



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)

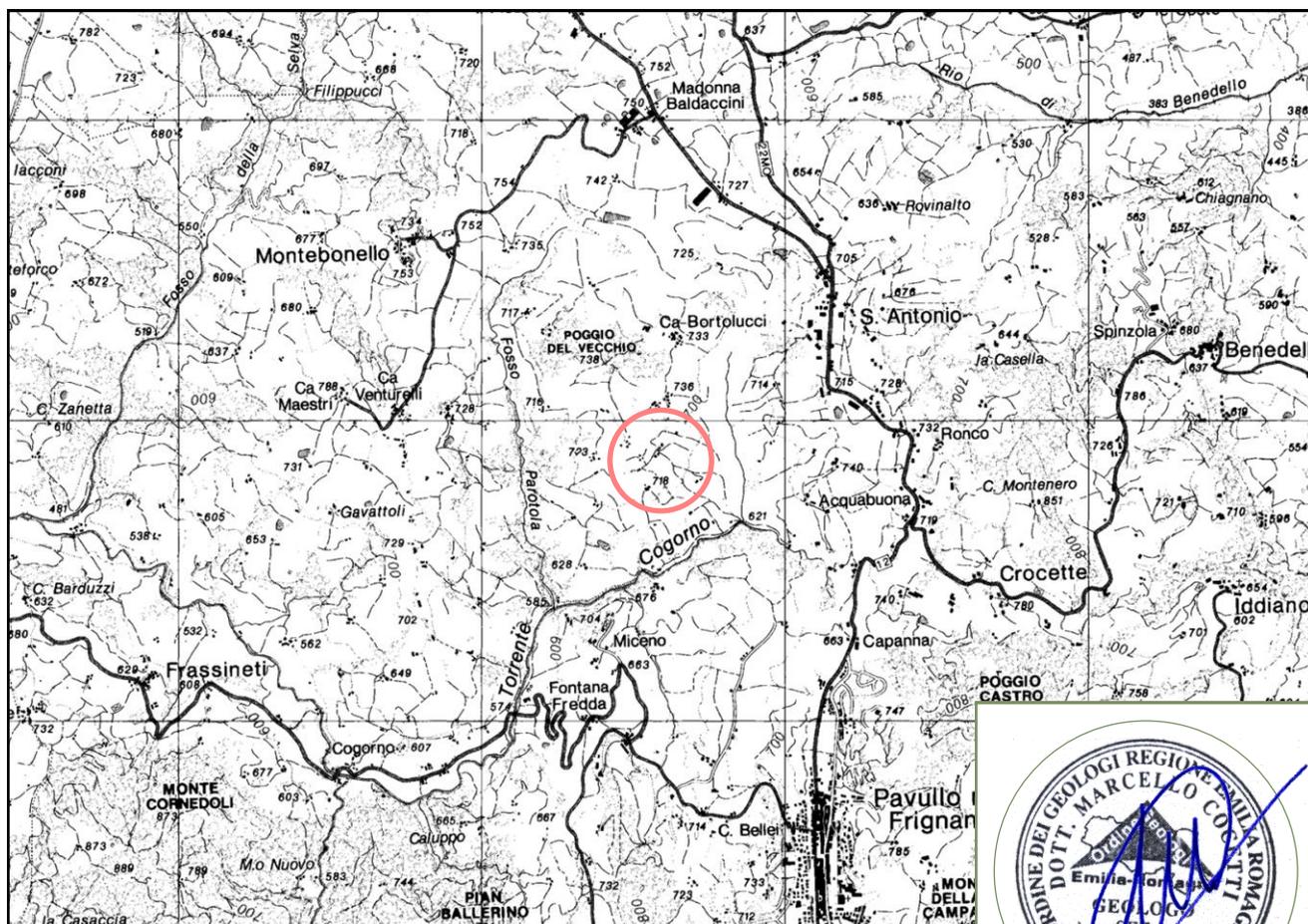
OGGETTO : **MANIFESTAZIONE DI INTERESSE - PROPOSTA RIGUARDO AD INTERVENTI DA PROGRAMMARE NEL PRIMO PIANO OPERATIVO COMUNALE (POC) DEL COMUNE DI PAVULLO**

LOCALITÀ : **LA STAFFA**

COMUNE : **PAVULLO NEL FRIGNANO**

COMMITTENTE : **MENEGOLI IVANO, BORELLI ENNIO, BIOLCHINI GIUSEPPINA**

PROGETTO : **FLORINI ING EMER**



UBICAZIONE DELL'INTERVENTO SCALA 1:50'000

1 Km

TAV. F236

COORDINATE UTM

Est: 645175

Nord: 913680





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)
 - 2.3 MICROZONAZIONE SISMICA II° LIVELLO
3. **RELAZIONE GEOTECNICA**
 - 3.1 DATI DI PROGETTO
 - 3.1.1 Studi eseguiti
 - 3.1.2 Parametri Caratteristici
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-NE

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 37 e 38; MAPPALI 194, 474, 473 e 59, 60, 62, 72, 267, 273, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307

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 - Carta Microzonazione Sismica I° Livello - PSC
- TAV. 9a - Carta Microzonazione sismica II Livello PGA/PGAo (Fx) - PSC
- TAV. 9b - Carta Microzonazione sismica II Livello SI/SIo (Fy) - PSC
- TAV. 9c - Carta Microzonazione sismica II Livello SI/SIo (Fz) - PSC
- TAV. 10 - Estratto Catastale con prove geognostiche
- TAV. 11 - Planimetria con prove geognostiche

ALLEGATO A - Prove Penetrometriche Dinamiche

ALLEGATO B - Registrazioni Sismiche, Spettri Elastici

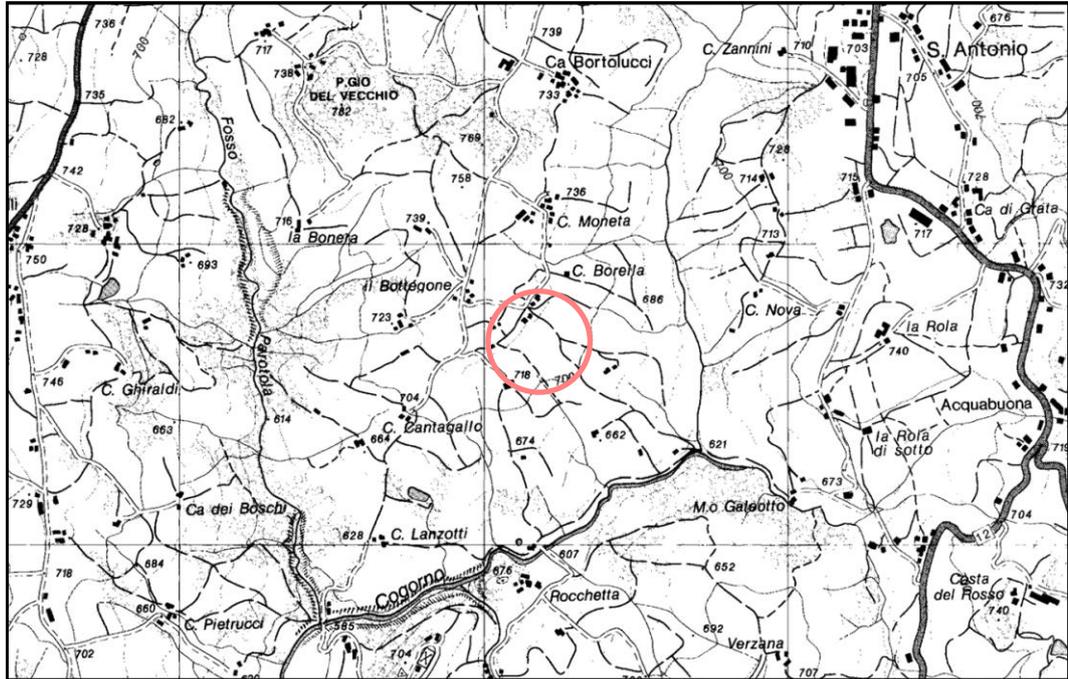


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:25'000

TAVOLA 236no

TAV. 1

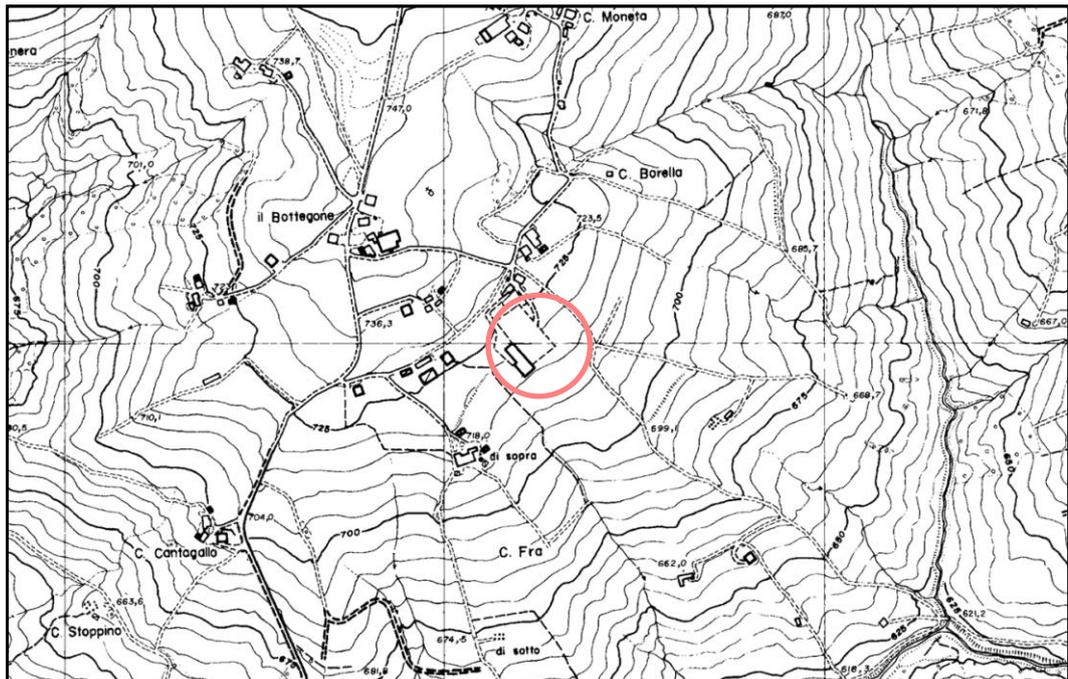


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:10'000

SEZIONE 236020

TAV. 2



 UBICAZIONE DEL SITO

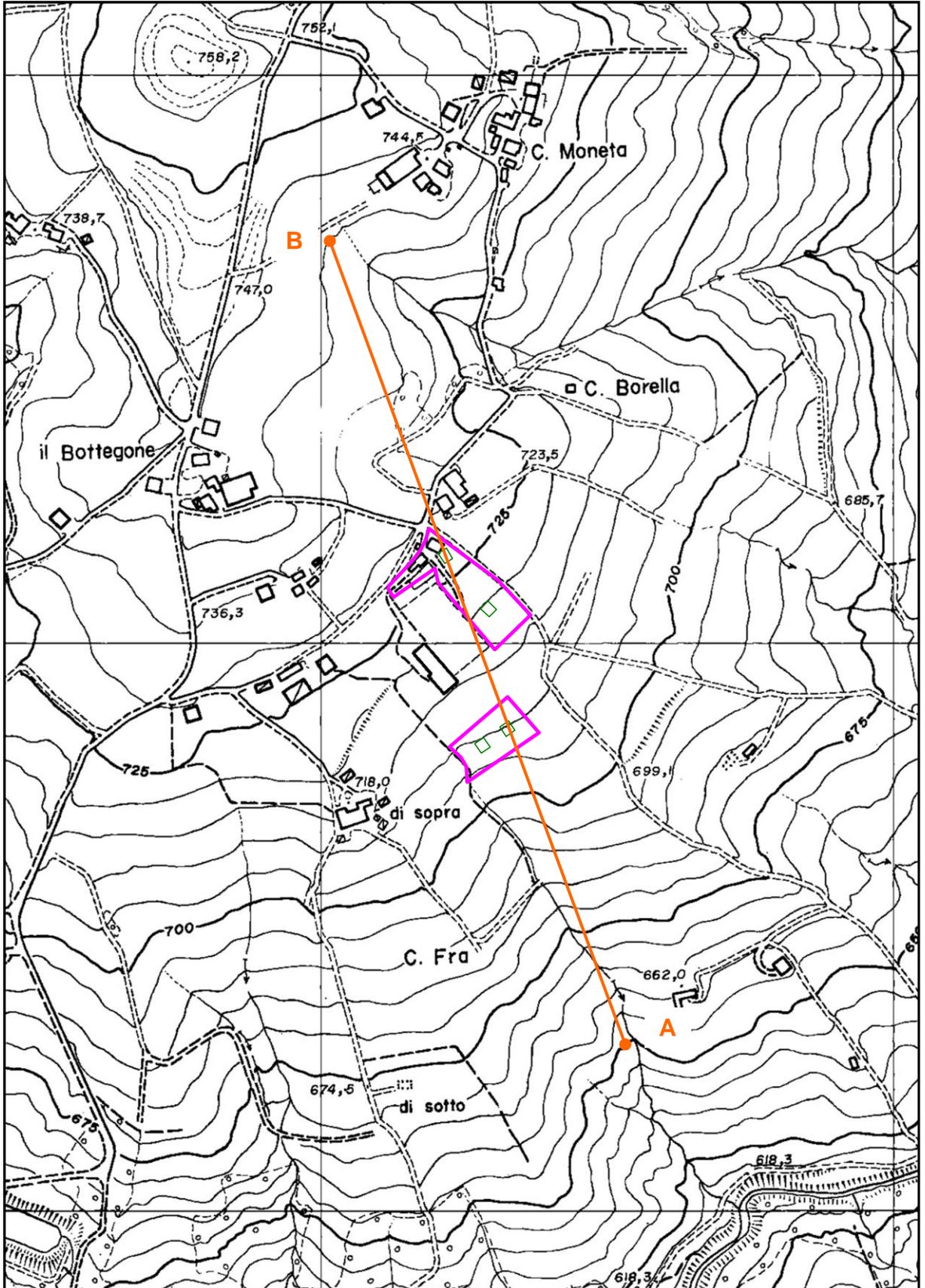


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:5'000

ELEMENTO 236022

TAV. 3

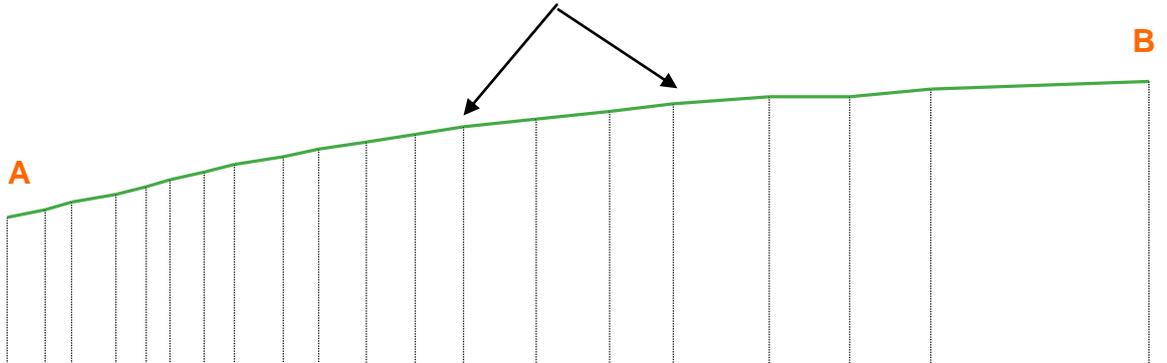




SEZIONE TOPOGRAFICA

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

Ubicazione dei siti



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DIST.PROG.	0.0	24.9	42.0	71.5	91.4	106.8	129.3	149.5	181.3	204.8	235.9	268.1	299.9	347.7	395.9	437.9	501.0	553.8	607.2	750.9
DIST.PARZIALE	0.0	24.9	17.1	29.5	19.9	15.3	22.5	20.2	31.9	23.5	31.1	32.2	31.7	47.8	48.2	42.0	63.1	52.8	53.4	143.7
QUOTA	650.0	655.0	660.0	665.0	670.0	675.0	680.0	685.0	690.0	695.0	700.0	705.0	710.0	715.0	720.0	725.0	730.0	730.0	735.0	740.0

MORFOMETRIA DEL VERSANTE

RILEVATO DALLA CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:5000

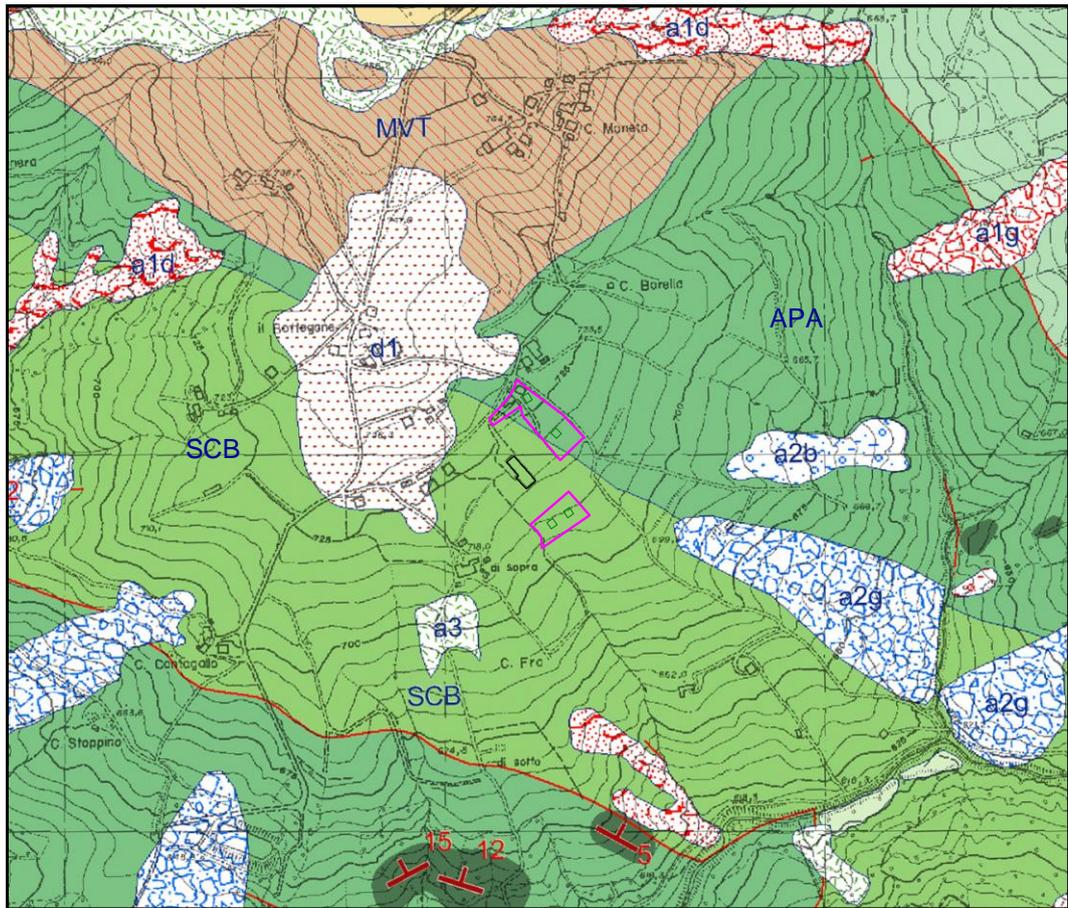
Pun.n°	D.Prog.	D.Parz.	Quota	Acc.%	Acc.°
0002.0	0024.9	0024.9	0655.0	020.1	011.4
0003.0	0042.0	0017.1	0660.0	029.2	016.3
0004.0	0071.5	0029.5	0665.0	016.9	009.6
0005.0	0091.4	0019.9	0670.0	025.1	014.1
0006.0	0106.8	0015.3	0675.0	032.6	018.0
0007.0	0129.3	0022.5	0680.0	022.2	012.5
0008.0	0149.5	0020.2	0685.0	024.8	013.9
0009.0	0181.3	0031.9	0690.0	015.7	008.9
0010.0	0204.8	0023.5	0695.0	021.3	012.0
0011.0	0235.9	0031.1	0700.0	016.1	009.1
0012.0	0268.1	0032.2	0705.0	015.5	008.8
0013.0	0299.9	0031.7	0710.0	015.8	009.0
0014.0	0347.7	0047.8	0715.0	010.5	006.0
0015.0	0395.9	0048.2	0720.0	010.4	005.9
0016.0	0437.9	0042.0	0725.0	011.9	006.8
0017.0	0501.0	0063.1	0730.0	007.9	004.5
0018.0	0553.8	0052.8	0730.0	000.0	000.0
0019.0	0607.2	0053.4	0735.0	009.4	005.3
0020.0	0750.9	0143.7	0740.0	003.5	002.0



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
	a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
	a2c - Deposito di frana quiescente per espansione laterale
	a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento
	a2g - Deposito di frana quiescente complessa
	a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco
	a3 - Deposito di versante s.l.
	a4 - Deposito eluvio-colluviale
	d1 - Deposito eolico

Successione epiligure

	CIG - Formazione di Cigarellò
	CIG2 - Formazione di Cigarellò - membro di Monte Luminasio
	CIG1 - Formazione di Cigarellò - membro di Montalto Nuovo
	PAT - Formazione di Pantano
	PAT1 - Formazione di Pantano - membro di Sassoguidano

Unità liguri

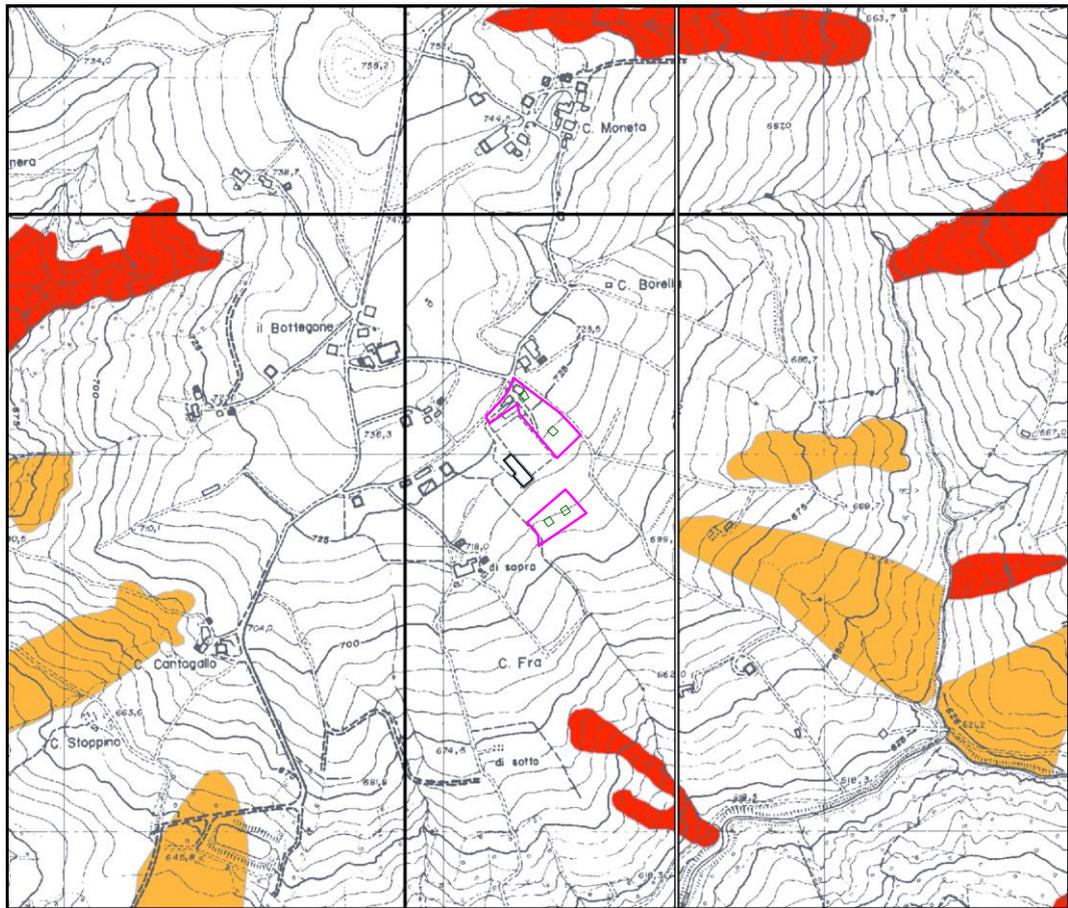
	MCS - Flysch di Monte Cassio
	MOV - Formazione di Monte Venere
	AVV - Argille Varicolori di Cassio
	AVT - Argille variegata di Grizzana Morandi
	SCB - Arenarie di Scabiazza
	APA - Argille a palombini



CARTA DEL DISSESTO PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 5





PTCP Provincia di Modena
Carta del Dissesto

Scala 1:10000



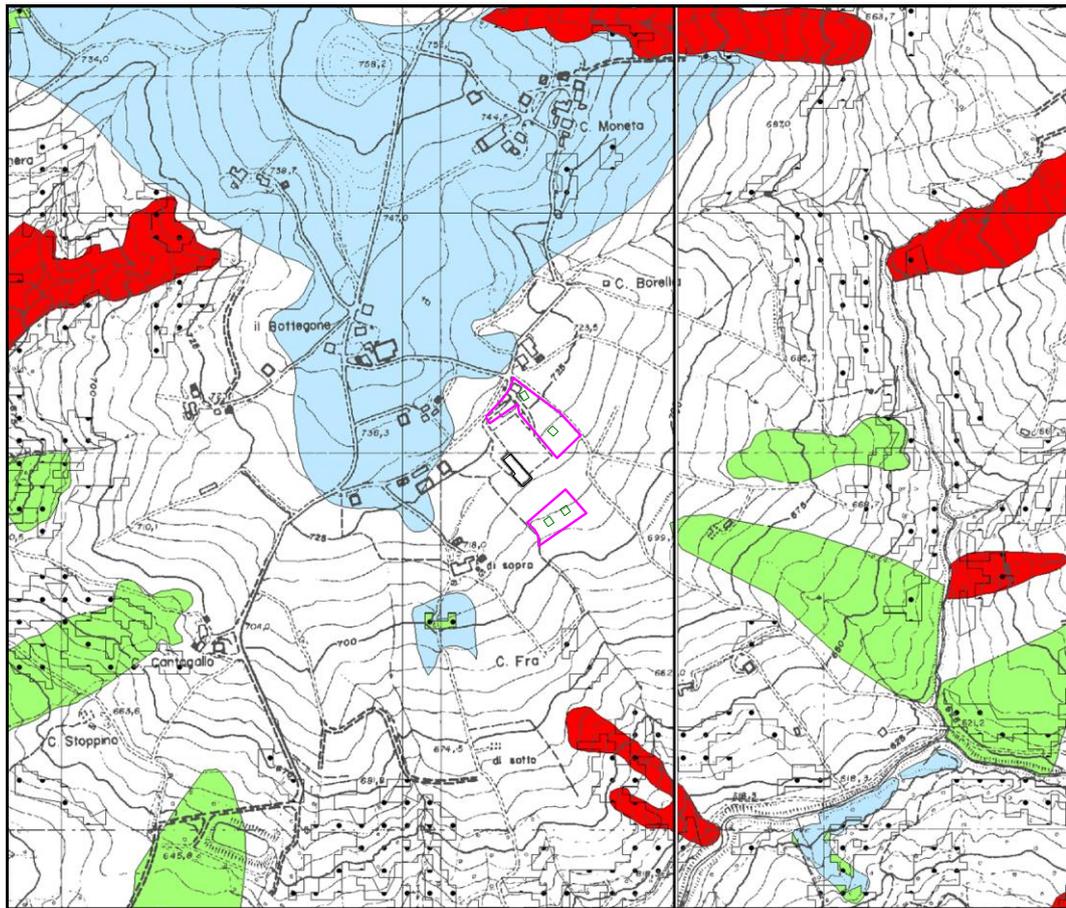
VOCI DI LEGENDA			
Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità			
		Aree interessate da frane attive	Art.15
		Aree interessate da frane quiescenti	
Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità			
		Aree potenzialmente instabili	Art.16
Aree a rischio idrogeologico 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



Effetti attesi

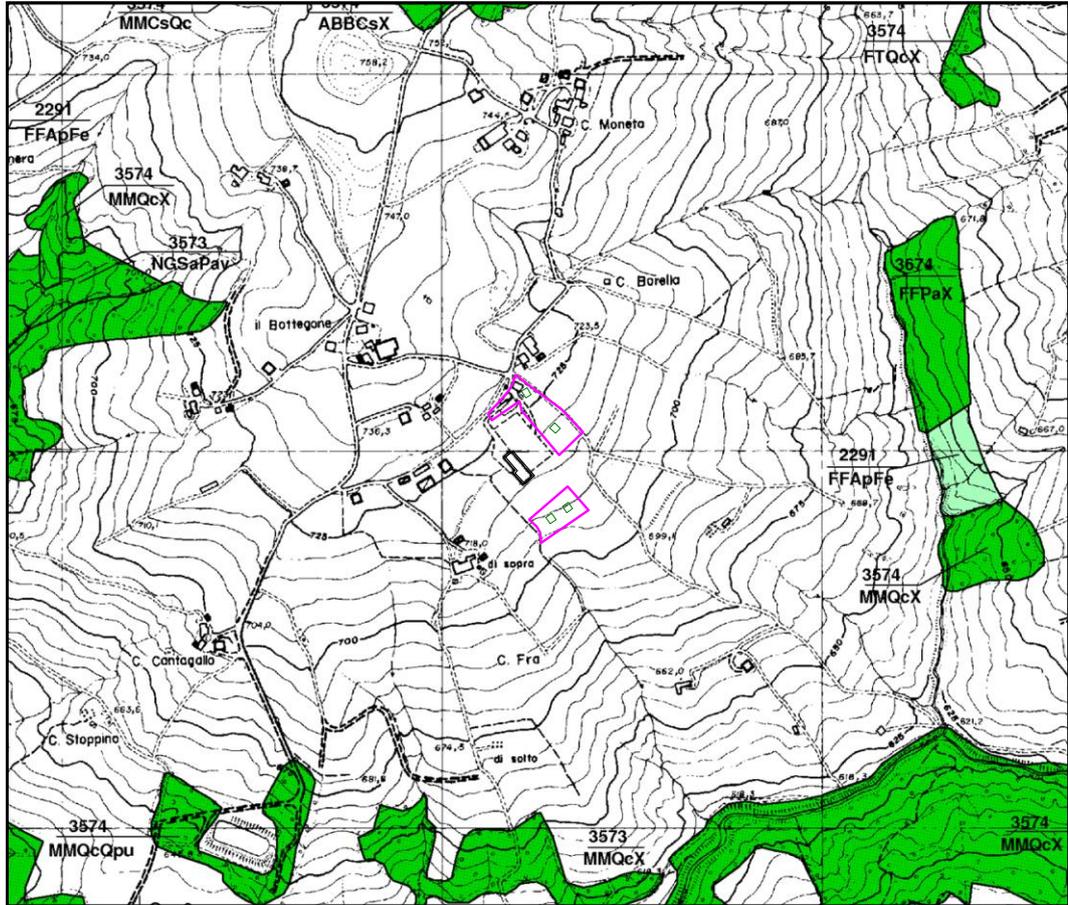
1	<p>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <i>microzonazione sismica</i>*: approfondimenti di III livello.</p>
2	<p>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <i>studi</i>*: 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); <i>microzonazione sismica</i>*: 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.</p>
3	<p>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <i>microzonazione sismica</i>*: approfondimenti di III livello.</p>
4	<p>Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <i>studi</i>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche; <i>microzonazione sismica</i>*: 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.</p>
5	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <i>microzonazione sismica</i>*: approfondimenti di II livello.</p>



CARTA FORESTALE PTCP

Scala 1:10'000

TAV. 7



 PTCP Provincia di Modena
Carta Forestale

Scala 1:10000



LEGENDA

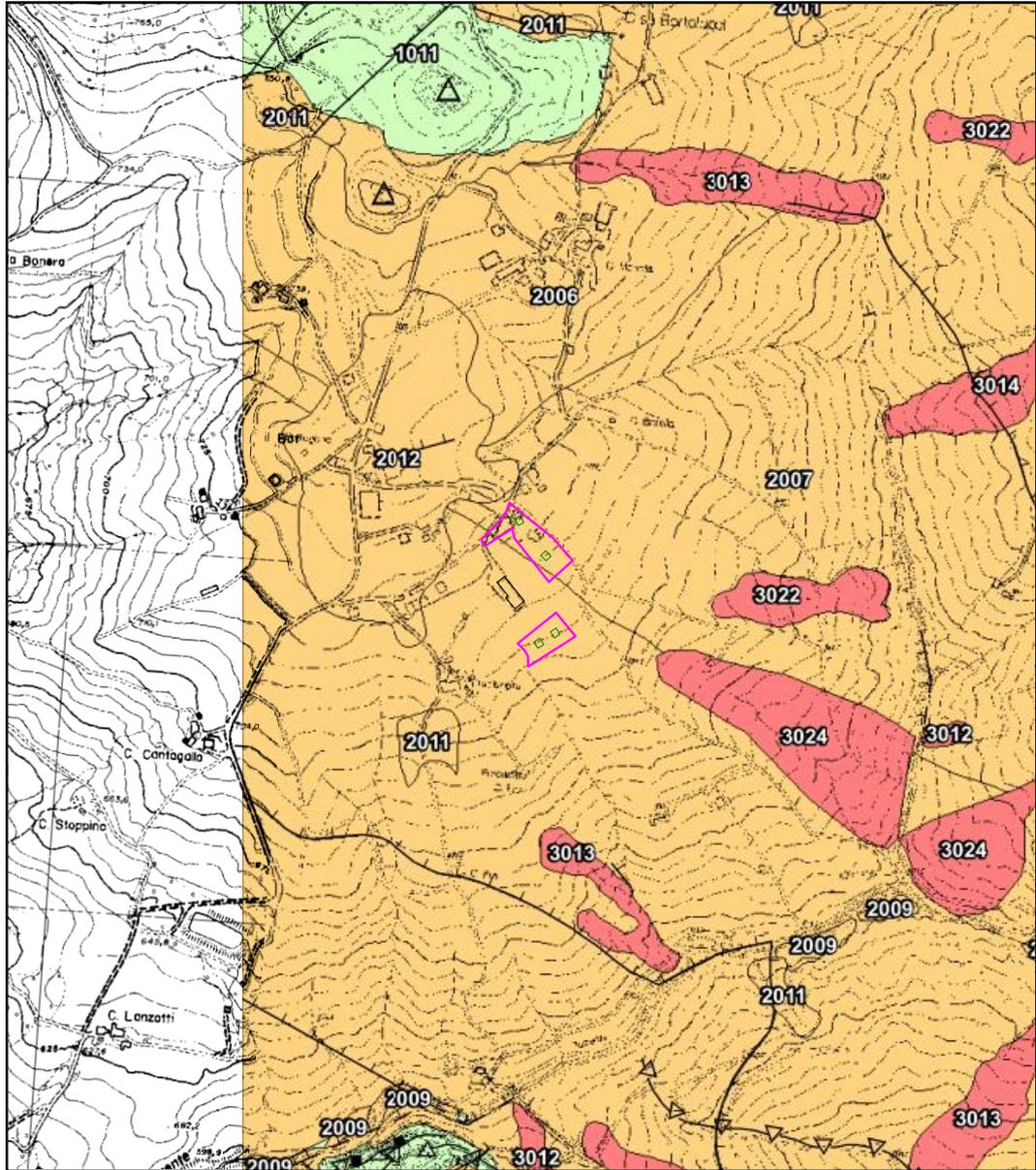
-  Area Forestale
-  Area Agricola: colture permanenti
-  Area Urbana: parco e/o giardino



CARTA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO - PSC

Scala 1:10'000

TAV. 8a1





CARTA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO - PSC

LEGENDA

TAV. 8a2

Legenda

Zone stabili



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Zone suscettibili di instabilità



Limite comunale

Forme di superficie e sepolti



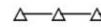
Falda detritica



Conoide alluvionale



Orlo di scarpata morfologica >20m



creste



Valle sepolta larga



Valle sepolta stretta



Picco isolato



Sinkhole, grotte, cavità isolate



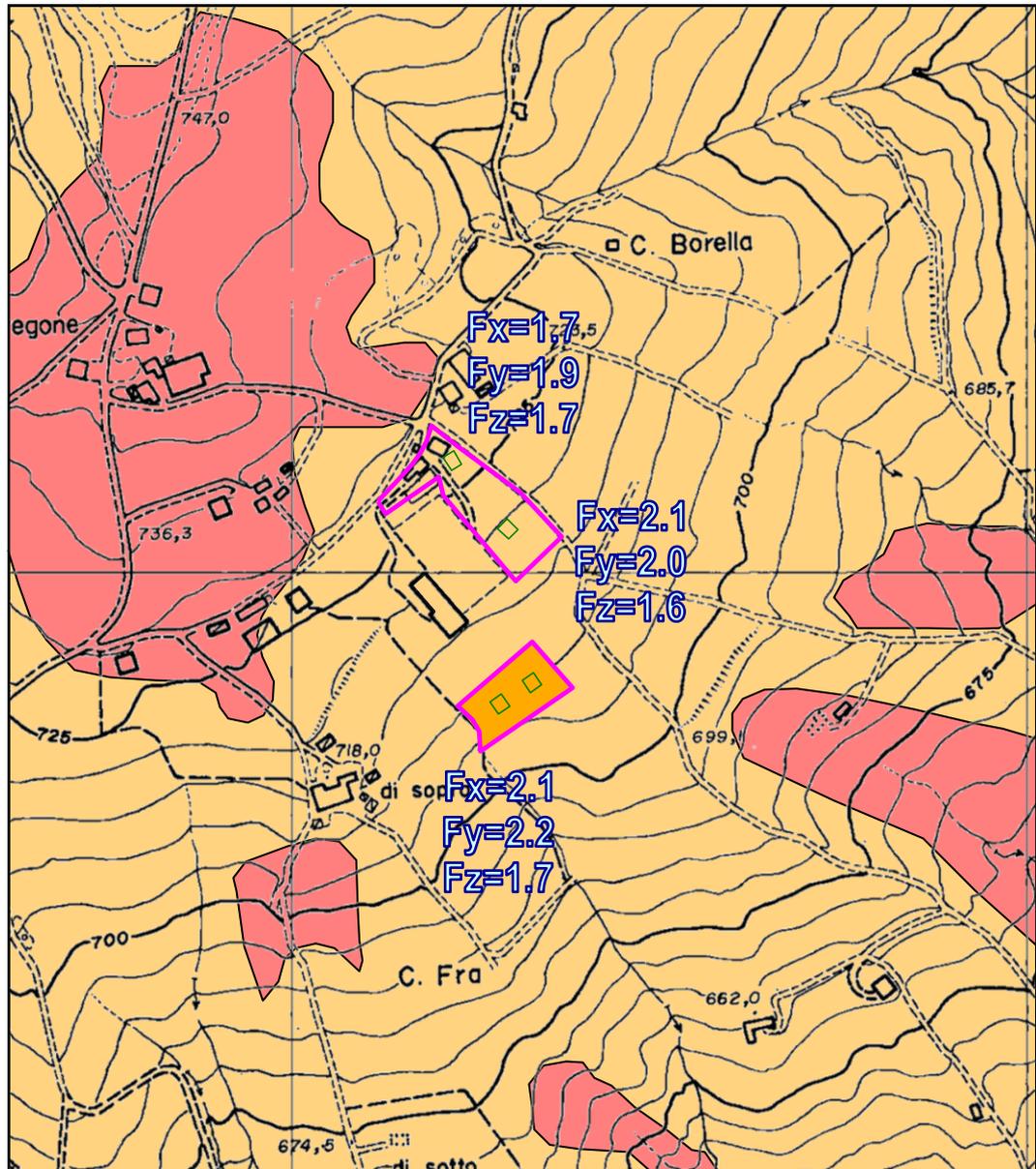
Traccia per gli approfondimenti
delle amplificazioni topografiche



CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO PGA/PGA₀ - PSC

Scala 1:5000

TAV. 9a1





CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO PGA/PGA₀ - PSC

LEGENDA

TAV. 9a2

Legenda

Zone stabili



Zone stabili

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ($F_x = \text{PGA}/\text{PGA}_0$)



$1 < F_x \leq 1,5$



$1,5 < F_x \leq 2$



$F_x > 2$

Zone suscettibili di instabilità



Instabilità di versante Cedimenti differenziali



Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche



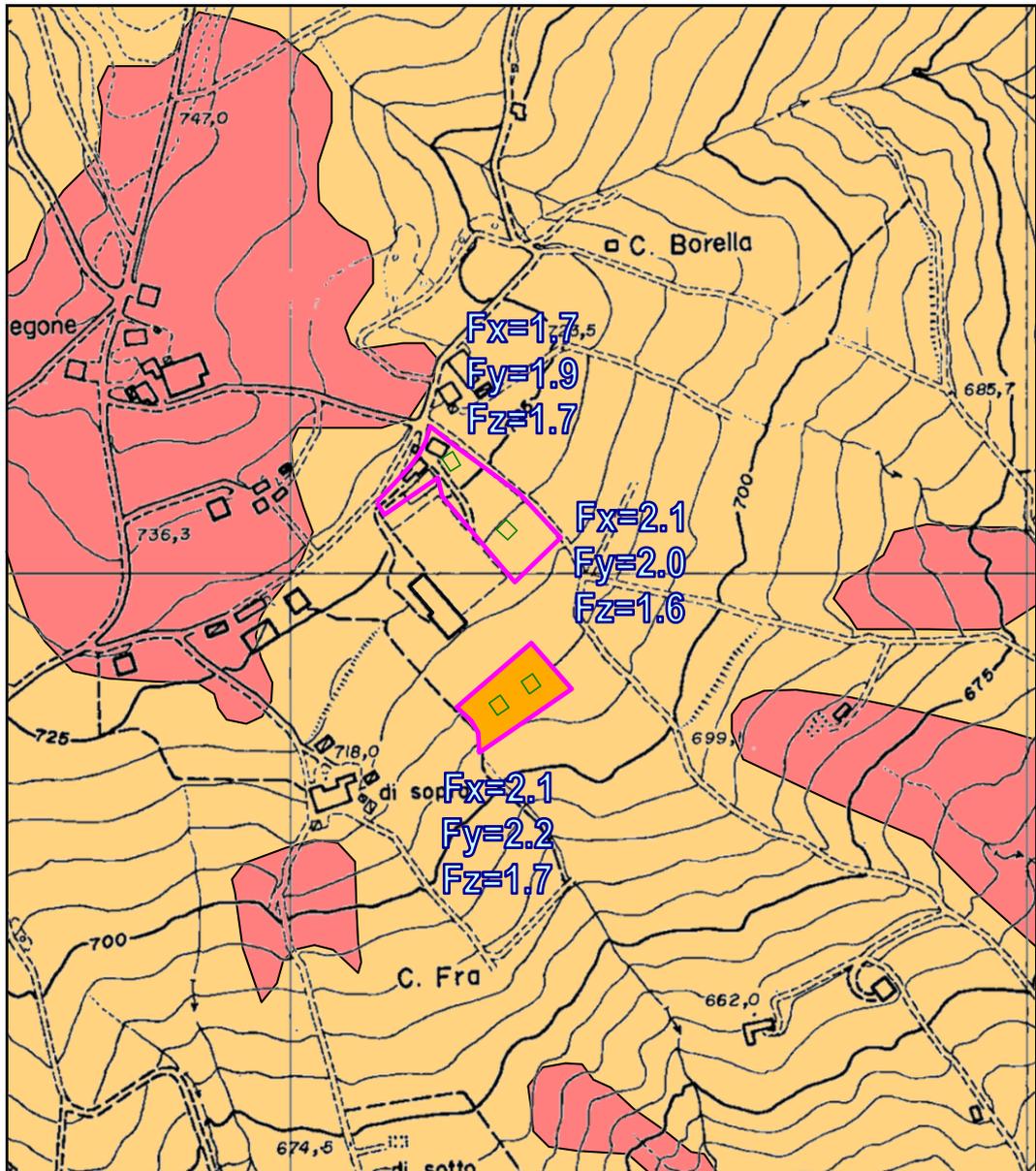
Area di amplificazione topografica



CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

Scala 1:5000

TAV. 9b1





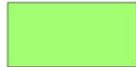
CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

LEGENDA

TAV. 9b2

Legenda

Zone stabili



Zone stabili

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ($F_y = S_{I(0.1-0.5)} / S_{I_0}$)



$1 < F_y \leq 1,5$



$1,5 < F_y \leq 2$



$F_y > 2$

Zone suscettibili di instabilità



Instabilità di versante Cedimenti differenziali



Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche



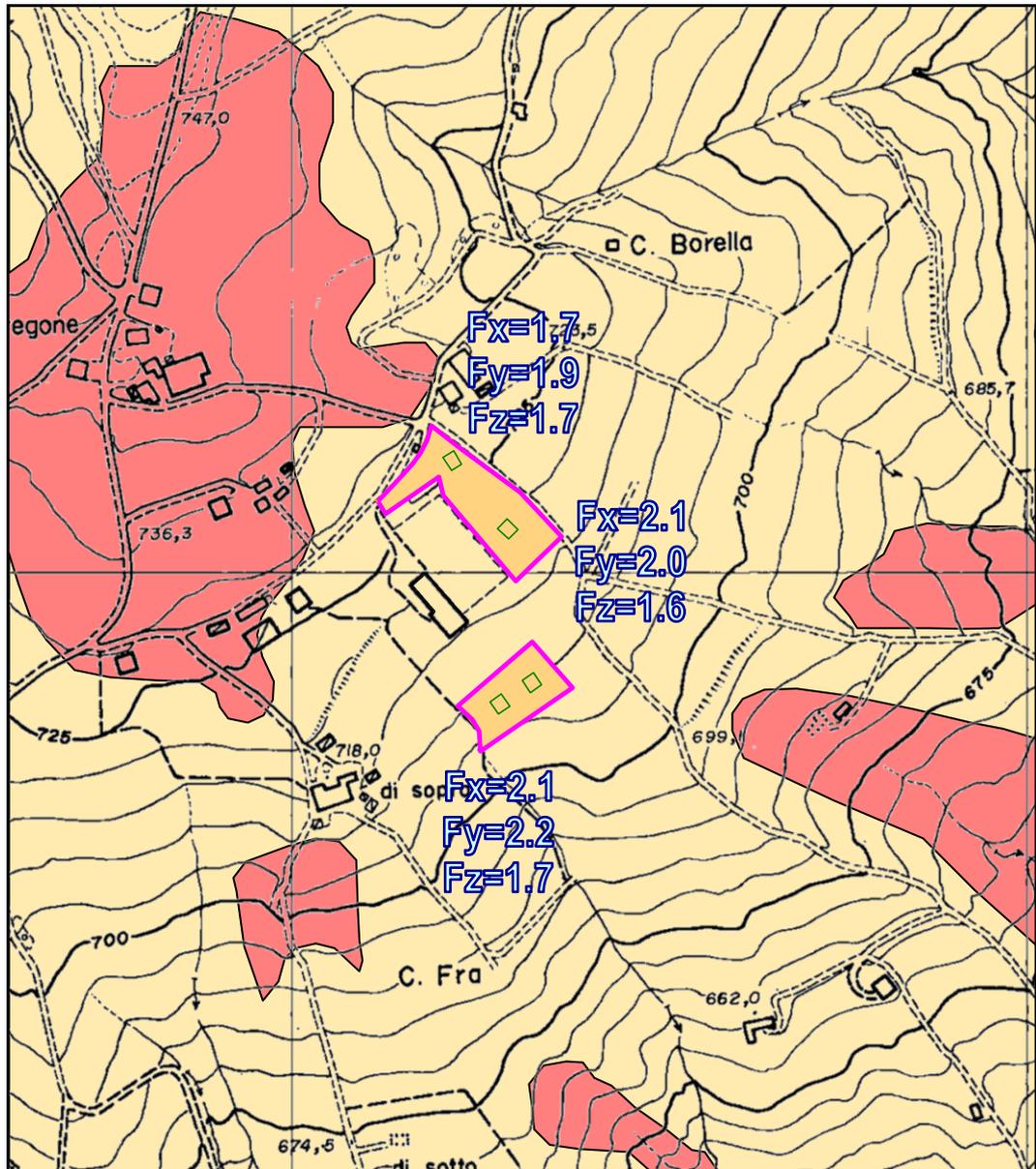
Area di amplificazione topografica



CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

Scala 1:5000

TAV. 9c1





CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

LEGENDA

TAV. 9b2

Legenda

Zone stabili



Zone stabili

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ($F_z = S_{I(0.5-1.0)} / S_{I_0}$)



$1 < F_z \leq 1,5$



$1,5 < F_z \leq 2$



$F_z > 2$

Zone suscettibili di instabilità



Instabilità di versante Cedimenti differenziali



Traccia per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche



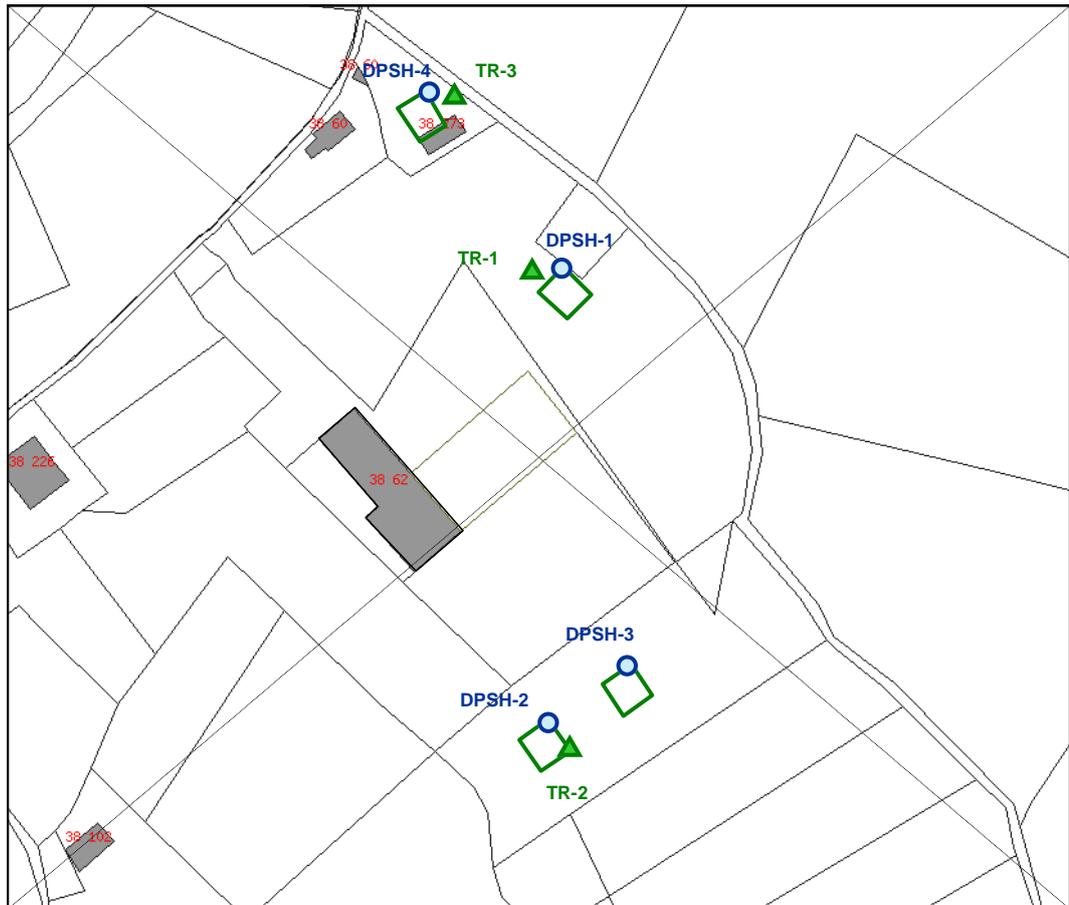
Area di amplificazione topografica



ESTRATTO CATASTALE

Scala 1:2000

TAV. 10



COMUNE : PAVULLO

FOGLIO : 37

MAPPALI : 194, 474, 473

FOGLIO : 38

MAPPALI : 59, 60, 62, 72, 267, 273, 301
302, 303, 304, 305, 306, 307

○ PROVA PENETROMETRICA

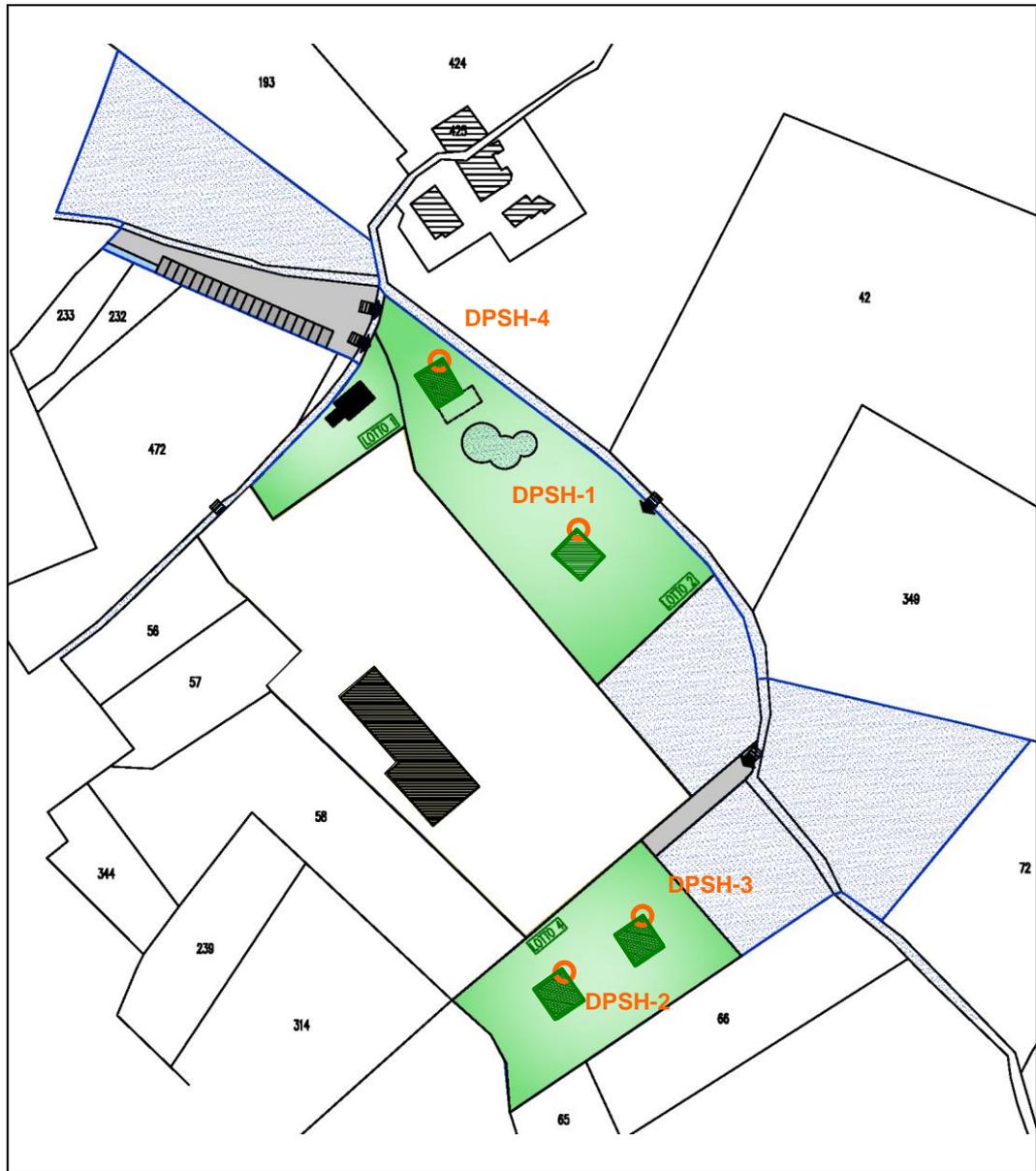
▲ REGISTRAZIONE SISMICA



PLANIMETRIA DELL'AREA CON UBICAZIONE PROVE

Scala 1:2000

TAV. 11



LEGENDA

-  PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE DPSH
-  REGISTRAZIONE SISMICA A STAZIONE SINGOLA HVSR



1. RELAZIONE GEOLOGICA (6.1)

1.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L' area oggetto dell'indagine è ubicata in località *Casa Calendario* ad una quota di circa 730 m s.l.m.

In generale le pendenze risultano dolci e il terreno mostra gibbosità, ondulazioni, fenomeni di soliflusso: tali manifestazioni dipendono dalla natura prevalentemente argillosa dei terreni affioranti che sono costituiti, in gran parte, dai complessi di base e da altre unità prevalentemente pelitiche e argillose.

Nell'area affiorano, in gran parte, unità a forte componente pelitica: le *Arenarie di Scabiazza* che non di rado sfumano, per eteropia, nelle *Argille Varicolori*; l'*Unità di Canossa* costituita da un accumulo caotico ed eterogeneo di clasti di varie dimensioni in 'matrice' pelitica (*melange* sedimentario).

A Ovest dell'area abbiamo un piccolo promontorio (*Il Bottegone*) ricoperto da estesi depositi eolici e colluviali (d1).

Il settore orientale è solcato da un torrente anonimo che finisce per confluire nel *Torrente Cogorno*: lungo i versanti marcati da tale torrente si possono individuare movimenti di versante quiescenti (a2), ma anche attivi (a1).

Si tratta di masse eterogenee ed eterometriche costituite da blocchi di calcari, spezzoni di arenarie, materiali litoidi di varie dimensioni entro una "matrice" pelitica.

Il sito in oggetto, che è ubicato su un versante costituito dalle Argille a Palombini (APA), non è direttamente interessato da alcun movimento franoso.

Abbiamo infine limitati depositi di versante, spesso di dimensioni non cartografabili, costituiti da materiali eterogenei accumulati per gravità o ruscellamento (a3).

Il bacino idrografico principale e quello del *Fiume Secchia*, il secondario quello del *Torrente Rossenna*.

Le caratteristiche morfometriche e topografiche del versante in oggetto sono riportate nella tavola 3.



1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico nell'area affiorano i terreni Liguri [Argille a Palombini (APP), Argille Varicolori (AVV), Arenarie di Scabiazza (SCB)] e l' Unità di Canossa (MVT). Seguendo l'ordine stratigrafico e procedendo dall' alto verso il basso della successione incontriamo le seguenti unità geologiche:

- *Unità di Canossa* (MVT);
- *Arenarie di Scabiazza* (SCB);
- *Argille Varicolori* (AVV);
- *Argille a Palombini con Arenarie* (APP).

UNITA' DI CANOSSA

Si tratta di un accumulo caotico ed eterogeneo di origine sedimentaria originato da colate miste sottomarine di fango e detrito. Breccie poligeniche ed eterometriche con matrice costituita da argille grigie e con clasti, da millimetrici a centimetrici, e blocchi di calcilutiti grigie ed arenarie fini e grossolane. Aquitaniano.

ARENARIE DI SCABIAZZA

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. La formazione è intensamente deformata. A luoghi compaiono livelli cartografabili di breccie 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. Cenoman.-Camp. inf.?

ARGILLE VARICOLORI

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 mangesifere, 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.



FORMAZIONE DELLE ARGILLE A PALOMBINI

E' costituita da argille grigio scure o nerastre con strati torbiditici intensamente budinati, segmentati e ripiegati di calcari micritici grigi, microfratturati talvolta con base calcarenitica, da medi a molto spessi. Locali intercalazioni di torbiditi da sottili a medie costituite da siltiti ed arenarie brune o nerastre fini passanti a peliti nerastre. Nell'ambito della formazione, intensamente deformata e caoticizzata, sono presenti: argille ed argilliti rossastre e verdi con arenarie torbiditiche scure, torbiditi calcareo-marnose grigio chiare alternate a subordinate torbiditi arenaceo pelitiche. Titonico(?)-Cenomaniano.

1.3 IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Le acque superficiali sono convogliate in una serie di fossi o torrenti che immettono le loro acque verso un fosso anonimo che con direzione Nord-Sud confluisce nel *Torrente Cogorno*.

La permeabilità dei terreni affioranti è abbastanza bassa perché tutti i litotipi affioranti nell'area hanno una forte componente argillosa e/o pelitica. Il bacino idrografico principale è quello del *Fiume Secchia* il secondario quello del *Torrente Rossenna*.

Per l'entità dei lavori e per la collocazione del sito di intervento, il regime delle acque superficiali e/o sotterranee non potrà essere turbato in alcun modo.

1.4 PROCESSI EROSIIVI E GRADO DI STABILITA'

I processi erosivi, ad opera delle acque superficiali e di ruscellamento, sono abbastanza contenuti nell'area ove è previsto l'intervento sia per l'abbondante copertura vegetale, costituita da un esteso manto erboso, che per i limitati valori dell'acclività. In zone limitrofe, soprattutto verso Est, la morfologia cambia notevolmente con valori molto più variabili del grado di acclività: qui sono presenti fenomeni di erosione concentrata soprattutto presso i rivoli che solcano l'area. Sono particolarmente interessati, a questi



processi di erosione, le formazioni più argillose e i locali depositi a matrice pelitica.

Spesso i fenomeni erosivi concorrono alla riattivazione di piccoli ma anche estesi movimenti di versante.

Tuttavia questi fenomeni si manifestano con entità e in aree che non possono esercitare alcuna influenza sul tratto di versante e sul sito oggetto della presente.

Nella “Carta delle frane e della stabilità dei terreni del bacino del Fiume Secchia” i terreni affioranti nell’area circostante il sito esaminato sono descritti come: “Terreni da sufficientemente stabili” (in corrispondenza delle fasce di dorsale) a “terreni predisposti al dissesto” (nelle aree entro le vallecole e lungo i torrenti).

Nella *Carta del Dissesto*, estratta dal *PTCP* (vedi TAV.5), non vengono segnalati fenomeni di dissesto e/o instabilità nelle vicinanze del sito in oggetto.

Vengono segnalati alcuni fenomeni di dissesto tutt’attorno alla dorsale, ed in particolare nel settore più sud-orientale ed in quello occidentale *Carta del Dissesto*, lungo i corsi principali dei torrenti, ma in aree che, sia per la distanza che per la disposizione strutturale, non possono avere alcuna influenza sul sito di intervento.

1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E PARAMETRI NOMINALI

E’ stato eseguito un sopralluogo per caratterizzare dal punto di vista geologico, geomorfologico, geotecnico e geofisico l’area interessata ad essere inserita nel POC.

Nell’area affiora un litotipo (Formazione di Scabiazza) che in genere mostra parametri meccanici più modesti di quelli mostrati nella presente indagine. La formazione è costituita da sottili strati arenacei spesso molto deformati tanto che spesso si rinvengono isolati blocchi arenacei entro una matrice pelitico argillosa.

Per la ricostruzione stratigrafica del sito e per ricavare i principali parametri meccanici sono state eseguite 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) ubicate come da planimetria di TAV11.

Per ricavare la frequenza di sito, per calcolare la velocità delle onde S nel terreno, per classificare il sito secondo il DM 14/01/08 (metodo semplificato) ed, infine, per la RSL, sono state effettuate 3 registrazioni sismiche, a stazione singola (TR-1, TR-2, TR-3), con tromografo Micromed in corrispondenza rispettivamente delle prove penetrometriche dinamiche DPSH-1, DPSH-2 e DPSH-4.



1.5.1 Prove Penetrometriche Dinamiche

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno in oggetto sono state eseguite 4 prove penetrometriche dinamiche di tipo super pesante (DPSH). Possiamo utilizzare le relazioni esistenti in letteratura fra il numero dei colpi del penetrometro dinamico e il numero dei colpi dello Standard Penetration Test (Nspt).

Riportiamo l'elaborazione di tutte le prove penetrometriche dinamiche eseguite in sito (parametri nominali e carico ammissibile).

In queste tabelle vengono forniti i parametri nominali del terreno, mentre per i valori caratteristici, sia per le fondazioni superficiali che profonde, si veda il paragrafo 3.1 e le relative tabelle.

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01						PENETROMETRO DPSH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	37.1	24422	236	230	20639	396	3.8	13780	551
1.0	5.0	10.4	27.4	7352	93	69	6213	123	13.3	3652	146
1.4	2.5	5.5	24.0	3906	93	37	3301	71	22.8	1726	69
3.0	5.3	10.8	27.7	7690	232	73	6499	138	41.8	3422	137
4.0	6.0	12.2	28.5	8676	384	82	7332	162	66.5	3578	143
5.2	8.0	15.9	30.4	11305	618	107	9553	212	87.4	4456	178
8.0	17.5	32.6	36.4	23157	1933	219	19569	416	125.4	8731	349
9.0	9.2	18.1	31.4	12850	1239	121	10859	262	161.5	4173	167
9.4	24.5	44.4	39.2	31529	4009	298	26644	568	174.8	10676	427
10.8	12.3	23.6	33.8	16760	1955	158	14163	335	191.9	5189	208
11.2	30.0	53.8	41.4	38165	5860	360	32252	687	209.0	11969	479

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-02
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02						PENETROMETRO DPSH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.2	8.0	15.9	30.5	11314	66	107	9561	184	1.9	5959	238
1.4	5.8	11.9	28.3	8462	120	80	7151	142	15.2	4164	167
1.6	18.0	33.6	36.9	23829	571	225	20137	395	28.5	12428	497
2.0	30.0	53.8	41.4	38165	1287	360	32252	628	34.2	20008	800

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)	
ϕ = $N_{spt} < 30$ (15 · Nspt) ^{0.5} + 15 ; $N_{spt} > 30$ -0.0015 · Nspt ² + 0.353 · Nspt + 26.782	(Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3 ; b=1 m	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 ;	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rdp / 15 ÷ 30); Qa = (Rpd / 25)	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE MENEGOLI DPSH-03						PENETROMETRO DPSH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
1.6	5.1	10.6	27.6	7521	101	71	6355	127	15.2	3695	148
1.8	3.0	6.5	24.9	4618	134	44	3903	85	32.3	2071	83
2.4	5.3	11.0	27.8	7797	229	74	6589	139	39.9	3432	137
2.6	25.0	45.4	39.7	32254	1259	304	27257	537	47.5	16086	643
3.0	30.0	53.8	41.4	38165	1784	360	32252	635	53.2	18688	748

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

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE MENEGOLI DPSH-04						PENETROMETRO DPSH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.4	6.0	12.2	28.5	8685	60	82	7340	142	3.8	4469	179
0.8	9.5	18.6	31.7	13232	155	125	11182	218	11.4	7076	283
1.2	6.0	12.2	28.5	8685	137	82	7340	147	19.0	4143	166
1.4	8.0	15.9	30.5	11314	213	107	9561	191	24.7	5524	221
2.6	5.3	11.0	27.8	7804	217	74	6595	139	38.0	3518	141
3.0	27.5	49.5	40.5	35172	1625	332	29723	586	53.2	17018	681
3.2	14.0	26.6	35.0	18909	770	178	15980	325	58.9	8434	337
3.6	30.0	53.8	41.4	38165	2083	360	32252	639	64.6	18073	723

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 - N_{spt})^5 + 15$; $N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = $710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$;	b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, N _γ Meyerhof)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$ [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$;	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = $(Rdp / 15 \div 30)$; Qa = $(Rpd / 25)$	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

Le prove eseguite mostrando un terreno molto disomogeneo, ma con discreti parametri meccanici. Prendendo in considerazione le prove 1 e 4 (lotto 2), le più modeste, si ha una profondità media dello strato meno consistente di circa 2.5 m.

In ogni caso anche gli strati più modesti mostrano discrete caratteristiche meccaniche, con Nspt quasi sempre maggiore di 10 colpi.

L'elaborazione di tutte le prove penetrometriche dinamiche viene riportata nell'allegato A.



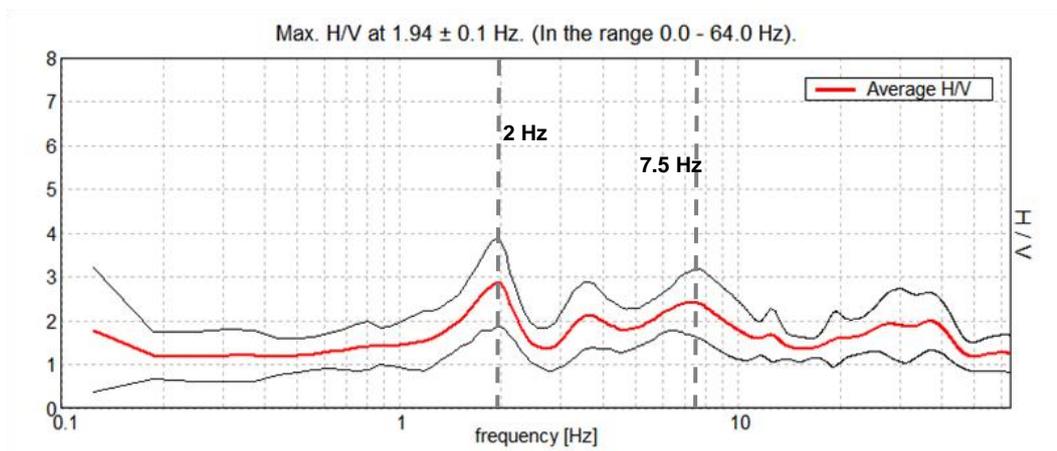
1.5.2 Registrazione Sismica

Le prove sismiche hanno confermato la presenza del substrato più compatto ad una profondità di circa 9/10 m e dal p.c. e hanno individuato altri strati di roccia a densità crescente.

Le misure delle V_{s30} sono state ottenute dalla frequenza di oscillazione del sito misurata con tromografo Micromed.

La misura si basa sulla registrazione dei microtremori tramite i rapporti spettrali (H/V) fra le componenti orizzontali e verticali del moto (Noghooshi e Igarashi 1970).

Di seguito si riporta il grafico H/V-Hz della registrazione sismica 1, effettuata in prossimità della prova penetrometrica 1:



Osservando il grafico precedente si nota 2 picchi di rilievo: il primo a 2 Hz ed il secondo a circa 7.5 Hz.

Il picco massimo è posto ad una profondità di oltre 100 metri e non interessa il presente studio.

Il passaggio invece fra la roccia alterata/depositi superficiali e lo pseudo bedrock sismico è posto molto più in superficie ad una profondità di circa 11.7 m e viene indicato dal picco a 7.5 Hz.

La frequenza fondamentale di risonanza (F_r) dello strato relativa alle onde S è pari a:

$$F_r = V_s / (4 \cdot h)$$

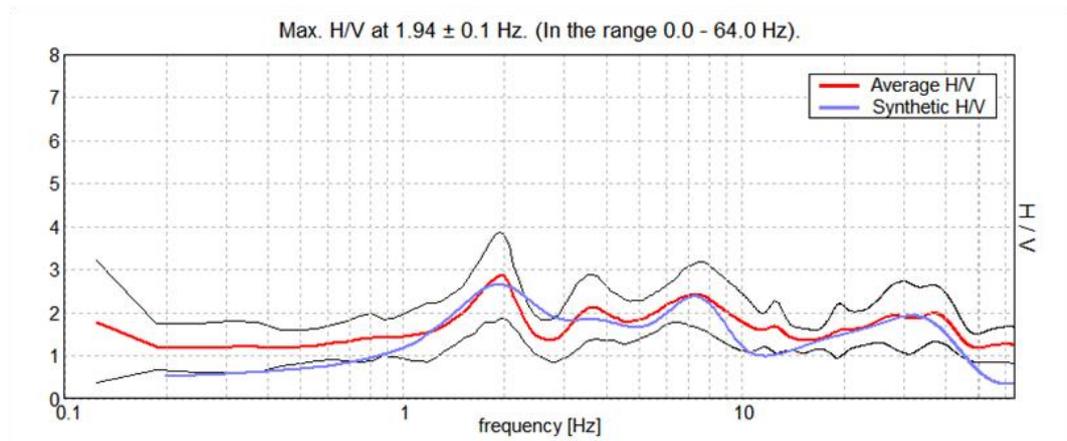


Dalla formula precedente, conoscendo la frequenza e sapendo dalla prova penetrometrica che il passaggio fra lo strato più superficiale e quello sottostante avviene ad una certa profondità h , alla quale corrisponde la frequenza F_r , si può ottenere la V_s media dello strato sovrastante.

Estendendo il ragionamento a tutti gli strati ed eseguendo l'inversione della velocità con ricostruzione teorica del grafico delle frequenze si ottiene la seguente interpretazione stratigrafica:

Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	V_s [m/s]	Poisson ratio
0.70	0.70	100	0.40
2.20	1.50	200	0.38
4.70	2.50	250	0.35
11.70	7.00	310	0.35
43.70	32.00	550	0.35
123.70	80.00	900	0.35
inf.	inf.	1400	0.35

Nel grafico in basso, il confronto fra la curva H/V teorica (blu) e quella sperimentale (rosso).





1.5.3 Caratterizzazione Geologica Geotecnica e Stratigrafica

Dal punto di vista geologico e geotecnico le conoscenze sull'area in oggetto si possono così riassumere:

- Terreno superficiale molto disomogeneo ma con caratteristiche meccaniche discrete (argille consistenti); lo spessore dello strato più superficiale varia fra 1.5 m a 5.0 m (DPSH-1); in ogni caso anche lo strato più superficiale mostra in media $N_{spt} > 10$ colpi.
- Un secondo strato, sottostante allo strato precedente, costituito da flysch alterato e fratturato ($N_{spt} > 100$ e $V_s \sim 550$) mostra uno spessore che raggiunge circa 30 m.
- L'area per l'assetto strutturale e la sua bassa acclività risulta stabile e non mostra alcun fenomeno morfogenetico in atto.

"STRATIGRAFIA TIPO" DEL SITO

0.0—1.5/3	m	Suolo e depositi di varia natura ($V_s \sim 200$ m/s)
3.0—5.0	m	Depositi argillosi/Flysch alterato ($V_s \sim 200/250$ m/s)
5.0—12	m	Flysch alterato ($V_s \sim 310$ m/s)
>12	m	Roccia più integra ($V_s > 550$ m/s)

Semplificando ancora di più il modello precedente possiamo fornire la seguente stratigrafia di sintesi (parametri nominali):

STRATIGRAFIA DPSH-1			
LITOLOGIA	H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
1	1.0	10 [2.2]	Terreno vegetale limo argilloso sabbioso con clasti
2			Spezzoni arenacei in matrice pelitica ed argillosa ($V_s \sim 200$ m/s)
3	3.0	14 [4.3]	Spezzoni arenacei in matrice pelitica ed argillosa ($V_s \sim 200/250$ m/s)
4			
5	5.0	28 [8.0]	Flysch di Scabiazza molto alterato e fratturato ($V_s \sim 310$ m/s)
6			
7	12.0	100 [12.0]	Flysch di Scabiazza ($V_s > 550$ m/s)
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



2. RELAZIONE SISMICA (6.3)

2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

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	0,05-0,15	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 $T_r = 475$ anni si ottiene una $a_g = 0.159$ 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 $C_u > 250$ kPa).

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

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

E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di 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 ($10 < C_u < 20$ 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 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 V_{s30}

Per il calcolo della V_{s30} equivalente, rappresentativa dell'intero pacco di strati di 30 m di spessore, si ricorre alla relazione:

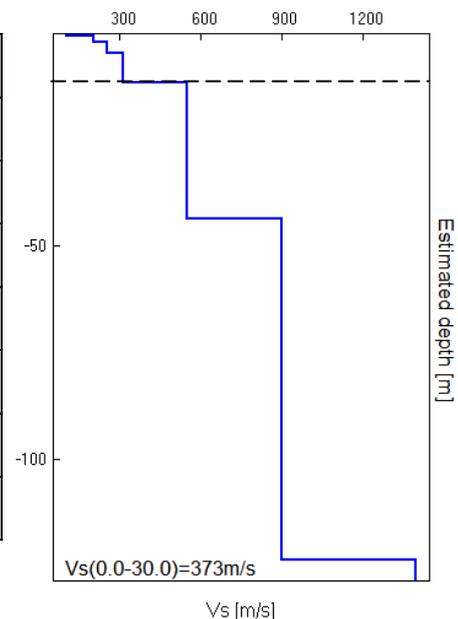
$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_{s30i})$$

Le misure delle V_{s30} sono state ottenute dalla frequenza di oscillazione del sito misurata con tromografo Micromed.

Per i dettagli si rimanda al paragrafo 1.5.2 e agli allegati.

Qui prenderemo in esame la registrazione sismica n°2 eseguita in prossimità della prova penetrometrica dinamica n°1.

Thickness [m]	Vs [m/s]
0.70	100
1.50	200
2.50	250
7.00	310
32.00	550
80.00	900
inf.	1400



Elaborando le varie velocità secondo la formula precedente si ottiene per una profondità $h = 0$ m dal p.c. una $V_{s30} = 373$ m/s. Poiché le altre 2 registrazioni sismiche sono di poco superiori ai 360 m/s a favore della sicurezza si preferisce attribuire al sito un classe di suolo C (DM 14/01/2008).



2.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (DM 14/01/2008)

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 (§ 3.2.3.2.2) 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.

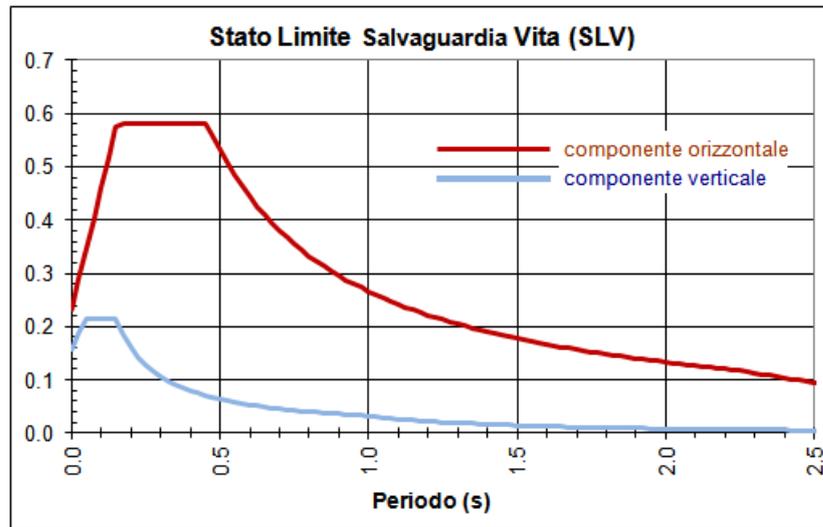
§ 3.2.3.2.2

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

$S = S_s \times S_T$	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 a_g l'accelerazione massima di picco del sottosuolo (PGA) in caso di terremoto (m/s^2).

Dalle correlazioni con le Nspt si ottiene un **suolo C**; per questo tipo di suolo, con un tempo di ritorno **Tr=475 anni**, una amplificazione topografica **St=1.0** e un coefficiente di smorzamento = 5%, si ottengono le seguenti forme spettrali:



Quindi dalla sintesi dei dati 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 $T_r=475$ anni (dove g = accelerazione di gravità = 9.81 m/s^2).
- 3) Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_c e il coefficiente C_c sono quelli relativi alla categoria di suolo di fondazione **C** descritti nella tabella 3.2.5. del DM 14/01/2008.

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

Per i dettagli si veda l' **ALLEGATO B** e il DM 14/01/2008.



2.3 MICROZONAZIONE SISMICA II LIV. (DAL RER 112/2007)

Ai fini del DAL RER 112/2007 va definita la microzonazione sismica per l'area in oggetto. Per quest'area è stata eseguita una analisi di secondo livello. Poiché abbiamo a disposizione tre sismiche si riporta nella tabella sottostante quella relativa alla prova TR-2 (quella con amplificazioni maggiori):

DATUM ED50 UTM_X = 645222 m UTM_Y = 4913606 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.60	0.60	95		Vs30 365 m/s
3.10	2.50	220		
23.10	20.00	360		
30.00	6.90	780	X	
113.10	83.10	780		Vsh 315 m/s h = 23.1 m

Nell'analisi di II livello è sufficiente la conoscenza delle Vs e della profondità del bedrock sismico, per calcolare i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento (vedi tabelle e formule dell'Allegato A2 della direttiva regionale).

Questi fattori sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGAo) sia di rapporto di Intensità di Housner (SI/SIo) per prefissati intervalli di periodi, dove PGAo e SIo sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento, definiti per ogni comune, ricavabili dal data base regionale (disponibile nel sito internet www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica) e PGA e SI sono le corrispondenti grandezze di accelerazione massima orizzontale e Intensità di Housner calcolate alla superficie dei siti.

Nell'analisi di secondo livello, per valutare gli effetti locali, è sufficiente conoscere il fattore di amplificazione (FA) da associare al sito in esame: esso dipende dalla velocità delle onde S (Vs30 o Vsh) e dalla profondità del bedrock (h), applicando i valori dettati dalla direttiva 112/2007, Allegato A2.



F.A. P.G.A.

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0
10	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
35	1.8	1.9	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
40	1.7	1.9	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
15	2.6	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
20	2.6	2.5	2.2	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
25	2.4	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.5	1.3	1.1	1.0
30	2.2	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.3	1.1	1.0
35	2.0	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

V_{SH} H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.8	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

LETTURA SISMICA TR-2

CASO APP1 (Substrato $V_s < 800$ m/s)	
H	= 23.1 m
V_{Sh}	= 315 m/s
FA PGA	= 2.1
FA IS ($0.1 < T_0 < 0.5$ s)	= 2.2
FA IS ($0.5 < T_0 < 1.0$ s)	= 1.7

In queste tabelle (vedi tabelle seguenti), in funzione della velocità di propagazione delle onde S e della profondità h, sono indicati i fattori di amplificazione (FA PGA ed FA SI).

In conclusioni, per il lotto studiato, si sono ottenute le seguenti amplificazioni massime: PGA/PGAo=**2.1**; SI/SIo($0.1-0.5$)=**2.2**; SI/SIo($0.5-1.0$)=**1.7**.



3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 DATI DI PROGETTO

3.1.1 Studi Eseguiti

Il presente lavoro riguarda lo studio sulla stratigrafia e sui parametri caratteristici del terreno in località *La Staffa* (Pavullo), per l'inserimento dell'area in oggetto nel POC comunale.

Sono state utilizzate 4 prove penetrometriche dinamiche per la ricostruzione stratigrafica e per la caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione.

Quindi i parametri nominali, ottenuti dalle prove penetrometriche, sono stati elaborati per ricavare i valori caratteristici.

Per le verifiche di capacità portante allo SL delle future fondazioni e per il calcolo dei cedimenti si rimanda alle future relazioni Geologiche e Geotecniche che verranno sviluppate per ogni singolo fabbricato mentre qui ci limiteremo a fornire i parametri caratteristici del terreno, l'amplificazione sismica (vedi paragrafo precedente) ed infine, se necessario, a verificare la stabilità del sito.

3.1.2 Parametri Caratteristici

I dati riportati nelle tabelle seguenti, sono stati elaborati per grandi superfici (fondazioni su plinti) e per piccole superfici (calcolo della portanza del palo).

In ogni caso, l'elaborazione di tutte le prove è disponibili nell'Allegato A. I dati sono stati rielaborati al 5° percentile di distribuzione della media così da ottenere i valori caratteristici (X_k).

Il valori di progetto (X_d) 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)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_T	1,0	1,0



Dai parametri nominali (pag. 25 e 26) si ricavano i parametri caratteristici che vengono mostrati nella tabella sotto riportata nella quale viene elaborata la prova penetrometrica dinamica DPSH-1. Vediamo i dati ottenuti dall'elaborazione per grandi superfici (fondazioni su plinti, travi rovesce, platee, ecc.):

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	2	37.1	1.5	35.0	29.2	230	40.6	172	123
3.0	4.8	9.9	13	27.1	1.6	26.3	21.5	66	15.9	58	42
5.2	7.1	14.2	11	29.5	1.7	28.6	23.5	95	21.1	83	60
9.0	15.3	28.8	19	35.1	3.1	33.8	28.2	193	67.2	165	118
10.8	15.0	28.2	9	35.0	3.1	33.0	27.4	189	80.1	136	97
11.2	30.0	53.8	2	41.4	0.0	39.0	32.9	360	0.0	268	192

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) [$\gamma_\phi = 1.25$]

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) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

Ad esempio, per la verticale DPSH-1 (la peggiore per i terreni più superficiali presenti nell'area) nei calcoli geotecnici, quando si tratta di grandi superfici (plinti, platee, travi rovesce) si potranno utilizzare i seguenti parametri geotecnici caratteristici del terreno:

STRATO 1 (Depositi limosi ed argillosi $0 < h < 3$)

$$\phi'_k \sim 26^\circ$$

$$C'_k \sim 10 \text{ kPa (stimato)}$$

$$C_{uk} \sim 60 \text{ kPa}$$

STRATO 2 (Depositi limosi ed argillosi $h > 3$ m)

$$\phi'_k \sim 28^\circ$$

$$C'_k \sim 15 \text{ kPa (stimato)}$$

$$C_{uk} \sim 80 \text{ kPa}$$



Seguono i calcoli dei parametri caratteristici elaborati per piccole superficie e quindi per il calcolo della portanza del palo singolo. Si prende sempre in considerazione l'elaborazione della prova penetrometrica DPSH-1, quella che ha mostrato caratteristiche geotecniche più modeste nello strato più superficiale:

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

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	2	37.1	1.5	32.8	32.8	230	40.6	149	149
3.0	4.8	9.9	13	27.1	1.6	24.5	24.5	66	15.9	44	44
5.2	7.1	14.2	11	29.5	1.7	26.8	26.8	95	21.1	65	65
9.0	15.3	28.8	19	35.1	3.1	30.0	30.0	193	67.2	104	104
10.8	15.0	28.2	9	35.0	3.1	30.0	30.0	189	80.1	89	89
11.2	30.0	53.8	2	41.4	0.0	36.7	36.7	360	0.0	233	233

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) [$\gamma_\phi = 1.0$]

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) [$\gamma_{cu} = 1.0$]

I dati riportati nelle 2 tabelle precedenti sono relativi alla verticale DPSH-1, per l'elaborazione di tutte le altre prove penetrometriche dinamiche (parametri caratteristici per piccole e grandi superfici) si possono esaminare le tabelle dell'allegato A.

In particolare nella terza pagina di ogni prova, la tabella in alto fornisce i parametri caratteristici per grandi superfici e quindi per la capacità portante di fondazioni superficiali, a nastro, a platea o per plinti ($L > 2$ m); la tabella in basso invece fornisce i parametri caratteristici per piccole superfici e cioè per i pali.

Per concludere si forniscono, nelle pagine che seguono, le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici per ogni verticale di indagine: in alto le tabelle per fondazioni superficiali in basso per i pali.



DPSH-01 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI				
		1	2	3	4	5
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	3	5.2	9	10.8
Spessore dello Strato	[m]	0.4	2.6	2.2	3.8	1.8
Nspt (Standard Penetration Test)	-	34	10	14	29	28
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	20	18	19	20	20
Densità Relativa	D_r [%]	100	65	65	79	69
Coesione non drenata (con $\phi^l=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	170	60	85	165	135
Angolo di attrito interno (con $C^l=0$)	ϕ^l_k [°]	35	26	29	34	33
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.3	3.1	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	20600	5900	8500	17300	16900
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	60200	8100	11700	71800	79600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	28300 47500	14900 21400	22700 61400	45100 210000	46400 289300

DPSH-01 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI				
		1	2	3	4	5
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	3	5.2	9	10.8
Spessore dello Strato	[m]	0.4	2.6	2.2	3.8	1.8
Nspt (Standard Penetration Test)	-	34	10	14	29	28
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	20	18	19	20	20
Densità Relativa	D_r [%]	100	65	65	79	69
Coesione non drenata (con $\phi^l=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	150	45	65	105	90
Angolo di attrito interno (con $C^l=0$)	ϕ^l_k [°]	33	24	27	30	30
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.3	3.1	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	20600	5900	8500	17300	16900
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	60200	8100	11700	71800	79600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	28300 47500	14900 21400	22700 61400	45100 210000	46400 289300



DPSH-02 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI			
		1	2	3	4
Profondità letto dello Strato	[m]	0.2	1.4	1.6	2
Spessore dello Strato	[m]	0.2	1.2	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	16	12	34	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	19	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	99	79	100	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	70	65	145	270
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	28	27	34	39
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.8	1.7	2.8
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	9600	7200	20100	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	28500	9200	23500	37600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	7900 22000	14300 17000	47400 68500	75400 154500

DPSH-02 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI			
		1	2	3	4
Profondità letto dello Strato	[m]	0.2	1.4	1.6	2
Spessore dello Strato	[m]	0.2	1.2	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	12	13	34	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	19	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	87	81	100	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	55	70	145	235
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	25	27	33	37
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.9	1.7	2.8
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	7300	7500	20100	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	27100	9600	23500	37600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	5900 16900	14700 17900	47400 68500	75400 154500



DPSH-03 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI				
		1	2	3	4	5
Profondità letto dello Strato	[m]	1.6	1.8	2.4	2.6	3
Spessore dello Strato	[m]	1.6	0.2	0.6	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	11	7	11	45	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	18	19	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	74	53	66	100	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	65	30	60	195	270
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	27	23	26	36	39
Grado di Consolidamento	OCR	0.7	0.2	0.4	2.2	2.9
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	6400	3900	6600	27300	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	8400	5600	9000	31800	37600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	12200 15200	10300 16100	16700 27500	64500 151100	76200 214100

DPSH-03 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI				
		1	2	3	4	5
Profondità letto dello Strato	[m]	1.6	1.8	2.4	2.6	3
Spessore dello Strato	[m]	1.6	0.2	0.6	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	11	7	11	45	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	18	19	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	74	53	66	100	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	55	30	50	195	235
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	26	22	25	35	37
Grado di Consolidamento	OCR	0.7	0.2	0.4	2.2	2.9
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	6400	3900	6600	27300	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	8400	5600	9000	31800	37600
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	12200 15200	10300 16100	16700 27500	64500 151100	76200 214100



DPSH-04 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	0.8	1.2	1.4	2.6	3	3.2	3.6
Spessore dello Strato	[m]	0.4	0.4	0.4	0.2	1.2	0.4	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	12	19	12	16	11	50	27	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	19	19	19	19	21	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	85	100	78	86	67	100	95	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	60	95	60	70	70	245	115	270
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	27	30	27	28	27	38	32	39
Grado di Consolidamento	OCR	>4	2.0	0.7	0.7	0.4	2.7	1.4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	7300	11200	7300	9600	6600	29700	16000	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	27600	13000	9500	11900	9000	34700	19100	94100
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	7200 17000	18600 26100	16500 17600	22900 25600	16700 26000	70400 195000	39000 92400	76600 249900

DPSH-04 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	0.8	1.2	1.4	2.6	3	3.2	3.6
Spessore dello Strato	[m]	0.4	0.4	0.4	0.2	1.2	0.4	0.2	0.4
Nspt (Standard Penetration Test)	-	12	19	12	16	11	50	27	54
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	19	19	19	19	19	21	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	85	100	78	86	67	100	95	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	55	80	55	70	65	215	115	235
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	25	28	25	27	27	36	31	37
Grado di Consolidamento	OCR	>4	2.0	0.7	0.7	0.4	2.7	1.4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	7300	11200	7300	9600	6600	29700	16000	32300
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	27600	13000	9500	11900	9000	34700	19100	94100
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	7200 17000	18600 26100	16500 17600	22900 25600	16700 26000	70400 195000	39000 92400	76600 249900



4. CONCLUSIONI

C.T.R.	sc. 1:10.000 N° 236020	sc. 1:5000 N° 236022
INQUADRAMENTO DELL' AREA	Descrizione	
Geologia	SCB Arenarie di Scabiazza. Torbiditi pelitico-arenacee in strati da sottili a medi con arenarie fini, micacee, grigie e peliti grigie o rossastre	
Morfologia	Quota compresa fra i 700 - 715 m s.l.m. Esposizione Sud-Sud-Es Acclività 10 - 15 %	
Idrogeologia - Idrologia	Bassa permeabilità dei terreni. Buon deflusso delle acque superficiali	
Classificazione PTCP		
Carta del Dissesto PTCP	Area classificata stabile	
Carta del Rischio Sismico PTCP	Area classificata pot. soggetta ad amplificazioni locali	
Classificazione PSC		
Carta microz. sismica I Livello (PSC)	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale	
Carta microz sismica II Livello Pga/Pga0	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale $1,5 < F_x \leq 2$	
Carta microz sismica II Livello SI/SI0	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale $1,5 < F_y \leq 2$	
Carta microz sismica II Livello SI(0.5-1.0) / Slo)	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale $1,0 < F_z \leq 1,5$	



CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO																																																																																																	
Stratigrafia	0.0—1.5/3 m Suolo e depositi di varia natura ($V_s \sim 200$ m/s) 3.0—5.0 m Depositi argillosi/Flysch alterato ($V_s \sim 200/250$ m/s) 5.0—12 m Flysch alterato ($V_s \sim 310$ m/s) >12 m Roccia più integra ($V_s > 550$ m/s)																																																																																																
V_s (0-30)	373 m/s																																																																																																
Classe del suolo (DM 2008)	Categoria suolo C																																																																																																
Amplificazioni sismiche (DAL R.E.R. 112/2007)	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CASO APP1 (Substrato $V_s < 800$ m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H</td> <td>= 23.1 m</td> </tr> <tr> <td>V_{sh}</td> <td>= 315 m/s</td> </tr> <tr> <td>FA PGA</td> <td>= 2.1</td> </tr> <tr> <td>FA IS (0.1 < T_0 < 0.5 s)</td> <td>= 2.2</td> </tr> <tr> <td>FA IS (0.5 < T_0 < 1.0 s)</td> <td>= 1.7</td> </tr> </tbody> </table>	CASO APP1 (Substrato $V_s < 800$ m/s)		H	= 23.1 m	V_{sh}	= 315 m/s	FA PGA	= 2.1	FA IS (0.1 < T_0 < 0.5 s)	= 2.2	FA IS (0.5 < T_0 < 1.0 s)	= 1.7																																																																																				
CASO APP1 (Substrato $V_s < 800$ m/s)																																																																																																	
H	= 23.1 m																																																																																																
V_{sh}	= 315 m/s																																																																																																
FA PGA	= 2.1																																																																																																
FA IS (0.1 < T_0 < 0.5 s)	= 2.2																																																																																																
FA IS (0.5 < T_0 < 1.0 s)	= 1.7																																																																																																
Geotecnica - Parametri caratteristici	<p>DPSH-01 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PARAMETRO GEOTECNICO</th> <th rowspan="2">[m]</th> <th colspan="5">STRATI</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profondità letto dello Strato</td> <td>[m]</td> <td>0.4</td> <td>3</td> <td>5.2</td> <td>9</td> <td>10.8</td> </tr> <tr> <td>Spessore dello Strato</td> <td>[m]</td> <td>0.4</td> <td>2.6</td> <td>2.2</td> <td>3.8</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>Nspt (Standard Penetration Test)</td> <td>-</td> <td>34</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>29</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico del Terreno</td> <td>γ [kN/m³]</td> <td>20</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Densità Relativa</td> <td>D_r [%]</td> <td>100</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>79</td> <td>69</td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata (con $\phi=0$)</td> <td>C_u [kN/m²]</td> <td>170</td> <td>60</td> <td>85</td> <td>165</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito interno (con $c=0$)</td> <td>ϕ [°]</td> <td>35</td> <td>26</td> <td>29</td> <td>34</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Grado di Consolidamento</td> <td>OCR</td> <td>>4</td> <td>0.3</td> <td>3.1</td> <td>>4</td> <td>>4</td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico</td> <td>E_d [kN/m²]</td> <td>20600</td> <td>5900</td> <td>8500</td> <td>17300</td> <td>16900</td> </tr> <tr> <td>Modulo Elastico (Young)</td> <td>E_s [kN/m²]</td> <td>60200</td> <td>8100</td> <td>11700</td> <td>71800</td> <td>79600</td> </tr> <tr> <td>Modulo di Reazione (Winkler)</td> <td>K_s [kN/m³]</td> <td>28300</td> <td>14800</td> <td>22700</td> <td>43100</td> <td>46400</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>47500</td> <td>23400</td> <td>61400</td> <td>230000</td> <td>289900</td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETRO GEOTECNICO	[m]	STRATI					1	2	3	4	5	Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	3	5.2	9	10.8	Spessore dello Strato	[m]	0.4	2.6	2.2	3.8	1.8	Nspt (Standard Penetration Test)	-	34	10	14	29	28	Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	20	18	19	20	20	Densità Relativa	D_r [%]	100	65	65	79	69	Coesione non drenata (con $\phi=0$)	C_u [kN/m ²]	170	60	85	165	135	Angolo di attrito interno (con $c=0$)	ϕ [°]	35	26	29	34	33	Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.3	3.1	>4	>4	Modulo Edometrico	E_d [kN/m ²]	20600	5900	8500	17300	16900	Modulo Elastico (Young)	E_s [kN/m ²]	60200	8100	11700	71800	79600	Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kN/m ³]	28300	14800	22700	43100	46400			47500	23400	61400	230000	289900
PARAMETRO GEOTECNICO	[m]			STRATI																																																																																													
		1	2	3	4	5																																																																																											
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	3	5.2	9	10.8																																																																																											
Spessore dello Strato	[m]	0.4	2.6	2.2	3.8	1.8																																																																																											
Nspt (Standard Penetration Test)	-	34	10	14	29	28																																																																																											
Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	20	18	19	20	20																																																																																											
Densità Relativa	D_r [%]	100	65	65	79	69																																																																																											
Coesione non drenata (con $\phi=0$)	C_u [kN/m ²]	170	60	85	165	135																																																																																											
Angolo di attrito interno (con $c=0$)	ϕ [°]	35	26	29	34	33																																																																																											
Grado di Consolidamento	OCR	>4	0.3	3.1	>4	>4																																																																																											
Modulo Edometrico	E_d [kN/m ²]	20600	5900	8500	17300	16900																																																																																											
Modulo Elastico (Young)	E_s [kN/m ²]	60200	8100	11700	71800	79600																																																																																											
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kN/m ³]	28300	14800	22700	43100	46400																																																																																											
		47500	23400	61400	230000	289900																																																																																											
Tipologia Fondazioni	Fondazioni nastriforme a trave rovescia.																																																																																																
Prescrizioni ed approfondimenti successivi	<p>Area idonea all' edificazione.</p> <p>In fase esecutiva, indagine mirata per la realizzazione di ogni singolo fabbricato. La caratteristica del terreno di fondazione richiede corretta regimazione delle acque superficiali e la raccolta canalizzazione delle acque intercettate durante gli scavi.</p>																																																																																																

Pavullo, Settembre 2015

IL GEOLOGO





ALLEGATO A

Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

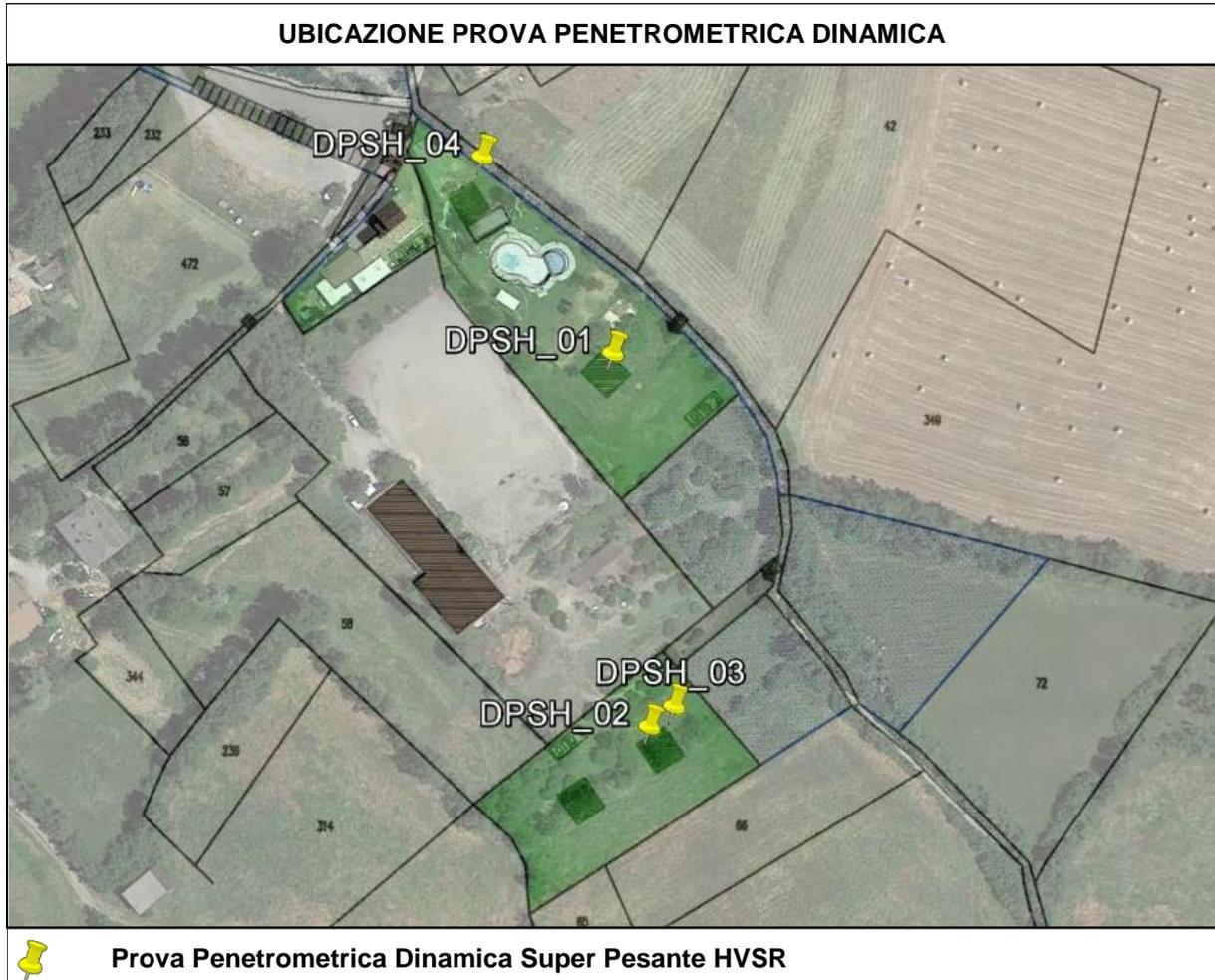




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015						
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]				
0.20	16	30.1	36.1	21380	166	202	18068	346	1.9	1	11918	477
0.40	21	38.7	38.2	27464	306	259	23209	446	5.7	1	15642	626
0.60	6	12.2	28.6	8694	88	82	7347	144	9.5	1	4469	179
0.80	5	10.4	27.5	7359	94	69	6219	123	13.3	1	3724	149
1.00	4	8.5	26.3	6003	96	57	5073	103	17.1	2	2762	110
1.20	2	4.5	23.2	3194	78	30	2699	59	20.9	2	1381	55
1.40	3	6.5	24.9	4618	108	44	3903	83	24.7	2	2071	83
1.60	6	12.2	28.6	8694	187	82	7347	150	28.5	2	4143	166
1.80	5	10.4	27.5	7359	182	69	6219	130	32.3	2	3452	138
2.00	5	10.4	27.5	7359	199	69	6219	131	36.1	3	3217	129
2.20	5	10.4	27.5	7359	217	69	6219	132	39.9	3	3217	129
2.40	6	12.2	28.6	8694	267	82	7347	155	43.7	3	3861	154
2.60	6	12.2	28.6	8694	287	82	7347	156	47.5	3	3861	154
2.80	5	10.4	27.5	7359	270	69	6219	136	51.3	3	3217	129
3.00	4	8.5	26.3	6003	250	57	5073	115	55.1	4	2410	96
3.20	8	15.9	30.5	11314	434	107	9561	203	58.9	4	4819	193
3.40	7	14.1	29.5	10011	411	94	8460	183	62.7	4	4217	169
3.60	6	12.2	28.6	8694	386	82	7347	163	66.5	4	3615	145
3.80	4	8.5	26.3	6003	312	57	5073	120	70.3	4	2410	96
4.00	5	10.4	27.5	7359	375	69	6219	144	74.1	5	2832	113
4.20	9	17.8	31.3	12603	618	119	10651	230	77.9	5	5097	204
4.40	7	14.1	29.5	10011	522	94	8460	189	81.7	5	3964	159
4.60	9	17.8	31.3	12603	672	119	10651	232	85.5	5	5097	204
4.80	9	17.8	31.3	12603	699	119	10651	234	89.3	5	5097	204
5.00	8	15.9	30.5	11314	655	107	9561	214	93.1	6	4274	171
5.20	6	12.2	28.6	8694	544	82	7347	173	96.9	6	3206	128
5.40	14	26.6	35.0	18909	1233	178	15980	339	100.7	6	7480	299
5.60	20	37.0	37.8	26257	1851	248	22189	459	104.5	6	10686	427
5.80	26	47.1	40.1	33442	2644	316	28261	577	108.3	6	13892	556
6.00	11	21.3	32.9	15151	1043	143	12804	282	112.1	7	5563	223
6.20	11	21.3	32.9	15151	1076	143	12804	284	115.9	7	5563	223
6.40	19	35.3	37.4	25045	1976	236	21165	445	119.7	7	9609	384
6.60	19	35.3	37.4	25045	2033	236	21165	446	123.5	7	9609	384
6.80	13	24.9	34.3	17664	1403	167	14927	328	127.3	7	6574	263
7.00	17	31.8	36.5	22607	1912	213	19105	409	131.1	8	8161	326
7.20	12	23.1	33.6	16412	1356	155	13869	310	134.9	8	5760	230
7.40	27	48.8	40.4	34628	3473	327	29263	606	138.7	8	12961	518
7.60	17	31.8	36.5	22607	2065	213	19105	413	142.5	8	8161	326
7.80	17	31.8	36.5	22607	2116	213	19105	414	146.3	8	8161	326
8.00	22	40.4	38.6	28667	2874	271	24226	514	150.1	9	10050	402
8.20	11	21.3	32.9	15151	1402	143	12804	296	153.9	9	5025	201
8.40	10	19.6	32.1	13882	1307	131	11731	277	157.7	9	4568	183
8.60	9	17.8	31.3	12603	1214	119	10651	258	161.5	9	4111	164
8.80	9	17.8	31.3	12603	1241	119	10651	259	165.3	9	4111	164
9.00	7	14.1	29.5	10011	1031	94	8460	218	169.1	10	3050	122
9.20	33	58.7	42.3	41677	5638	393	35220	731	172.9	10	14380	575
9.40	16	30.1	36.1	21380	2380	202	18068	405	176.7	10	6972	279
9.60	11	21.3	32.9	15151	1630	143	12804	305	180.5	10	4793	192
9.80	15	28.4	35.6	20148	2345	190	17026	387	184.3	10	6536	261
10.00	10	19.6	32.1	13882	1546	131	11731	287	188.1	11	4166	167
10.20	11	21.3	32.9	15151	1728	143	12804	309	191.9	11	4582	183
10.40	12	23.1	33.6	16412	1926	155	13869	331	195.7	11	4999	200
10.60	13	24.9	34.3	17664	2139	167	14927	352	199.5	11	5415	217
10.80	14	26.6	35.0	18909	2369	178	15980	373	203.3	11	5832	233
11.00	30	53.8	41.4	38165	5810	360	32252	686	207.1	12	11969	479
11.20	30	53.8	41.4	38165	5910	360	32252	687	210.9	12	11969	479

H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 \cdot (15 - N_{spt})^{-5} + 15$; $N_{spt} > 30 \cdot 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3;	b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{spt}	[kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · N _c)] / 3;	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _c =5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (R _{dp} / 15 ÷ 30); Qa = (R _{dp} / 25)	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	37.1	24422	236	230	20639	396	3.8	13780	551
1.0	5.0	10.4	27.4	7352	93	69	6213	123	13.3	3652	146
1.4	2.5	5.5	24.0	3906	93	37	3301	71	22.8	1726	69
3.0	5.3	10.8	27.7	7690	232	73	6499	138	41.8	3422	137
4.0	6.0	12.2	28.5	8676	384	82	7332	162	66.5	3578	143
5.2	8.0	15.9	30.4	11305	618	107	9553	212	87.4	4456	178
8.0	17.5	32.6	36.4	23157	1933	219	19569	416	125.4	8731	349
9.0	9.2	18.1	31.4	12850	1239	121	10859	262	161.5	4173	167
9.4	24.5	44.4	39.2	31529	4009	298	26644	568	174.8	10676	427
10.8	12.3	23.6	33.8	16760	1955	158	14163	335	191.9	5189	208
11.2	30.0	53.8	41.4	38165	5860	360	32252	687	209.0	11969	479

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)
 $\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15$; $N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
 Mo = $710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
 Qa1 = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} \cdot b \cdot \gamma \cdot N_{\gamma})] / 3$ b=1 m [kN/m²] (Qa Terzaghi; Nq, N_γ Meyerhof)
 Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$ [kN/m²] (Terzaghi)
 Ed = $600 \cdot N_{spt}$ [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)
 Qa3 = $(R_{pd} / 15 \div 30)$; Qa = $(R_{pd} / 25)$ [kN/m²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-01
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Natura granulare			Natura Coesiva			OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
			Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ_v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]			
0.4	18.5	34.4	0.2	20.3	3.8	100.0	28296	60196	>4	47535	20639
1.0	5.0	10.4	0.7	18.5	13.3	74.0	11132	8189	0.8	14796	6213
1.4	2.5	5.5	1.2	17.7	22.8	51.1	11108	4792	0.2	8490	3301
3.0	5.3	10.8	2.2	18.6	41.8	65.4	27890	8895	0.4	16592	6499
4.0	6.0	12.2	3.5	18.7	66.5	62.8	46039	10143	0.7	19493	7332
5.2	8.0	15.9	4.6	19.1	87.4	66.8	74190	46371	>4	25429	9553
8.0	17.5	32.6	6.6	20.2	125.4	85.8	231913	73291	>4	49944	19569
9.0	9.2	18.1	8.5	19.3	161.5	58.7	148684	15284	4.0	31392	10859
9.4	24.5	44.4	9.2	20.0	174.8	89.4	481075	94123	>4	68163	26644
10.8	12.3	23.6	10.1	19.0	191.9	63.0	234570	71840	>4	40193	14163
11.2	30.0	53.8	11.0	20.0	209.0	92.2	703217	108787	>4	82406	32252

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]
 $Dr = 21 \cdot [(10 \cdot N_{spt}) / (\sigma_v + 7)]^{0.5}$ [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
 $Ks = Qa \cdot 120 - (Qa = \text{carico ammissibile in KPa})$ [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 = $600 \cdot N_{spt}$ (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-01
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE MENEGOLI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Dati Num	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
				ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	2	37.1	1.5	35.0	29.2	230	40.6	172	123
1.0	5.0	10.4	3	27.4	1.1	26.1	21.4	69	12.7	55	39
1.4	2.5	5.5	2	24.0	1.2	22.6	18.5	37	9.5	27	20
3.0	5.3	10.8	8	27.7	0.8	27.2	22.3	73	9.0	66	47
4.0	6.0	12.2	5	28.5	1.7	27.4	22.5	82	19.8	68	49
5.2	8.0	15.9	6	30.4	1.2	29.4	24.2	107	15.5	93	66
8.0	17.5	32.6	14	36.4	2.4	35.2	29.5	219	58.9	190	135
9.0	9.2	18.1	5	31.4	1.2	30.3	25.0	121	18.0	101	72
9.4	24.5	44.4	2	39.2	4.4	36.9	31.0	298	135.4	222	158
10.8	12.3	23.6	7	33.8	1.3	32.8	27.3	158	21.3	141	101
11.2	30.0	53.8	2	41.4	0.0	39.0	32.9	360	0.0	268	192

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) [$\gamma_\phi = 1.25$]
 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) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

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

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE MENEGOLI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Dati Num	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
				ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	18.5	34.4	2	37.1	1.5	32.8	32.8	230	40.6	149	149
1.0	5.0	10.4	3	27.4	1.1	24.3	24.3	69	12.7	45	45
1.4	2.5	5.5	2	24.0	1.2	21.3	21.3	37	9.5	24	24
3.0	5.3	10.8	8	27.7	0.8	26.4	26.4	73	9.0	59	59
4.0	6.0	12.2	5	28.5	1.7	25.2	25.2	82	19.8	53	53
5.2	8.0	15.9	6	30.4	1.2	28.5	28.5	107	15.5	83	83
8.0	17.5	32.6	14	36.4	2.4	32.4	32.4	219	58.9	136	136
9.0	9.2	18.1	5	31.4	1.2	27.8	27.8	121	18.0	78	78
9.4	24.5	44.4	2	39.2	4.4	34.7	34.7	298	135.4	193	193
10.8	12.3	23.6	7	33.8	1.3	31.7	31.7	158	21.3	126	126
11.2	30.0	53.8	2	41.4	0.0	36.7	36.7	360	0.0	233	233

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) [$\gamma_\phi = 1.0$]
 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) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-01

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA': LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01	PENETROMETRO DPSH

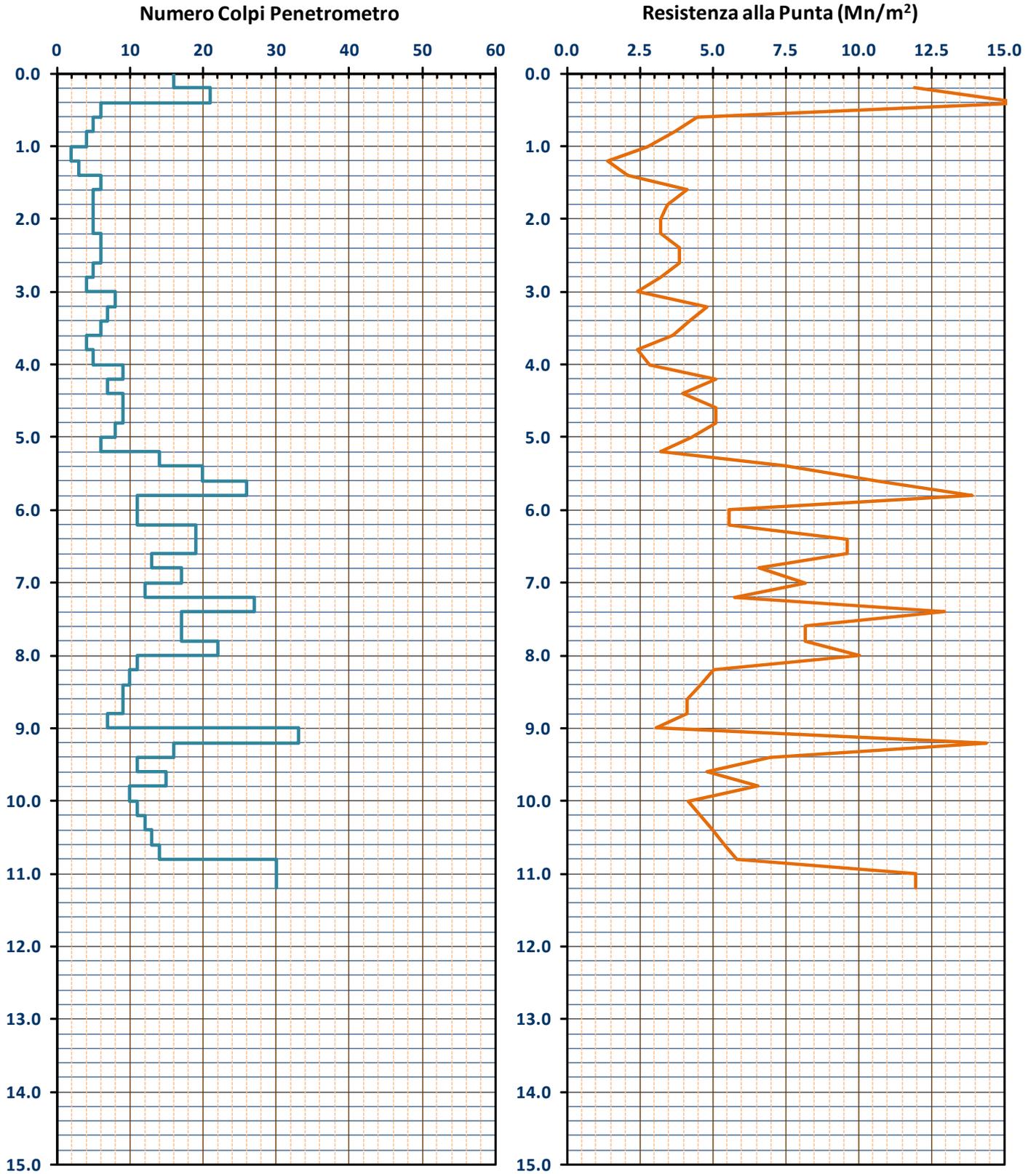




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-01

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA': LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-01	PENETROMETRO DPSH

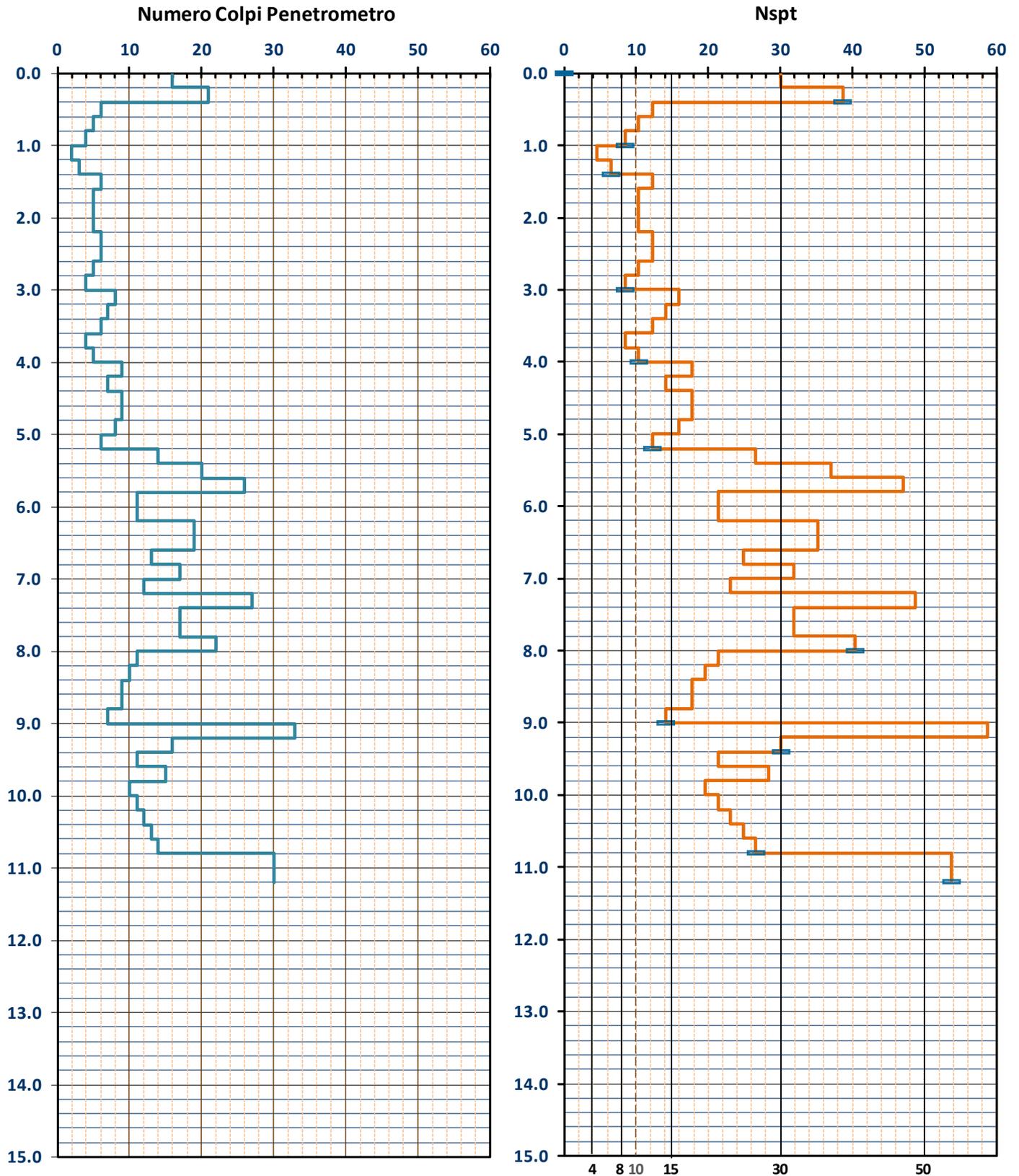




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015						
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]				
0.20	8	15.9	30.5	11314	66	107	9561	184	1.9	1	5959	238
0.40	4	8.5	26.3	6003	50	57	5073	99	5.7	1	2979	119
0.60	5	10.4	27.5	7359	76	69	6219	122	9.5	1	3724	149
0.80	6	12.2	28.6	8694	108	82	7347	145	13.3	1	4469	179
1.00	7	14.1	29.5	10011	146	94	8460	168	17.1	2	4833	193
1.20	6	12.2	28.6	8694	148	82	7347	148	20.9	2	4143	166
1.40	7	14.1	29.5	10011	190	94	8460	170	24.7	2	4833	193
1.60	18	33.6	36.9	23829	571	225	20137	395	28.5	2	12428	497
1.80	30	53.8	41.4	38165	1238	360	32252	628	32.3	2	20714	829
2.00	30	53.8	41.4	38165	1337	360	32252	629	36.1	3	19303	772

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15 ; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3; b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{spt} [kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3; [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (R _{dp} / 15 ÷ 30); Qa = (R _{pd} / 25) [kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-02
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.2	8.0	15.9	30.5	11314	66	107	9561	184	1.9	5959	238
1.4	5.8	11.9	28.3	8462	120	80	7151	142	15.2	4164	167
1.6	18.0	33.6	36.9	23829	571	225	20137	395	28.5	12428	497
2.0	30.0	53.8	41.4	38165	1287	360	32252	628	34.2	20008	800

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 \ (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15; \ N_{spt} > 30 \ -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)	
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)	
Qa1 = [(h · γ' · Nq) + (½ · b · γ · Nγ)] / 3 b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)	
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m ²] (Terzaghi)	
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)	
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)	
Rpd = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)	
Qa3 = (Rpd / 15 ± 30); Qa = (Rpd / 25) [kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)	

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-02
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Natura granulare			Natura Coesiva			OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
			Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]			
0.2	8.0	15.9	0.1	19.1	1.9	98.9	7908	28521	>4	22026	9561
1.4	5.8	11.9	0.8	18.7	15.2	78.5	14346	9238	0.8	17026	7151
1.6	18.0	33.6	1.5	20.2	28.5	100.0	68545	23493	1.7	47371	20137
2.0	30.0	53.8	1.8	21.0	34.2	100.0	154468	37627	2.8	75414	32252

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/m ³]	
σv = Pressione litostatica [kN/m ²]	
Dr = 21 · [(10 · Nspt) / (σv + 7)] ^{0.5} [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)	
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ³] (Bowles, 1988)	
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt [Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)	
OCR = (Cu / (σv · Kk)) ^{1.25} [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)	
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)	



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, φ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02				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/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.2	8.0	15.9	1	30.5		28.0	23.0	107		69	49
1.4	5.8	11.9	6	28.3	1.3	27.2	22.3	80	14.7	67	48
1.6	18.0	33.6	1	36.9		33.9	28.3	225		145	104
2.0	30.0	53.8	2	41.4	0.0	39.0	32.9	360	0.0	268	192

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) [γφ = 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) [γc_u = 1.4]

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

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02				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/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.2	8.0	15.9	1	30.5		27.0	27.0	107		69	69
1.4	5.8	11.9	6	28.3	1.3	26.2	26.2	80	14.7	58	58
1.6	18.0	33.6	1	36.9		32.7	32.7	225		145	145
2.0	30.0	53.8	2	41.4	0.0	36.7	36.7	360	0.0	233	233

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) [γφ = 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) [γc_u = 1.0]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-02

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA': LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02	PENETROMETRO DPSH

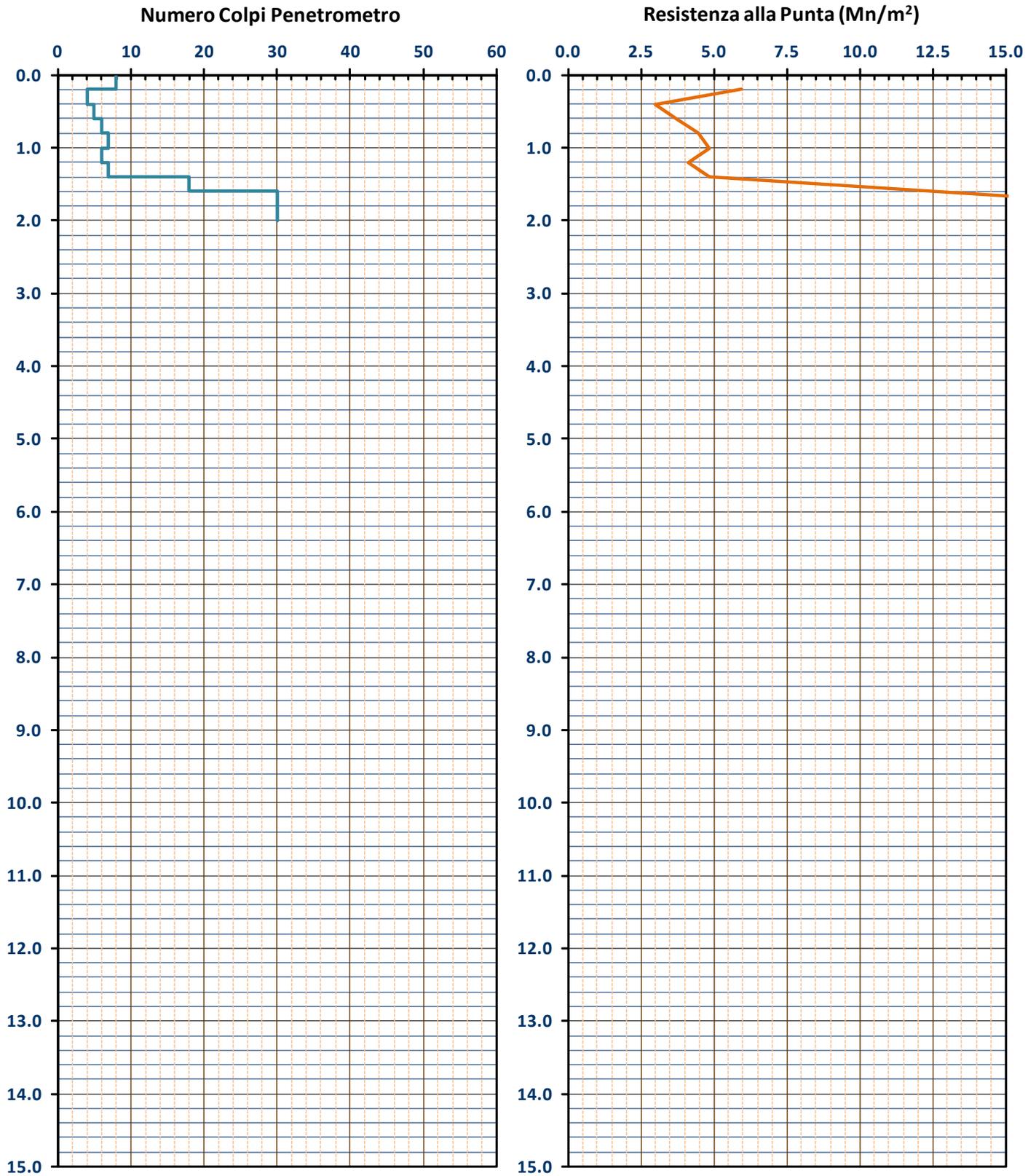




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-02

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA' : LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-02	PENETROMETRO DPSH

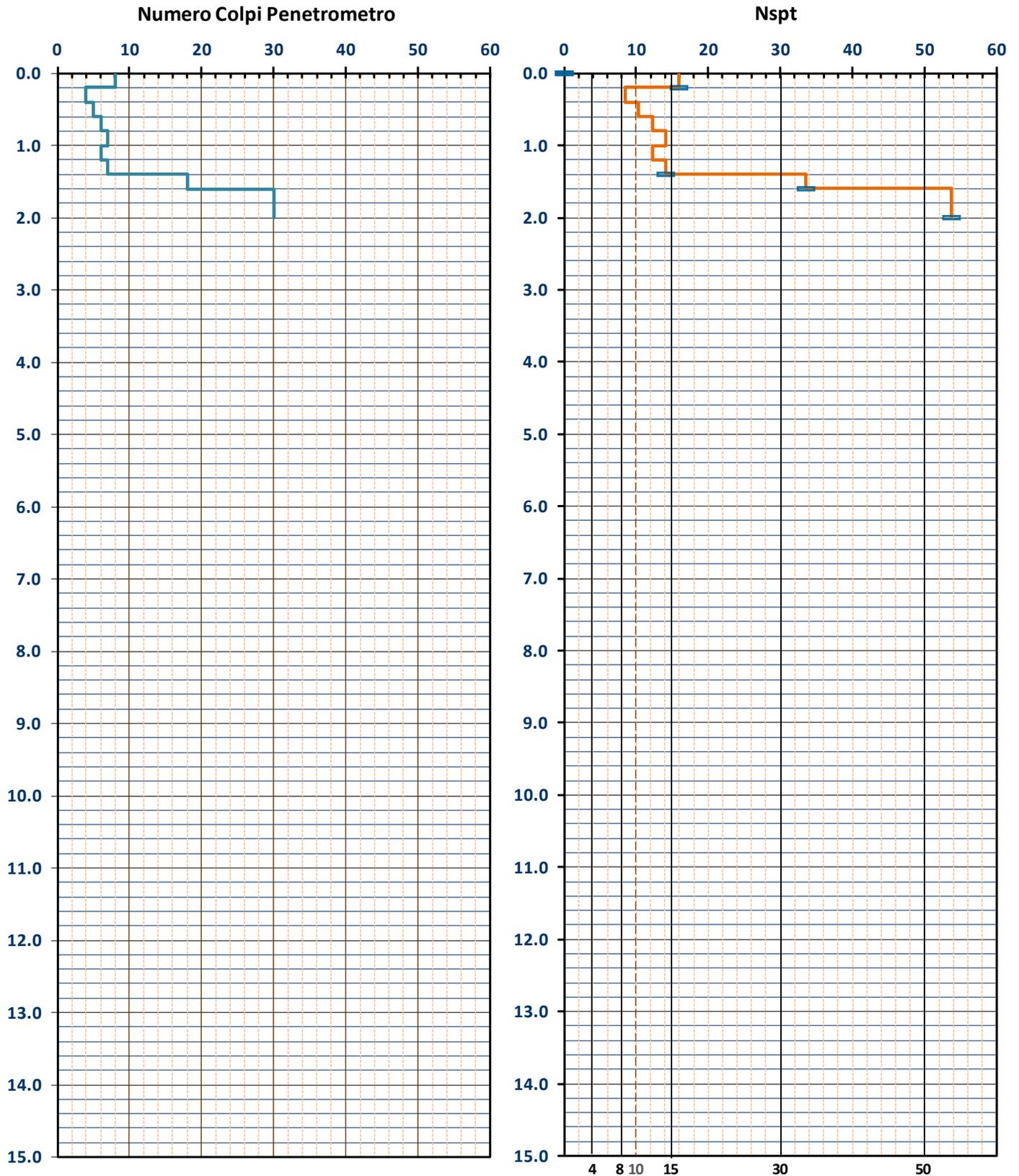




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015						
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-03						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]				
0.20	6	12.2	28.6	8694	49	82	7347	141	1.9	1	4469	179
0.40	6	12.2	28.6	8694	69	82	7347	142	5.7	1	4469	179
0.60	6	12.2	28.6	8694	88	82	7347	144	9.5	1	4469	179
0.80	5	10.4	27.5	7359	94	69	6219	123	13.3	1	3724	149
1.00	5	10.4	27.5	7359	112	69	6219	125	17.1	2	3452	138
1.20	4	8.5	26.3	6003	111	57	5073	104	20.9	2	2762	110
1.40	5	10.4	27.5	7359	147	69	6219	127	24.7	2	3452	138
1.60	4	8.5	26.3	6003	142	57	5073	107	28.5	2	2762	110
1.80	3	6.5	24.9	4618	134	44	3903	85	32.3	2	2071	83
2.00	4	8.5	26.3	6003	173	57	5073	109	36.1	3	2574	103
2.20	6	12.2	28.6	8694	247	82	7347	154	39.9	3	3861	154
2.40	6	12.2	28.6	8694	267	82	7347	155	43.7	3	3861	154
2.60	25	45.4	39.7	32254	1259	304	27257	537	47.5	3	16086	643
2.80	30	53.8	41.4	38165	1735	360	32252	634	51.3	3	19303	772
3.00	30	53.8	41.4	38165	1834	360	32252	635	55.1	4	18073	723

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15 ; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3; b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{spt} [kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3; [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rdp / 15 ÷ 30); Qa = (Rpd / 25) [kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA N DPSH-03
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-03						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
1.6	5.1	10.6	27.6	7521	101	71	6355	127	15.2	3695	148
1.8	3.0	6.5	24.9	4618	134	44	3903	85	32.3	2071	83
2.4	5.3	11.0	27.8	7797	229	74	6589	139	39.9	3432	137
2.6	25.0	45.4	39.7	32254	1259	304	27257	537	47.5	16086	643
3.0	30.0	53.8	41.4	38165	1784	360	32252	635	53.2	18688	748

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)	
$\phi^0 = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^5 + 15; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)	
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)	
Qa1 = [(h · γ' · Nq) + (½ · b · γ' · N _γ)] / 3 b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, N _γ Meyerhof)	
Cu = 6.7 · Nspt [kN/m ²] (Terzaghi)	
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)	
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)	
Rpd = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)	
Qa3 = (Rpd / 15 ÷ 30); Qa = (Rpd / 25) [kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)	

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-03
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-03						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Natura granulare			Natura Coesiva			OCR -	Ks [kN/m ³]	Ed [kN/m ²]
			Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]			
1.6	5.1	10.6	0.8	18.5	15.2	74.0	12174	8377	0.7	15199	6355
1.8	3.0	6.5	1.7	17.9	32.3	53.0	16114	5624	0.2	10252	3903
2.4	5.3	11.0	2.1	18.6	39.9	66.4	27469	8979	0.4	16723	6589
2.6	25.0	45.4	2.5	20.7	47.5	100.0	151060	31800	2.2	64478	27257
3.0	30.0	53.8	2.8	21.0	53.2	100.0	214115	37627	2.9	76174	32252

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/m ³]	
σ _v = Pressione litostatica [kN/m ²]	
Dr = 21 · [(10 · Nspt) / (σ _v + 7)] ^{0.5} [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)	
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ³] (Bowles, 1988)	
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt ; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt [Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)	
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25} [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)	
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)	



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

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE MENEGOLI DPSH-03				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/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
1.6	5.1	10.6	8	27.6	1.0	26.9	22.1	71	10.6	63	45
1.8	3.0	6.5	1	24.9		22.8	18.6	44		28	20
2.4	5.3	11.0	3	27.8	1.3	26.5	21.7	74	14.7	58	41
2.6	25.0	45.4	1	39.7		36.5	30.6	304		197	141
3.0	30.0	53.8	2	41.4	0.0	39.0	32.9	360	0.0	268	192

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) [$\gamma_\phi = 1.25$]

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) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE MENEGOLI DPSH-03				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/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
1.6	5.1	10.6	8	27.6	1.0	26.0	26.0	71	10.6	55	55
1.8	3.0	6.5	1	24.9		22.0	22.0	44		28	28
2.4	5.3	11.0	3	27.8	1.3	24.6	24.6	74	14.7	48	48
2.6	25.0	45.4	1	39.7		35.1	35.1	304		197	197
3.0	30.0	53.8	2	41.4	0.0	36.7	36.7	360	0.0	233	233

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) [$\gamma_\phi = 1.0$]

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) [$\gamma_{cu} = 1.0$]



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-03

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA' : LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-03	PENETROMETRO DPSH

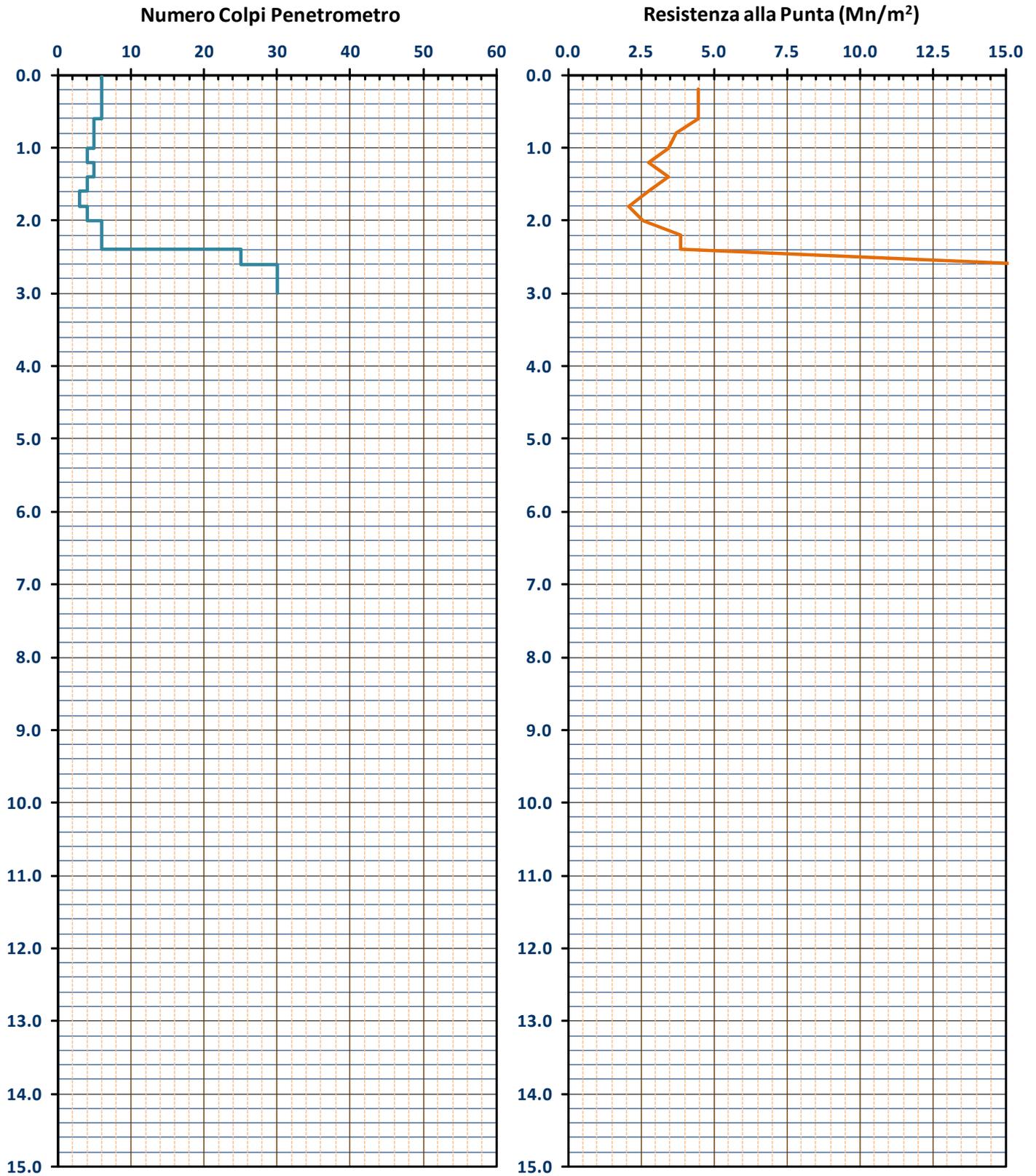




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-03

COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA' : LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-03	PENETROMETRO DPSH

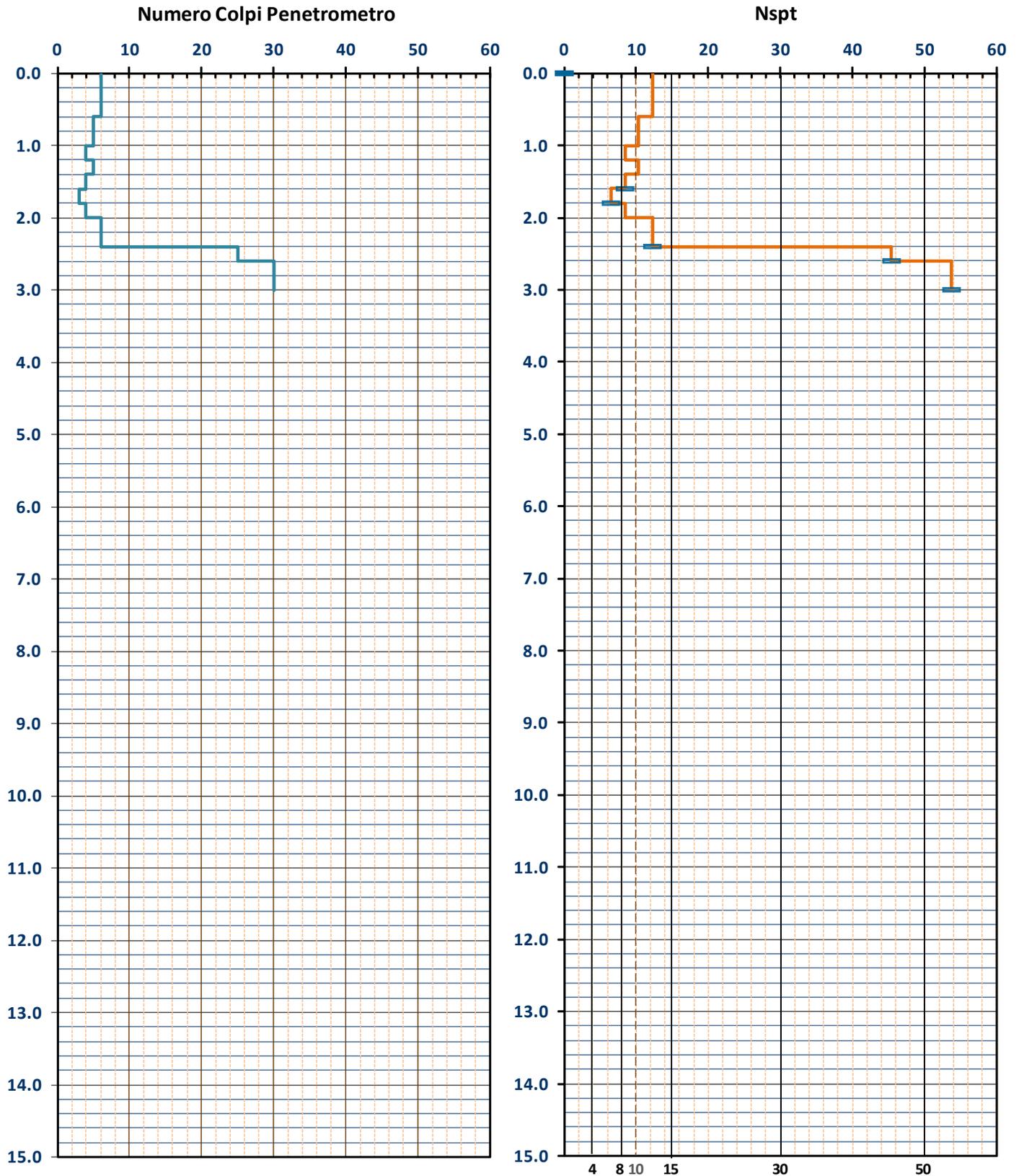




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-04

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015						
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04						PENETROMETRO DPSH			FALDA NO			
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Qa ₃ [kN/m ²]
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa ₂ [kN/m ²]				
0.20	5	10.4	27.5	7359	41	69	6219	120	1.9	1	3724	149
0.40	7	14.1	29.5	10011	79	94	8460	164	5.7	1	5214	209
0.60	8	15.9	30.5	11314	115	107	9561	186	9.5	1	5959	238
0.80	11	21.3	32.9	15151	195	143	12804	249	13.3	1	8194	328
1.00	7	14.1	29.5	10011	146	94	8460	168	17.1	2	4833	193
1.20	5	10.4	27.5	7359	129	69	6219	126	20.9	2	3452	138
1.40	8	15.9	30.5	11314	213	107	9561	191	24.7	2	5524	221
1.60	6	12.2	28.6	8694	187	82	7347	150	28.5	2	4143	166
1.80	5	10.4	27.5	7359	182	69	6219	130	32.3	2	3452	138
2.00	6	12.2	28.6	8694	227	82	7347	153	36.1	3	3861	154
2.20	5	10.4	27.5	7359	217	69	6219	132	39.9	3	3217	129
2.40	5	10.4	27.5	7359	235	69	6219	134	43.7	3	3217	129
2.60	5	10.4	27.5	7359	252	69	6219	135	47.5	3	3217	129
2.80	22	40.4	38.6	28667	1131	271	24226	481	51.3	3	14156	566
3.00	33	58.7	42.3	41677	2119	393	35220	692	55.1	4	19880	795
3.20	14	26.6	35.0	18909	770	178	15980	325	58.9	4	8434	337
3.40	30	53.8	41.4	38165	2033	360	32252	638	62.7	4	18073	723
3.60	30	53.8	41.4	38165	2132	360	32252	639	66.5	4	18073	723

H = Profondità del letto dello strato elementare [m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15 ; N_{spt} > 30 -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · N _q) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3; b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; N _q , N _γ Meyerhof)
Ed = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · N _{spt} [kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3; [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (R _{dp} / 15 ÷ 30); Qa = (R _{pd} / 25) [kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



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

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Qa1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Qa2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Rpd [kN/m ²]	Qa3 [kN/m ²]
0.4	6.0	12.2	28.5	8685	60	82	7340	142	3.8	4469	179
0.8	9.5	18.6	31.7	13232	155	125	11182	218	11.4	7076	283
1.2	6.0	12.2	28.5	8685	137	82	7340	147	19.0	4143	166
1.4	8.0	15.9	30.5	11314	213	107	9561	191	24.7	5524	221
2.6	5.3	11.0	27.8	7804	217	74	6595	139	38.0	3518	141
3.0	27.5	49.5	40.5	35172	1625	332	29723	586	53.2	17018	681
3.2	14.0	26.6	35.0	18909	770	178	15980	325	58.9	8434	337
3.6	30.0	53.8	41.4	38165	2083	360	32252	639	64.6	18073	723

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 \cdot (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15; N_{spt} > 30 \cdot 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Qa1 = [(h · γ' · Nq) + (½ · b · γ · Nγ)] / 3	b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, Nγ Meyerhof)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Qa2 = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
Rpd = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa3 = (Rpd / 15 ÷ 30); Qa = (Rpd / 25)	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI DPSH-04
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: MENEGOLI						LOCALITA': LA STAFFA					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 11/09/2015					
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04						PENETROMETRO DPSH					
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Natura granulare			Natura Coesiva			OCR -	Ks [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]
			Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ²]	Es [kN/m ²]			
0.4	6.0	12.2	0.2	18.7	3.8	85.5	7219	27616	>4	17003	7340
0.8	9.5	18.6	0.6	19.3	11.4	100.0	18627	13046	2.0	26129	11182
1.2	6.0	12.2	1.0	18.7	19.0	77.9	16479	9511	0.7	17611	7340
1.4	8.0	15.9	1.3	19.1	24.7	86.1	25588	11927	0.7	22938	9561
2.6	5.3	11.0	2.0	18.6	38.0	67.0	26009	8964	0.4	16661	6595
3.0	27.5	49.5	2.8	20.8	53.2	100.0	195000	34677	2.7	70368	29723
3.2	14.0	26.6	3.1	19.9	58.9	95.5	92380	19067	1.4	39043	15980
3.6	30.0	53.8	3.4	21.0	64.6	100.0	249903	94069	>4	76630	32252

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/m ²]
σv = Pressione litostatica	[kN/m ²]
Dr = 21 · [(10 · Nspt) / (σv + 7)] ^{0.5}	[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)	[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt ; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 600 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, φ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-04
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04				PENETROMETRO DPSH							
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Dati Num	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
				φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.4	6.0	12.2	2	28.5	1.5	26.8	22.0	82	17.7	61	44
0.8	9.5	18.6	2	31.7	1.7	29.8	24.6	125	25.6	93	66
1.2	6.0	12.2	2	28.5	1.5	26.8	22.0	82	17.7	61	44
1.4	8.0	15.9	1	30.5		28.0	23.0	107		69	49
2.6	5.3	11.0	6	27.8	0.6	27.3	22.5	74	6.5	68	48
3.0	27.5	49.5	2	40.5	2.6	38.1	32.1	332	86.8	247	177
3.2	14.0	26.6	1	35.0		32.1	26.7	178		115	82
3.6	30.0	53.8	2	41.4	0.0	39.0	32.9	360	0.0	268	192

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) [γφ = 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: MENEGOLI				LOCALITA': LA STAFFA							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 11/09/2015							
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04				PENETROMETRO DPSH							
H [m]	N [media]	Nspt [media]	Dati Num	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
				φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
0.4	6.0	12.2	2	28.5	1.5	25.2	25.2	82	17.7	53	53
0.8	9.5	18.6	2	31.7	1.7	28.0	28.0	125	25.6	81	81
1.2	6.0	12.2	2	28.5	1.5	25.2	25.2	82	17.7	53	53
1.4	8.0	15.9	1	30.5		27.0	27.0	107		69	69
2.6	5.3	11.0	6	27.8	0.6	26.9	26.9	74	6.5	63	63
3.0	27.5	49.5	2	40.5	2.6	35.8	35.8	332	86.8	215	215
3.2	14.0	26.6	1	35.0		31.0	31.0	178		115	115
3.6	30.0	53.8	2	41.4	0.0	36.7	36.7	360	0.0	233	233

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) [γφ = 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: MENEGOLI	LOCALITA' : LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04	PENETROMETRO DPSH

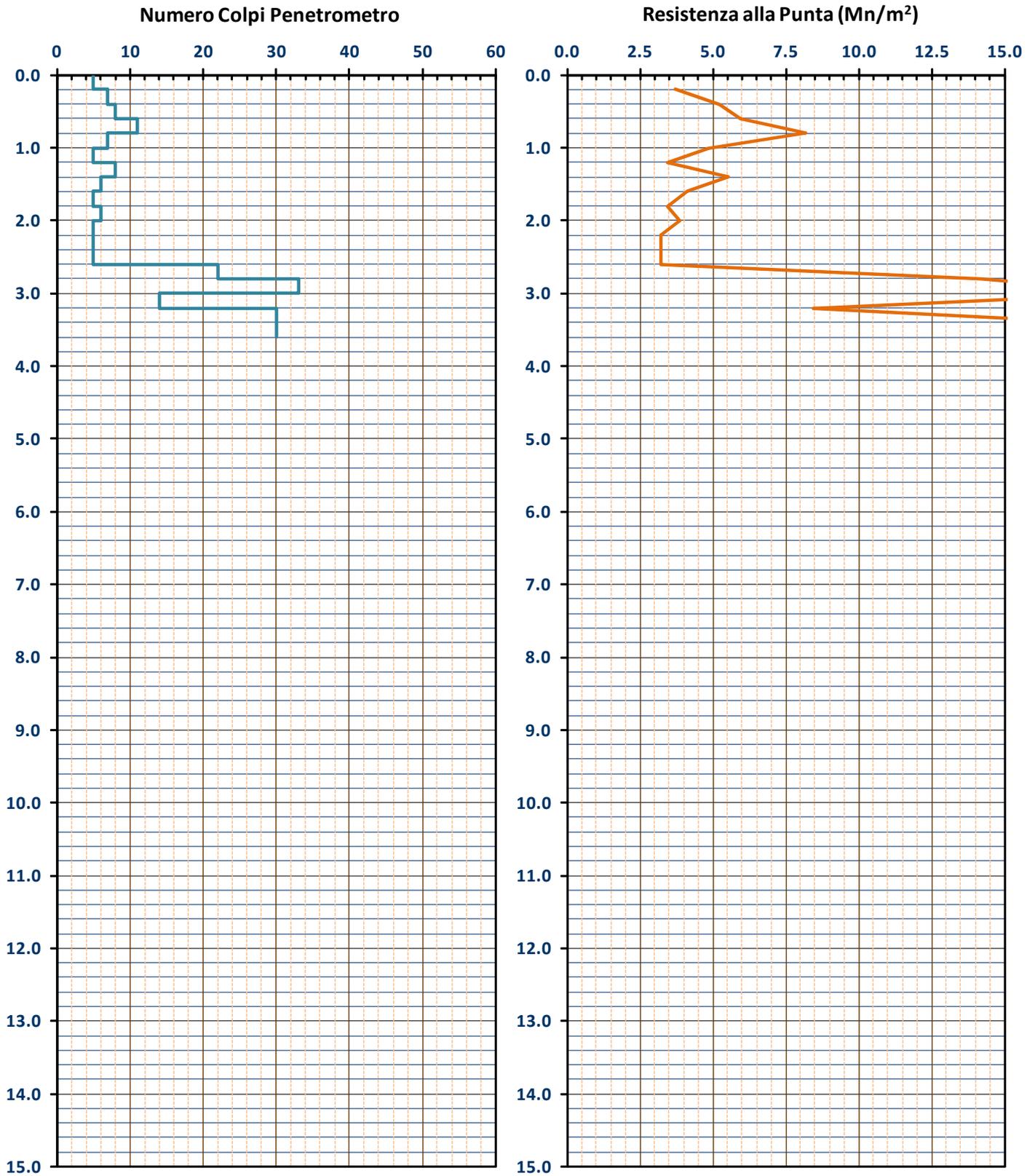
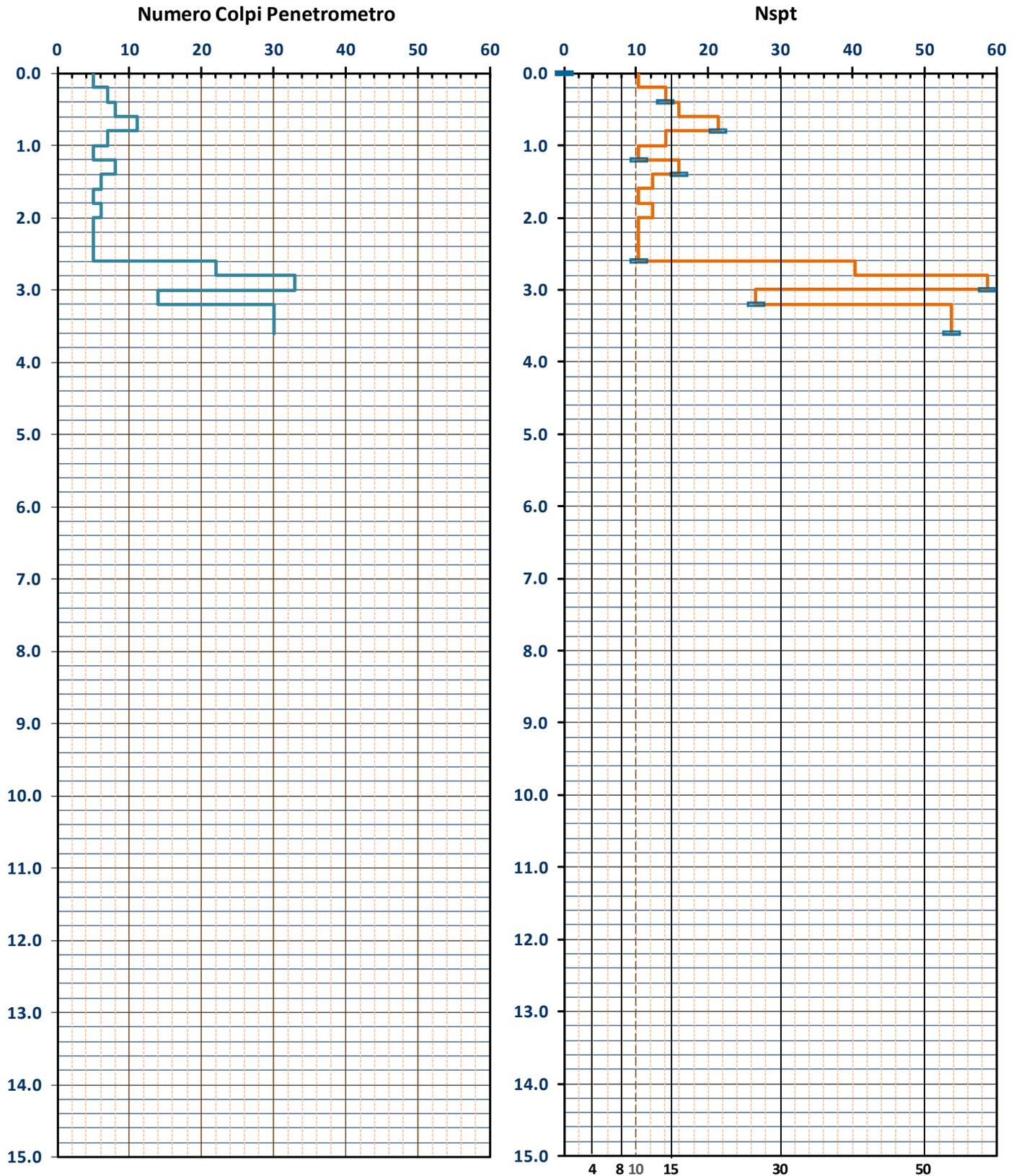




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-04

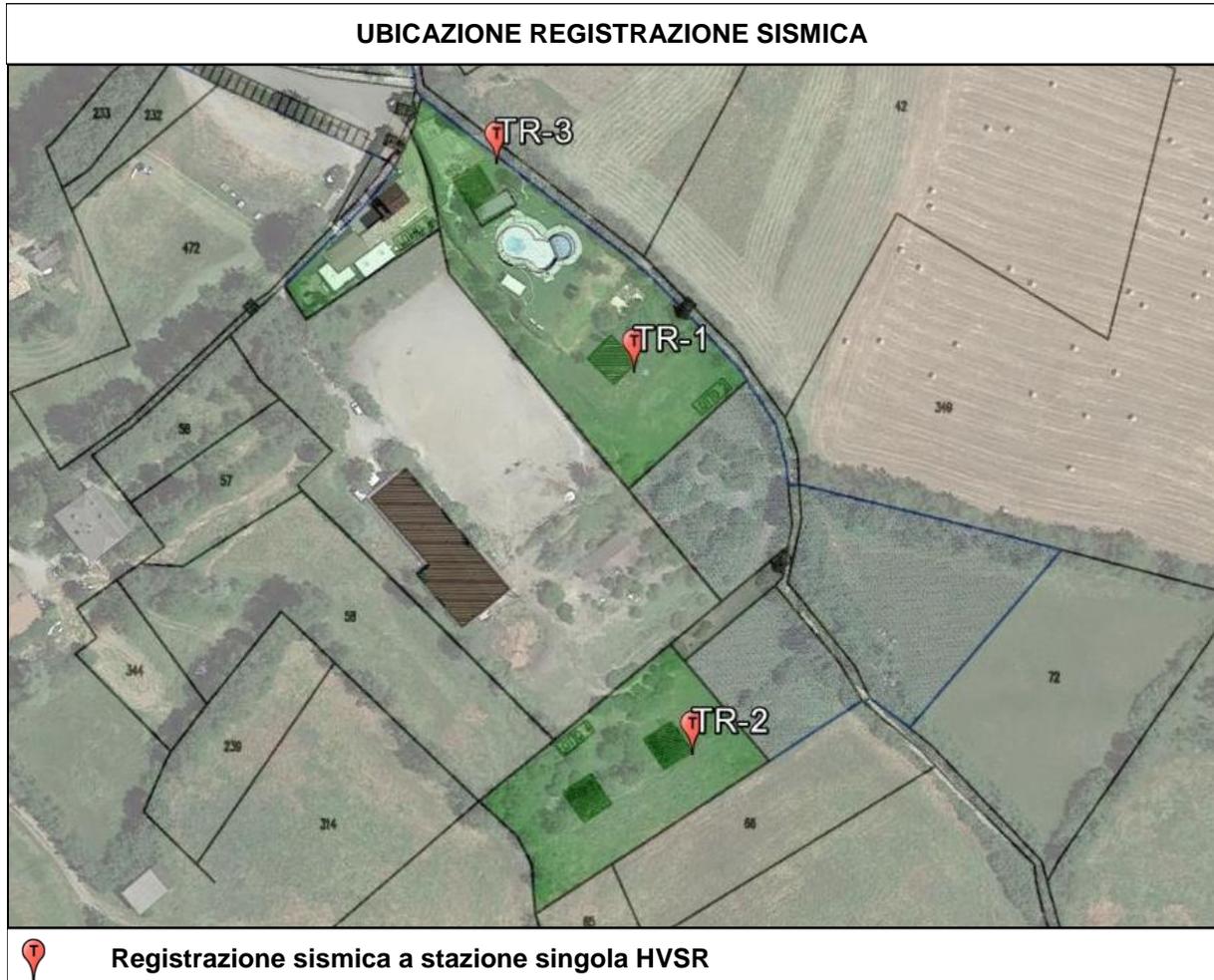
COMMITTENTE: MENEGOLI	LOCALITA' : LA STAFFA
COMUNE: PAVULLO	DATA: 11/09/2015
NOME FILE: MENEGOLI DPSH-04	PENETROMETRO DPSH





ALLEGATO B

Registrazioni Sismiche - Parametri Sismici



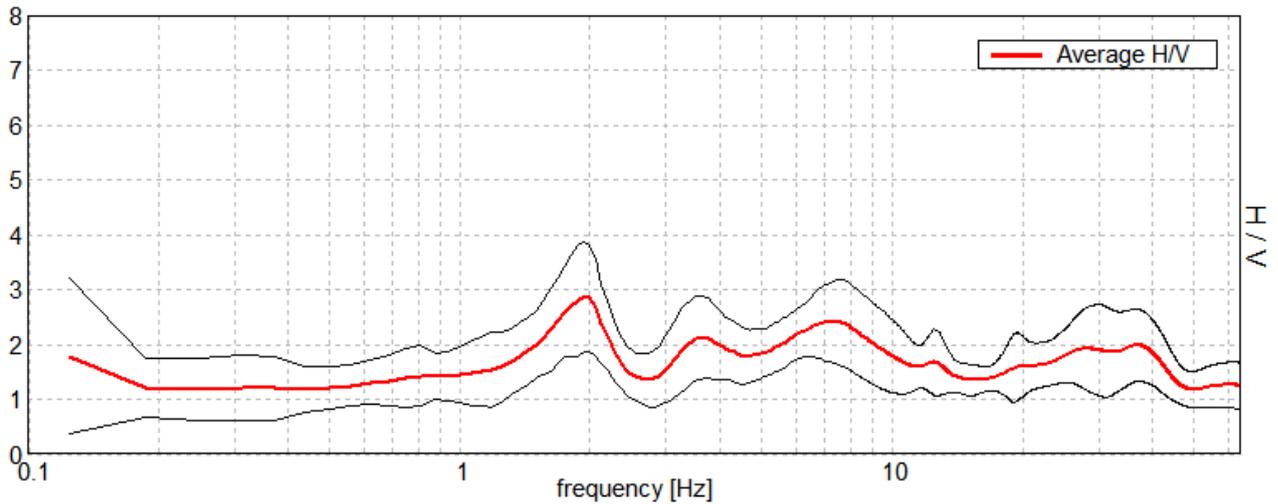


15_049

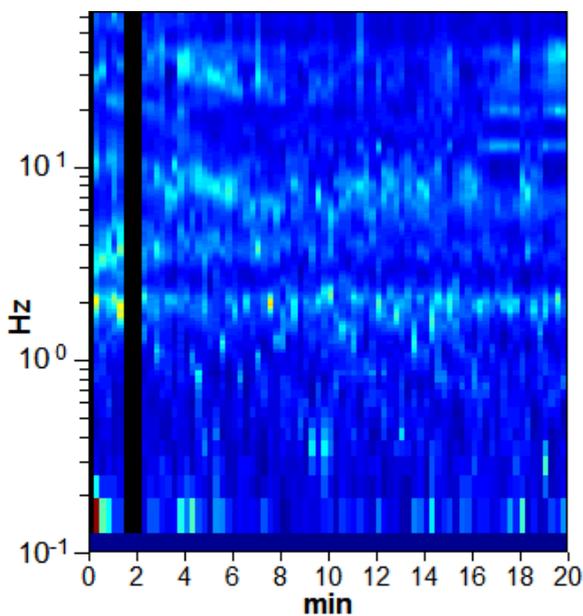
TR_01

Instrument: TRS-0016/01-06
 Start recording: 11/09/15 11:29:21 End recording: 11/09/15 11:49:22
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS location: 010°49.2647 E, 44°21.6233 N (760.4 m)
 (UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
 Satellite no.: 05
 Trace length: 0h20'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 15 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 15%

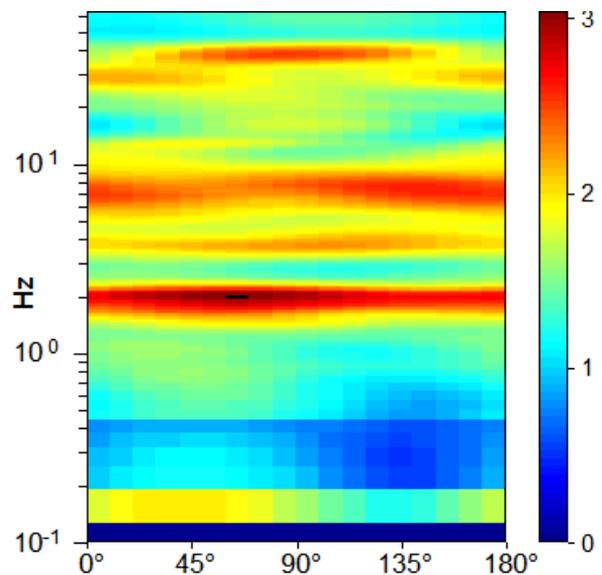
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
 Max. H/V at 1.94 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

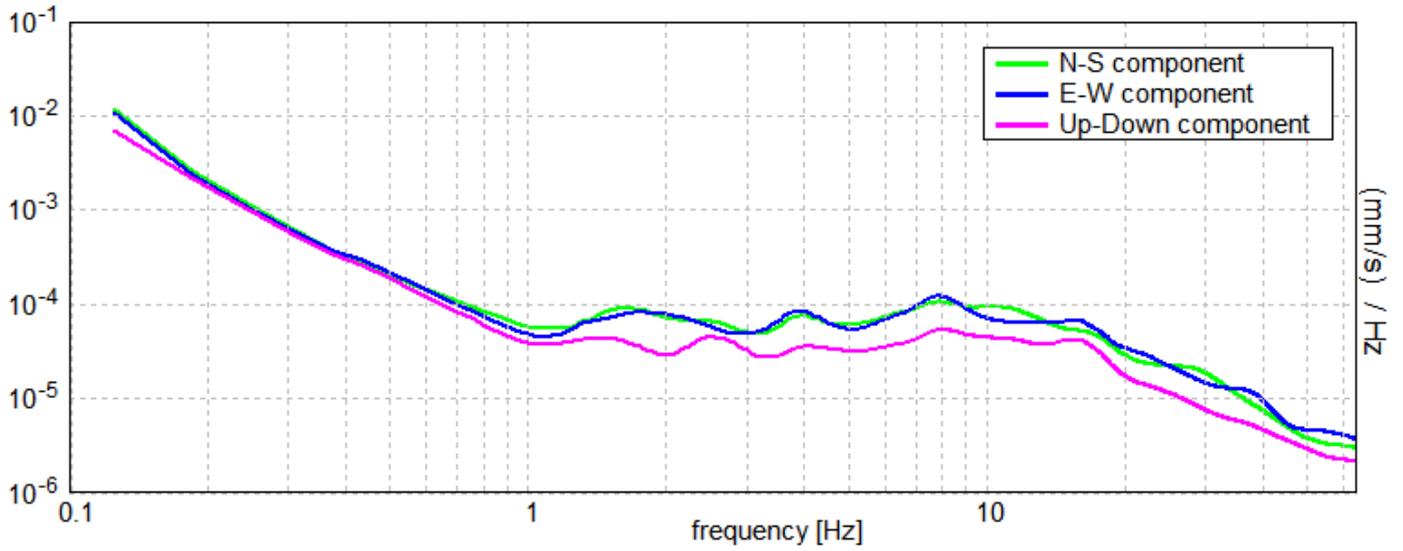


DIRECTIONAL H/V



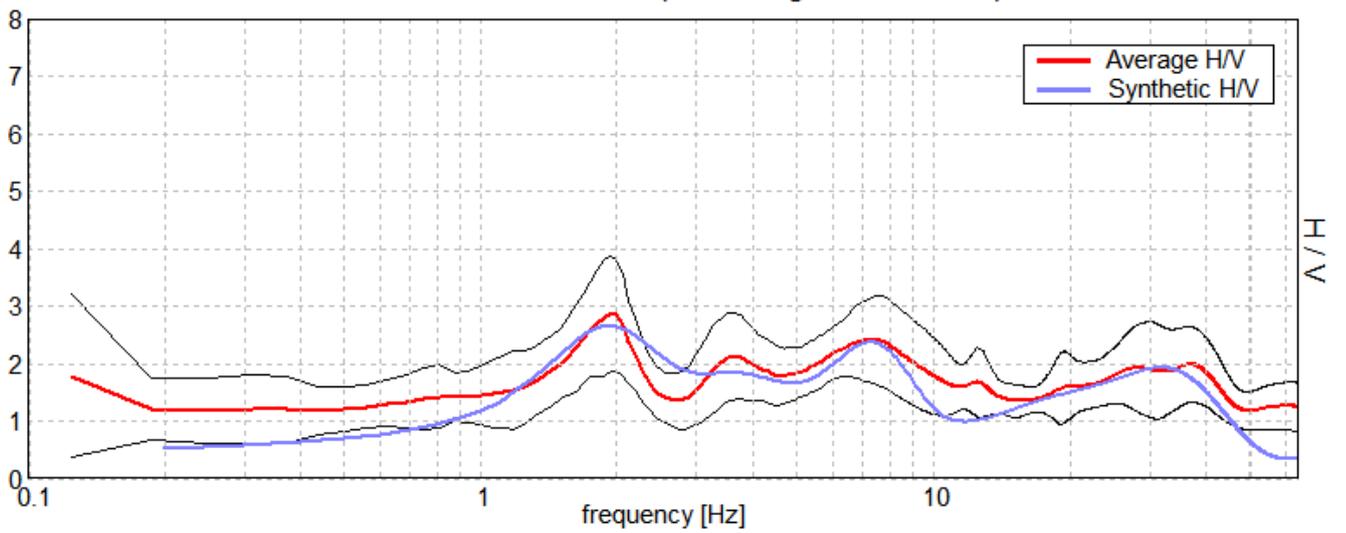


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

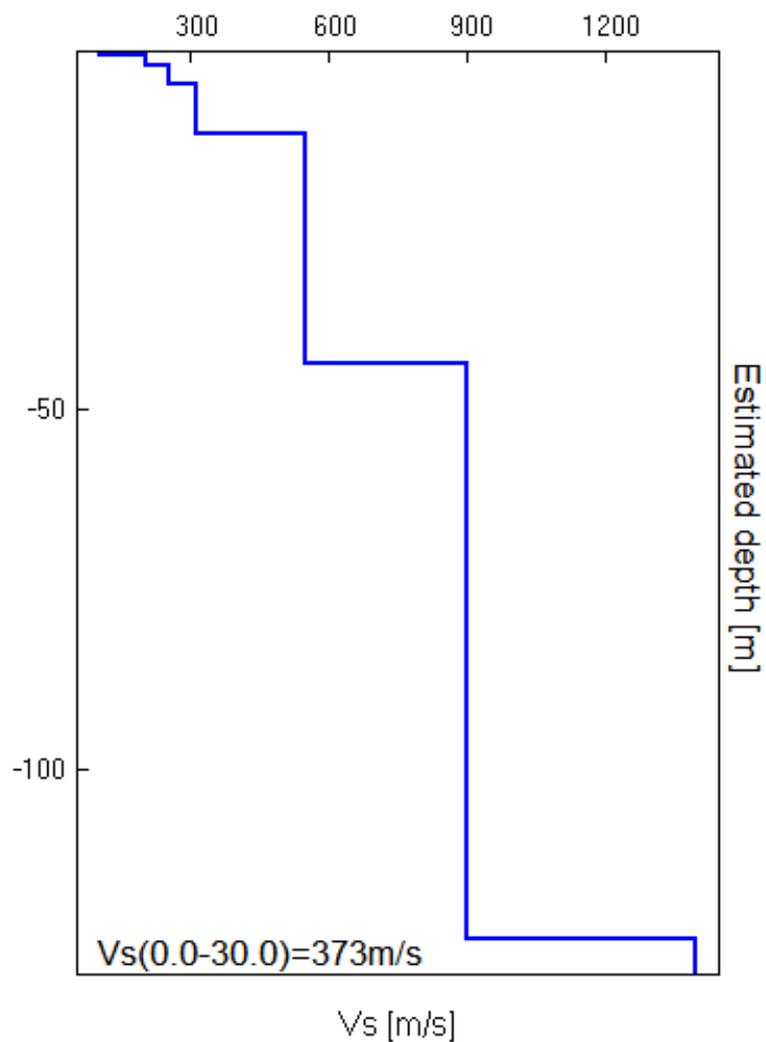
Max. H/V at 1.94 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.70	0.70	100	0.40
2.20	1.50	200	0.38
4.70	2.50	250	0.35
11.70	7.00	310	0.35
43.70	32.00	550	0.35
123.70	80.00	900	0.35
inf.	inf.	1400	0.35

Vs(0.0-30.0)=373m/s





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

Max. H/V at 1.94 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.94 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2208.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 48 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.938 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.87 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02477 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.048 < 0.19375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.501 < 1.78	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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



15_049

TR_02

Instrument: TRS-0016/01-06

Start recording: 11/09/15 12:40:45 End recording: 11/09/15 13:00:46

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 010°49.2701 E, 44°21.5713 N (754.9 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

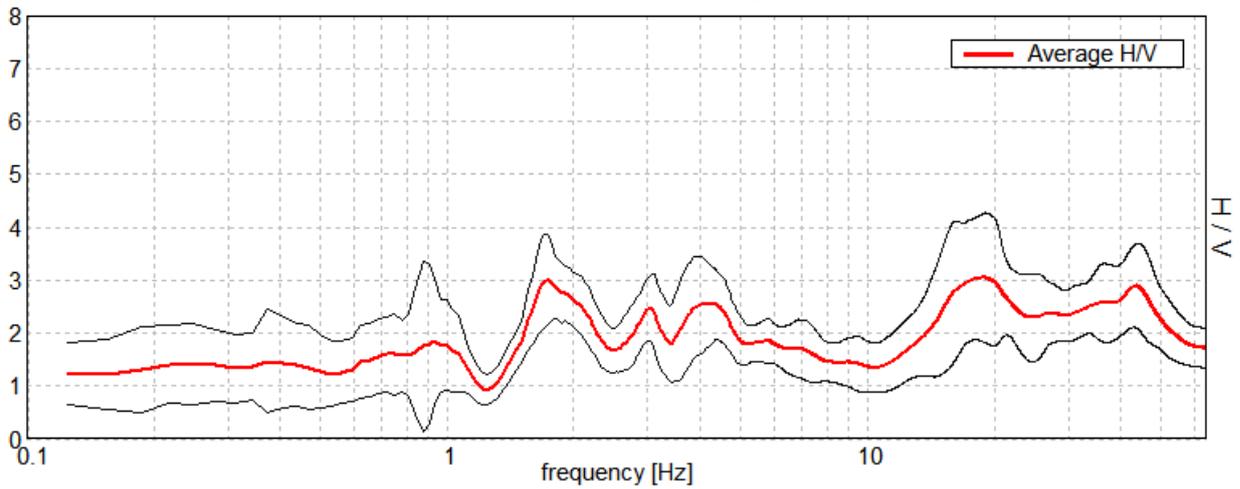
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

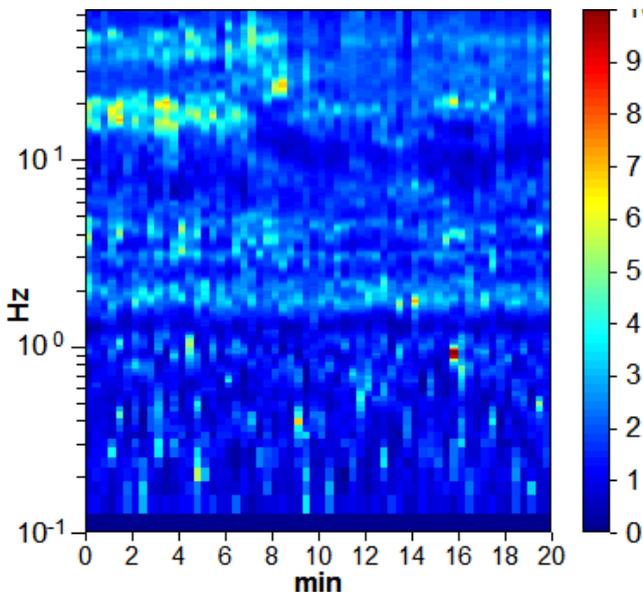
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

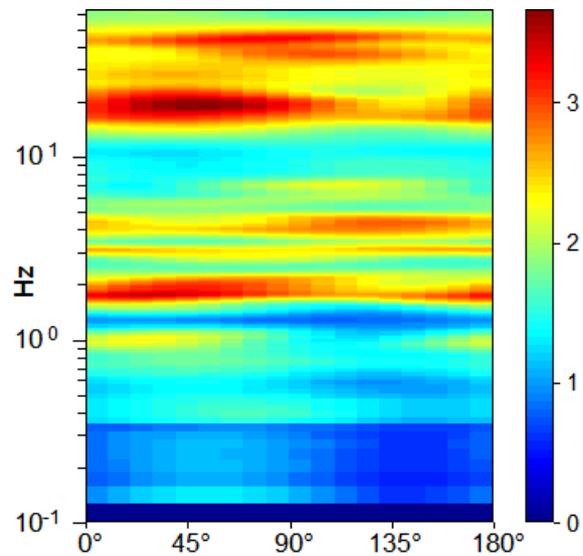
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 18.75 ± 0.32 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

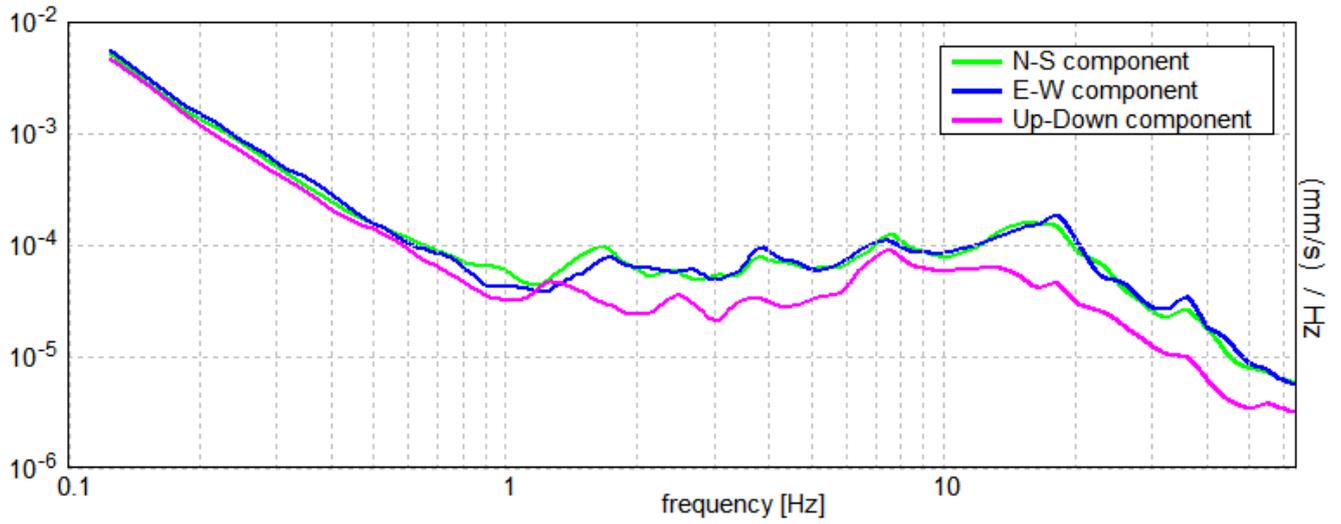


DIRECTIONAL H/V



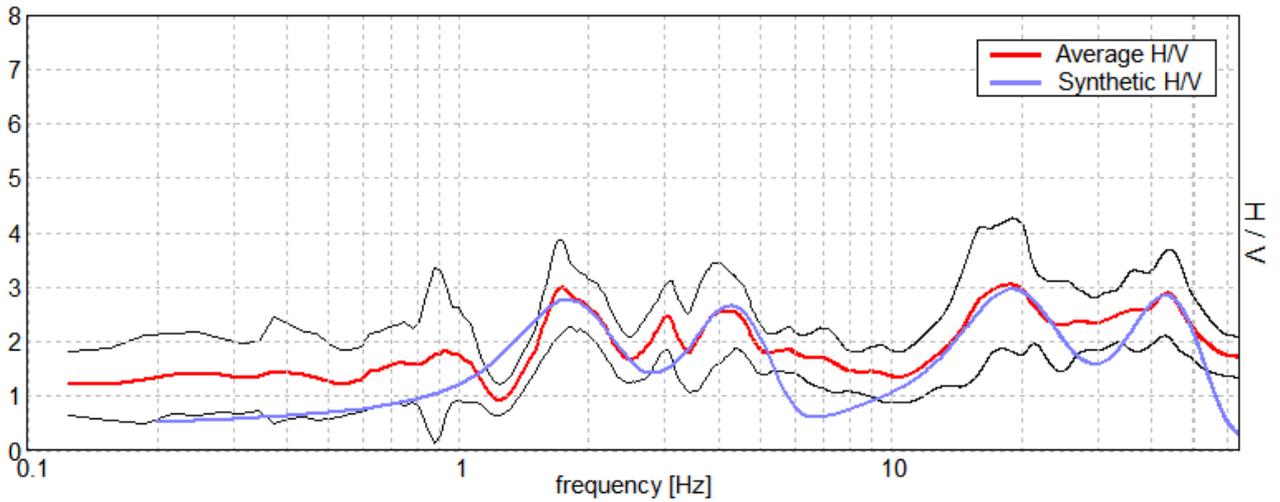


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

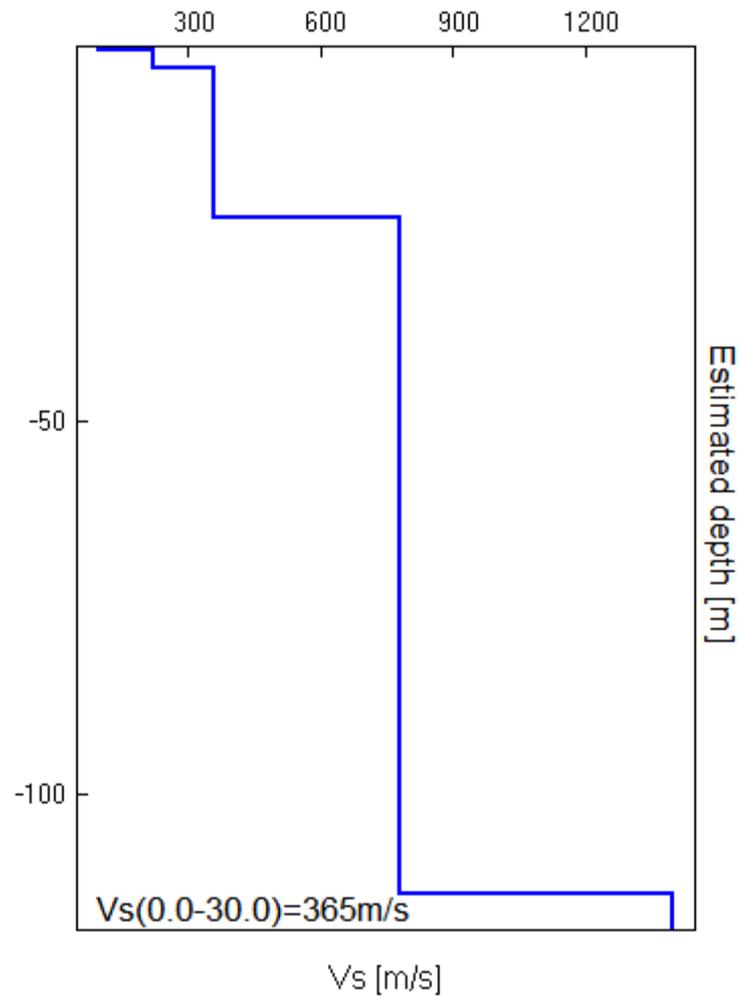
Max. H/V at 18.75 ± 0.32 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	95	0.40
3.10	2.50	220	0.40
23.10	20.00	360	0.35
113.10	90.00	780	0.35
inf.	inf.	1400	0.35

Vs(0.0-30.0)=365m/s





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

Max. H/V at 18.75 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	18.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	22500.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 901 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.688 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.05 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00857 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16073 < 0.9375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5997 < 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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

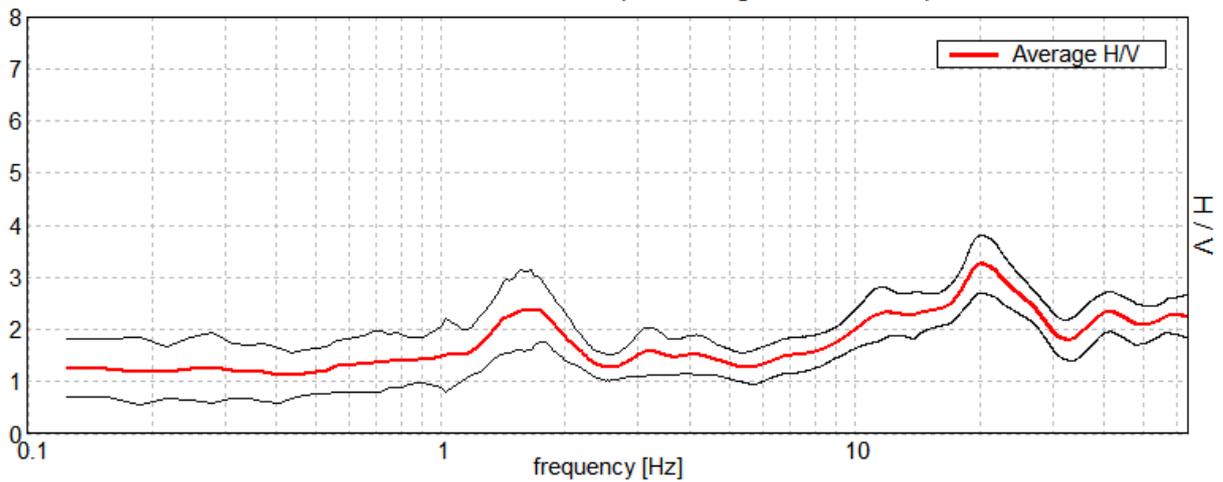


15_049

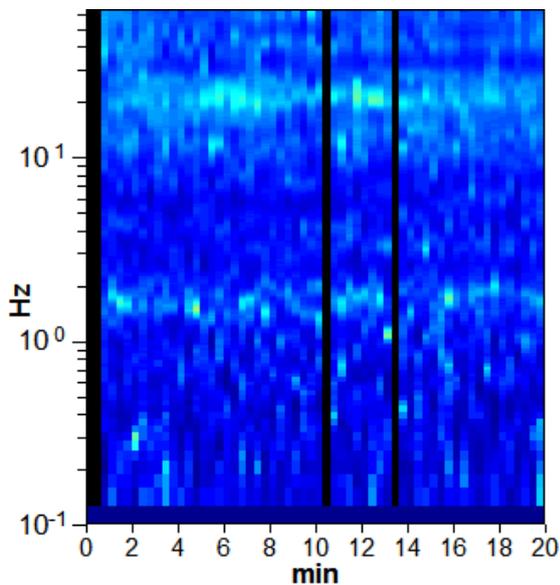
TR_03

Instrument: TRS-0016/01-06
 Start recording: 11/09/15 15:34:21 End recording: 11/09/15 15:54:22
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS location: 010°49.2400 E, 44°21.6556 N (766.5 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 93% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 15%

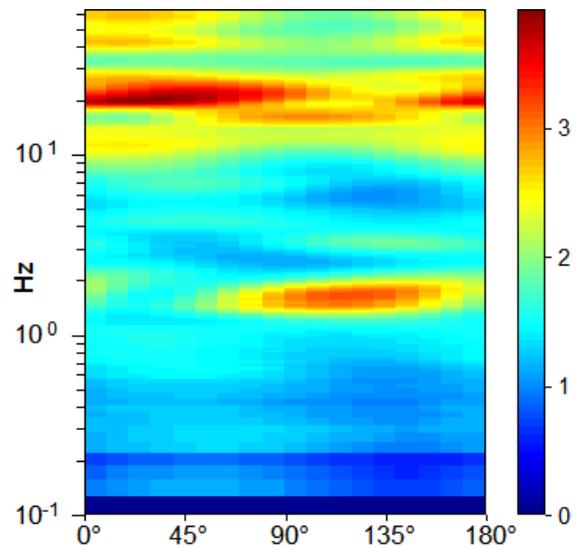
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
 Max. H/V at 20.19 ± 1.48 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

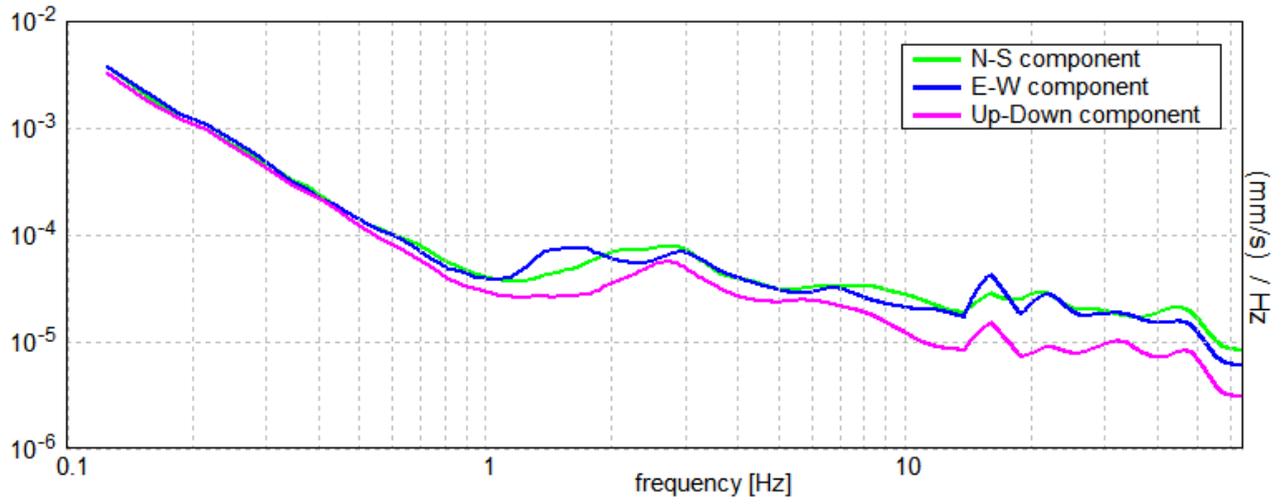


DIRECTIONAL H/V



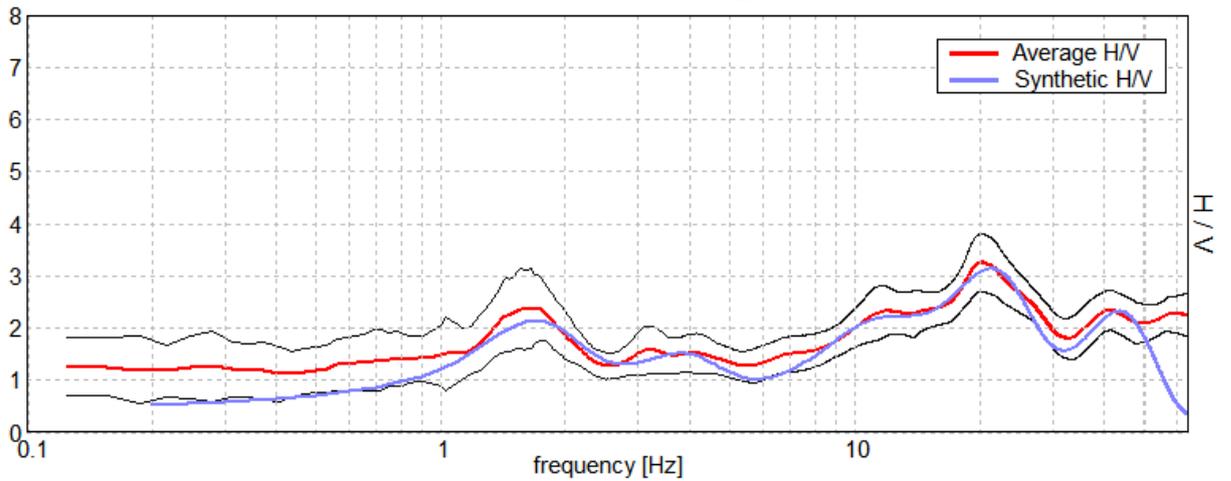


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

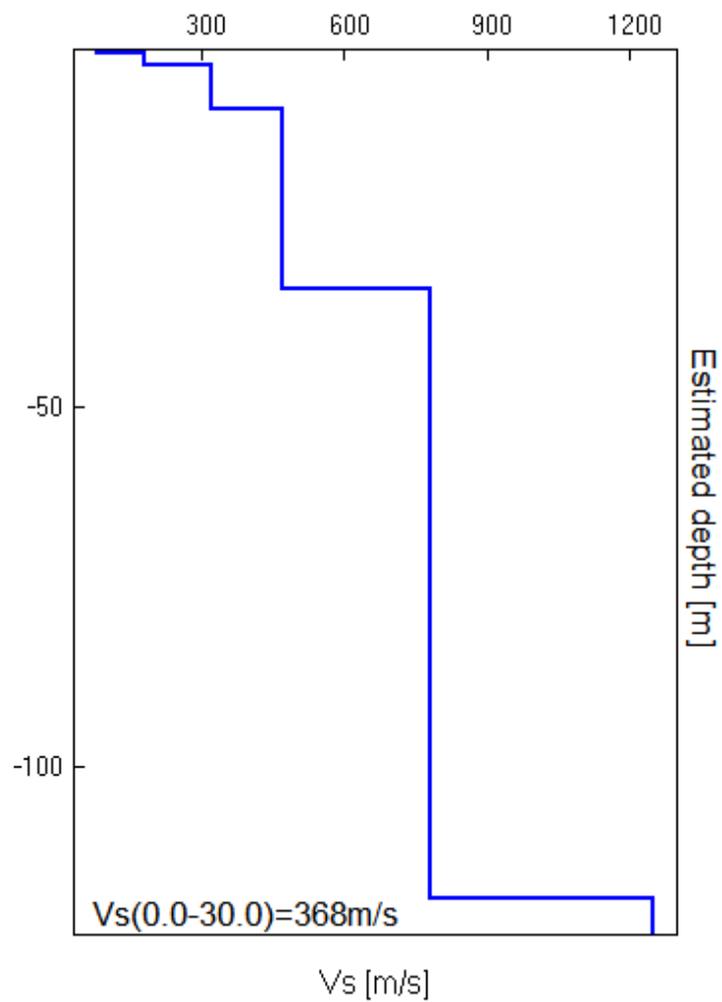
Max. H/V at 20.19 ± 1.48 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	80	0.40
2.40	1.90	180	0.40
8.40	6.00	320	0.35
33.40	25.00	470	0.35
118.40	85.00	780	0.35
inf.	inf.	1250	0.35

Vs(0.0-30.0)=368m/s





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

Max. H/V at 20.19 ± 1.48 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	20.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	22610.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 970 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.375 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.25 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.03619 < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.73058 < 1.00938	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2716 < 1.58	OK	

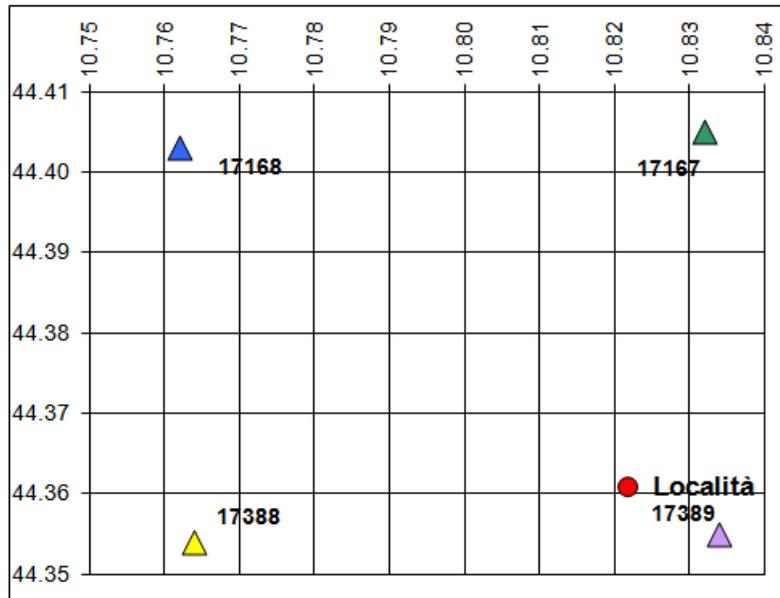
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



Coordinate geografiche della località in esame			
	LON	LAT	Tolleranza
	[°]	[°]	[°]
Località	10.8217	44.3611	0.0001
			0.014 [km]

Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo				
ID	LON	LAT	DIST [°]	[km]
17389	10.834	44.355	0.011	1.185
17388	10.764	44.354	0.042	4.661
17167	10.832	44.405	0.045	4.959
17166	10.762	44.403	0.060	6.662



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 *	S	T _b	T _C	T _D	F _V
SLE	Operatività	81%	30	0.056	2.50	0.25	1.500	0.138	0.415	1.822	0.795
SLE	Danno	63%	50	0.069	2.50	0.26	1.500	0.142	0.426	1.876	0.885
SLU	Salv. Vita	10%	475	0.159	2.51	0.29	1.461	0.153	0.458	2.234	1.348
SLU	Collasso	5%	975	0.199	2.52	0.30	1.399	0.156	0.469	2.397	1.517



SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)

Tr = 975 anni (SLC)

