	35.0	18959	1068	179	16022	337	91.1	9	6852	274
8.20	15	26.7	35.0	18959	1088	179	16022	337	92.9	9	6852	274
8.40	16	28.4	35.6	20149	1200	190	17027	357	94.7	9	7309	292
8.60	15	26.7	35.0	18959	1128	179	16022	339	96.5	9	6852	274
8.80	15	26.7	35.0	18959	1148	179	16022	339	98.3	9	6852	274
9.00	13	23.3	33.7	16575	993	156	14007	301	100.1	10	5665	227
9.20	16	28.4	35.6	20149	1286	190	17027	360	101.9	10	6972	279
9.40	16	28.4	35.6	20149	1308	190	17027	360	103.7	10	6972	279
9.60	17	30.1	36.2	21337	1436	201	18031	380	105.5	10	7408	296
9.80	18	31.7	36.8	22525	1575	213	19035	400	107.3	10	7844	314
10.00	18	31.7	36.8	22525	1601	213	19035	401	109.1	11	7498	300
10.20	19	33.4	37.4	23711	1753	224	20038	420	110.9	11	7915	317
10.40	20	35.1	37.9	24897	1917	235	21040	440	112.7	11	8331	333
10.60	21	36.7	38.5	26082	2094	246	22041	460	114.5	11	8748	350
10.80	22	38.4	39.0	27266	2285	257	23042	480	116.3	11	9164	367
11.00	19	33.4	37.4	23711	1861	224	20038	423	118.1	12	7580	303
11.20	21	36.7	38.5	26082	2188	246	22041	462	119.9	12	8378	335
11.40	23	40.1	39.5	28450	2563	268	24042	501	121.7	12	9176	367
11.60	24	41.7	40.0	29633	2791	280	25042	520	123.5	12	9575	383
11.80	49	83.3	45.0	59155	6025	558	49990	998	125.3	12	19549	782
12.00	41	70.0	45.0	49711	6106	469	42009	846	127.1	13	15695	628
12.20	36	61.7	45.0	43809	6187	413	37022	751	128.9	13	13781	551
12.40	34	58.4	44.6	41448	5867	391	35027	714	130.7	13	13015	521
12.60	33	56.7	44.2	40267	5553	380	34029	695	132.5	13	12633	505
12.80	36	61.7	45.0	43809	6429	413	37022	753	134.3	13	13781	551
13.00	50	85.0	45.0	60335	6510	569	50988	1021	136.1	14	18395	736

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-03

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	$\sigma v'$ [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.8	21.3	37.0	35.9	26305	392	248	22230	428	7.6	15829	633
4.0	3.3	6.7	24.9	4726	156	45	3994	90	39.4	2066	83
6.0	6.0	11.5	28.1	8139	341	77	6878	153	65.0	3263	131
9.4	13.4	24.0	33.9	17062	943	161	14418	306	89.3	6281	251
11.6	20.2	35.4	38.0	25111	2006	237	21220	444	114.5	8329	333
13.0	39.9	68.1	44.8	48362	6096	456	40869	825	130.7	15264	611

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, N_γ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Qa2 = $[(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
Qa_3 = (Rdp / 15÷30); Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-03

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.8	21.3	37.0	0.4	20.4	7.6	100.0	47037	64837	>4	51341	22230
4.0	3.3	6.7	2.4	17.9	39.4	51.8	18726	5782	0.2	10744	3994
6.0	6.0	11.5	5.0	18.6	65.0	61.2	40876	35631	>4	18392	6878
9.4	13.4	24.0	7.7	19.7	89.3	81.6	113211	57560	>4	36675	14418
11.6	20.2	35.4	10.5	20.3	114.5	91.9	240675	71865	>4	53299	21220
13.0	39.9	68.1	12.3	21.4	130.7	100.0	731575	119202	>4	99059	40869

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m²]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
Dr = $21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
Es = $Es=(105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es=(525-350 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
OCR = $(Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.8	21.3	37.0	4	35.9	6.9	34.5	28.8	248	205.6	202	144
4.0	3.3	6.7	16	24.9	1.1	24.5	20.0	45	9.3	40	29
6.0	6.0	11.5	10	28.1	0.5	27.8	22.9	77	5.4	73	52
9.4	13.4	24.0	17	33.9	1.5	33.3	27.7	161	24.3	150	107
11.6	20.2	35.4	11	38.0	1.2	37.3	31.4	237	24.9	223	159
13.0	39.9	68.1	7	44.8	0.3	44.6	38.2	456	78.6	394	281

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γ_ϕ = 1.25]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γ_{cu} = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.8	21.3	37.0	4	35.9	6.9	31.8	31.8	248	205.6	161	161
4.0	3.3	6.7	16	24.9	1.1	23.2	23.2	45	9.3	31	31
6.0	6.0	11.5	10	28.1	0.5	27.3	27.3	77	5.4	68	68
9.4	13.4	24.0	17	33.9	1.5	31.5	31.5	161	24.3	124	124
11.6	20.2	35.4	11	38.0	1.2	36.0	36.0	237	24.9	198	198
13.0	39.9	68.1	7	44.8	0.3	44.3	44.3	456	78.6	339	339

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

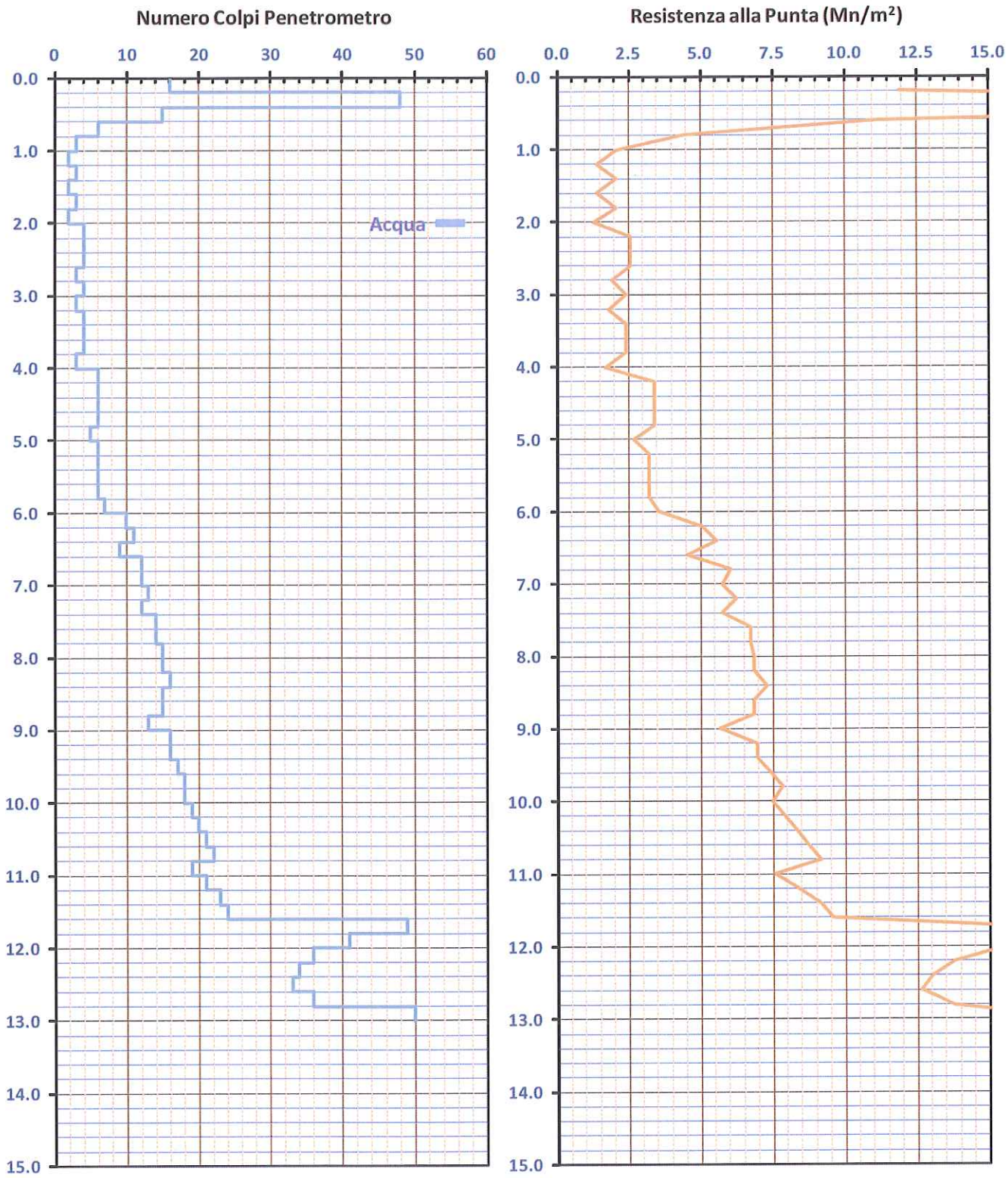


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-03	PENETROMETRO DPSH	

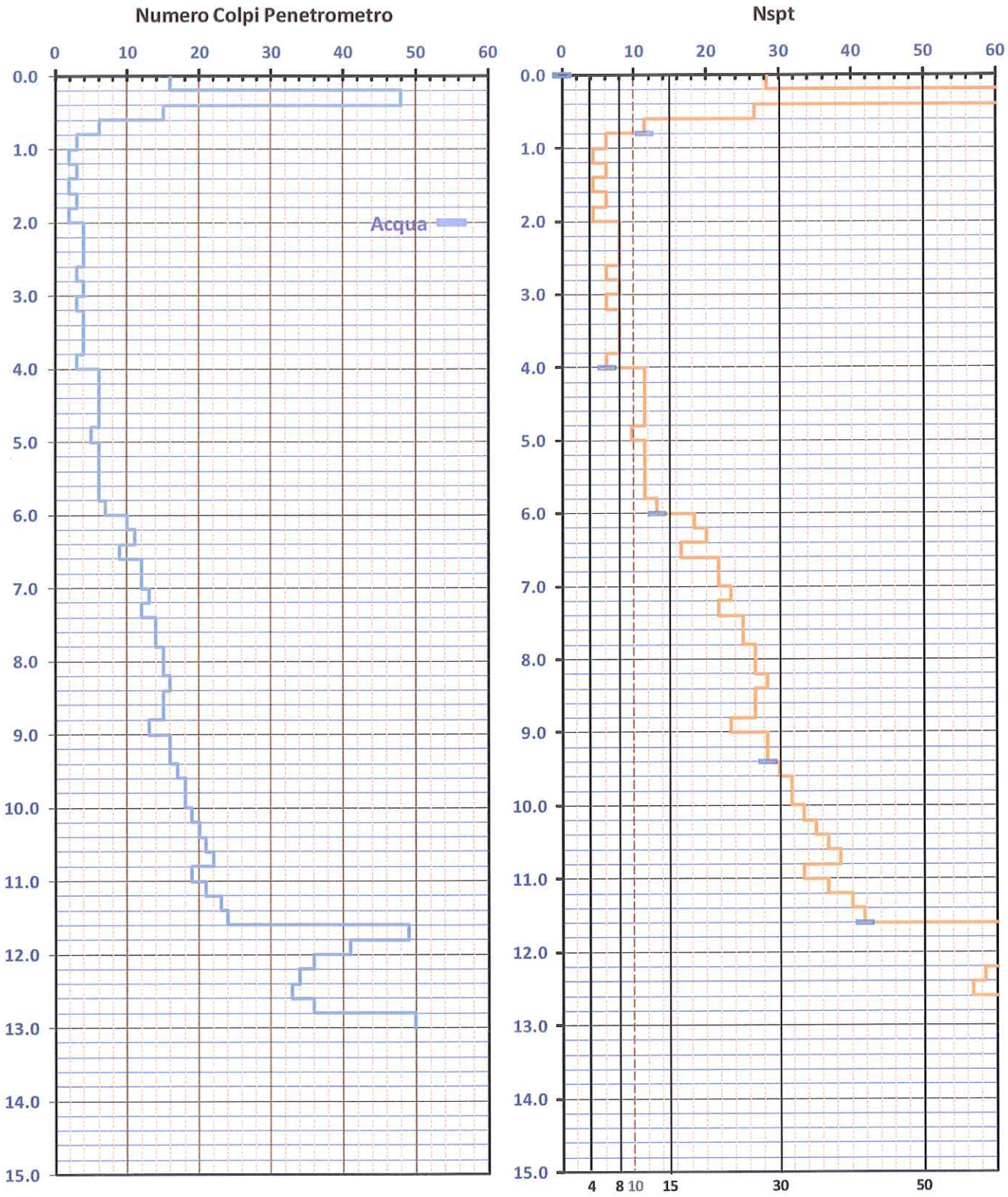


TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-04

COMMITTENTE: SITECO						LOCALITA': S.ANTONIO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 22/04/2011						
NOME FILE: SITECO DPSH-04						PENETROMETRO DPSH				FALDA 2.6 m		
			Natura granulare			Natura Coesiva						
H	N	Nspt	ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	10	18.3	31.6	12982	79	123	10971	211	1.9	1	7449	298
0.40	11	20.0	32.3	14183	119	134	11985	231	5.7	1	8194	328
0.60	23	40.1	39.5	28450	460	268	24042	463	9.5	1	17132	685
0.80	19	33.4	37.4	23711	381	224	20038	388	13.3	1	14153	566
1.00	3	6.2	24.7	4417	79	42	3733	77	17.1	2	2071	83
1.20	2	4.4	23.1	3134	77	30	2648	58	20.9	2	1381	55
1.40	2	4.4	23.1	3134	88	30	2648	59	24.7	2	1381	55
1.60	4	8.0	25.9	5674	137	54	4795	101	28.5	2	2762	110
1.80	6	11.5	28.1	8140	197	77	6879	142	32.3	2	4143	166
2.00	5	9.7	27.1	6913	191	65	5842	124	36.1	3	3217	129
2.20	5	9.7	27.1	6913	208	65	5842	125	39.9	3	3217	129
2.40	5	9.7	27.1	6913	224	65	5842	126	43.7	3	3217	129
2.60	5	9.7	27.1	6913	241	65	5842	128	47.5	3	3217	129
2.80	3	6.2	24.7	4417	182	42	3733	88	50.3	3	1930	77
3.00	3	6.2	24.7	4417	188	42	3733	89	52.1	4	1807	72
3.20	3	6.2	24.7	4417	194	42	3733	89	53.9	4	1807	72
3.40	4	8.0	25.9	5674	231	54	4795	110	55.7	4	2410	96
3.60	4	8.0	25.9	5674	238	54	4795	111	57.5	4	2410	96
3.80	4	8.0	25.9	5674	245	54	4795	111	59.3	4	2410	96
4.00	4	8.0	25.9	5674	252	54	4795	112	61.1	5	2265	91
4.20	4	8.0	25.9	5674	259	54	4795	113	62.9	5	2265	91
4.40	4	8.0	25.9	5674	266	54	4795	113	64.7	5	2265	91
4.60	4	8.0	25.9	5674	273	54	4795	114	66.5	5	2265	91
4.80	5	9.7	27.1	6913	318	65	5842	135	68.3	5	2832	113
5.00	5	9.7	27.1	6913	326	65	5842	135	70.1	6	2672	107
5.20	3	6.2	24.7	4417	256	42	3733	95	71.9	6	1603	64
5.40	3	6.2	24.7	4417	262	42	3733	96	73.7	6	1603	64
5.60	5	9.7	27.1	6913	350	65	5842	137	75.5	6	2672	107
5.80	5	9.7	27.1	6913	358	65	5842	138	77.3	6	2672	107
6.00	5	9.7	27.1	6913	366	65	5842	138	79.1	7	2529	101
6.20	5	9.7	27.1	6913	374	65	5842	139	80.9	7	2529	101
6.40	5	9.7	27.1	6913	382	65	5842	139	82.7	7	2529	101
6.60	7	13.2	29.1	9359	486	88	7909	179	84.5	7	3540	142
6.80	6	11.5	28.1	8140	446	77	6879	160	86.3	7	3034	121
7.00	8	14.9	29.9	10572	560	100	8934	200	88.1	8	3840	154
7.20	7	13.2	29.1	9359	516	88	7909	181	89.9	8	3360	134
7.40	6	11.5	28.1	8140	473	77	6879	162	91.7	8	2880	115
7.60	7	13.2	29.1	9359	536	88	7909	182	93.5	8	3360	134
7.80	6	11.5	28.1	8140	490	77	6879	163	95.3	8	2880	115
8.00	6	11.5	28.1	8140	499	77	6879	164	97.1	9	2741	110
8.20	8	14.9	29.9	10572	626	100	8934	204	98.9	9	3655	146
8.40	6	11.5	28.1	8140	517	77	6879	165	100.7	9	2741	110
8.60	7	13.2	29.1	9359	586	88	7909	185	102.5	9	3198	128
8.80	6	11.5	28.1	8140	535	77	6879	166	104.3	9	2741	110
9.00	6	11.5	28.1	8140	544	77	6879	167	106.1	10	2615	105
9.20	9	16.6	30.8	11779	750	111	9954	226	107.9	10	3922	157
9.40	9	16.6	30.8	11779	762	111	9954	227	109.7	10	3922	157
9.60	10	18.3	31.6	12982	849	123	10971	247	111.5	10	4358	174
9.80	10	18.3	31.6	12982	862	123	10971	248	113.3	10	4358	174
10.00	11	20.0	32.3	14183	957	134	11985	268	115.1	11	4582	183
10.20	10	18.3	31.6	12982	888	123	10971	249	116.9	11	4166	167
10.40	8	14.9	29.9	10572	747	100	8934	210	118.7	11	3332	133
10.60	12	21.7	33.0	15380	1090	145	12997	289	120.5	11	4999	200
10.80	27	46.7	41.5	33180	3412	313	28040	577	122.3	11	11247	450
11.00	30	51.7	42.9	36725	4255	347	31035	635	124.1	12	11969	479
11.20	70	118.3	45.0	83970	6052	792	70961	1400	125.9	12	27928	1117

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]

N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento

Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)

$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)

Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)

$Qa_1 = [(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½\, b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3;$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)

Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)

$Qa_2 = [(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3;$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)

$R_{dp} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)

$Qa_3 = (R_{dp} / 15 \div 30);$ $Qa = (R_{pd} / 25)$ [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-04

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	35.2	19831	260	187	16759	323	7.6	11732	469
1.6	2.8	5.8	24.2	4090	95	39	3456	74	22.8	1899	76
5.4	4.2	8.3	26.1	5864	239	55	4956	114	56.2	2503	100
6.4	5.0	9.7	27.1	6913	366	65	5842	138	79.1	2586	103
9.0	6.6	12.5	28.7	8889	524	84	7512	175	95.3	3122	125
10.6	9.9	18.1	31.4	12830	863	121	10842	246	114.2	4205	168
11.0	28.5	49.2	42.2	34952	3833	330	29537	606	123.2	11608	464
11.2	70.0	118.3	45.0	83970	6052	792	70961	1400	125.9	27928	1117

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Qa2 = $[(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
Qa3 = (Rdp / 15÷30); Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-04

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	0.4	19.9	7.6	100.0	31165	48880	>4	38780	16759
1.6	2.8	5.8	1.2	17.7	22.8	52.3	11421	4993	0.2	8847	3456
5.4	4.2	8.3	3.5	18.2	56.2	53.7	28738	7119	0.5	13625	4956
6.4	5.0	9.7	5.9	18.4	79.1	53.7	43864	32828	>4	16576	5842
9.0	6.6	12.5	7.7	18.8	95.3	57.8	62907	40405	>4	21059	7512
10.6	9.9	18.1	9.8	19.3	114.2	65.8	103563	53269	>4	29460	10842
11.0	28.5	49.2	10.8	20.8	123.2	100.0	460019	86150	>4	72742	29537
11.2	70.0	118.3	11.1	22.3	125.9	100.0	726202	206968	>4	167952	70961

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m²]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
Dr = $21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
Es = $Es=(105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es=(525-350 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
OCR = $(Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-04

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m²]	dev stand	C_{uk} [kN/m²]	C_{ud} [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	4	35.2	3.9	33.7	28.1	187	70.6	152	109
1.6	2.8	5.8	4	24.2	1.4	23.2	18.9	39	11.5	31	22
5.4	4.2	8.3	19	26.1	1.1	25.6	21.0	55	10.5	51	36
6.4	5.0	9.7	5	27.1	0.0	26.1	21.4	65	0.0	54	39
9.0	6.6	12.5	13	28.7	0.7	28.3	23.3	84	8.8	79	57
10.6	9.9	18.1	8	31.4	1.0	30.8	25.5	121	14.1	111	79
11.0	28.5	49.2	2	42.2	1.0	39.7	33.6	330	23.7	246	175
11.2	70.0	118.3	1	45.0		41.3	35.1	792		513	366

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γ_ϕ = 1.25]
C_{um} = Dato medio della coesione non drenata
C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γ_{cu} = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-04

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m²]	dev stand	C_{uk} [kN/m²]	C_{ud} [kN/m²]
0.8	15.8	27.9	4	35.2	3.9	31.1	31.1	187	70.6	121	121
1.6	2.8	5.8	4	24.2	1.4	21.4	21.4	39	11.5	25	25
5.4	4.2	8.3	19	26.1	1.1	24.3	24.3	55	10.5	40	40
6.4	5.0	9.7	5	27.1	0.0	24.0	24.0	65	0.0	42	42
9.0	6.6	12.5	13	28.7	0.7	27.5	27.5	84	8.8	70	70
10.6	9.9	18.1	8	31.4	1.0	29.9	29.9	121	14.1	99	99
11.0	28.5	49.2	2	42.2	1.0	37.3	37.3	330	23.7	213	213
11.2	70.0	118.3	1	45.0		39.8	39.8	792		513	513

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕ_m = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕ_k = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕ_d = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
C_{um} = Dato medio della coesione non drenata
C_{uk} = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
C_{ud} = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-04

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

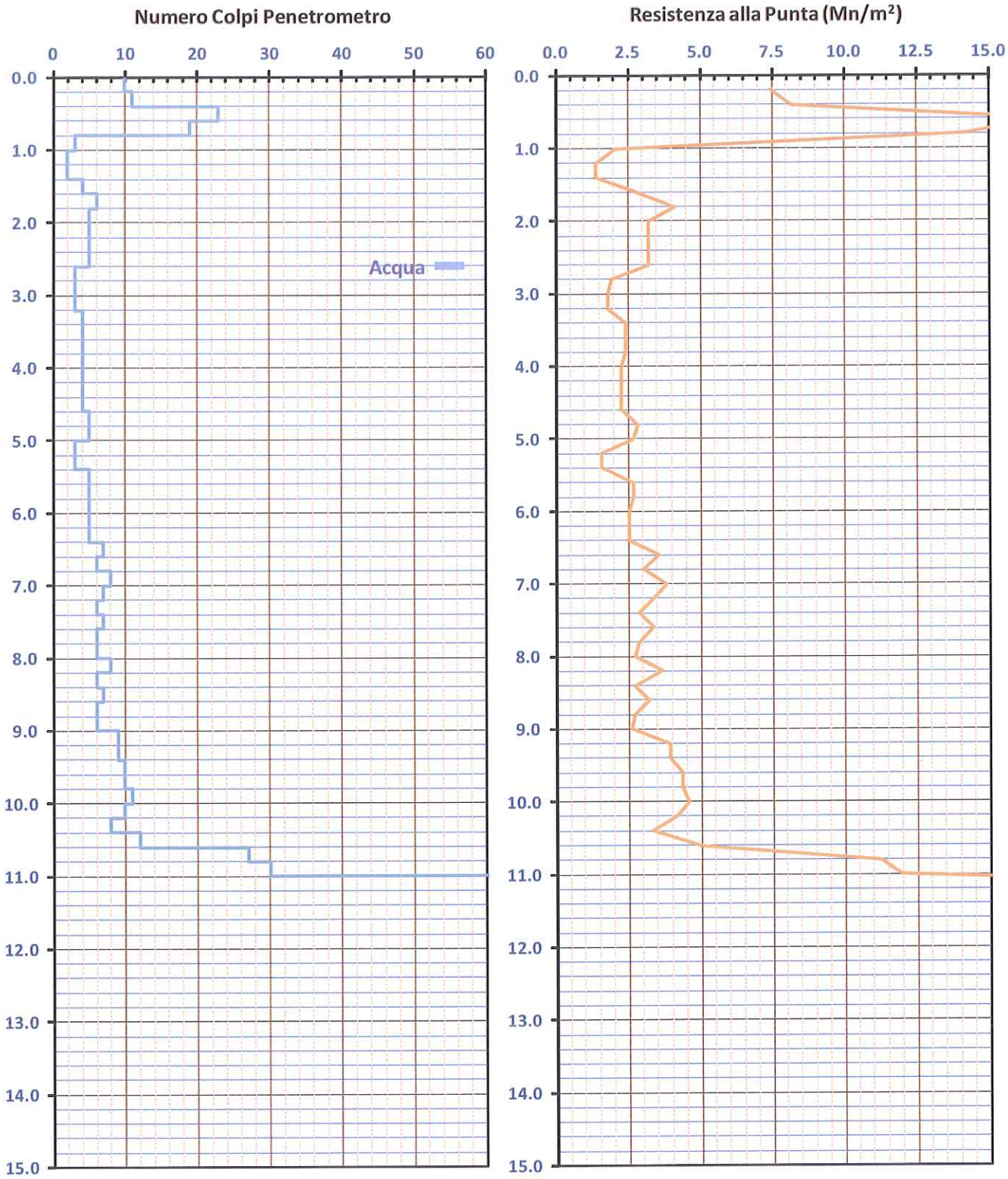


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-04

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-04	PENETROMETRO DPSH	

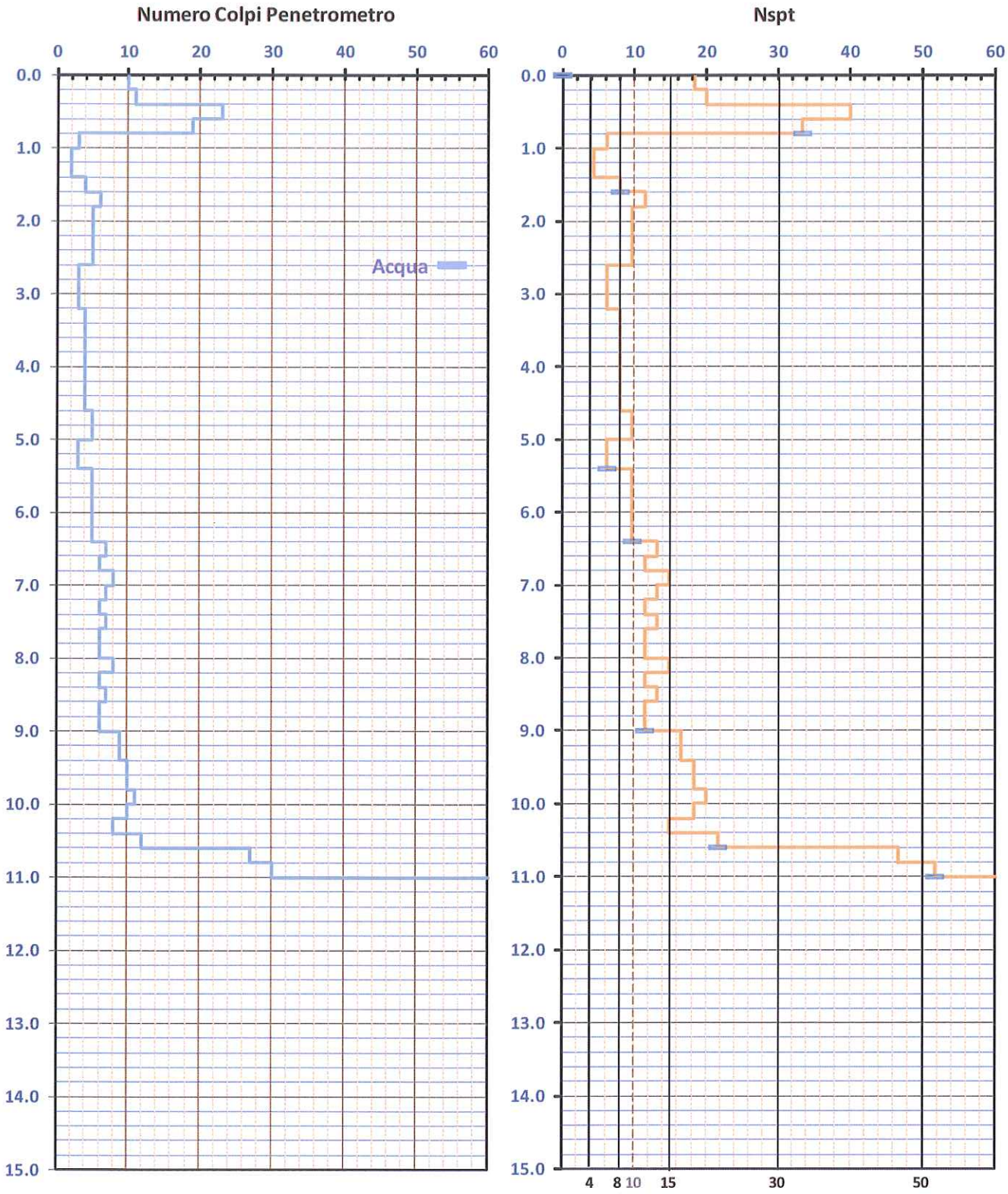


TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-05

COMMITTENTE: SITECO						LOCALITA': S.ANTONIO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 22/04/2011						
NOME FILE: SITECO DPSH-05						PENETROMETRO DPSH				FALDA NO		
			Natura granulare			Natura Coesiva						
H	N	Nspt	ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	11	20.0	32.3	14183	89	134	11985	230	1.9	1	8194	328
0.40	8	14.9	29.9	10572	84	100	8934	173	5.7	1	5959	238
0.60	12	21.7	33.0	15380	166	145	12997	252	9.5	1	8938	358
0.80	20	35.1	37.9	24897	415	235	21040	407	13.3	1	14897	596
1.00	18	31.7	36.8	22525	402	213	19035	370	17.1	2	12428	497
1.20	12	21.7	33.0	15380	265	145	12997	256	20.9	2	8285	331
1.40	5	9.7	27.1	6913	140	65	5842	120	24.7	2	3452	138
1.60	4	8.0	25.9	5674	137	54	4795	101	28.5	2	2762	110
1.80	7	13.2	29.1	9359	221	88	7909	162	32.3	2	4833	193
2.00	13	23.3	33.7	16575	436	156	14007	280	36.1	3	8365	335
2.20	9	16.6	30.8	11779	324	111	9954	204	39.9	3	5791	232
2.40	3	6.2	24.7	4417	170	42	3733	86	43.7	3	1930	77
2.60	3	6.2	24.7	4417	183	42	3733	87	47.5	3	1930	77
2.80	3	6.2	24.7	4417	196	42	3733	89	51.3	3	1930	77
3.00	4	8.0	25.9	5674	242	54	4795	110	55.1	4	2410	96
3.20	6	11.5	28.1	8140	329	77	6879	151	58.9	4	3615	145
3.40	7	13.2	29.1	9359	388	88	7909	172	62.7	4	4217	169
3.60	7	13.2	29.1	9359	409	88	7909	173	66.5	4	4217	169
3.80	7	13.2	29.1	9359	430	88	7909	175	70.3	4	4217	169
4.00	8	14.9	29.9	10572	501	100	8934	196	74.1	5	4531	181
4.20	8	14.9	29.9	10572	524	100	8934	197	77.9	5	4531	181
4.40	7	13.2	29.1	9359	493	88	7909	179	81.7	5	3964	159
4.60	7	13.2	29.1	9359	514	88	7909	180	85.5	5	3964	159
4.80	6	11.5	28.1	8140	480	77	6879	161	89.3	5	3398	136
5.00	7	13.2	29.1	9359	556	88	7909	182	93.1	6	3740	150
5.20	5	9.7	27.1	6913	461	65	5842	144	96.9	6	2672	107
5.40	6	11.5	28.1	8140	536	77	6879	165	100.7	6	3206	128
5.60	7	13.2	29.1	9359	619	88	7909	186	104.5	6	3740	150
5.80	8	14.9	29.9	10572	709	100	8934	207	108.3	6	4274	171
6.00	8	14.9	29.9	10572	732	100	8934	208	112.1	7	4046	162
6.20	7	13.2	29.1	9359	682	88	7909	190	115.9	7	3540	142
6.40	9	16.6	30.8	11779	858	111	9954	230	119.7	7	4551	182
6.60	8	14.9	29.9	10572	802	100	8934	212	123.5	7	4046	162
6.80	7	13.2	29.1	9359	745	88	7909	194	127.3	7	3540	142
7.00	8	14.9	29.9	10572	848	100	8934	215	131.1	8	3840	154
7.20	8	14.9	29.9	10572	871	100	8934	216	134.9	8	3840	154
7.40	8	14.9	29.9	10572	894	100	8934	217	138.7	8	3840	154
7.60	10	18.3	31.6	12982	1110	123	10971	257	142.5	8	4800	192
7.80	10	18.3	31.6	12982	1138	123	10971	259	146.3	8	4800	192
8.00	12	21.7	33.0	15380	1392	145	12997	299	150.1	9	5482	219
8.20	11	20.0	32.3	14183	1306	134	11985	281	153.9	9	5025	201
8.40	9	16.6	30.8	11779	1113	111	9954	243	157.7	9	4111	164
8.60	12	21.7	33.0	15380	1492	145	12997	302	161.5	9	5482	219
8.80	9	16.6	30.8	11779	1164	111	9954	246	165.3	9	4111	164
9.00	13	23.3	33.7	16575	1696	156	14007	324	169.1	10	5665	227
9.20	12	21.7	33.0	15380	1591	145	12997	306	172.9	10	5229	209
9.40	12	21.7	33.0	15380	1624	145	12997	308	176.7	10	5229	209
9.60	10	18.3	31.6	12982	1389	123	10971	270	180.5	10	4358	174
9.80	12	21.7	33.0	15380	1691	145	12997	310	184.3	10	5229	209
10.00	14	25.0	34.4	17768	2037	168	15015	350	188.1	11	5832	233
10.20	15	26.7	35.0	18959	2251	179	16022	370	191.9	11	6248	250
10.40	16	28.4	35.6	20149	2482	190	17027	391	195.7	11	6665	267
10.60	9	16.6	30.8	11779	1393	111	9954	257	199.5	11	3749	150
10.80	12	21.7	33.0	15380	1856	145	12997	316	203.3	11	4999	200
11.00	13	23.3	33.7	16575	2056	156	14007	337	207.1	12	5187	207
11.20	11	20.0	32.3	14183	1763	134	11985	300	210.9	12	4389	176
11.40	13	23.3	33.7	16575	2128	156	14007	340	214.7	12	5187	207
11.60	13	23.3	33.7	16575	2164	156	14007	341	218.5	12	5187	207
11.80	12	21.7	33.0	15380	2022	145	12997	323	222.3	12	4788	192
12.00	13	23.3	33.7	16575	2236	156	14007	343	226.1	13	4977	199
12.20	12	21.7	33.0	15380	2088	145	12997	325	229.9	13	4594	184
12.40	16	28.4	35.6	20149	2938	190	17027	404	233.7	13	6125	245
12.60	17	30.1	36.2	21337	3224	201	18031	424	237.5	13	6508	260
12.80	18	31.7	36.8	22525	3532	213	19035	445	241.3	13	6891	276
13.00	16	28.4	35.6	20149	3075	190	17027	407	245.1	14	5886	235
13.20	15	26.7	35.0	18959	2884	179	16022	389	248.9	14	5519	221
13.40	16	28.4	35.6	20149	3166	190	17027	410	252.7	14	5886	235
13.60	28	48.4	41.9	34362	7673	324	29038	641	256.5	14	10301	412
13.80	30	51.7	42.9	36725	8928	347	31035	681	260.3	14	11037	441

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-05

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	$\sigma v'$ [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.4	9.5	17.4	31.1	12377	86	117	10459	201	3.8	7076	283
1.2	15.5	27.5	35.2	19545	312	184	16517	321	15.2	11137	445
1.6	4.5	8.9	26.5	6293	139	59	5318	111	26.6	3107	124
2.2	9.7	17.7	31.2	12571	327	119	10623	215	36.1	6330	253
3.0	3.3	6.7	25.0	4731	198	45	3998	93	49.4	2050	82
7.4	7.2	13.6	29.2	9633	608	91	8140	189	98.8	3888	156
12.2	11.9	21.4	32.9	15227	1716	144	12867	308	186.2	5055	202
13.4	16.3	28.9	35.8	20545	3137	194	17362	413	243.2	6136	245
13.8	29.0	50.1	42.4	35543	8300	335	30037	661	258.4	10669	427

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Qa2 = $[(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
Qa3 = (Rdp / 15÷30); Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-05

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.4	9.5	17.4	0.2	19.2	3.8	100.0	10357	30507	>4	24166	10459
1.2	15.5	27.5	0.8	19.9	15.2	100.0	37460	19270	2.3	38529	16517
1.6	4.5	8.9	1.4	18.3	26.6	63.6	16627	7333	0.3	13274	5318
2.2	9.7	17.7	1.9	19.3	36.1	85.8	39208	13275	0.7	25834	10623
3.0	3.3	6.7	2.6	17.9	49.4	49.6	23726	5840	0.2	11156	3998
7.4	7.2	13.6	5.2	18.9	98.8	59.5	72989	42957	>4	22641	8140
12.2	11.9	21.4	9.8	19.5	186.2	60.8	205910	66986	>4	36990	12867
13.4	16.3	28.9	12.8	20.0	243.2	63.8	376384	87269	>4	49588	17362
13.8	29.0	50.1	13.6	20.0	258.4	82.0	996038	119161	>4	79296	30037

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m³]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
Dr = $21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
Es = $Es=(105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es=(525-350 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
OCR = $(Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-05

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.4	9.5	17.4	2	31.1	1.7	29.3	24.2	117	24.1	87	62
1.2	15.5	27.5	4	35.2	2.6	33.8	28.1	184	46.3	150	107
1.6	4.5	8.9	2	26.5	0.8	25.0	20.4	59	8.3	44	32
2.2	9.7	17.7	3	31.2	2.4	29.7	24.5	119	34.7	93	67
3.0	3.3	6.7	4	25.0	0.6	24.0	19.6	45	5.9	36	26
7.4	7.2	13.6	22	29.2	0.8	28.9	23.8	91	10.6	87	62
12.2	11.9	21.4	24	32.9	1.3	32.4	27.0	144	20.3	136	97
13.4	16.3	28.9	6	35.8	0.6	35.3	29.5	194	11.6	183	131
13.8	29.0	50.1	2	42.4	0.6	39.9	33.8	335	15.8	250	178

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γϕ = 1.25]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γcu = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-05

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.4	9.5	17.4	2	31.1	1.7	27.5	27.5	117	24.1	76	76
1.2	15.5	27.5	4	35.2	2.6	31.1	31.1	184	46.3	119	119
1.6	4.5	8.9	2	26.5	0.8	23.5	23.5	59	8.3	38	38
2.2	9.7	17.7	3	31.2	2.4	27.6	27.6	119	34.7	77	77
3.0	3.3	6.7	4	25.0	0.6	22.1	22.1	45	5.9	29	29
7.4	7.2	13.6	22	29.2	0.8	27.8	27.8	91	10.6	75	75
12.2	11.9	21.4	24	32.9	1.3	30.8	30.8	144	20.3	113	113
13.4	16.3	28.9	6	35.8	0.6	34.8	34.8	194	11.6	175	175
13.8	29.0	50.1	2	42.4	0.6	37.5	37.5	335	15.8	217	217

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γcu = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-05

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	

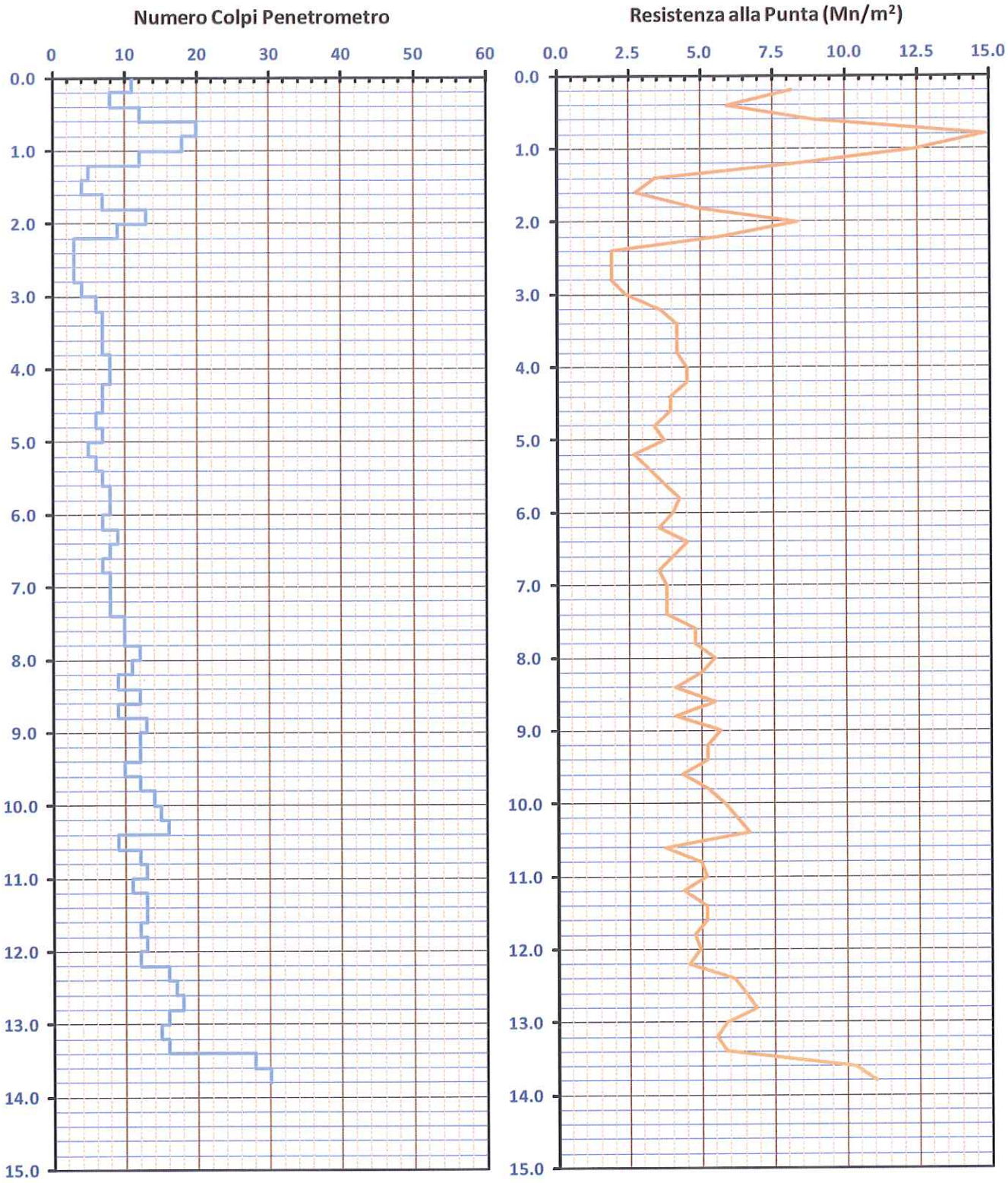
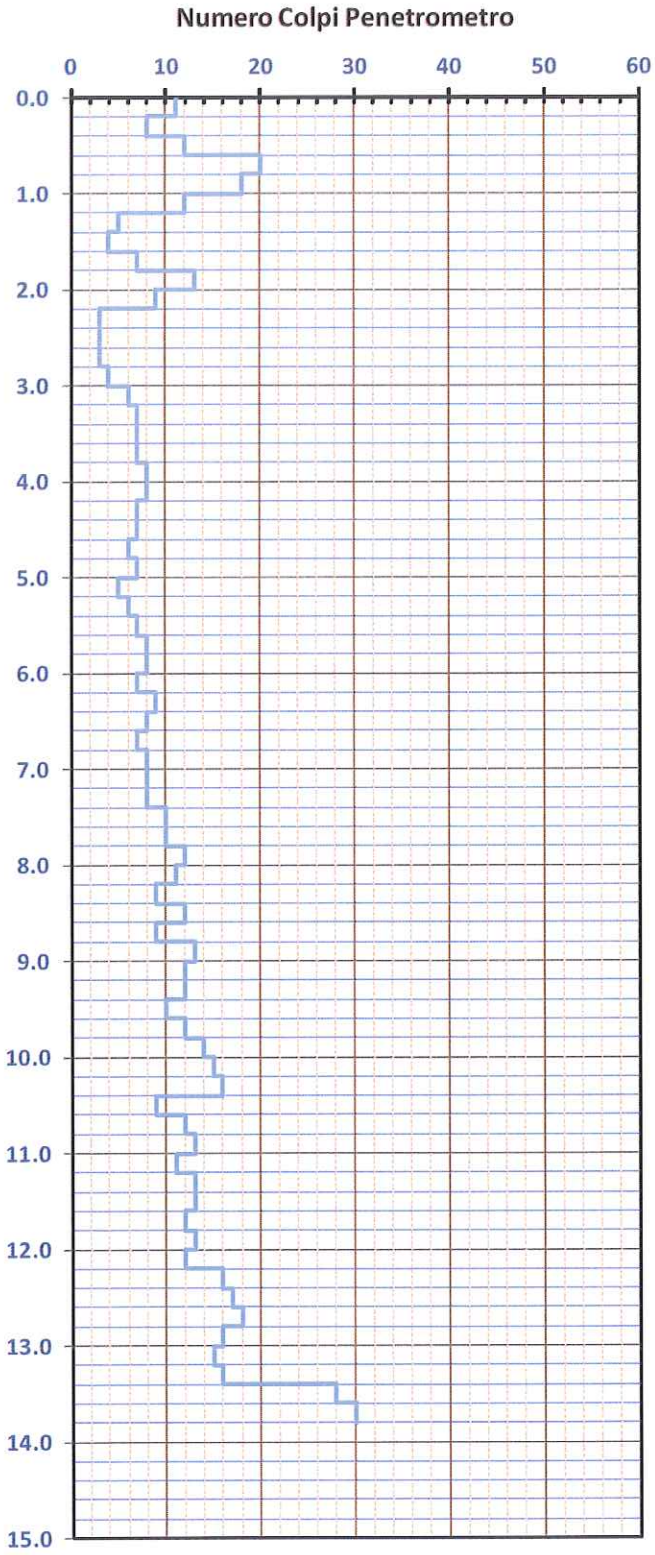


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-05

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-05	PENETROMETRO DPSH	



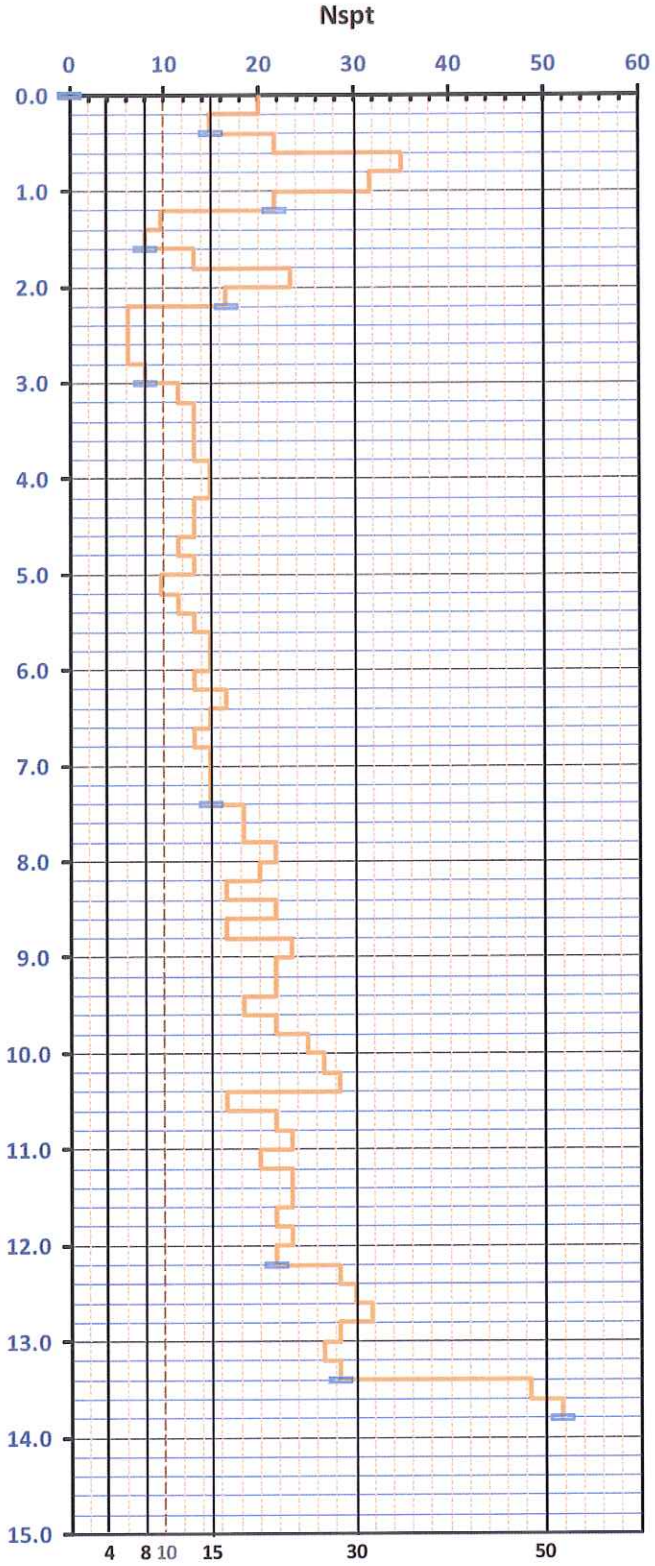


TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-06

COMMITTENTE: SITECO						LOCALITA' : S.ANTONIO						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 22/04/2011						
NOME FILE: SITECO DPSH-06						PENETROMETRO DPSH				FALDA NO		
			Natura granulare			Natura Coesiva						
H	N	Nspt	Φ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	σv' [kN/m²]	Asta	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.20	18	31.7	36.8	22525	190	213	19035	365	1.9	1	13408	536
0.40	27	46.7	41.5	33180	547	313	28040	538	5.7	1	20112	804
0.60	25	43.4	40.5	30816	546	291	26041	501	9.5	1	18622	745
0.80	3	6.2	24.7	4417	66	42	3733	76	13.3	1	2235	89
1.00	3	6.2	24.7	4417	79	42	3733	77	17.1	2	2071	83
1.20	2	4.4	23.1	3134	77	30	2648	58	20.9	2	1381	55
1.40	3	6.2	24.7	4417	105	42	3733	80	24.7	2	2071	83
1.60	6	11.5	28.1	8140	178	77	6879	141	28.5	2	4143	166
1.80	5	9.7	27.1	6913	174	65	5842	123	32.3	2	3452	138
2.00	6	11.5	28.1	8140	215	77	6879	144	36.1	3	3861	154
2.20	5	9.7	27.1	6913	208	65	5842	125	39.9	3	3217	129
2.40	5	9.7	27.1	6913	224	65	5842	126	43.7	3	3217	129
2.60	4	8.0	25.9	5674	212	54	4795	108	47.5	3	2574	103
2.80	4	8.0	25.9	5674	227	54	4795	109	51.3	3	2574	103
3.00	4	8.0	25.9	5674	242	54	4795	110	55.1	4	2410	96
3.20	3	6.2	24.7	4417	222	42	3733	91	58.9	4	1807	72
3.40	3	6.2	24.7	4417	235	42	3733	92	62.7	4	1807	72
3.60	4	8.0	25.9	5674	286	54	4795	114	66.5	4	2410	96
3.80	6	11.5	28.1	8140	385	77	6879	155	70.3	4	3615	145
4.00	6	11.5	28.1	8140	404	77	6879	156	74.1	5	3398	136
4.20	4	8.0	25.9	5674	331	54	4795	118	77.9	5	2265	91
4.40	3	6.2	24.7	4417	300	42	3733	99	81.7	5	1699	68
4.60	4	8.0	25.9	5674	361	54	4795	120	85.5	5	2265	91
4.80	3	6.2	24.7	4417	326	42	3733	101	89.3	5	1699	68
5.00	4	8.0	25.9	5674	391	54	4795	123	93.1	6	2137	85
5.20	3	6.2	24.7	4417	352	42	3733	104	96.9	6	1603	64
5.40	4	8.0	25.9	5674	421	54	4795	125	100.7	6	2137	85
5.60	4	8.0	25.9	5674	436	54	4795	127	104.5	6	2137	85
5.80	5	9.7	27.1	6913	511	65	5842	148	108.3	6	2672	107
6.00	5	9.7	27.1	6913	528	65	5842	149	112.1	7	2529	101
6.20	4	8.0	25.9	5674	480	54	4795	130	115.9	7	2023	81
6.40	6	11.5	28.1	8140	631	77	6879	172	119.7	7	3034	121
6.60	7	13.2	29.1	9359	724	88	7909	192	123.5	7	3540	142
6.80	7	13.2	29.1	9359	745	88	7909	194	127.3	7	3540	142
7.00	8	14.9	29.9	10572	848	100	8934	215	131.1	8	3840	154
7.20	10	18.3	31.6	12982	1054	123	10971	255	134.9	8	4800	192
7.40	9	16.6	30.8	11779	986	111	9954	237	138.7	8	4320	173
7.60	9	16.6	30.8	11779	1011	111	9954	238	142.5	8	4320	173
7.80	10	18.3	31.6	12982	1138	123	10971	259	146.3	8	4800	192
8.00	8	14.9	29.9	10572	964	100	8934	221	150.1	9	3655	146
8.20	7	13.2	29.1	9359	891	88	7909	203	153.9	9	3198	128
8.40	11	20.0	32.3	14183	1337	134	11985	282	157.7	9	5025	201
8.60	16	28.4	35.6	20149	2071	190	17027	380	161.5	9	7309	292
8.80	17	30.1	36.2	21337	2288	201	18031	400	165.3	9	7766	311
9.00	23	40.1	39.5	28450	3653	268	24042	516	169.1	10	10023	401
9.20	22	38.4	39.0	27266	3469	257	23042	498	172.9	10	9587	383
9.40	18	31.7	36.8	22525	2630	213	19035	423	176.7	10	7844	314
9.60	20	35.1	37.9	24897	3118	235	21040	463	180.5	10	8715	349
9.80	16	28.4	35.6	20149	2345	190	17027	387	184.3	10	6972	279
10.00	20	35.1	37.9	24897	3241	235	21040	465	188.1	11	8331	333
10.20	22	38.4	39.0	27266	3823	257	23042	505	191.9	11	9164	367
10.40	18	31.7	36.8	22525	2896	213	19035	429	195.7	11	7498	300
10.60	17	30.1	36.2	21337	2731	201	18031	411	199.5	11	7081	283
10.80	16	28.4	35.6	20149	2573	190	17027	394	203.3	11	6665	267
11.00	15	26.7	35.0	18959	2420	179	16022	376	207.1	12	5985	239
11.20	16	28.4	35.6	20149	2664	190	17027	396	210.9	12	6384	255
11.40	20	35.1	37.9	24897	3671	235	21040	474	214.7	12	7979	319
11.60	23	40.1	39.5	28450	4642	268	24042	533	218.5	12	9176	367
11.80	22	38.4	39.0	27266	4390	257	23042	515	222.3	12	8777	351
12.00	27	46.7	41.5	33180	6357	313	28040	612	226.1	13	10336	413
12.20	32	55.1	43.7	39087	9114	369	33031	709	229.9	13	12250	490
12.40	30	51.7	42.9	36725	8069	347	31035	672	233.7	13	11484	459

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-06

(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m²]	Qa1 [kN/m²]	Cu [kN/m²]	Ed [kN/m²]	Qa2 [kN/m²]	$\sigma v'$ [kN/m²]	Rpd [kN/m²]	Qa3 [kN/m²]
0.6	23.3	40.6	39.6	28840	428	272	24372	468	5.7	17380	695
1.4	2.8	5.8	24.3	4097	82	39	3462	73	19.0	1940	78
2.4	5.4	10.4	27.5	7404	200	70	6257	132	36.1	3578	143
3.6	3.7	7.4	25.5	5255	237	50	4441	104	57.0	2264	91
4.0	6.0	11.5	28.1	8140	395	77	6879	156	72.2	3506	140
6.2	3.9	7.8	25.8	5556	403	52	4695	122	96.9	2106	84
8.2	8.1	15.1	30.0	10688	899	101	9032	218	136.8	3905	156
8.6	13.5	24.2	34.0	17166	1704	162	14506	331	159.6	6167	247
10.6	19.3	33.9	37.5	24065	3020	227	20336	450	182.4	8298	332
11.2	15.7	27.8	35.4	19752	2552	186	16692	388	207.1	6344	254
12.0	23.0	40.1	39.5	28448	4765	268	24041	533	220.4	9067	363
12.4	31.0	53.4	43.3	37906	8592	357.7	32033	690	231.8	11867	475

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi° = (15 \cdot Nspt)^{.5} + 15$ (Road Bridge Specification)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (½ \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma)] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)
Qa2 = $[(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3$ [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$ [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
Qa3 = (Rdp / 15÷30); Qa=(Rpd / 25) [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-06

(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt				Natura granulare			Natura Coesiva		
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m³]	σv [kN/m²]	Dr [%]	Ks [kN/m³]	Es [kN/m²]	OCR -	Ks [kN/m³]	Ed [kN/m²]
0.6	23.3	40.6	0.3	20.5	5.7	100.0	51316	71085	>4	56183	24372
1.4	2.8	5.8	1.0	17.7	19.0	53.5	9793	4978	0.3	8708	3462
2.4	5.4	10.4	1.9	18.5	36.1	65.8	23970	8546	0.4	15808	6257
3.6	3.7	7.4	3.0	18.0	57.0	50.7	28475	6458	0.3	12475	4441
4.0	6.0	11.5	3.8	18.6	72.2	59.6	47369	9645	1.0	18681	6879
6.2	3.9	7.8	5.1	18.1	96.9	45.5	48419	6971	2.6	14656	4695
8.2	8.1	15.1	7.2	19.0	136.8	56.7	107905	12821	3.9	26209	9032
8.6	13.5	24.2	8.4	19.7	159.6	68.1	204464	69265	>4	39688	14506
10.6	19.3	33.9	9.6	20.0	182.4	77.0	362345	86653	>4	53986	20336
11.2	15.7	27.8	10.9	19.0	207.1	66.5	306267	81265	>4	46606	16692
12.0	23.0	40.1	11.6	20.0	220.4	78.0	571816	100965	>4	64010	24041
12.4	31.0	53.4	12.2	20.0	231.8	88.3	1031000	115246	>4	82815	32033

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
Hm = Profondità al centro dello strato [m]
γ = Peso di volume del terreno [kN/m²]
σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
Dr = $21 \cdot [(10 \cdot Nspt) / (\sigma v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m³] (Bowles, 1988)
Es = $Es=(105-35 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$; OCR>4 $Es=(525-350 \cdot Dr) \cdot N_{spt}$ [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiolkowski,1988)
OCR = $(Cu / (\sigma v \cdot KK))^{1.25}$ [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-06

(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	23.3	40.6	3	39.6	2.5	37.7	31.7	272	52.8	214	153
1.4	2.8	5.8	4	24.3	0.8	23.3	19.0	39	6.1	31	22
2.4	5.4	10.4	5	27.5	0.6	26.5	21.7	70	6.3	58	41
3.6	3.7	7.4	6	25.5	0.7	24.9	20.4	50	6.1	44	31
4.0	6.0	11.5	2	28.1	0.0	26.5	21.7	77	0.0	57	41
6.2	3.9	7.8	11	25.8	0.9	25.3	20.7	52	8.3	48	34
8.2	8.1	15.1	10	30.0	1.2	29.3	24.2	101	15.6	91	65
8.6	13.5	24.2	2	34.0	2.3	32.0	26.6	162	39.8	121	86
10.6	19.3	33.9	10	37.5	1.4	36.7	30.8	227	27.4	210	150
11.2	15.7	27.8	3	35.4	0.4	33.7	28.1	186	6.5	147	105
12.0	23.0	40.1	4	39.5	1.5	37.9	31.9	268	32.9	218	156
12.4	31.0	53.4	2	43.3	0.6	40.8	34.6	358	15.8	266	190

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M2) [γ_ϕ = 1.25]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [γ_{cu} = 1.4]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-06

(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕm [°]	dev stand	ϕk [°]	ϕd [°]	Cum [kN/m²]	dev stand	Cuk [kN/m²]	Cud [kN/m²]
0.6	23.3	40.6	3	39.6	2.5	35.0	35.0	272	52.8	176	176
1.4	2.8	5.8	4	24.3	0.8	21.5	21.5	39	6.1	25	25
2.4	5.4	10.4	5	27.5	0.6	24.3	24.3	70	6.3	45	45
3.6	3.7	7.4	6	25.5	0.7	24.4	24.4	50	6.1	40	40
4.0	6.0	11.5	2	28.1	0.0	24.9	24.9	77	0.0	50	50
6.2	3.9	7.8	11	25.8	0.9	24.4	24.4	52	8.3	40	40
8.2	8.1	15.1	10	30.0	1.2	28.1	28.1	101	15.6	77	77
8.6	13.5	24.2	2	34.0	2.3	30.1	30.1	162	39.8	105	105
10.6	19.3	33.9	10	37.5	1.4	35.3	35.3	227	27.4	185	185
11.2	15.7	27.8	3	35.4	0.4	31.3	31.3	186	6.5	121	121
12.0	23.0	40.1	4	39.5	1.5	34.9	34.9	268	32.9	174	174
12.4	31.0	53.4	2	43.3	0.6	38.3	38.3	358	15.8	231	231

Num = Numero dei dati presi in considerazione per strato
ϕm = Dato medio dell'angolo di attrito interno dello strato
ϕk = Valore caratteristico dell'angolo di attrito (5° percentile di distribuzione della media)
ϕd = Valore di progetto dell'angolo di attrito interno del terreno (M1) [γ_ϕ = 1.0]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M1) [γ_{cu} = 1.0]

GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-06

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	

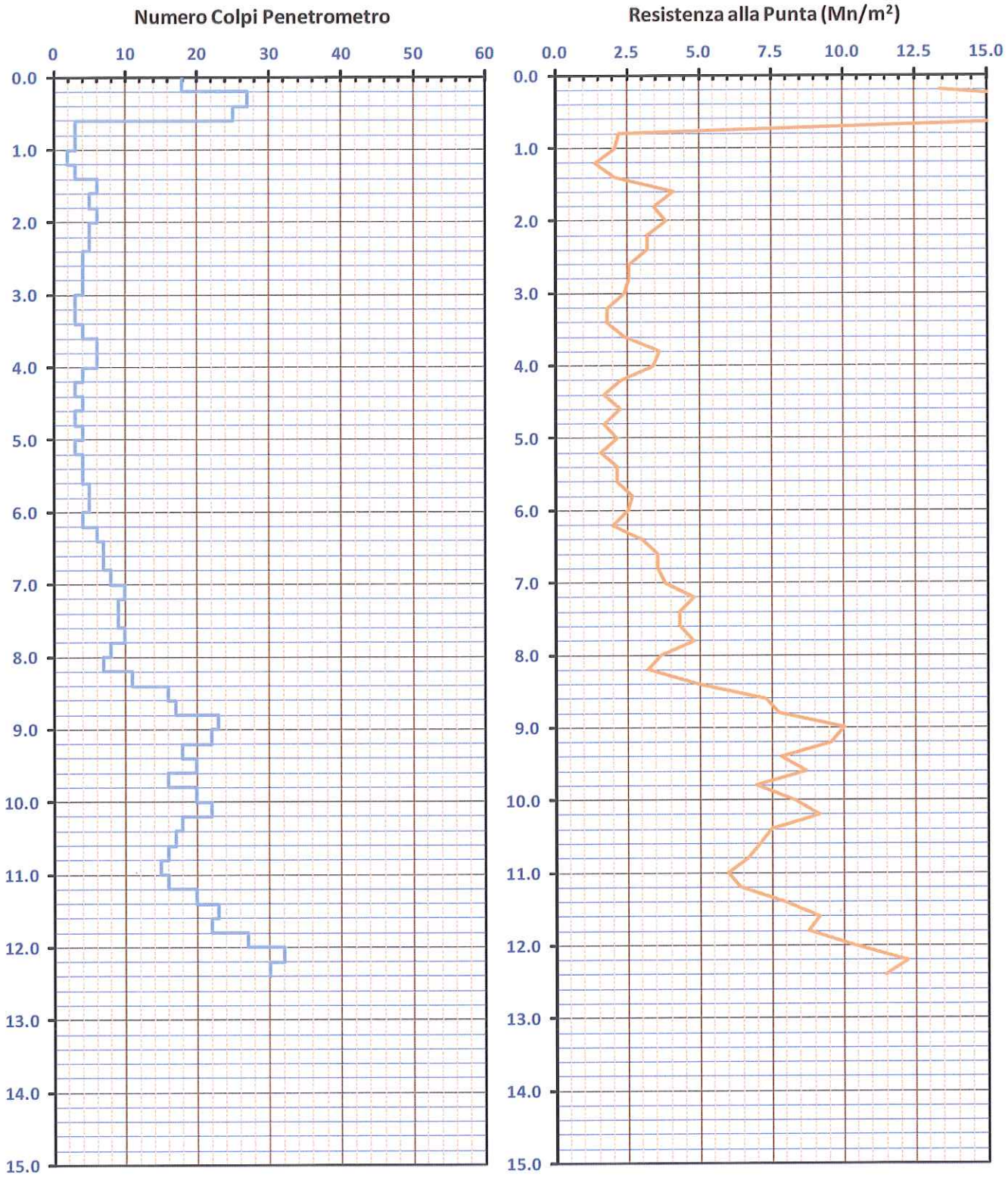
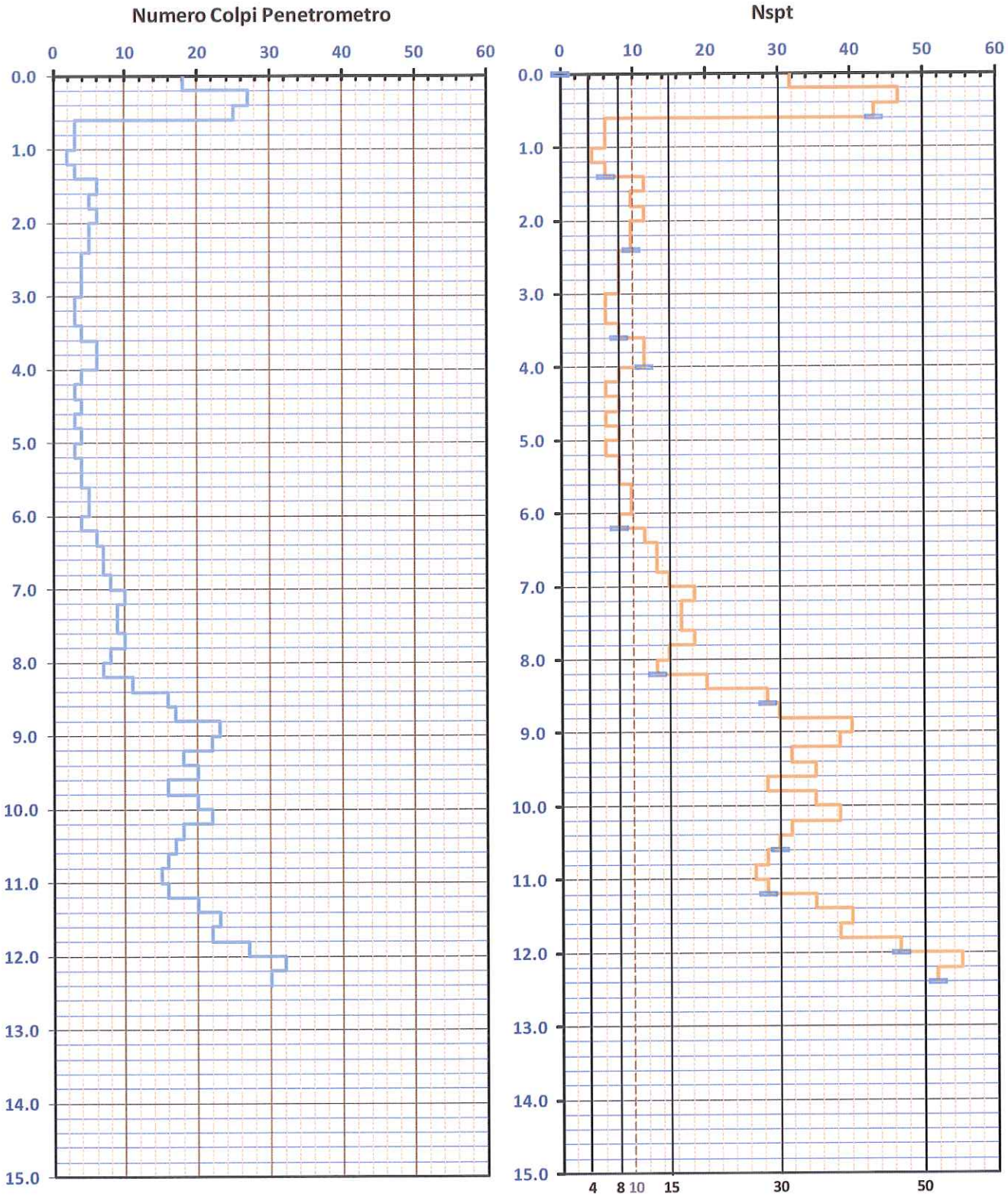


GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-06

COMMITTENTE:	SITECO	LOCALITA' :	S.ANTONIO
COMUNE:	PAVULLO	DATA:	22/04/2011
NOME FILE:	SITECO DPSH-06	PENETROMETRO DPSH	



ALLEGATO B

REGISTRAZIONE SIMICA E SPETTRI ELASTICI

UBICAZIONE REGISTRAZIONE SISMICA

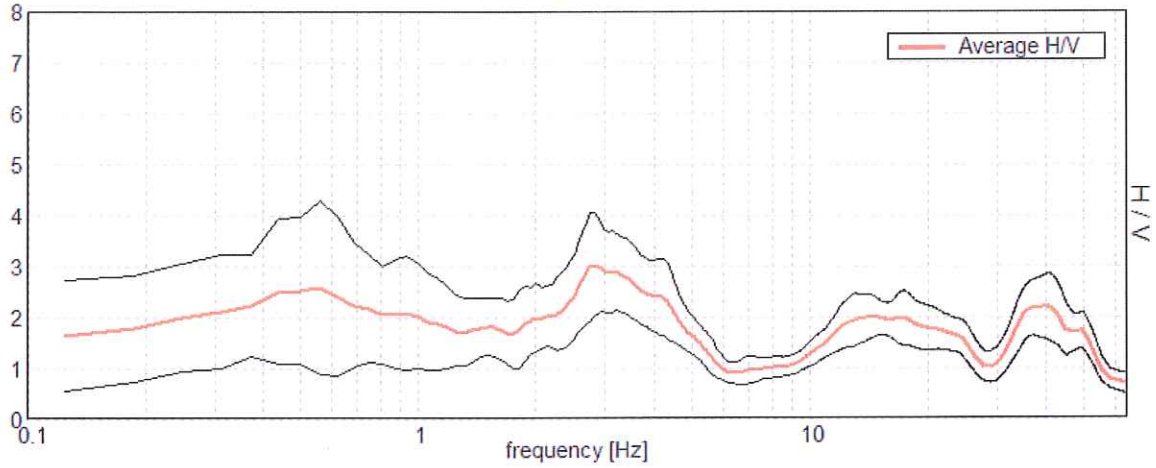
Registrazione Sismica a Stazione Singola (HVSR)

14_006 TR_01

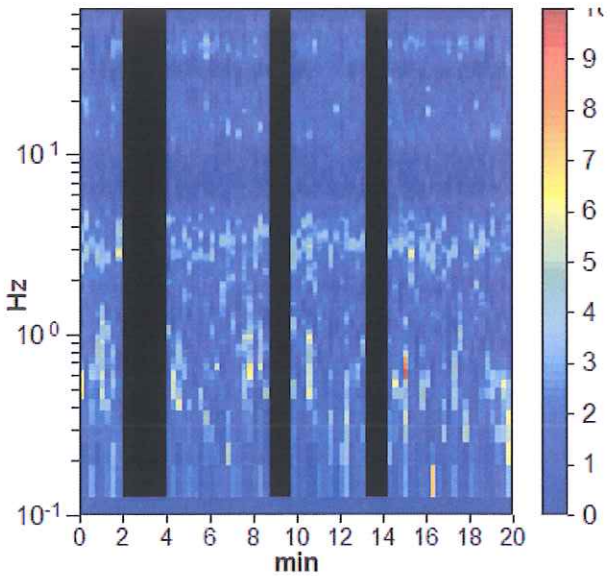
Instrument: TRS-0016/01-06
Start recording: 30/07/14 15:01:57 End recording: 30/07/14 15:21:58
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°50.1754 E, 44°21.8338 N (741.4 m)
(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 04
Trace length: 0h20'00". Analyzed 80% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 15 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

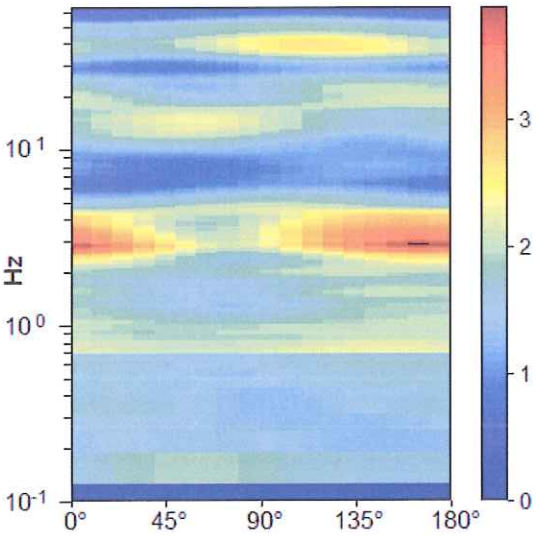
Max. H/V at 2.81 ± 0.18 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



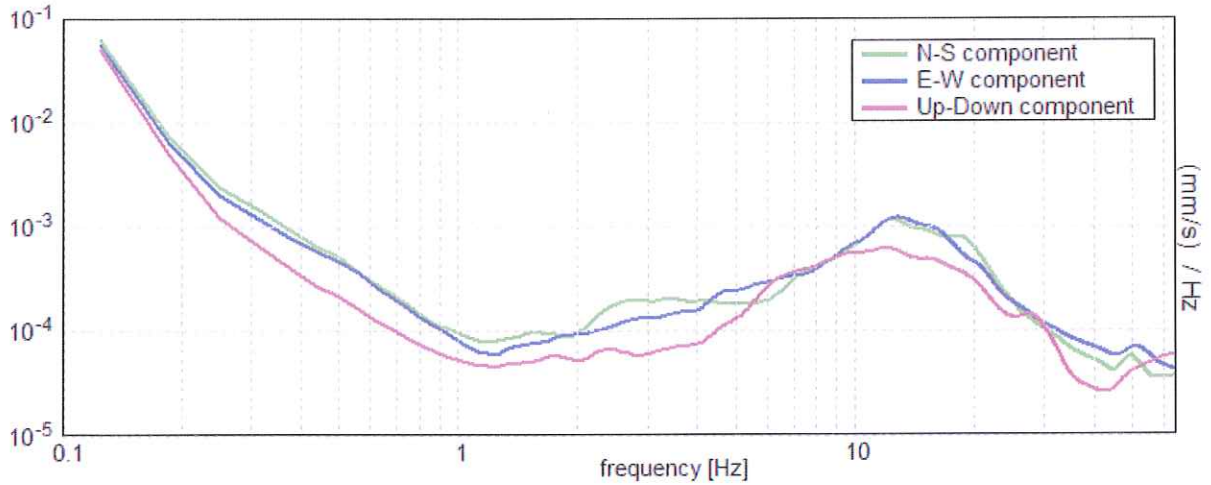
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

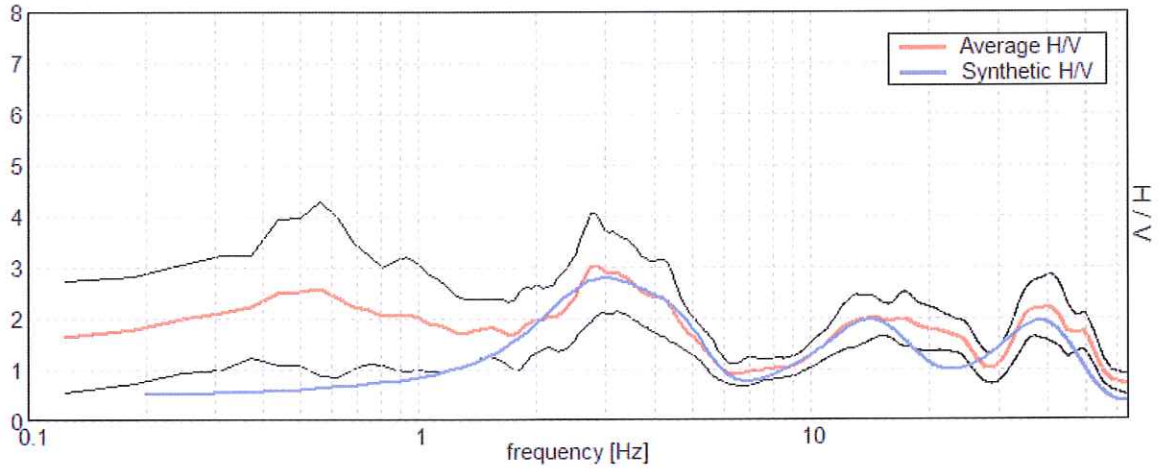


SINGLE COMPONENT SPECTRA



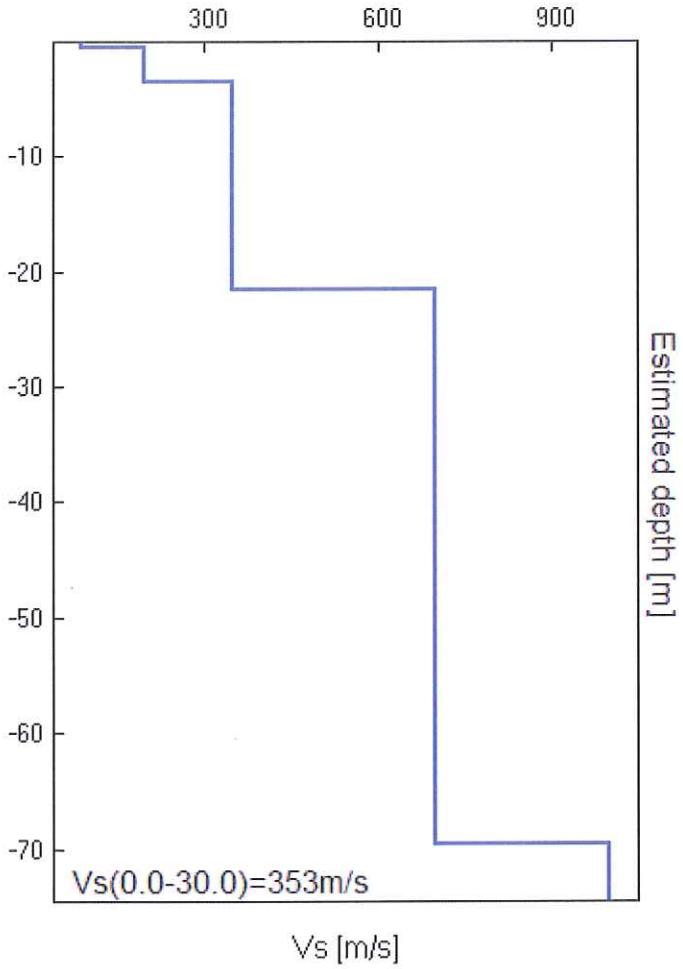
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 2.81 ± 0.18 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	90	0.35
3.60	3.00	200	0.35
21.60	18.00	350	0.35
69.60	48.00	700	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(0.0-30.0)=353m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the** *Grilla* **manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 2.81 ± 0.18 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

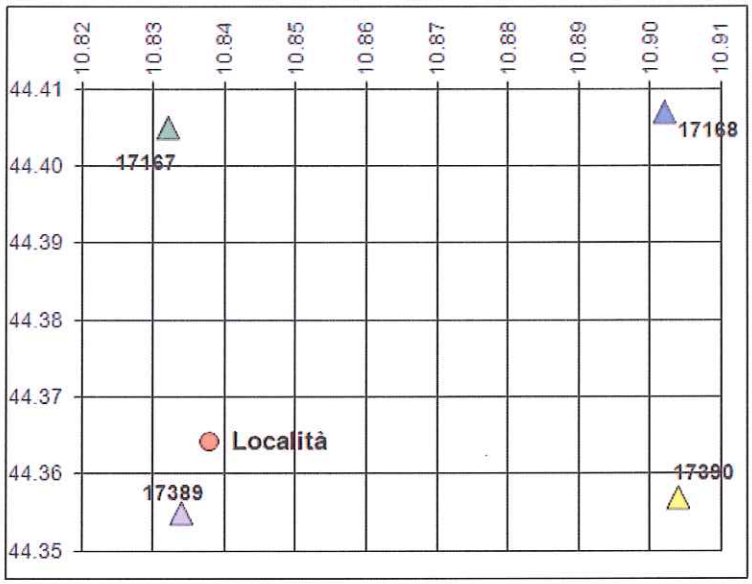
Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.81 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2700.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 68 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.03 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03131| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08805 < 0.14063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5071 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Coordinate geografiche della località in esame				
	LON	LAT	Tolleranza	
	[°]	[°]	[°]	[km]
Località	10.8377	44.3644	0.0001	0.014

Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo				
ID	LON	LAT	DIST [°]	[km]
17389	10.834	44.355	0.010	1.087
17390	10.904	44.357	0.048	5.338
17167	10.832	44.405	0.041	4.542
17168	10.902	44.407	0.063	6.973



CARATTERISTICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	S_T	1.0
Categoria suolo		C

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V_N	50	[anni]
Classe d'uso	C_U	II	
Vita di riferimento	V_R	50	[anni]

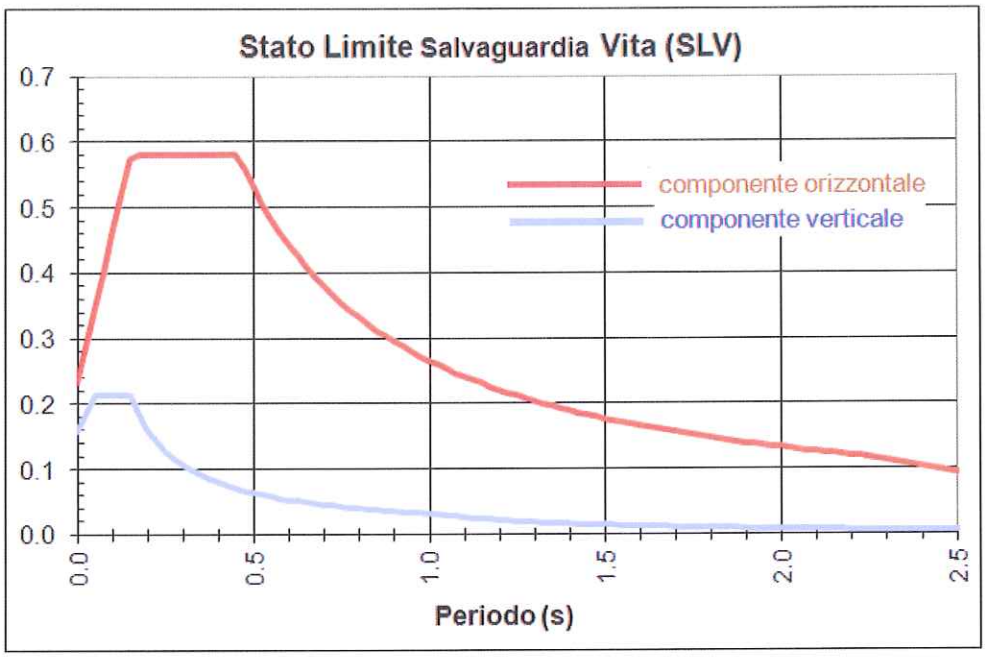
PARAMETRI SISMICI

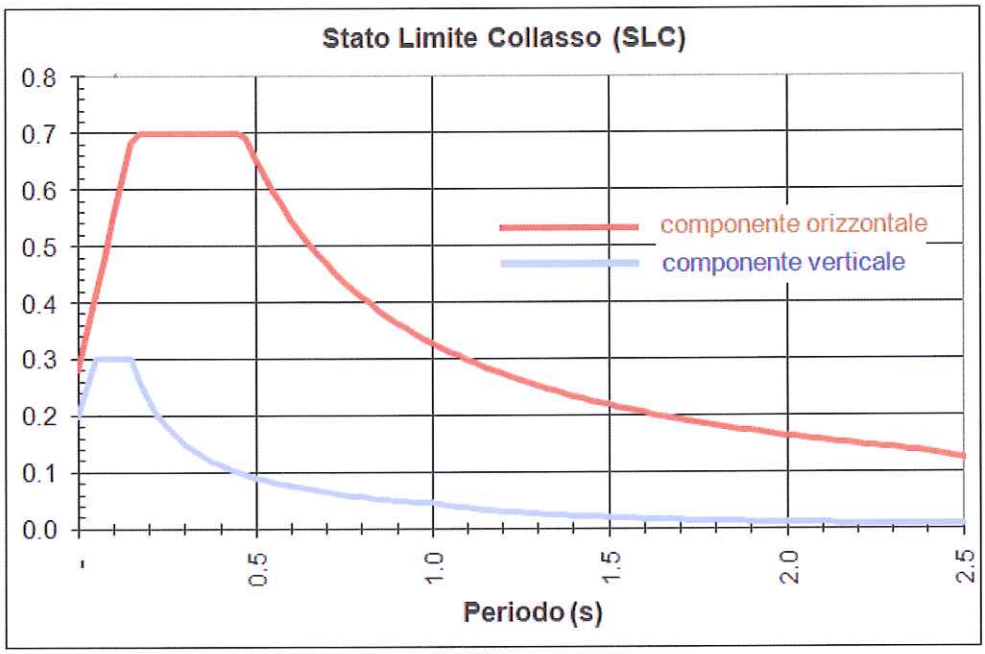
	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*
SLE	Operatività	81%	30	0.055	2.50	0.25
SLE	Danno	63%	50	0.069	2.50	0.26
SLU	Salv. Vita	10%	475	0.159	2.50	0.29
SLU	Collasso	5%	975	0.199	2.51	0.30

S	Tb	T_C	T_D	F_v
1.500	0.138	0.415	1.822	0.795
1.500	0.143	0.428	1.875	0.885
1.462	0.153	0.458	2.234	1.346
1.400	0.156	0.469	2.397	1.514

SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)
Tr = 975 anni (SLC)

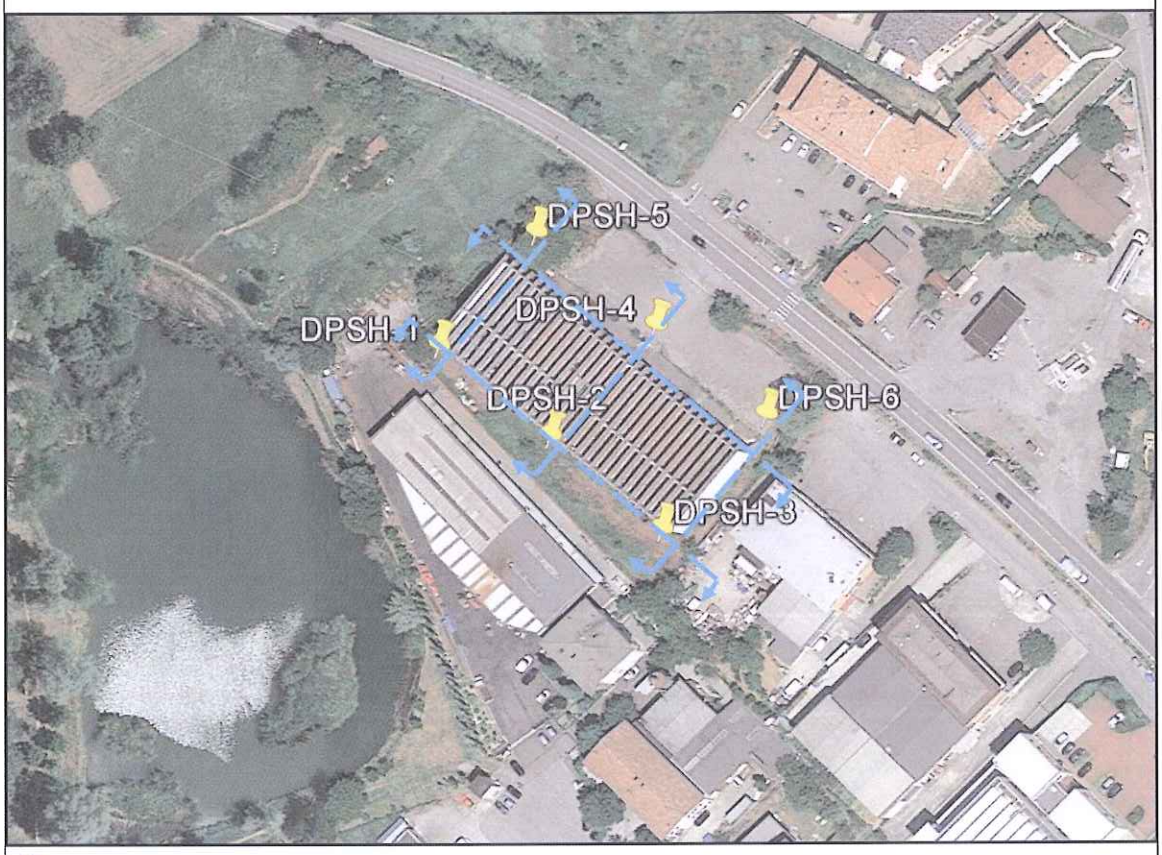




ALLEGATO C

SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

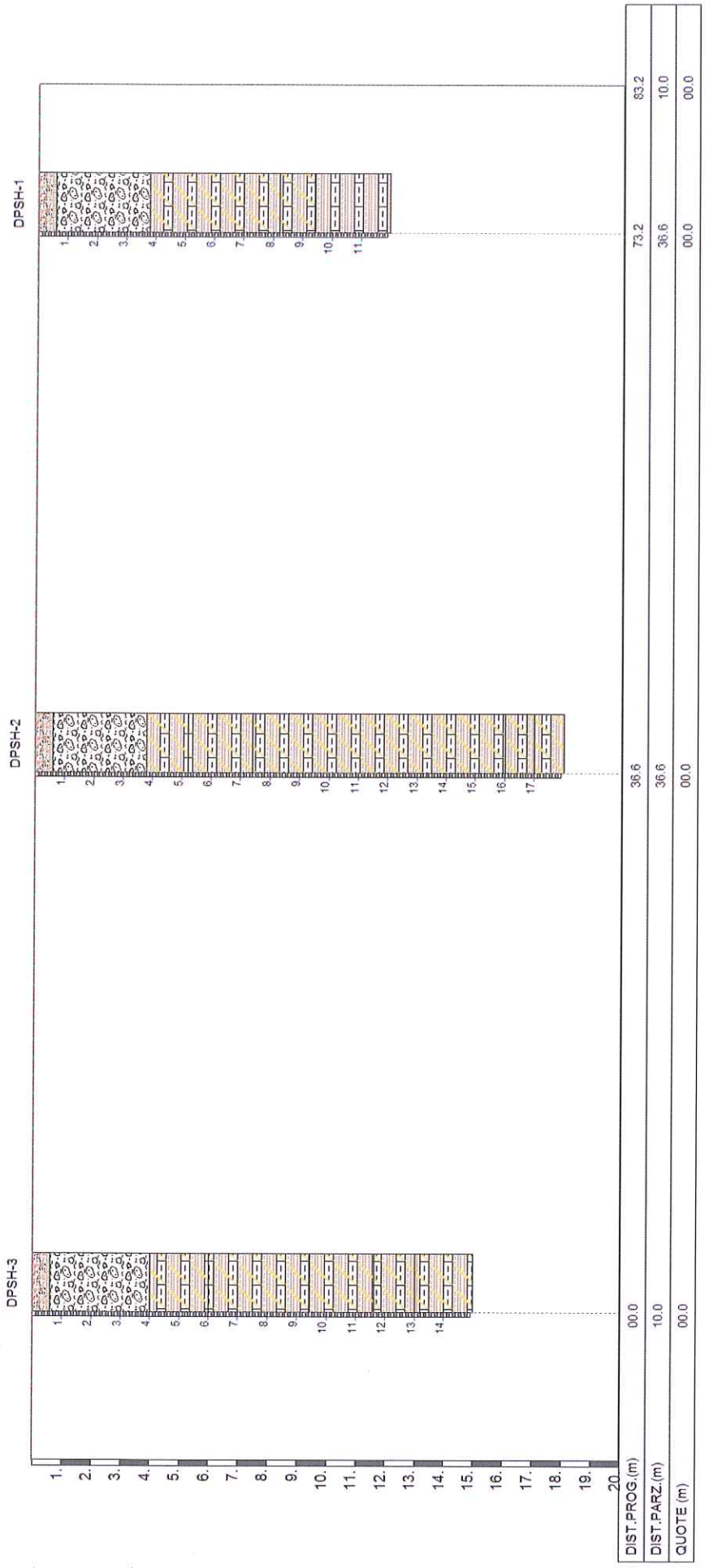


Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante DPSH

SEZIONE A-A

Scala Z=1:200

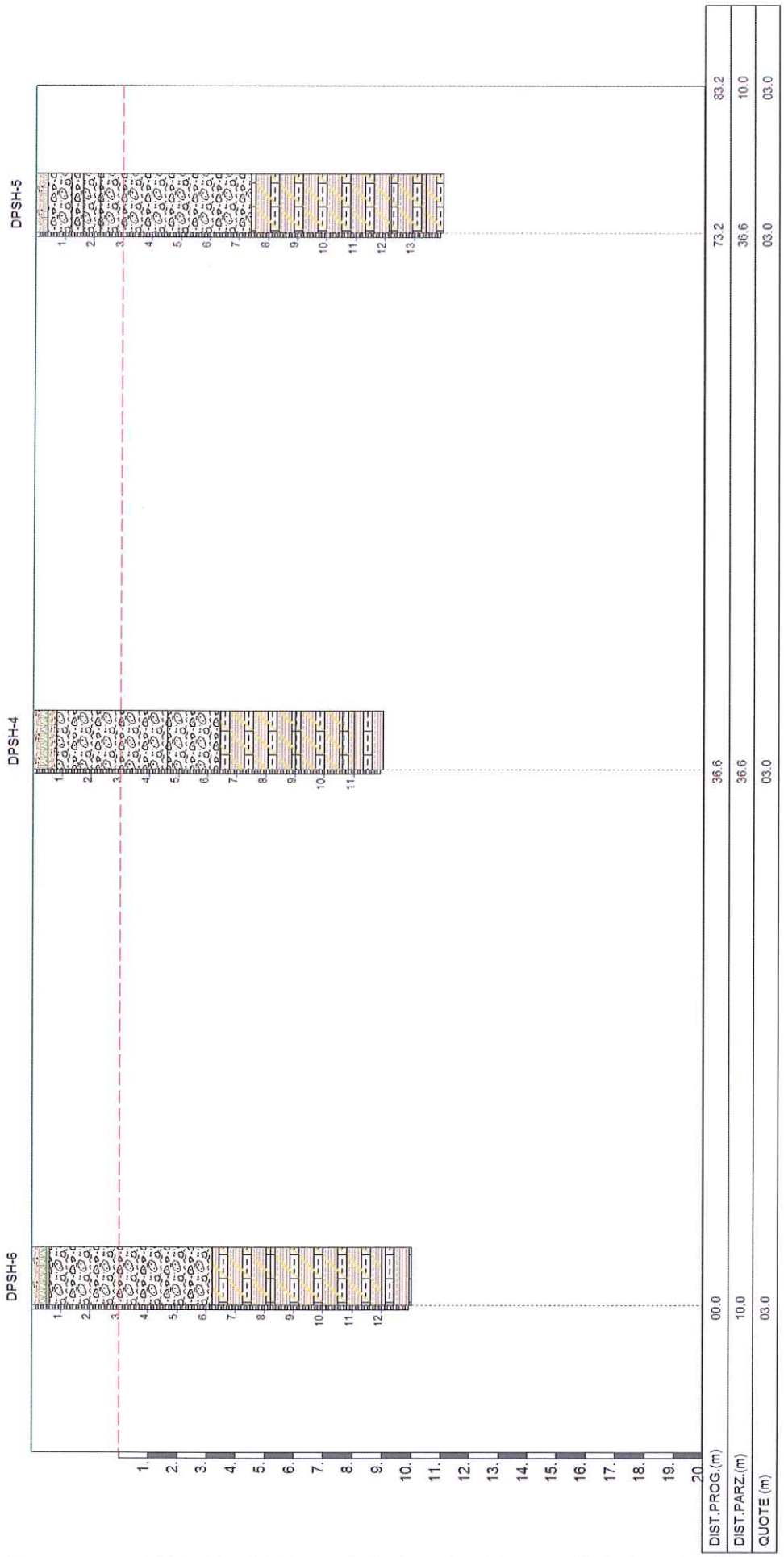
Scala X=1:400



SEZIONE B-B

Scala Z=1:200

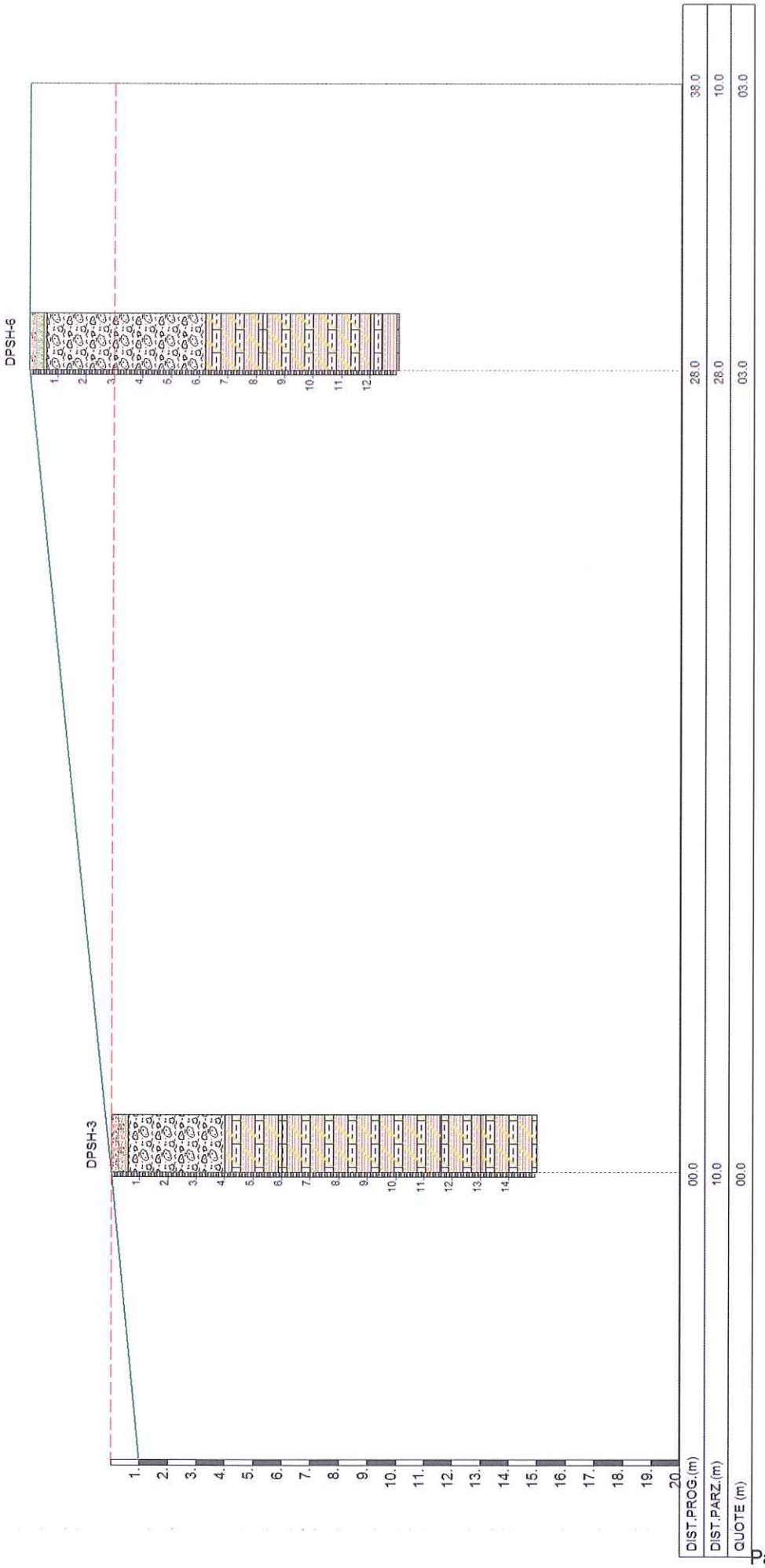
Scala X=1:400



SEZIONE C-C

Scala Z=1:200

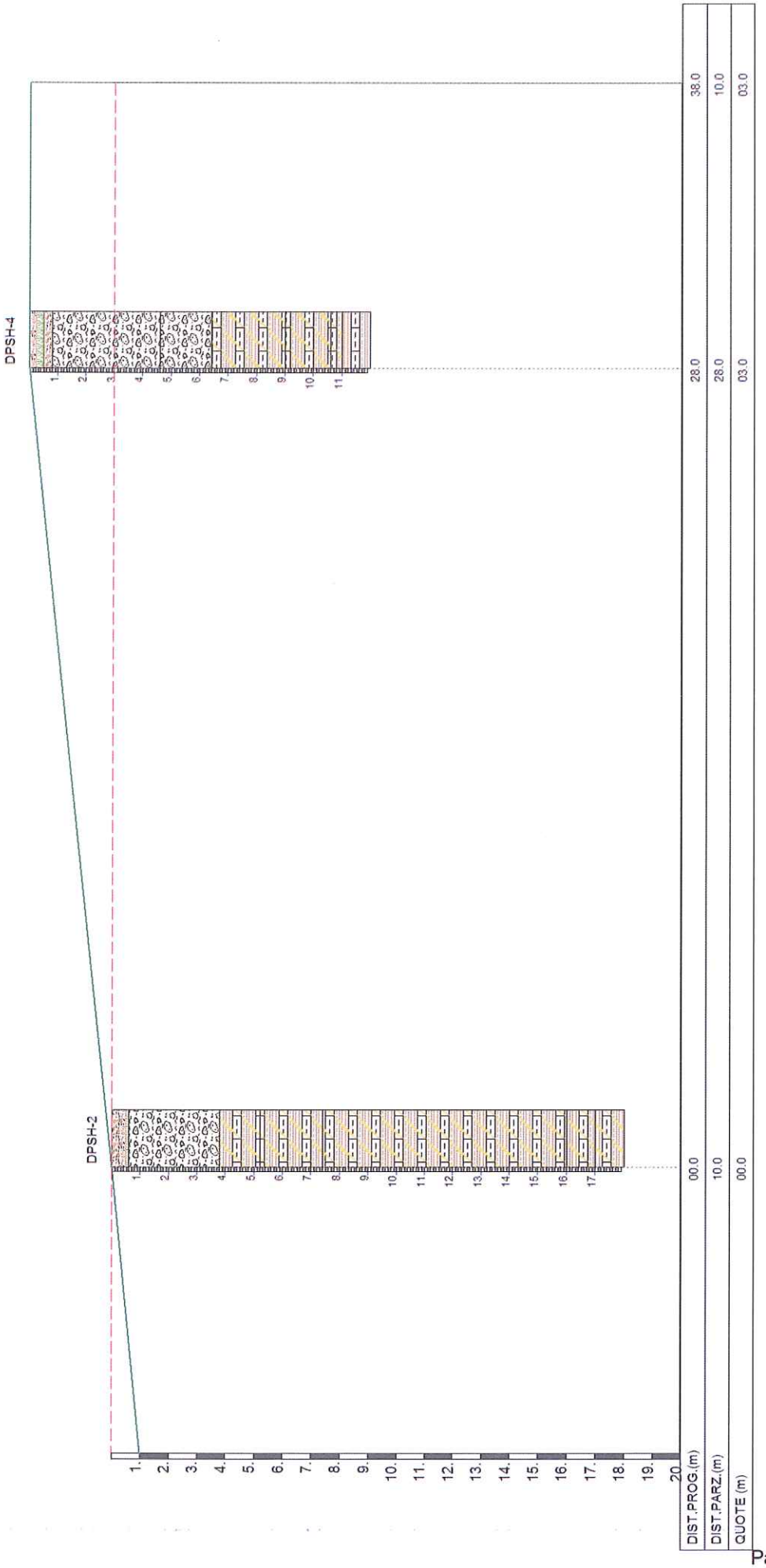
Scala X=1:200

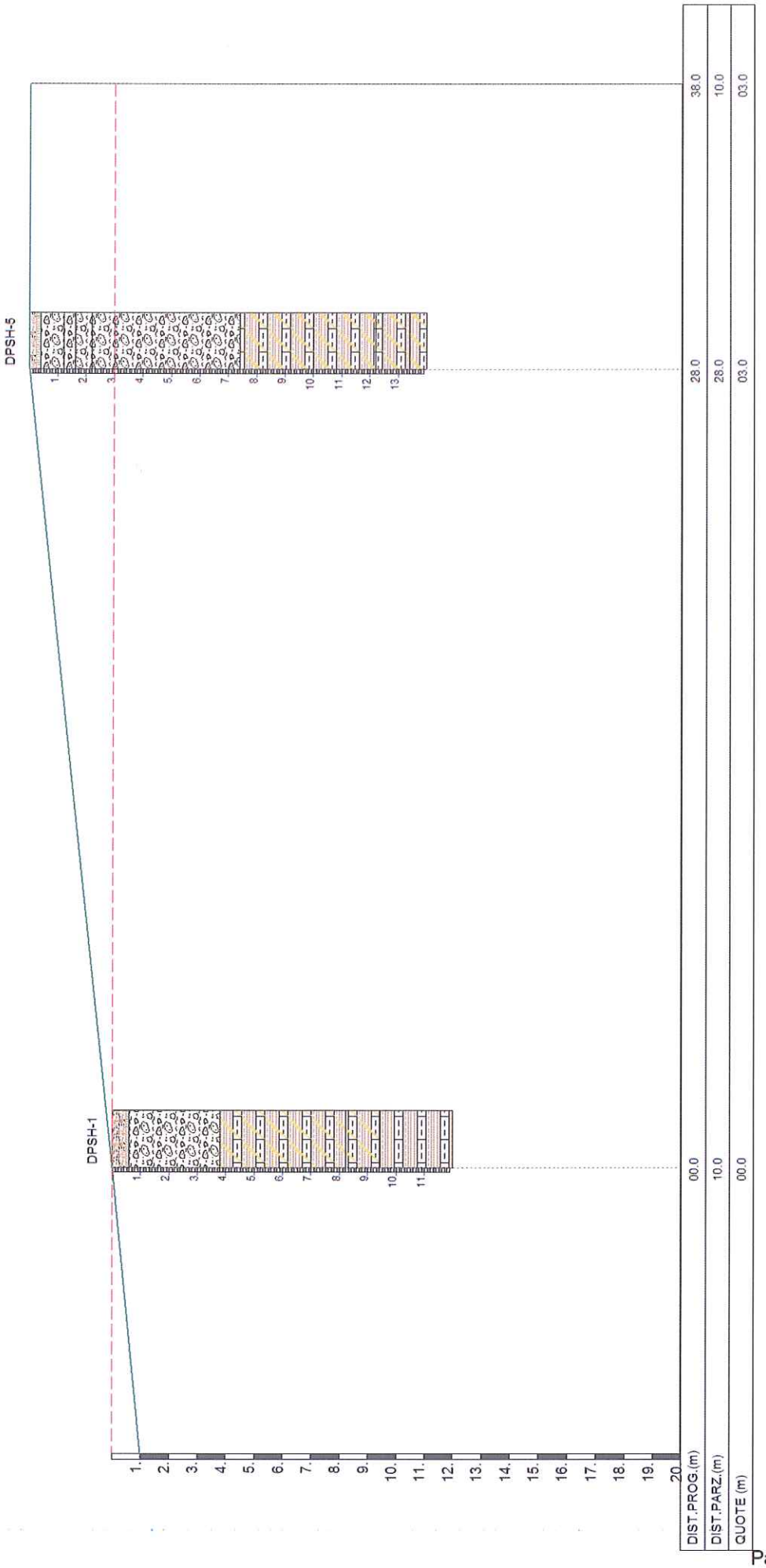


SEZIONE D-D

Scala Z=1:200

Scala X=1:200



SEZIONE E-E

Scala Z=1:200
Scala X=1:200