



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)

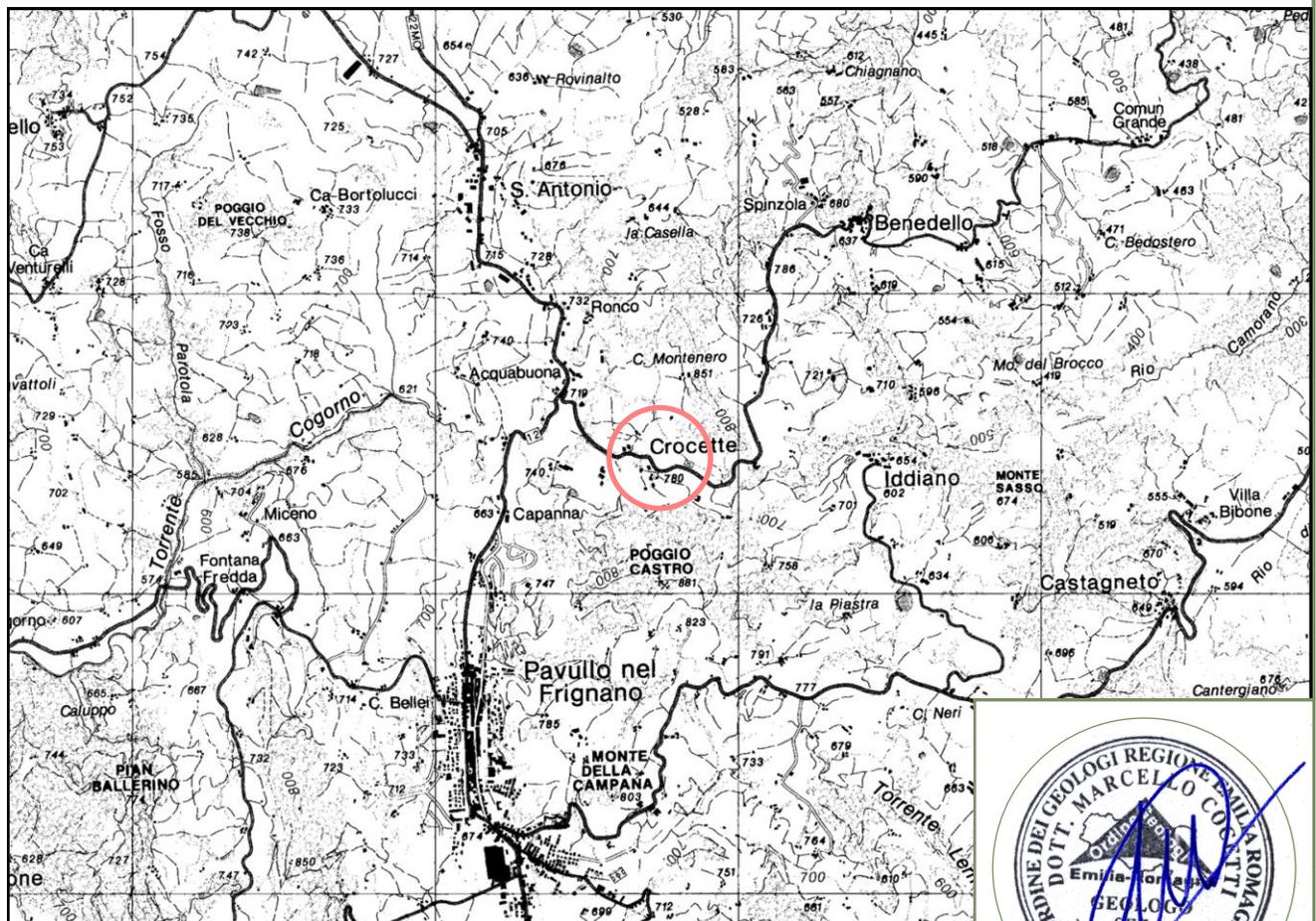
OGGETTO : **MANIFESTAZIONE DI INTERESSE - PROPOSTA RIGUARDO AD INTERVENTI DA PROGRAMMARE NEL PRIMO PIANO OPERATIVO COMUNALE (POC) DEL COMUNE DI PAVULLO**

LOCALITÀ : **CROCETTE - AMBITO ANS 3.31**

COMUNE : **PAVULLO NEL FRIGNANO**

COMMITTENTE : **RAINERI GIAN LUCA**

PROGETTO : **FLORINI ING EMER**



UBICAZIONE DELL'INTERVENTO SCALA 1:50'000

1 Km

TAV. F236

COORDINATE UTM

Est: 647480

Nord: 912850





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 41; MAPPALI 160, 236, 237.

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

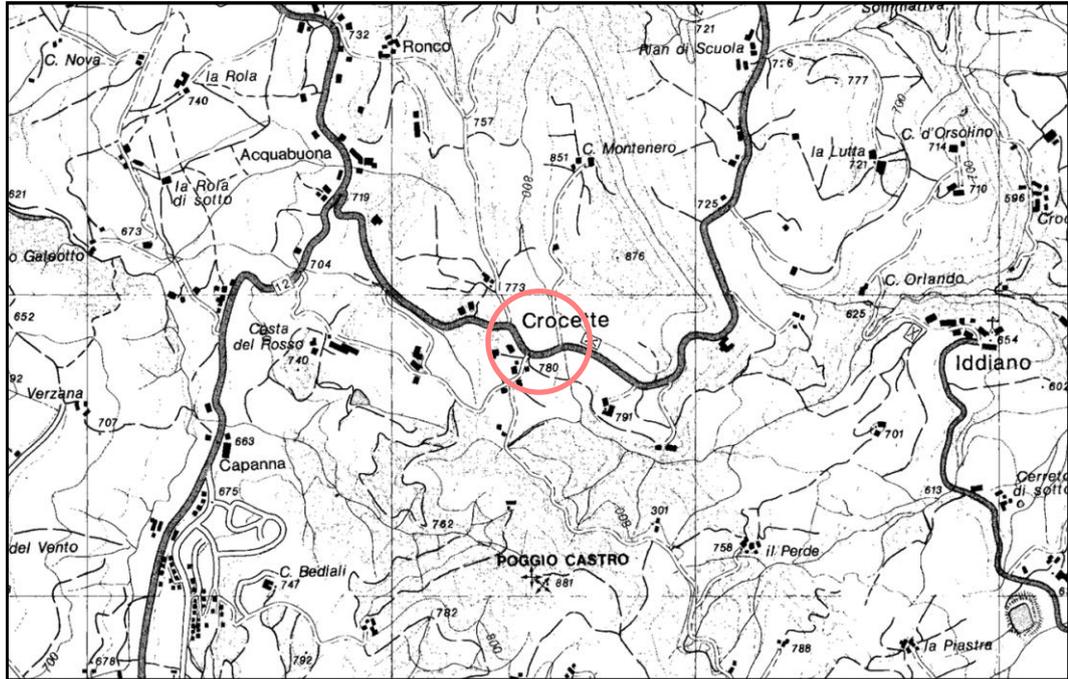


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:25'000

TAVOLA 236ne

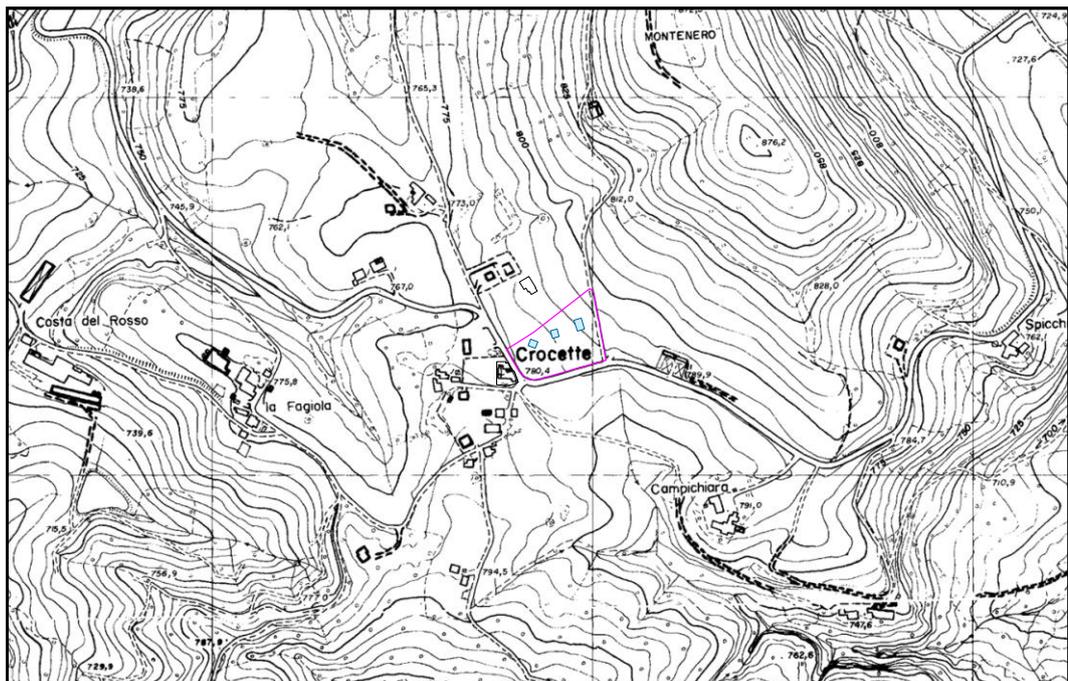
TAV. 1



CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:10'000

SEZIONE 236030



 UBICAZIONE DEL SITO

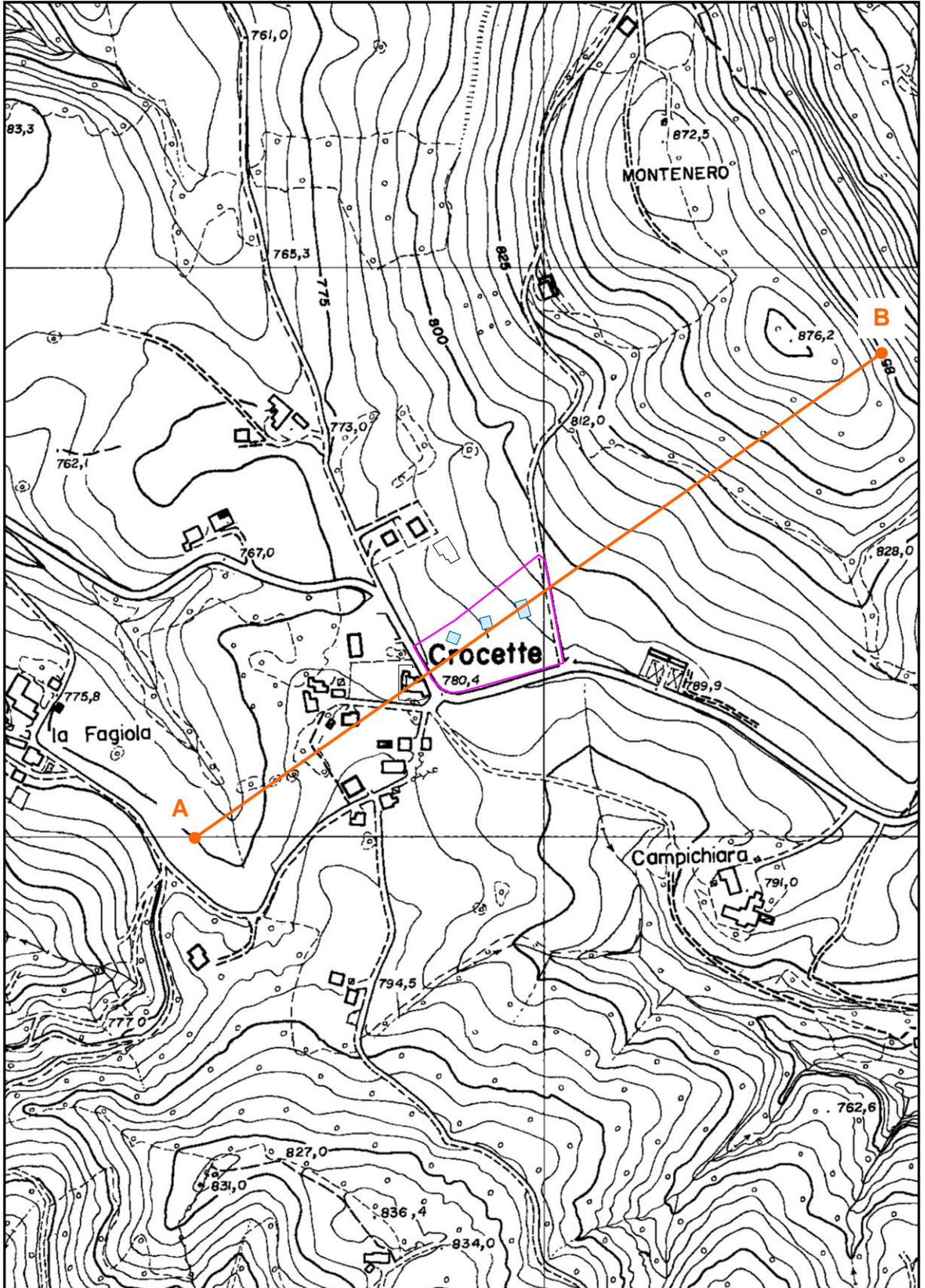


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:5'000

ELEMENTO 236033

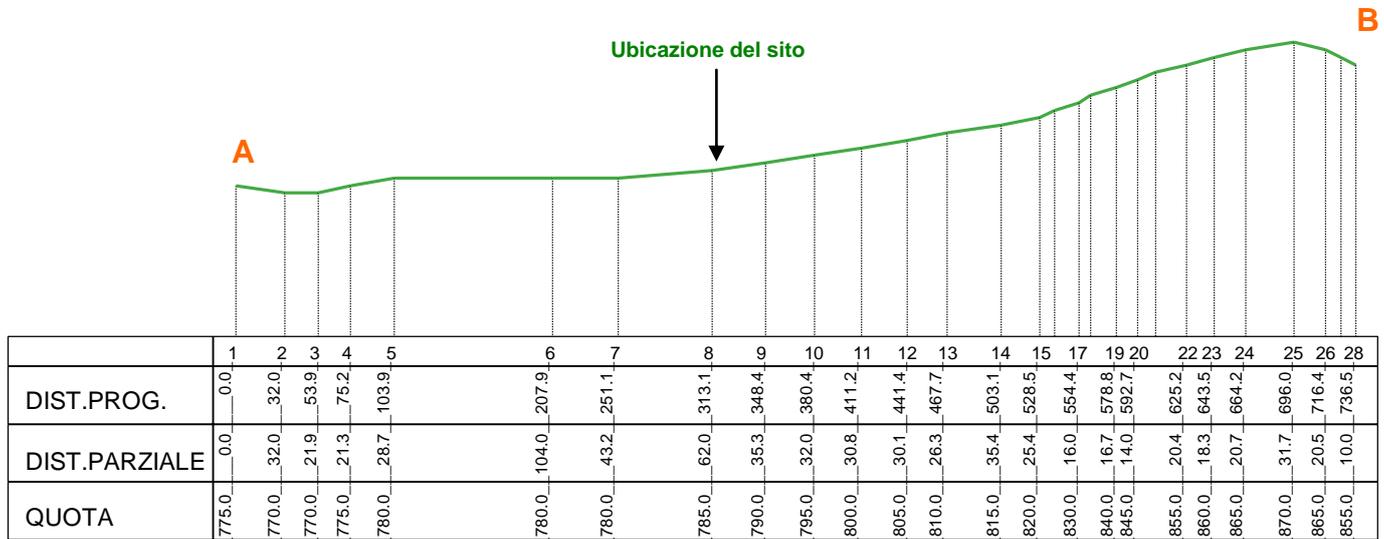
TAV. 3





SEZIONE TOPOGRAFICA

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



MORFOMETRIA DEL VERSANTE

RILEVATO DALLA CARTA TECNICA REGIONALE

Scala 1:5000

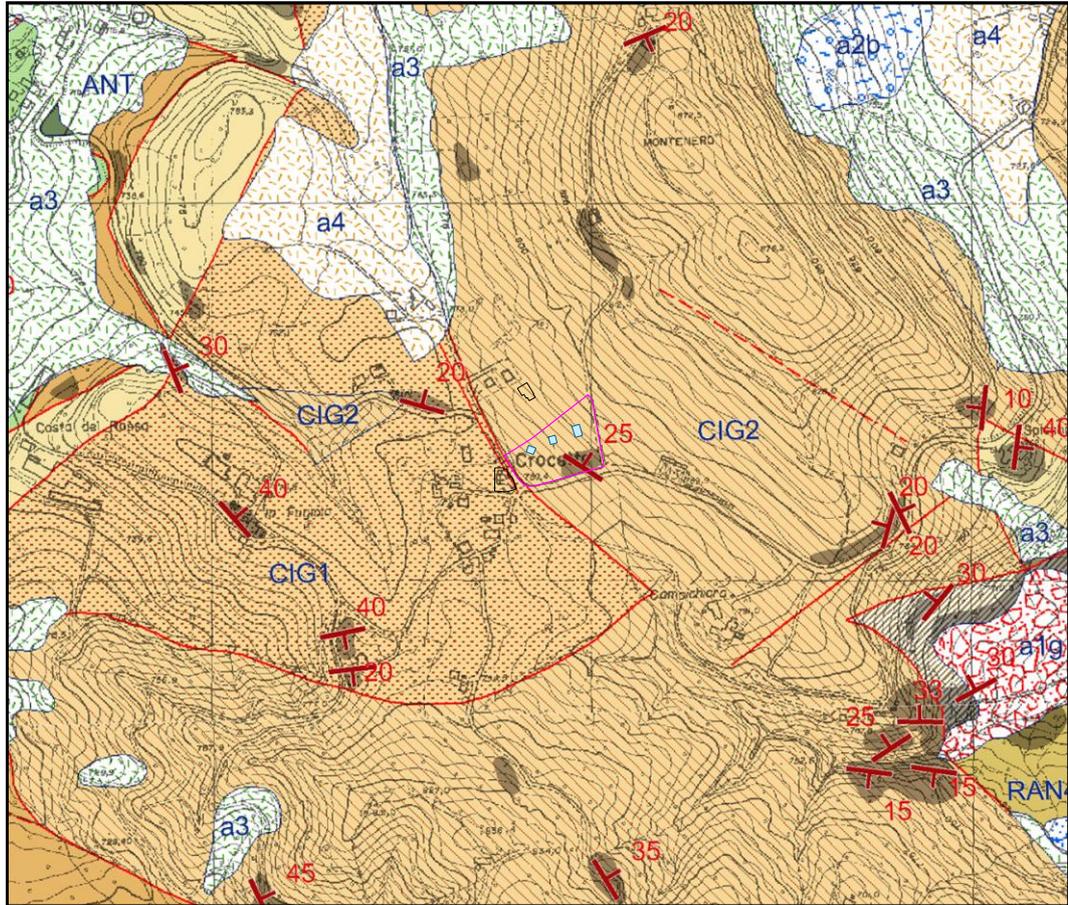
Pun.n°	D.Prog.	D.Parz.	Quota	Acc. %	Acc. °
0002.0	0032.0	0032.0	0770.0	015.6	008.9
0003.0	0053.9	0021.9	0770.0	000.0	000.0
0004.0	0075.2	0021.3	0775.0	023.4	013.2
0005.0	0103.9	0028.7	0780.0	017.4	009.9
0006.0	0207.9	0104.0	0780.0	000.0	000.0
0007.0	0251.1	0043.2	0780.0	000.0	000.0
0008.0	0313.1	0062.0	0785.0	008.1	004.6
0009.0	0348.4	0035.3	0790.0	014.2	008.1
0010.0	0380.4	0032.0	0795.0	015.6	008.9
0011.0	0411.2	0030.8	0800.0	016.2	009.2
0012.0	0441.4	0030.1	0805.0	016.6	009.4
0013.0	0467.7	0026.3	0810.0	019.0	010.8
0014.0	0503.1	0035.4	0815.0	014.1	008.0
0015.0	0528.5	0025.4	0820.0	019.7	011.1
0016.0	0538.4	0009.9	0825.0	050.4	026.8
0017.0	0554.4	0016.0	0830.0	031.2	017.3
0018.0	0562.1	0007.7	0835.0	065.2	033.1
0019.0	0578.8	0016.7	0840.0	030.0	016.7
0020.0	0592.7	0014.0	0845.0	035.8	019.7
0021.0	0604.7	0012.0	0850.0	041.7	022.7
0022.0	0625.2	0020.4	0855.0	024.5	013.7
0023.0	0643.5	0018.3	0860.0	027.3	015.3
0024.0	0664.2	0020.7	0865.0	024.1	013.6
0025.0	0696.0	0031.7	0870.0	015.7	008.9
0026.0	0716.4	0020.5	0865.0	024.4	013.7
0027.0	0726.5	0010.0	0860.0	049.8	026.5
0028.0	0736.5	0010.0	0855.0	049.8	026.5



CARTA GEOLOGICA CARG

Scala 1:10'000

TAV. 4



DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA

Depositi quaternari continentali

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

Successione epiligure

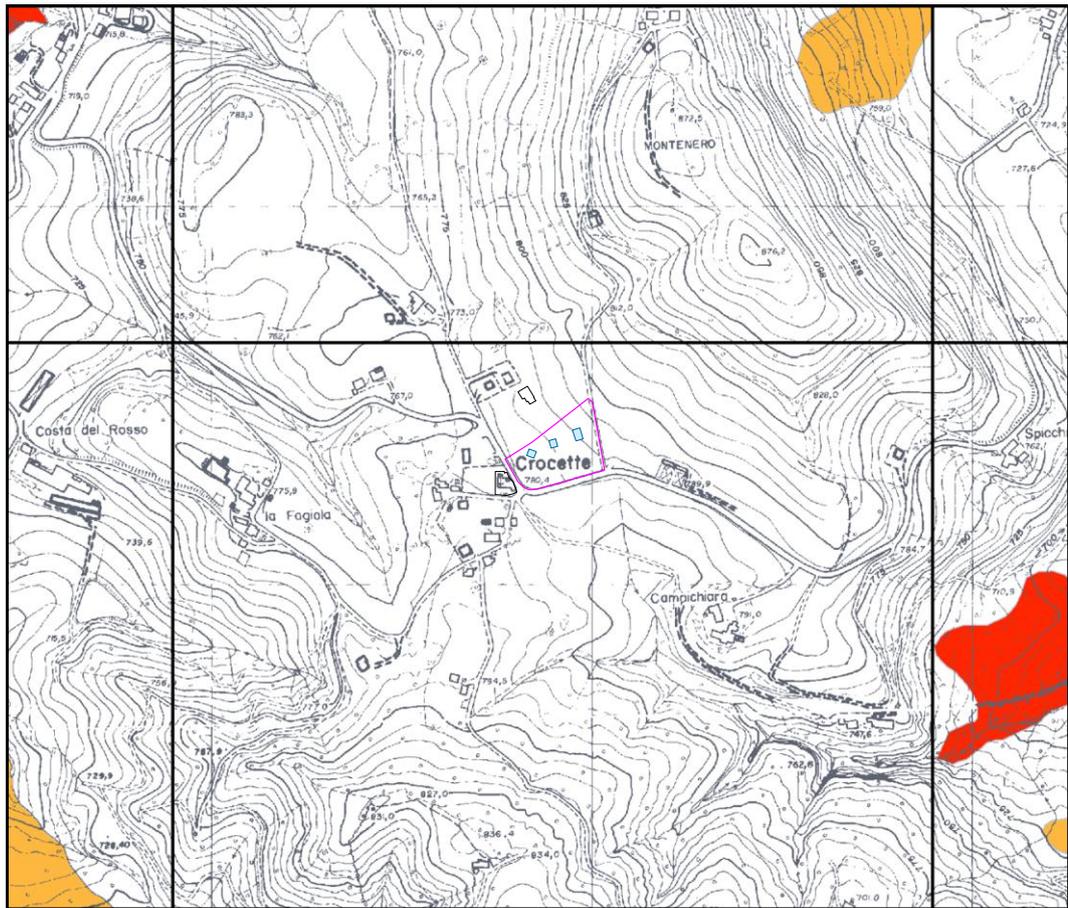
	CIG - Formazione di Cigarello
	CIG2 - Formazione di Cigarello - membro di Monte Luminasio
	CIG1 - Formazione di Cigarello - membro di Montalto Nuovo
	PAT - Formazione di Pantano
	PAT2 - Formazione di Pantano - membro di Montecuccolo
	PAT1 - Formazione di Pantano - membro di Sassoguidano
	CTG - Formazione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



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

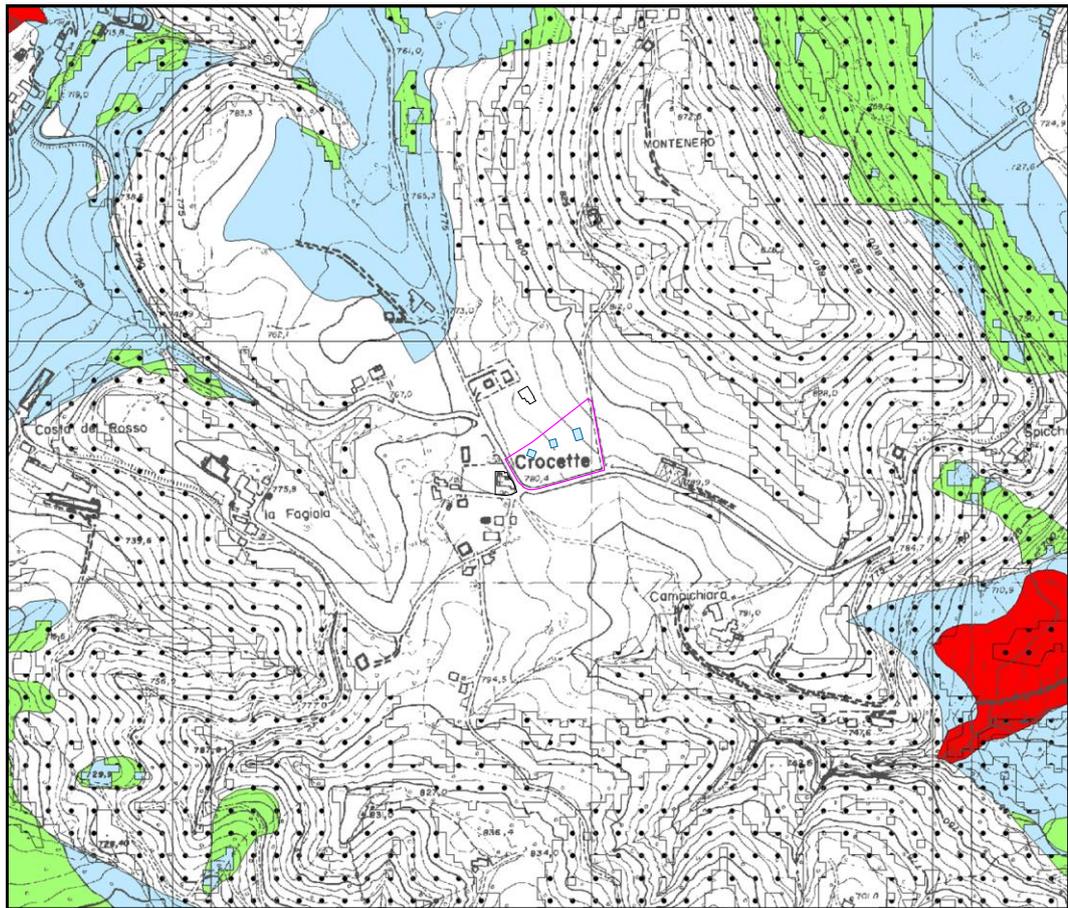
	Codice scheda 2.1.1 NR		Abitati da consolidare o da trasferire (perimetrazione approvata ai sensi dell'art.29 comma 2 del PTPR)	Art.17
			Aree a rischio idrogeologico molto elevato	Art.18A
			Aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3)	Art.18B



CARTA DEL RISCHIO SISMICO

Scala 1:10'000

TAV. 6



PTCP Provincia di Modena
Aree Suscettibili di effetti locali

Scala 1:10000



Effetti attesi

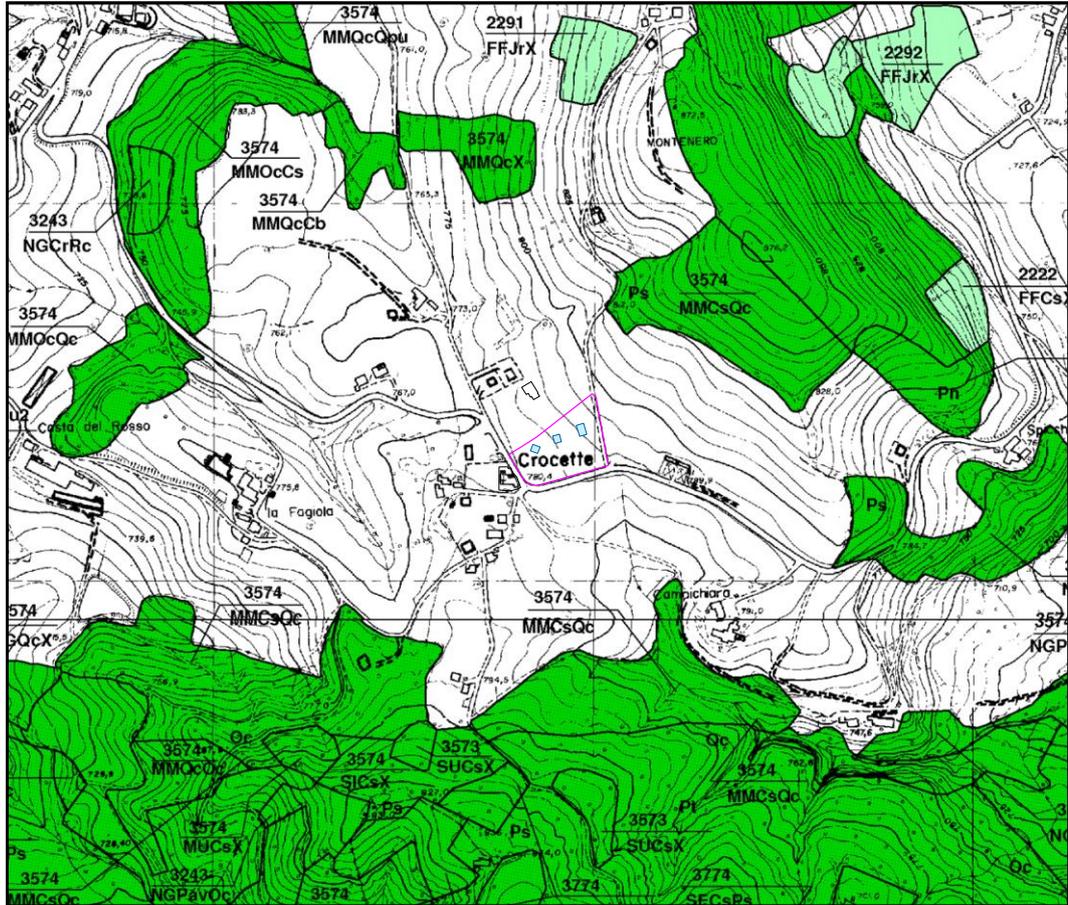
6	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate 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>
7	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di III livello.</p>
8	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>*: sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.</p>
9	<p>Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali <u>studi</u>*: indagini per caratterizzare V_{S30}; in caso V_{S30} maggiore/uguale di 800 m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine, in caso V_{S30} minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica</u>*: non richiesta nel primo caso, nel secondo caso approfondimenti di II livello.</p>
10	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche topografiche <u>studi</u>*: indagini per caratterizzare V_{S30} e valutazione del coefficiente di amplificazione topografico; in caso V_{S30} maggiore/uguale di 800 m/s è sufficiente la sola valutazione del coefficiente di amplificazione topografico, in caso V_{S30} minore di 800 m/s occorre valutare anche il coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica</u>*: valutazione degli effetti della topografia, con particolare attenzione nelle aree prossime ai bordi di scarpata, negli ambiti immediatamente superiori ai settori soggetti ad amplificazione topografica, nelle zone con accentuato contrasto di pendenza; in caso V_{S30} minore di 800 m/s valutazione anche del coefficiente di amplificazione litologico.</p>



CARTA FORESTALE PTCP

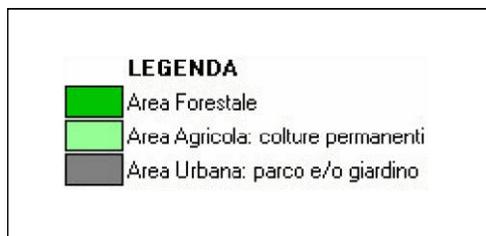
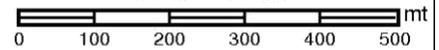
Scala 1:10'000

TAV. 7



PTCP Provincia di Modena
Carta Forestale

Scala 1:10000

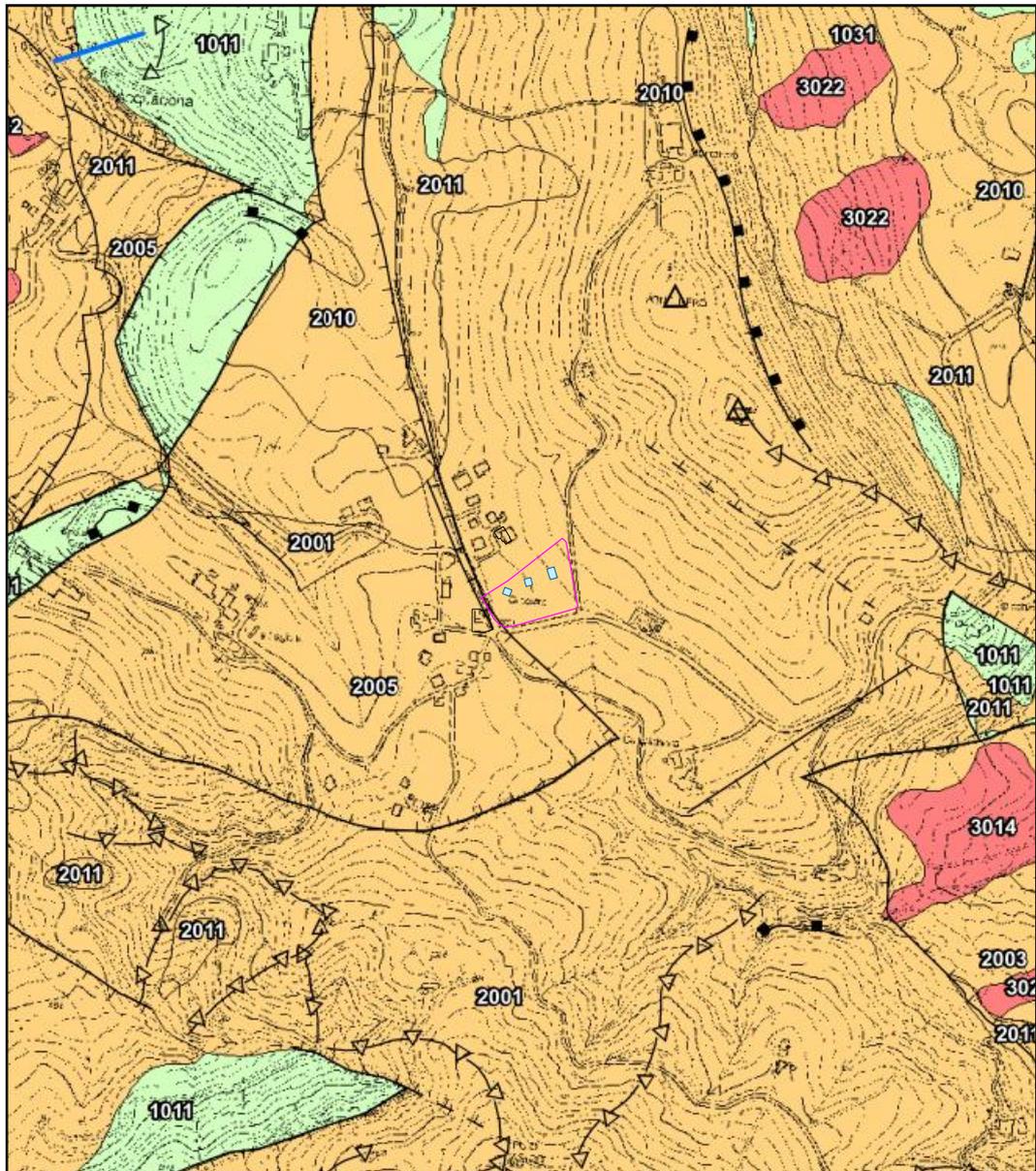




CARTA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO - PSC

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



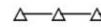
Falda detritica



Conoide alluvionale



Orlo di scarpata morfologica >20m



creste



Valle sepolta larga



Valle sepolta stretta



Picco isolato



Sinkhole, grotte, cavità isolate



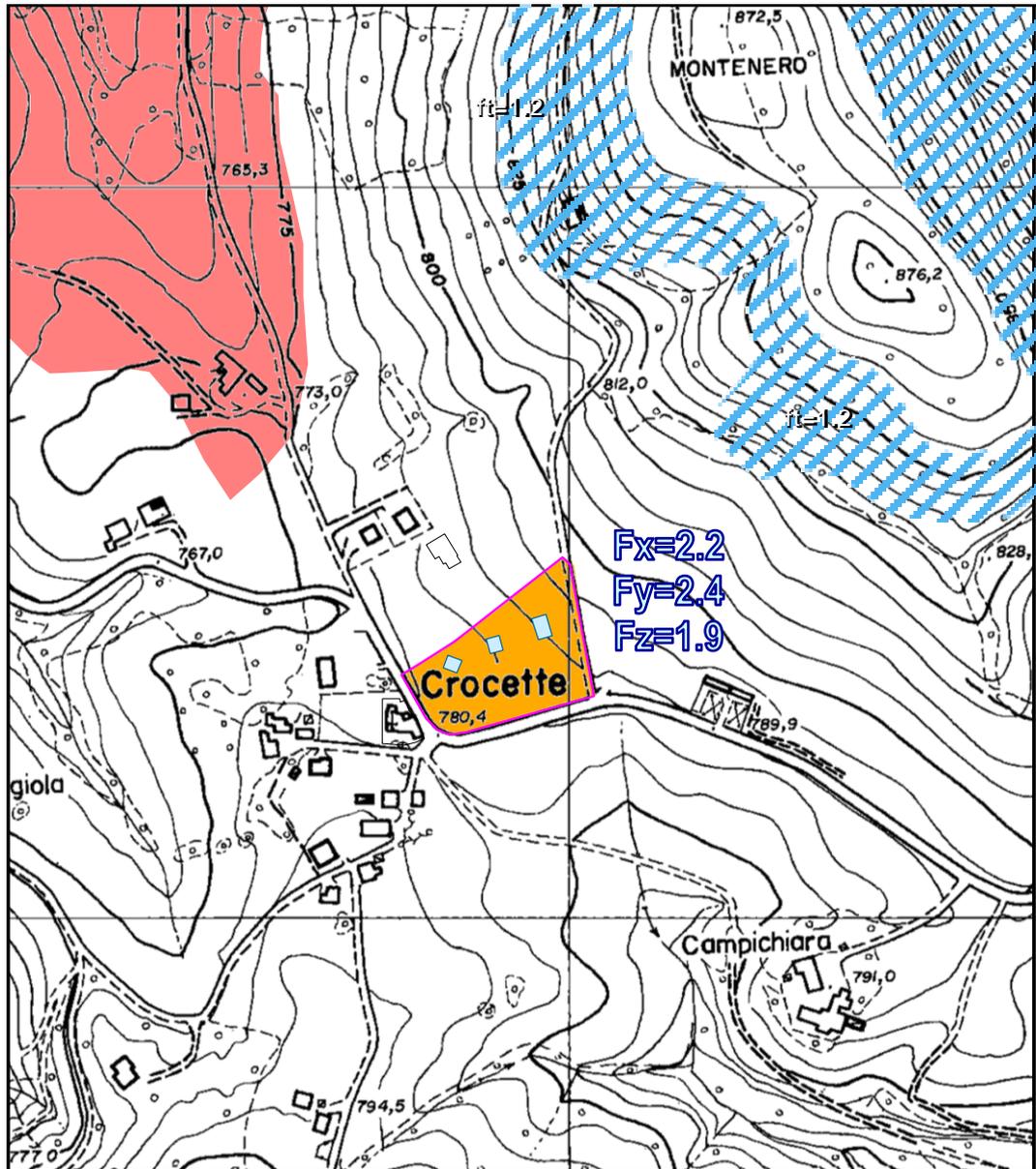
Traccia per gli approfondimenti
delle amplificazioni topografiche



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



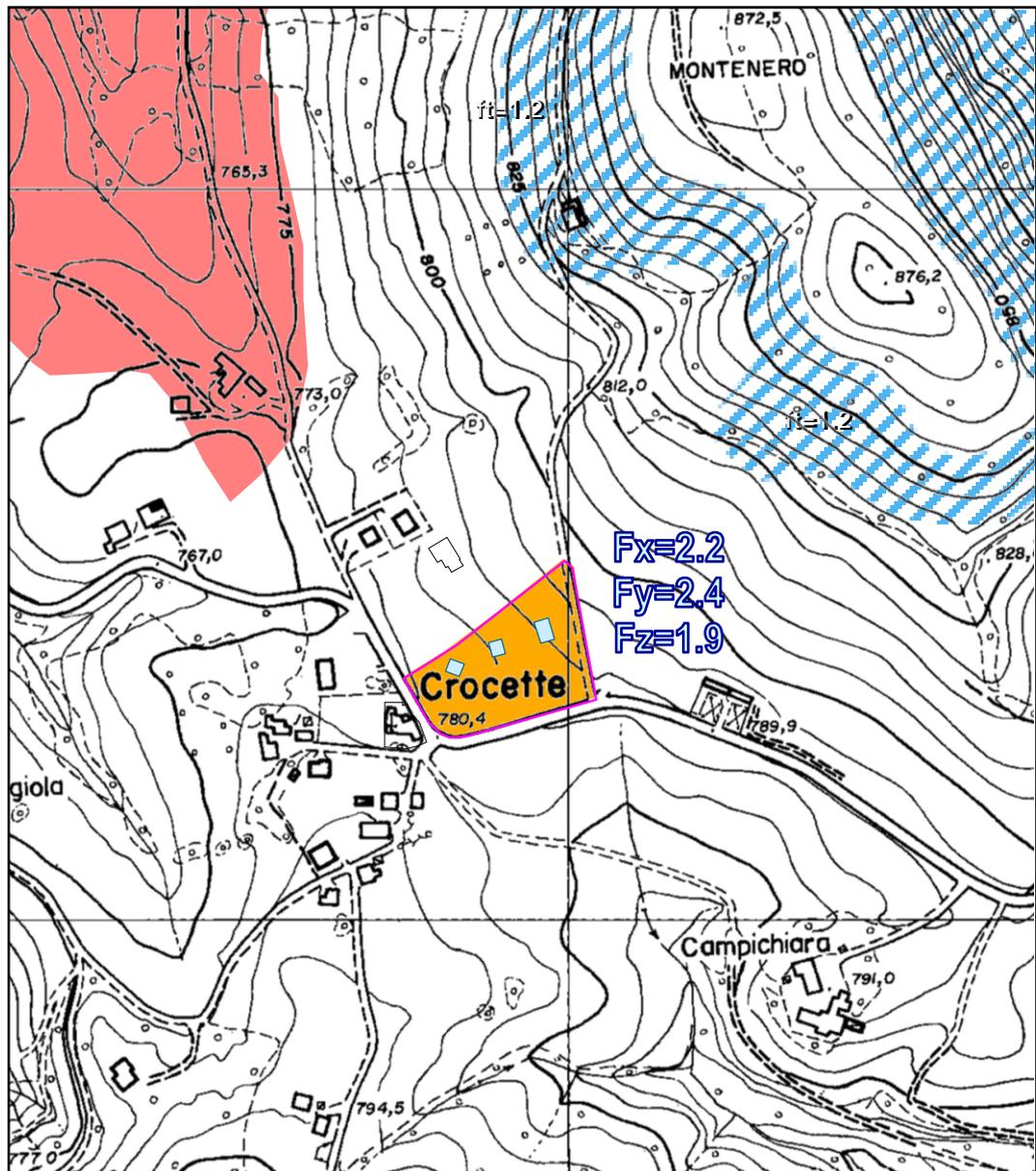
Area di amplificazione topografica



CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

Scala 1:5000

TAV. 9b1





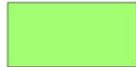
CARTA MICROZONAZIONE SISMICA II LIVELLO SI/SI₀ - PSC

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



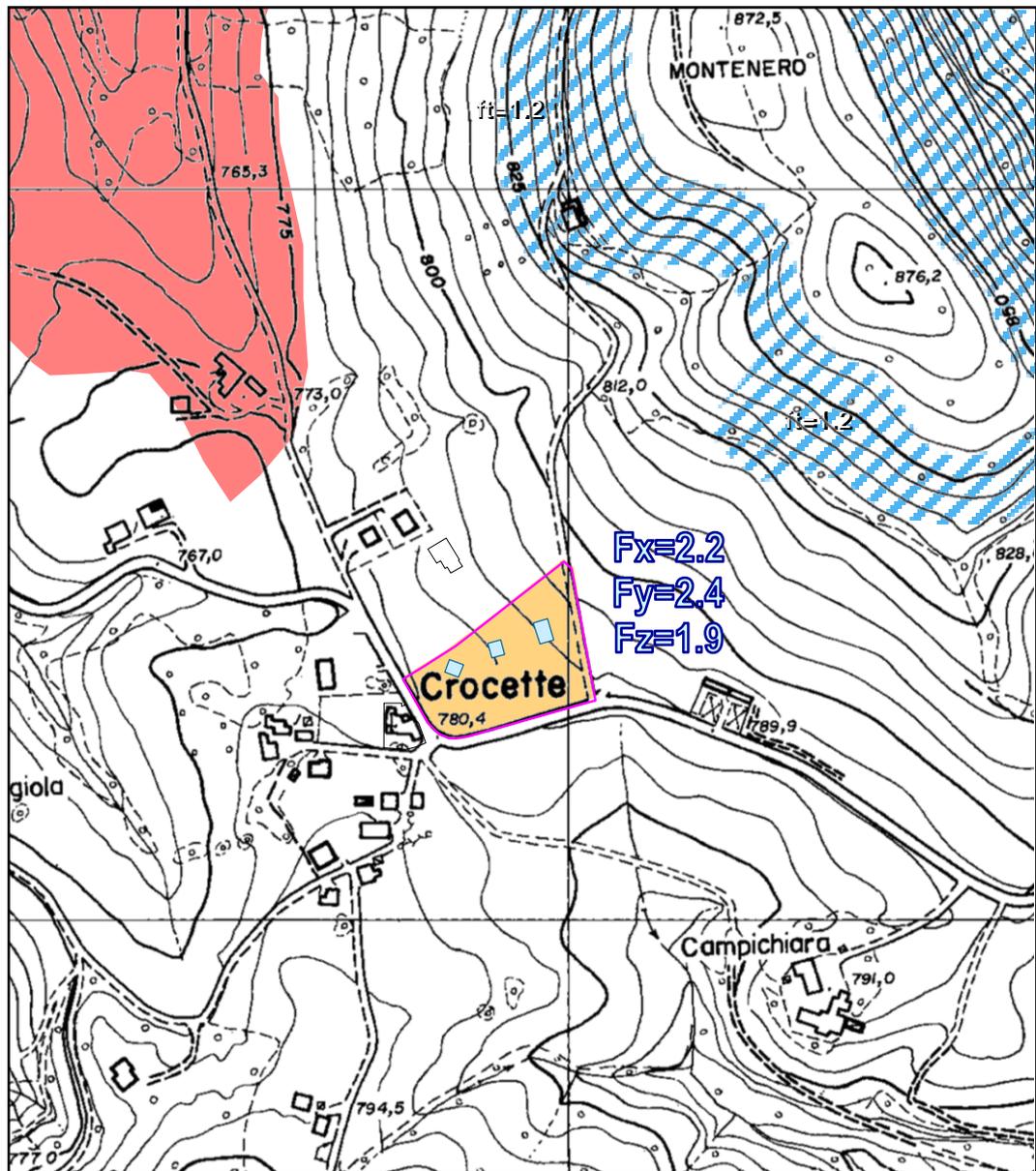
Area di amplificazione topografica



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



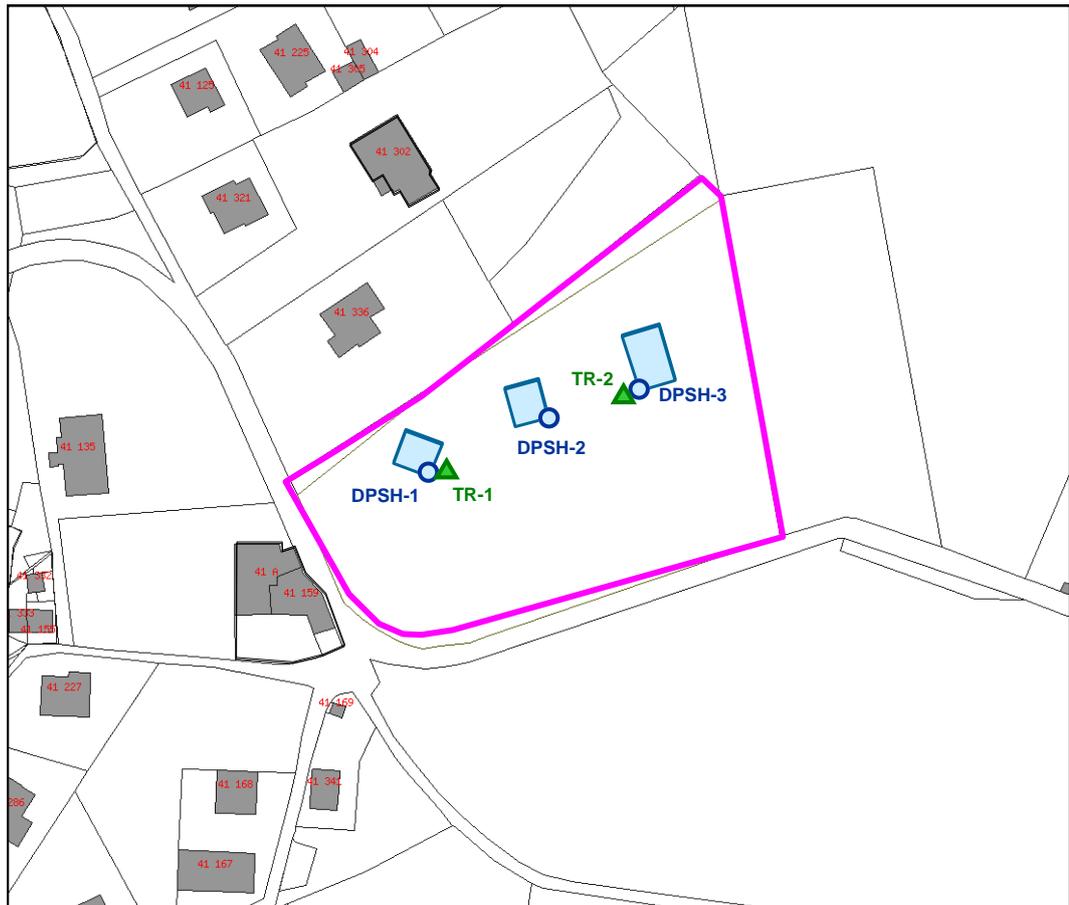
Area di amplificazione topografica



ESTRATTO CATASTALE

Scala 1:2000

TAV. 10



COMUNE : PAVULLO

FOGLIO : 41

MAPPALE : 160, 236, 237

 PROVA PENETROMETRICA

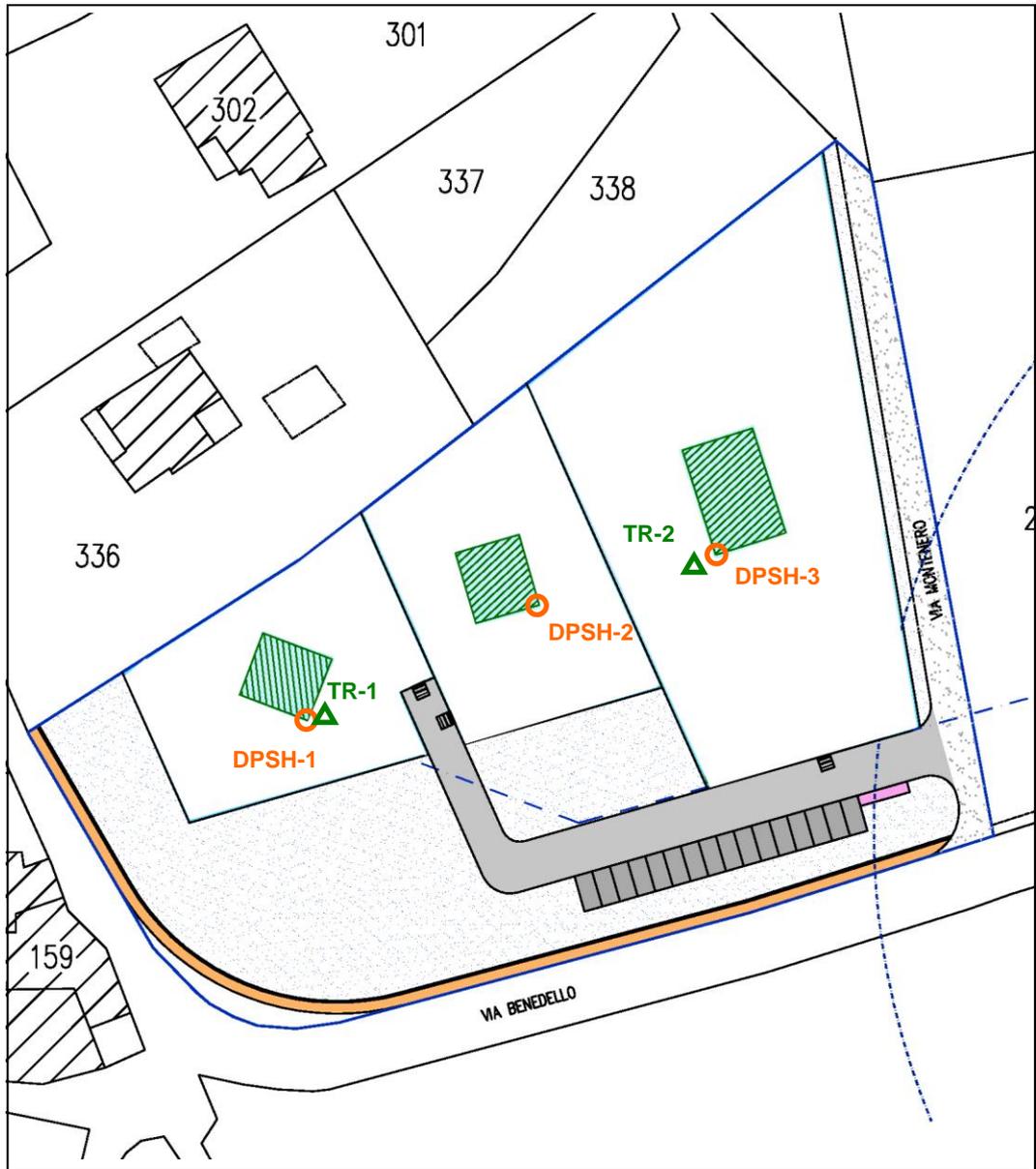
 REGISTRAZIONE SISMICA



PLANIMETRIA DELL'AREA CON UBICAZIONE PROVE

Scala 1:1000

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 in oggetto è ubicata poco a Est di *Crocette*, nucleo abitato posto 1 Km a Sud-Est dell'*Acquabuona*, lungo la strada comunale per *Benedello*.

Il sito si colloca su terreni costituiti da arenarie, peliti e marne (*Formazione di Cigarellò CIG2* nella *Carta Geologica CARG* o *Membro delle Arenarie di Marola* della *Formazione di Bismantova*, ABI2 nella *Carta Geologica RER*).

Strutturalmente l'area fa parte della punta più nord-orientale della vasta placca di *Pavullo nel Frignano* che è costituita da una "zolla" a dominante calcareo - arenacea poggiante sui terreni argillosi dei Complessi di Base (SCB, AVV, APP, APA, ecc.).

L'assetto della stratificazione presenta una immersione prevalente verso nord-est con valori medi di 20°-25° (reggipoggio).

Nell'area, settore di Nord/Ovest, sono presenti depositi eluviali - colluviali (a4), spesso di spessore non cartografabile; seguendo la *Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo a scala 1:10.000*, tali depositi, vengono così classificati: "depositi detritici eluvio-colluviali, indifferenziati, costituiti in prevalenza da sabbie, limi ed argille, notevolmente pedogenizzati".

Nei settori di nord-est e di nord-ovest vi sono abbondanti depositi costituiti da materiali eterometrici ed eterogenei in matrice pelitica (a3) accumulati per ruscellamento e/o gravità.

Il sito in oggetto è ubicato su di un porzione di dorsale in area poco acclive, sella fra la dorsale *Poggiocastro-Montenero*; le acque dell'area vengono raccolte da torrenti anonimi che confluiscono nel *Torrente Cogorno*, affluente del *Fiume Secchia*.

A Sud-Est della dorsale (settore sud-orientale della *Carta Geologica CARG* di tavola 4) troviamo frane quiescenti (a2) e attive (a1) costituite da materiale eterogeneo ed eterometrico: le frane sono di tipo complesso; movimenti rotazionali e di scivolamento.

I versanti sono spesso incisi da vallecole di ambiente periglaciale riferibile al Wurm.



1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico nell'area affiorano i terreni appartenenti alle Unità Epiliguri (Gruppo di Bismantova). Seguendo la *Carta Geologica CARG* (RER) si possono riconoscere nell'area i seguenti depositi e le seguenti unità:

Depositi quaternari continentali

a1g - Deposito di frana attiva complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

a2c - Deposito di frana quiescente per espansione laterale

Deposito di materiale roccioso fratturato sottoposto a movimenti di espansione laterale, causati generalmente da liquefazione o deformazione plastica del corpo sottostante.

a2g - Deposito di frana quiescente complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

a3 - Deposito di versante s.l.

Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

a6 - Detrito di falda

Accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, generalmente a quote elevate o molto elevate, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm³ e decine di m³, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.

d1 - Deposito eolico

Sabbie fini, limi e limi argillosi in genere notevolmente pedogenizzati, su paleosuperfici.

Successione Epiligure: Gruppo di Bismantova

CIG - Formazione di Cigarello

Marne siltoso-sabbiose, talora argillose, grigie, grigio scure o beiges se alterate, bioturbate e fossilifere. Stratificazione generalmente poco evidente per l'assenza di livelli grossolani e per la bioturbazione. Localmente affiorano intervalli di strati sottili arenaceo-pelitici tabulari con $A/P < 1$ o litofacies mamose franche. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata-bacino. Il limite inferiore è per alternanza o sfumato con PAT. Lo potenza varia da qualche decina di metri a circa 200 m. *Langhiano - Serravalliano*

CIG2 - Formazione di Cigarello - membro di Monte Luminasio

Arenarie fini e medie, localmente biocalcareni e litareniti grossolane e microconglomeratiche, alternate a peliti siltose grigie, in strati da sottili a molto spessi, prevalentemente tabulari. Rapporto $A/P > 1$. Intercalazioni metriche e decametriche di peliti sabbiose. Corpi arenacei lenticolari intercalati a varie altezze stratigrafiche. Torbiditi di scarpata bacino. Potenza variabile da 0 a 100 m circa. *Langhiano - Serravalliano*

CIG1 - Formazione di Cigarello - membro di Montalto Nuovo

Alternanze di arenarie finissime bioturbate e siltiti o peliti mamoso-sabbiose in strati da sottilissimi a medi; verso l'alto arenarie bioturbate in strati metrici e peliti mamose. Potenza massima di poche decine di metri. Ambiente di piattaforma esterna. Passaggio sfumato su PAT. *Langhiano - Serravalliano*

PAT - Formazione di Pantano

Areniti siltose fini e finissime, grigie (beige se alterate), alternate a peliti mamose e siltose grigio-chiare; stratificazione generalmente poco marcata o addirittura impercettibile a causa dell'intensa bioturbazione; sono presenti resti di Echinidi, Gasteropodi e Lamellibranchi. Alla base talora affiorano delle areniti glauconitiche. Localmente si intercalano strati arenacei risedimentati medi, mal strutturati, di colore nocciola. Verso l'alto affiorano livelli di marne siltose grigio-azzurre laminate. Il limite inferiore è netto, discordante, su CTG e su ANT. Sedimentazione in ambiente



da litorale a piattaforma esterna. La potenza è fino a circa 500 m. *Burdigaliano sup.* - *Langhiano inf.* **1.3**

IDROGEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Le sorgenti presenti sono classificabili come sorgenti di contatto fra litotipi a diverso grado di permeabilità, e devono la loro alimentazione alle acque prevalentemente circolanti nel membro calcareo arenaceo.

La permeabilità dei terreni in sito è secondaria per fessurazione in corrispondenza degli affioramenti calcarei ed arenacei, primaria per porosità in corrispondenza dei depositi di versante.

Tutte le acque che solcano il versante alimentano rivoli e fossi tributari del *Torrente Cogorno*.

Il *Torrente Cogorno* confluisce più a valle nel *Torrente Rossenna*, affluente di destra del *Fiume Secchia*

Le opere previste non potranno interferire negativamente sulla circolazione delle acque superficiali ed ipogee.

1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'

I processi erosivi nell'area sono limitati per le buone caratteristiche meccaniche dei litotipi affioranti e per la moderata acclività del versante.

Nella porzione di territorio valle del sito in questione, in particolare nel settore di Sud-Est, si hanno piccole scarpate di erosione ed estesi depositi di versante (a3), formati prevalentemente durante il Wurm, nel settore di Nord/Est e di Nord/Ovest.

Nell'area di intervento la morfologia risulta poco evoluta e con forme riferibili sempre al Wurm.

Nella *Carta delle frane e della stabilità dei terreni del bacino del Fiume Panaro* l'area esaminata e le circostanti sono classificate come: "Terreni sufficientemente stabili in corrispondenza dell'area oggetto dell'indagine".

Nella *Carta del Dissesto*, estratta dal PTCP, non vengono segnalati fenomeni di dissesto e/o instabilità nel sito in oggetto e nemmeno nelle sue vicinanze.



Le frane presenti sono relegate al settore Sud-Est della carta, ad una distanza di circa 700/800 m in linea d'area e su terreni non facenti parte del *Gruppo di Bismantova*.

Dal rilievo sul campo non sono emersi fenomeni morfogenetici in atto, mentre il versante ha mostrato una buona stabilità dovuta alle sufficienti caratteristiche meccaniche del materiale e alle favorevoli disposizioni degli assetti strutturali.

Le condizioni di stabilità, della zona in questione, si possono quindi definire buone.

Si ritiene in conclusione che per l'entità degli interventi previsti la loro collocazione e fatta salva la corretta esecuzione delle opere, non sarà pregiudicato il grado di stabilità dell'area.

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 all'inserimento nel POC.

Anche se generalmente nell'area la roccia (Formazione di Cigarello del Gruppo di Bismantova) affiora ad una profondità limitata, nel sito di intervento risulta ricoperta da uno spessore medio di circa 4 m di depositi di versante.

In particolare nell'area in questione la Formazione di Cigarello è rappresentata dal *Membro di Montalto Nuovo* (CIG₂): si tratta di strati pelitici e marnosi alternati a strati arenacei.

Per la ricostruzione stratigrafica del sito e per ricavare i principali parametri meccanici sono state eseguite 3 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 2 registrazioni sismiche, a stazione singola (TR 1, TR-2), con tromografo Micromed in corrispondenza rispettivamente delle prove penetrometriche dinamiche DPSH-1 e DPSH-3.



1.5.1 Prove Penetrometriche Dinamiche

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno in oggetto sono state eseguite 3 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 di seguito l'elaborazione delle 3 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (DPSH).

Nelle tabelle vengono forniti i parametri nominali del terreno, mentre per i valori caratteristici, sia per le fondazioni superficiali che profonde, si rimanda al paragrafo 3.1 e alle relative tabelle.

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

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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	4.0	8.5	26.3	6003	42	57	5073	98	3.8	2979	119
4.2	2.6	5.8	24.2	4091	160	39	3457	81	43.5	1714	69
5.2	5.8	11.9	28.3	8423	428	79	7118	163	80.3	3201	128
7.6	11.7	22.5	33.3	15978	924	151	13502	290	95.6	5858	234
9.4	19.4	36.0	37.5	25566	1878	241	21605	452	114.5	8765	351
9.6	35.0	62.0	42.9	44006	4264	415	37188	753	123.5	15252	610

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

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]
3.4	2.4	5.3	23.9	3780	120	36	3194	72	32.3	1629	65
4.4	3.4	7.3	25.4	5172	298	49	4371	108	74.1	1983	79
5.2	5.5	11.3	28.0	8017	472	76	6775	160	90.2	3011	120
6.6	11.1	21.6	32.9	15315	932	145	12942	281	101.1	5749	230
8.2	21.0	38.7	38.2	27453	2032	259	23200	482	114.6	10002	400
8.4	30.0	53.8	41.4	38165	3396	360	32252	658	122.7	13705	548
8.6	35.0	62.0	42.9	44006	4297	415	37188	753	124.5	15989	640

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-0.5} + 15$; $N_{spt} > 30 -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(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 = $[(h \cdot \gamma) + (C_u \cdot N_c)] / 3$;	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
R _{pd} = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = $(R_{pd} / 15 \div 30)$; Qa = $(R_{pd} / 25)$	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



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

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]
1.2	4.3	9.1	26.7	6455	77	61	5455	108	11.4	3155	126
3.0	2.8	6.1	24.5	4297	155	41	3631	83	39.9	1815	73
4.0	5.6	11.5	28.1	8149	372	77	6886	154	66.5	3323	133
5.8	10.2	19.9	32.3	14153	718	134	11961	257	84.1	5590	224
6.4	23.3	42.6	39.1	30245	1938	285	25559	521	94.9	11800	472
6.6	30.0	53.8	41.4	38165	2763	360	32252	650	98.5	15172	607
6.8	35.0	62.0	42.9	44006	3510	415	37188	745	100.3	17700	708

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15$; $N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(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)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Qa2 = [(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)
Qa3 = (Rdp / 15 ÷ 30); Qa = (Rpd / 25)	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)

Le prove eseguite concordano nell'individuare una ricopertura di materiale, costituito da depositi principalmente di versante dello spessore variabile fra 3.5 m della prova DPSH-3 ai 4.5 m della prova penetrometrica dinamica DPSH-2; al di sotto di questo strato più superficiale si rinviene un substrato sufficientemente compatto (Nspt>10), costituito da roccia alterata (marne e arenarie) e/o depositi molto compattati.

Si noti la presenza di un minimo meccanico presente fra -3.5 e -4.5 m dal p.c.(probabile passaggio fra depositi e roccia alterata). L'elaborazione di tutte le prove penetrometriche dinamiche viene riportata nell'allegato A.



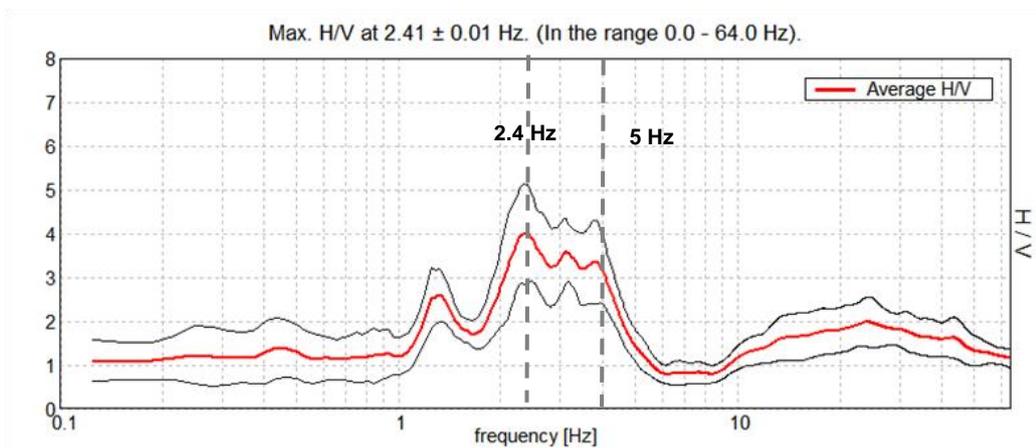
1.5.2 Registrazione Sismica

Le prove sismiche hanno confermato la presenza del substrato più compatto ad una profondità di circa 9/10 m 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 2, effettuata in prossimità della prova penetrometrica 1:



Osservando il grafico precedente si nota un picco importante intorno a 2.4 Hz, altri picchi si osservano fra 2.4 e 64 Hz mentre un cambiamento importante di pendenza lo si nota a circa 5 Hz.

Il picco massimo che si colloca a 2.4 e è posto ad una profondità di oltre 100 m.

Il picco posto attorno a 5 Hz è importante perché segna il passaggio fra la roccia fratturata (V_s 290/330 m/s) e la roccia più integra ($h \sim 9/10$ m dal p.c.).

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

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

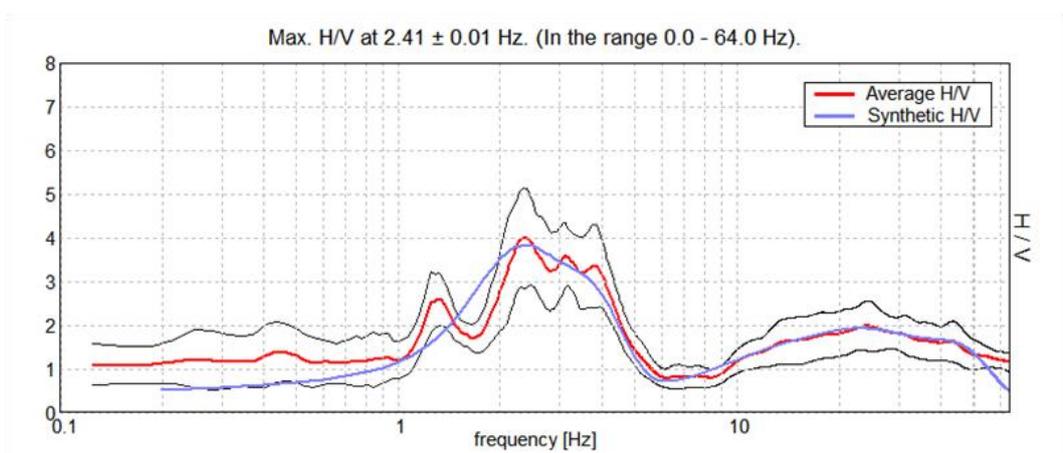


Dalla formula precedente, conoscendo la frequenza di risonanza e sapendo dalla prova penetrometrica che il passaggio fra lo strato più superficiale e quello sottostante avviene ad una certa profondità h , alla quale corrisponde la frequenza F_r , si può ottenere la V_s media dello strato sovrastante.

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]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	85	0.40
1.90	1.40	170	0.40
4.40	2.50	250	0.37
9.40	5.00	300	0.35
12.40	3.00	350	0.35
22.40	10.00	320	0.35
62.40	40.00	650	0.35
112.40	50.00	900	0.35
inf.	inf.	1200	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:

- il terreno affiorante risulta costituito da un primo strato di materiale a caratteristiche meccaniche modeste (depositi di versante o di altra natura e/o roccia alterata e fratturata) con spessore variabile fra 3.5 m e 4.5 m e Nspt sempre minore di 10.
- Un secondo strato, sottostante allo strato precedente, costituito da roccia alterata e fratturata (Nspt >10 e Vs~300) mostra uno spessore che raggiunge circa 9/10 m.
- Il versante in forza sia del suo assetto strutturale che della sua bassa acclività risulta stabile e non mostra alcun fenomeno morfogenetico in atto.

"STRATIGRAFIA TIPO" DEL SITO

0.0—4.5	m	Suolo e depositi di varia natura (Vs~170/250 m/s)
4.5—9/10	m	Dep. Comp. Roccia fratturata-alterata (Vs~300 m/s)
10—22	m	Roccia fratturata e alterata (Vs~320/350 m/s)
>22	m	Roccia più integra (Vs>650 m/s)

Semplificando ancora di più il modello precedente possiamo fornire la seguente stratigrafia di sintesi:

STRATIGRAFIA DPSH-2			
LITOLOGIA	H	Nspt[h]	DESCRIZIONE
1	1.0	6 [2.0]	Terreno vegetale limo argilloso sabbioso con clasti
2			Depositi di versante poco consistenti (Vs30~220 m/s)
3			
4			
5			
6	4.5	28 [6.0]	Arenarie e Marne alterate e fratturate appartenenti alla
7			Formazione di Cigarello (Vs30~320-350 m/s)
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16	22.0	100 [23.0]	Arenarie e Marne appartenenti alla Formazione di Cigarello
17			(Vs30>650 m/s)
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:

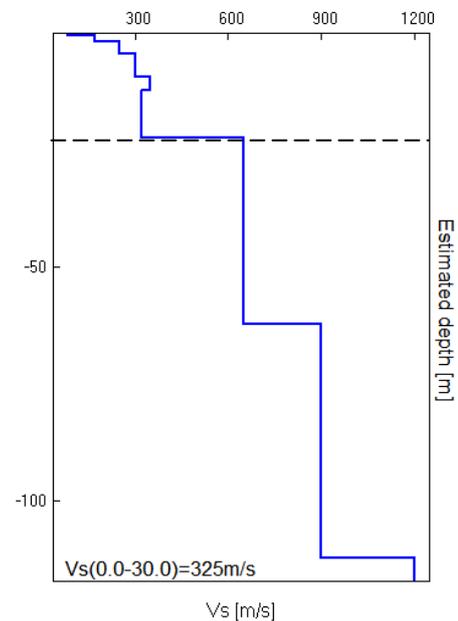
$$V_{s30} = 30 / \sum (h_i / V_{s30i})$$

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]
0.50	85
1.40	170
2.50	250
5.00	300
3.00	350
10.00	320
40.00	650
50.00	900
inf.	1200



Elaborando le varie velocità secondo la formula precedente si ottiene per una profondità $h = 0$ m dal p.c. una $V_{s30} = 325$ m/s.

Quindi sulla base del DM14/01/08, si può concludere che l'area in oggetto ricade nella classe di suolo C.



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

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

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

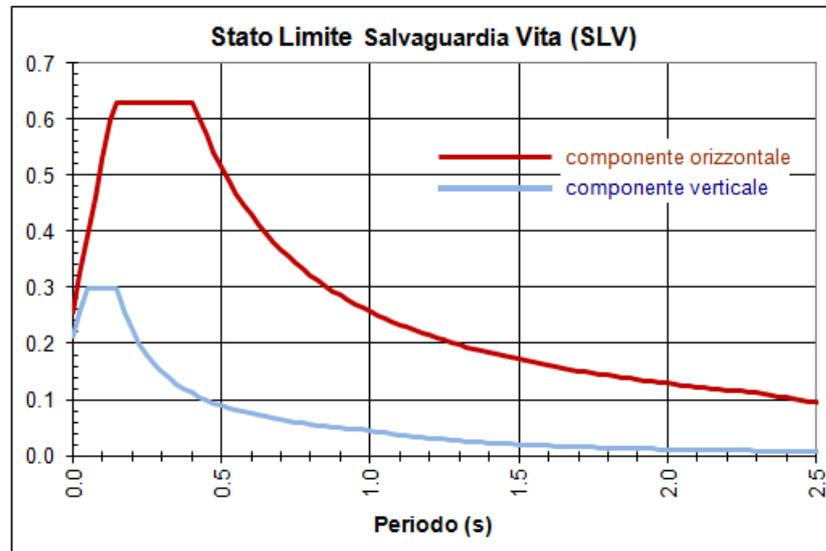
$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

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

Con T si intende il periodo fondamentale di risonanza dell'edificio (espresso in secondi) e con 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	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

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 due lettura sismiche si riporta nella tabella sottostante quella relativa alla prova TR-2 (l'altra fornisce risultati paragonabili):

DATUM ED50 UTM_X = 647537 m UTM_Y = 4912867 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.50	0.50	85		Vs30 325 m/s
1.90	1.40	170		
4.40	2.50	250		
9.40	5.00	300		
12.40	3.00	350		VSh 278 m/s h = 22.4 m
22.40	10.00	320		
30.00	7.60	650	X	
62.40	32.40	650		
112.40	50.00	900		

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. In queste tabelle (vedi



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 < To < 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 < To < 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 Vs < 800 m/s)	
H	= 22.4 m
Vsh	= 278 m/s
FA PGA	= 2.2
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.4
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.9

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 **2.2**; SI/SIo(0.1-0.5)=**2.4**; SI/SIo(0.5-1.0)=**1.9**.



3. RELAZIONE GEOTECNICA

3.1 DATI DI PROGETTO

3.1.1 Studi Eseguiti

Il presente lavoro è relativo allo studio stratigrafico e geotecnico (parametri caratteristici del terreno) in località *Crocette* (Pavullo), per inserimento dell'area in oggetto nel POC comunale.

Sono state utilizzate 3 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 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).

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 disponibile 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	(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_r	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-2. 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-02
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-02				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]
3.4	2.4	5.3	17	23.9	0.8	23.5	19.2	36	6.8	33	23
4.4	3.4	7.3	5	25.4	0.8	24.5	20.0	49	7.2	41	29
5.2	5.5	11.3	4	28.0	1.4	26.8	22.0	76	16.3	62	44
6.6	11.1	21.6	7	32.9	1.6	31.7	26.3	145	25.3	124	89
8.2	21.0	38.7	8	38.2	1.0	37.5	31.5	259	27.3	240	171
8.4	30.0	53.8	1	41.4		38.0	32.0	360		233	166
8.6	35.0	62.0	1	42.9		39.4	33.3	415		269	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-3 (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 prevalentemente limosi ed argillosi $0 < h < 3.4$)

$$\phi'_k \sim 23^\circ$$

$$C'_k \sim 5 \text{ kPa}$$

$$C_{uk} \sim 30 \text{ kPa}$$

STRATO 2 (Depositi limo-sabbiosi $3.4 < h < 4.4$ m)

$$\phi'_k \sim 24^\circ$$

$$C'_k \sim 5 \text{ kPa}$$

$$C_{uk} \sim 40 \text{ kPa}$$



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-2, quella che ha mostrato caratteristiche geotecniche più modeste nello strato più superficiale:

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

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-02				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]
3.4	2.4	5.3	17	23.9	0.8	22.5	22.5	36	6.8	26	26
4.4	3.4	7.3	5	25.4	0.8	22.5	22.5	49	7.2	32	32
5.2	5.5	11.3	4	28.0	1.4	24.7	24.7	76	16.3	49	49
6.6	11.1	21.6	7	32.9	1.6	30.3	30.3	145	25.3	107	107
8.2	21.0	38.7	8	38.2	1.0	36.6	36.6	259	27.3	217	217
8.4	30.0	53.8	1	41.4		36.7	36.7	360		233	233
8.6	35.0	62.0	1	42.9		38.0	38.0	415		269	269

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

I dati riportati nelle 2 tabelle precedenti sono relativi alla verticale DPSH-2, 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	6
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	4.2	5.2	7.6	9.4	9.6
Spessore dello Strato	[m]	0.4	3.8	1	2.4	1.8	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	8	6	12	23	36	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	20	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	71	47	59	77	93	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	40	35	65	140	220	270
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	25	24	27	33	37	39
Grado di Consolidamento	OCR	2.7	0.2	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	5100	3500	7100	13500	21600	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	6800	5100	37800	57200	72100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	5000 11800	9700 19100	19600 51400	34800 110800	54200 225300	90300 511700

DPSH-01 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI					
		1	2	3	4	5	6
Profondità letto dello Strato	[m]	0.4	4.2	5.2	7.6	9.4	9.6
Spessore dello Strato	[m]	0.4	3.8	1	2.4	1.8	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	8	6	12	23	36	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	20	20	21
Densità Relativa	D_r [%]	71	47	59	77	93	100
Coesione non drenata (con $\phi^i=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	35	25	50	115	190	270
Angolo di attrito interno (con $C^i=0$)	ϕ^i_k [°]	23	23	25	31	35	38
Grado di Consolidamento	OCR	2.7	0.2	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	5100	3500	7100	13500	21600	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	6800	5100	37800	57200	72100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	5000 11800	9700 19100	19600 51400	34800 110800	54200 225300	90300 511700



DPSH-02 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI						
		1	2	3	4	5	6	7
Profondità letto dello Strato	[m]	3.4	4.4	5.2	6.6	8.2	8.4	8.6
Spessore dello Strato	[m]	3.4	1	0.8	1.4	1.6	0.2	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	5	7	11	22	39	54	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	20	20	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	48	47	56	75	96	100	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	35	40	60	125	240	235	270
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	24	24	27	32	37	38	39
Grado di Consolidamento	OCR	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	3200	4400	6800	12900	23200	32300	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	4700	6400	37200	57000	72900	94100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	8600	13000	19200	33800	57800	79000	90400
		14400	35800	56600	111800	243800	407500	515600

DPSH-02 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI						
		1	2	3	4	5	6	7
Profondità letto dello Strato	[m]	3.4	4.4	5.2	6.6	8.2	8.4	8.6
Spessore dello Strato	[m]	3.4	1	0.8	1.4	1.6	0.2	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	5	7	11	22	39	54	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	20	20	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	48	47	56	75	96	100	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	25	30	50	105	215	235	270
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	23	23	25	30	37	37	38
Grado di Consolidamento	OCR	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	3200	4400	6800	12900	23200	32300	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	4700	6400	37200	57000	72900	94100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	8600	13000	19200	33800	57800	79000	90400
		14400	35800	56600	111800	243800	407500	515600



DPSH-03 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI						
		1	2	3	4	5	6	7
Profondità letto dello Strato	[m]	1.2	3	4	5.8	6.4	6.6	6.8
Spessore dello Strato	[m]	1.2	1.8	1	1.8	0.6	0.2	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	9	6	11	20	43	54	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	19	21	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	70	49	61	76	100	100	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	55	35	65	120	225	235	270
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	26	24	27	31	37	38	39
Grado di Consolidamento	OCR	0.8	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	5500	3600	6900	12000	25600	32300	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	7300	5300	9600	52000	74500	94100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	9200 13000	9900 18600	18500 44700	30800 86100	62500 232500	78000 331500	89400 421200

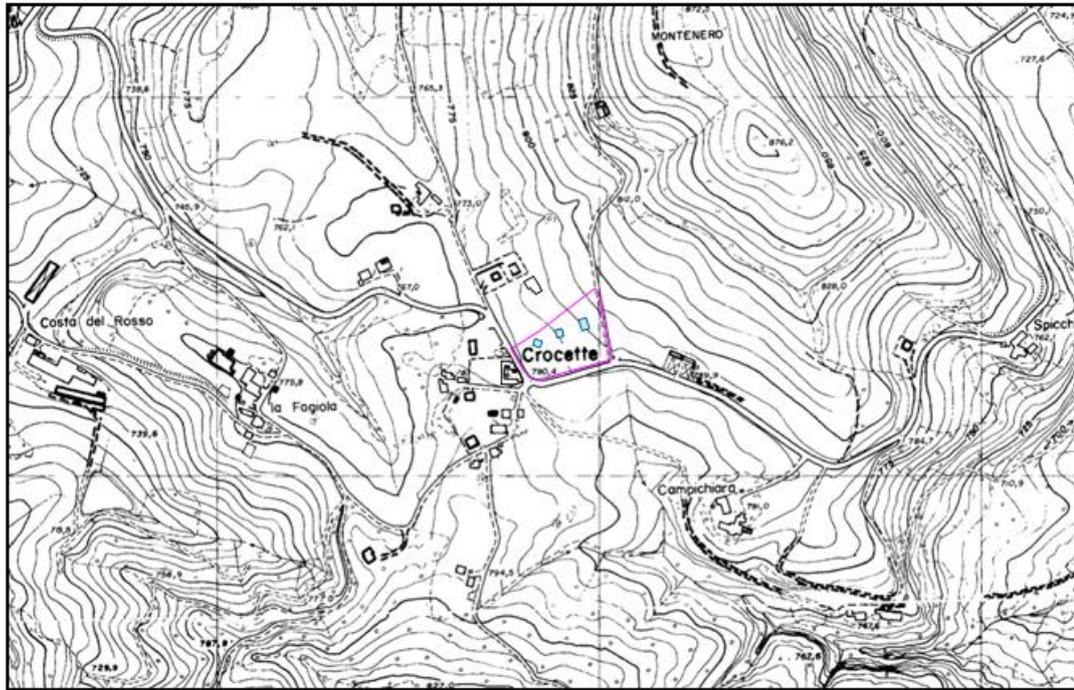
DPSH-03 (valori caratteristici per pali)

PARAMETRO GEOTECNICO		STRATI						
		1	2	3	4	5	6	7
Profondità letto dello Strato	[m]	1.2	3	4	5.8	6.4	6.6	6.8
Spessore dello Strato	[m]	1.2	1.8	1	1.8	0.6	0.2	0.2
Nspt (Standard Penetration Test)	-	9	6	11	20	43	54	62
Peso Specifico del Terreno	γ [kNm ⁻³]	18	18	19	19	21	21	21
Densità Relativa	D_r [%]	70	49	61	76	100	100	100
Coazione non drenata (con $\phi^1=0$)	C_{uk} [kNm ⁻²]	50	30	50	105	185	235	270
Angolo di attrito interno (con $C'=0$)	ϕ^1_k [°]	26	23	25	30	35	37	38
Grado di Consolidamento	OCR	0.8	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4
Modulo Edometrico	E_d [kNm ⁻²]	5500	3600	6900	12000	25600	32300	37200
Modulo Elastico (Young)	E_s [kNm ⁻²]	7300	5300	9600	52000	74500	94100	108500
Modulo di Reazione (Winkler)	K_s [kNm ⁻³]	9200 13000	9900 18600	18500 44700	30800 86100	62500 232500	78000 331500	89400 421200



4. CONCLUSIONI

C.T.R. sc. 1:10.000 N° 236030 sc. 1:5000 N° 236033



INQUADRAMENTO DELL' AREA	Descrizione
Geologia	CIG2 Formazione di Cigarellò Arenarie fini e medie, alternate a peliti siltose grigie, in strati da sottili a molto spessi.
Morfologia	Quota compresa fra i 790 - 800 m s.l.m. Esposizione Sud-Est Acclività 14 - 16 %
Idrogeologia - Idrologia	Permeabilità per porosità/ fessurazione. Assenza di ristagni. Ottimo deflusso delle acque superficiali.
Classificazione PTCP	
Carta del Dissesto PTCP	Area classificata stabile
Carta del Rischio Sismico PTCP	Area classificata pot. non 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 $F_x > 2$
Carta microz sismica II Livello SI/SI0	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale $F_y > 2$
Carta microz sismica II Livello SI(0.5-1.0) / Slo	Zona stabile suscett. di amplificaz. Locale $F_z > 2$



CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO																																																																																																																													
Stratigrafia	0.0—4.5 m Suolo e depositi di varia natura (Vs~170/250 m/s) 4.5—9/10 m Dep. Comp. Roccia fratturata-alterata (Vs~300 m/s) 10—22 m Roccia fratturata e alterata (Vs~320/350 m/s) >22 m Roccia più integra (Vs>650 m/s)																																																																																																																												
Vs (0-30)	325 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 Vs < 800 m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H</td> <td>= 22.4 m</td> </tr> <tr> <td>Vsh</td> <td>= 278 m/s</td> </tr> <tr> <td>FA PGA</td> <td>= 2.2</td> </tr> <tr> <td>FA IS (0.1 < To < 0.5 s)</td> <td>= 2.4</td> </tr> <tr> <td>FA IS (0.5 < To < 1.0 s)</td> <td>= 1.9</td> </tr> </tbody> </table>	CASO APP1 (Substrato Vs < 800 m/s)		H	= 22.4 m	Vsh	= 278 m/s	FA PGA	= 2.2	FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.4	FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.9																																																																																																																
CASO APP1 (Substrato Vs < 800 m/s)																																																																																																																													
H	= 22.4 m																																																																																																																												
Vsh	= 278 m/s																																																																																																																												
FA PGA	= 2.2																																																																																																																												
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.4																																																																																																																												
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.9																																																																																																																												
Geotecnica - Parametri caratteristici	<p>DPSH-02 (valori caratteristici per fondazioni superficiali)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PARAMETRO GEOTECNICO</th> <th rowspan="2">UNITA'</th> <th colspan="7">STRATI</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profondità letto dello Strato</td> <td>[m]</td> <td>3.4</td> <td>4.4</td> <td>5.2</td> <td>6.6</td> <td>8.2</td> <td>8.4</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>Spessore dello Strato</td> <td>[m]</td> <td>3.4</td> <td>1</td> <td>0.8</td> <td>1.4</td> <td>1.6</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>N₆₀ (Standard Penetration Test)</td> <td>-</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>22</td> <td>39</td> <td>54</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Peso Specifico del Terreno</td> <td>γ [kN/m³]</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Densità Relativa</td> <td>D_r [%]</td> <td>48</td> <td>47</td> <td>56</td> <td>75</td> <td>96</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Coesione non drenata (con $\sigma'_v < c$)</td> <td>C_{uk} [kN/m²]</td> <td>35</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>125</td> <td>240</td> <td>235</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>Angolo di attrito interno (con $c=0$)</td> <td>ϕ [°]</td> <td>24</td> <td>24</td> <td>27</td> <td>32</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Grado di Consolidamento</td> <td>OCR</td> <td>0.2</td> <td>0.7</td> <td>>4</td> <td>>4</td> <td>>4</td> <td>>4</td> <td>>4</td> </tr> <tr> <td>Modulo Edometrico</td> <td>E_d [kN/m²]</td> <td>3200</td> <td>4400</td> <td>6800</td> <td>12900</td> <td>23200</td> <td>32300</td> <td>37200</td> </tr> <tr> <td>Modulo Elastico (Young)</td> <td>E_s [kN/m²]</td> <td>4700</td> <td>6400</td> <td>37200</td> <td>57000</td> <td>72900</td> <td>94100</td> <td>108500</td> </tr> <tr> <td>Modulo di Reazione (Winkler)</td> <td>K_s [kN/m³]</td> <td>8000</td> <td>10000</td> <td>19200</td> <td>33600</td> <td>57600</td> <td>79000</td> <td>90400</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>14400</td> <td>35800</td> <td>59600</td> <td>113600</td> <td>243800</td> <td>407300</td> <td>518800</td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETRO GEOTECNICO	UNITA'	STRATI							1	2	3	4	5	6	7	Profondità letto dello Strato	[m]	3.4	4.4	5.2	6.6	8.2	8.4	8.6	Spessore dello Strato	[m]	3.4	1	0.8	1.4	1.6	0.2	0.2	N ₆₀ (Standard Penetration Test)	-	5	7	11	22	39	54	62	Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	18	18	19	20	20	21	21	Densità Relativa	D _r [%]	48	47	56	75	96	100	100	Coesione non drenata (con $\sigma'_v < c$)	C _{uk} [kN/m ²]	35	40	60	125	240	235	270	Angolo di attrito interno (con $c=0$)	ϕ [°]	24	24	27	32	37	38	39	Grado di Consolidamento	OCR	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4	>4	Modulo Edometrico	E _d [kN/m ²]	3200	4400	6800	12900	23200	32300	37200	Modulo Elastico (Young)	E _s [kN/m ²]	4700	6400	37200	57000	72900	94100	108500	Modulo di Reazione (Winkler)	K _s [kN/m ³]	8000	10000	19200	33600	57600	79000	90400			14400	35800	59600	113600	243800	407300	518800
PARAMETRO GEOTECNICO	UNITA'			STRATI																																																																																																																									
		1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																					
Profondità letto dello Strato	[m]	3.4	4.4	5.2	6.6	8.2	8.4	8.6																																																																																																																					
Spessore dello Strato	[m]	3.4	1	0.8	1.4	1.6	0.2	0.2																																																																																																																					
N ₆₀ (Standard Penetration Test)	-	5	7	11	22	39	54	62																																																																																																																					
Peso Specifico del Terreno	γ [kN/m ³]	18	18	19	20	20	21	21																																																																																																																					
Densità Relativa	D _r [%]	48	47	56	75	96	100	100																																																																																																																					
Coesione non drenata (con $\sigma'_v < c$)	C _{uk} [kN/m ²]	35	40	60	125	240	235	270																																																																																																																					
Angolo di attrito interno (con $c=0$)	ϕ [°]	24	24	27	32	37	38	39																																																																																																																					
Grado di Consolidamento	OCR	0.2	0.7	>4	>4	>4	>4	>4																																																																																																																					
Modulo Edometrico	E _d [kN/m ²]	3200	4400	6800	12900	23200	32300	37200																																																																																																																					
Modulo Elastico (Young)	E _s [kN/m ²]	4700	6400	37200	57000	72900	94100	108500																																																																																																																					
Modulo di Reazione (Winkler)	K _s [kN/m ³]	8000	10000	19200	33600	57600	79000	90400																																																																																																																					
		14400	35800	59600	113600	243800	407300	518800																																																																																																																					
Tipologia Fondazioni	Fondazioni a platea e/o trave rovescia per fabbricati sino a n°2 piani. Per carichi maggiori valutare fondazioni profonde su pali.																																																																																																																												
Prescrizioni ed approfondimenti successivi	Area idonea all' edificazione. In fase esecutiva, indagine mirata per la realizzazione di ogni singolo fabbricato.																																																																																																																												

Pavullo, Settembre 2015

IL GEOLOGO





ALLEGATO A

Prove Penetrometriche Dinamiche DPSH

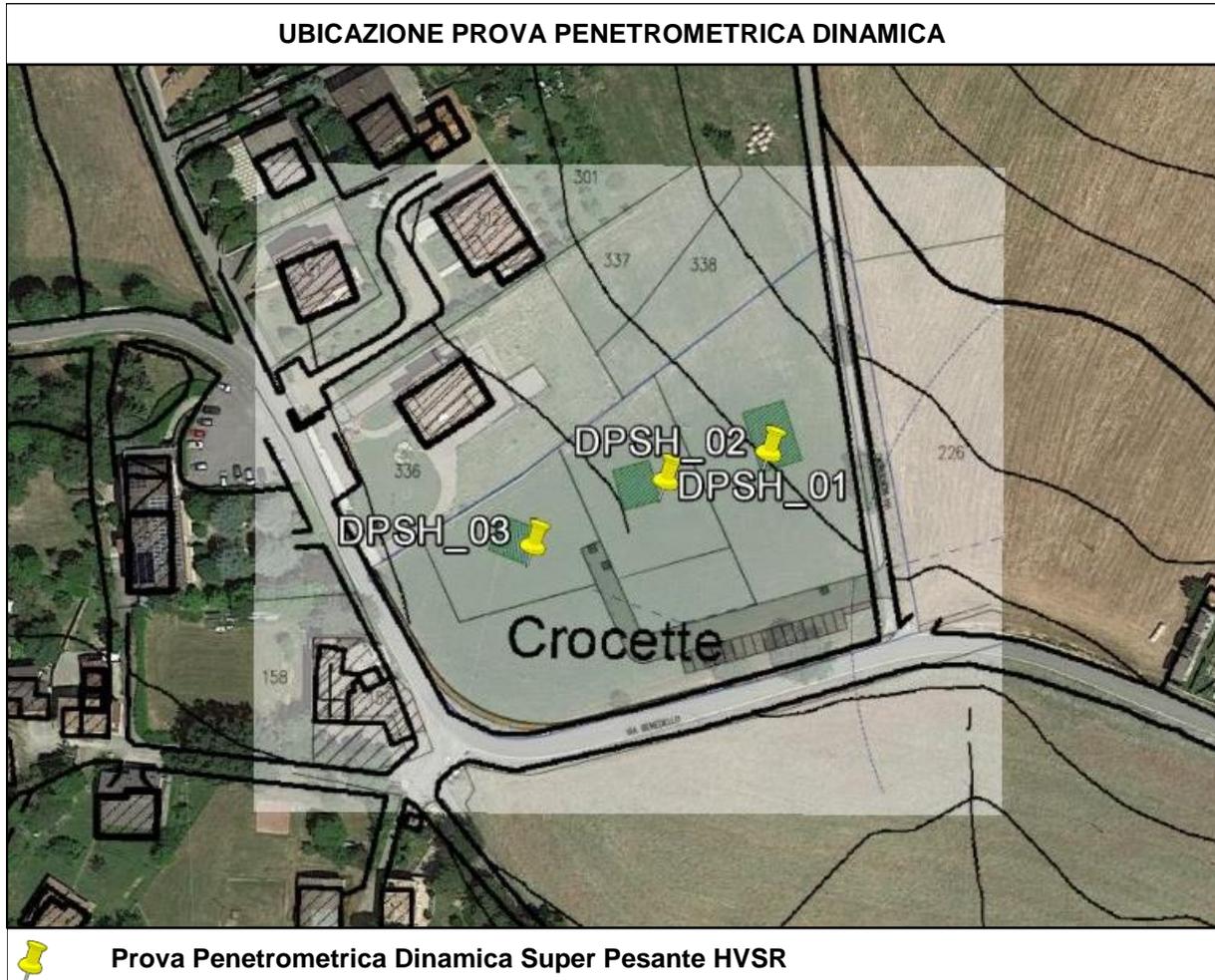




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-01

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROGETTE						
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015						
NOME FILE: RAINERI DPSH-01						PENETROMETRO DPSH			FALDA 3.8 m			
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	4	8.5	26.3	6003	34	57	5073	98	1.9	1	2979	119
0.40	4	8.5	26.3	6003	50	57	5073	99	5.7	1	2979	119
0.60	3	6.5	24.9	4618	54	44	3903	78	9.5	1	2235	89
0.80	3	6.5	24.9	4618	68	44	3903	79	13.3	1	2235	89
1.00	2	4.5	23.2	3194	66	30	2699	57	17.1	2	1381	55
1.20	3	6.5	24.9	4618	94	44	3903	82	20.9	2	2071	83
1.40	2	4.5	23.2	3194	89	30	2699	60	24.7	2	1381	55
1.60	3	6.5	24.9	4618	121	44	3903	84	28.5	2	2071	83
1.80	4	8.5	26.3	6003	158	57	5073	108	32.3	2	2762	110
2.00	3	6.5	24.9	4618	148	44	3903	87	36.1	3	1930	77
2.20	3	6.5	24.9	4618	161	44	3903	88	39.9	3	1930	77
2.40	3	6.5	24.9	4618	174	44	3903	89	43.7	3	1930	77
2.60	3	6.5	24.9	4618	188	44	3903	90	47.5	3	1930	77
2.80	2	4.5	23.2	3194	167	30	2699	69	51.3	3	1287	51
3.00	2	4.5	23.2	3194	178	30	2699	70	55.1	4	1205	48
3.20	2	4.5	23.2	3194	190	30	2699	71	58.9	4	1205	48
3.40	2	4.5	23.2	3194	201	30	2699	73	62.7	4	1205	48
3.60	2	4.5	23.2	3194	212	30	2699	74	66.5	4	1205	48
3.80	2	4.5	23.2	3194	223	30	2699	75	70.3	4	1205	48
4.00	3	6.5	24.9	4618	266	44	3903	99	73.1	5	1699	68
4.20	3	6.5	24.9	4618	273	44	3903	100	74.9	5	1699	68
4.40	5	10.4	27.5	7359	370	69	6219	145	76.7	5	2832	113
4.60	6	12.2	28.6	8694	428	82	7347	167	78.5	5	3398	136
4.80	5	10.4	27.5	7359	387	69	6219	146	80.3	5	2832	113
5.00	6	12.2	28.6	8694	446	82	7347	168	82.1	6	3206	128
5.20	7	14.1	29.5	10011	510	94	8460	190	83.9	6	3740	150
5.40	9	17.8	31.3	12603	641	119	10651	232	85.7	6	4809	192
5.60	9	17.8	31.3	12603	653	119	10651	233	87.5	6	4809	192
5.80	10	19.6	32.1	13882	734	131	11731	254	89.3	6	5343	214
6.00	11	21.3	32.9	15151	820	143	12804	275	91.1	7	5563	223
6.20	12	23.1	33.6	16412	914	155	13869	296	92.9	7	6069	243
6.40	16	30.1	36.1	21380	1266	202	18068	377	94.7	7	8091	324
6.60	10	19.6	32.1	13882	790	131	11731	257	96.5	7	5057	202
6.80	12	23.1	33.6	16412	965	155	13869	298	98.3	7	6069	243
7.00	13	24.9	34.3	17664	1070	167	14927	319	100.1	8	6240	250
7.20	13	24.9	34.3	17664	1089	167	14927	320	101.9	8	6240	250
7.40	12	23.1	33.6	16412	1015	155	13869	300	103.7	8	5760	230
7.60	13	24.9	34.3	17664	1125	167	14927	321	105.5	8	6240	250
7.80	16	30.1	36.1	21380	1426	202	18068	381	107.3	8	7680	307
8.00	17	31.8	36.5	22607	1536	213	19105	402	109.1	9	7766	311
8.20	17	31.8	36.5	22607	1560	213	19105	402	110.9	9	7766	311
8.40	18	33.6	36.9	23829	1678	225	20137	423	112.7	9	8223	329
8.60	19	35.3	37.4	25045	1803	236	21165	443	114.5	9	8680	347
8.80	20	37.0	37.8	26257	1935	248	22189	463	116.3	9	9137	365
9.00	22	40.4	38.6	28667	2191	271	24226	503	118.1	10	9587	383
9.20	20	37.0	37.8	26257	1993	248	22189	464	119.9	10	8715	349
9.40	26	47.1	40.1	33442	2775	316	28261	581	121.7	10	11330	453
9.60	35	62.0	42.9	44006	4264	415	37188	753	123.5	10	15252	610

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 \quad (15 \cdot N_{spt})^{0.5} + 15 ; \quad N_{spt} > 30 \quad -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(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-01
(Parametri Geotecnici e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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	4.0	8.5	26.3	6003	42	57	5073	98	3.8	2979	119
4.2	2.6	5.8	24.2	4091	160	39	3457	81	43.5	1714	69
5.2	5.8	11.9	28.3	8423	428	79	7118	163	80.3	3201	128
7.6	11.7	22.5	33.3	15978	924	151	13502	290	95.6	5858	234
9.4	19.4	36.0	37.5	25566	1878	241	21605	452	114.5	8765	351
9.6	35.0	62.0	42.9	44006	4264	415	37188	753	123.5	15252	610

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 · 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-01
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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	4.0	8.5	0.2	18.2	3.8	71.1	5029	6774	2.7	11798	5073
4.2	2.6	5.8	2.3	17.7	43.5	47.3	19142	5096	0.2	9677	3457
5.2	5.8	11.9	4.7	18.7	80.3	59.0	51405	37787	>4	19555	7118
7.6	11.7	22.5	6.4	19.6	95.6	77.4	110832	57171	>4	34823	13502
9.4	19.4	36.0	8.5	20.3	114.5	92.8	225306	72122	>4	54182	21605
9.6	35.0	62.0	9.5	21.2	123.5	100.0	511712	108466	>4	90319	37188

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-01
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	4.0	8.5	2	26.3	0.0	24.7	20.2	57	0.0	42	30
4.2	2.6	5.8	19	24.2	1.0	23.9	19.5	39	8.0	35	25
5.2	5.8	11.9	5	28.3	0.9	27.3	22.4	79	10.5	66	47
7.6	11.7	22.5	12	33.3	1.4	32.5	27.0	151	23.9	138	98
9.4	19.4	36.0	9	37.5	1.2	36.7	30.8	241	35.1	218	156
9.6	35.0	62.0	1	42.9		39.4	33.3	415		269	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-01
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-01				PENETROMETRO DPSH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.4	4.0	8.5	2	26.3	0.0	23.2	23.2	57	0.0	37	37
4.2	2.6	5.8	19	24.2	1.0	22.7	22.7	39	8.0	27	27
5.2	5.8	11.9	5	28.3	0.9	25.1	25.1	79	10.5	51	51
7.6	11.7	22.5	12	33.3	1.4	31.0	31.0	151	23.9	115	115
9.4	19.4	36.0	9	37.5	1.2	35.5	35.5	241	35.1	188	188
9.6	35.0	62.0	1	42.9		38.0	38.0	415		269	269

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: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-01	PENETROMETRO DPSH

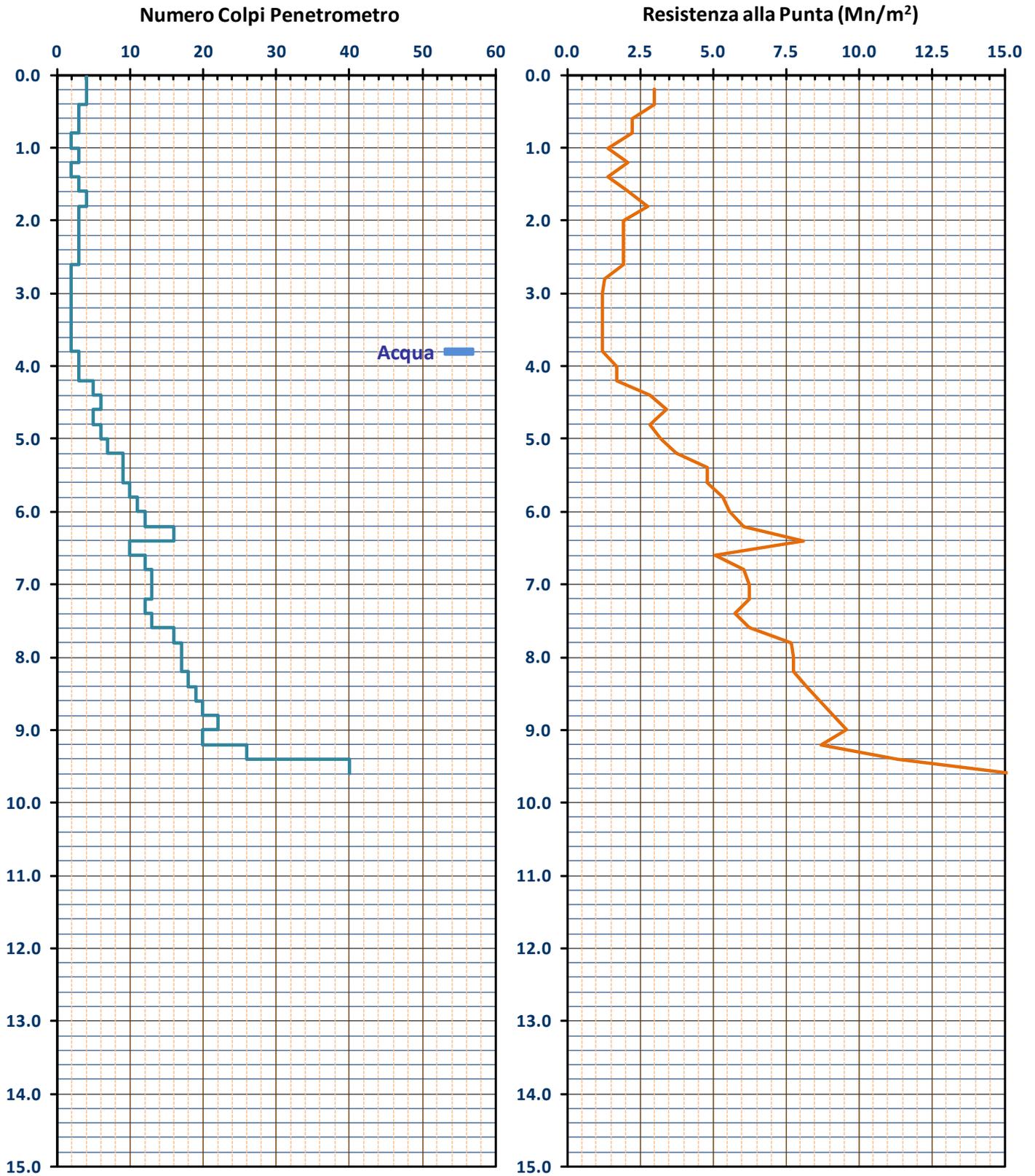




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-01

COMMITTENTE: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-01	PENETROMETRO DPSH

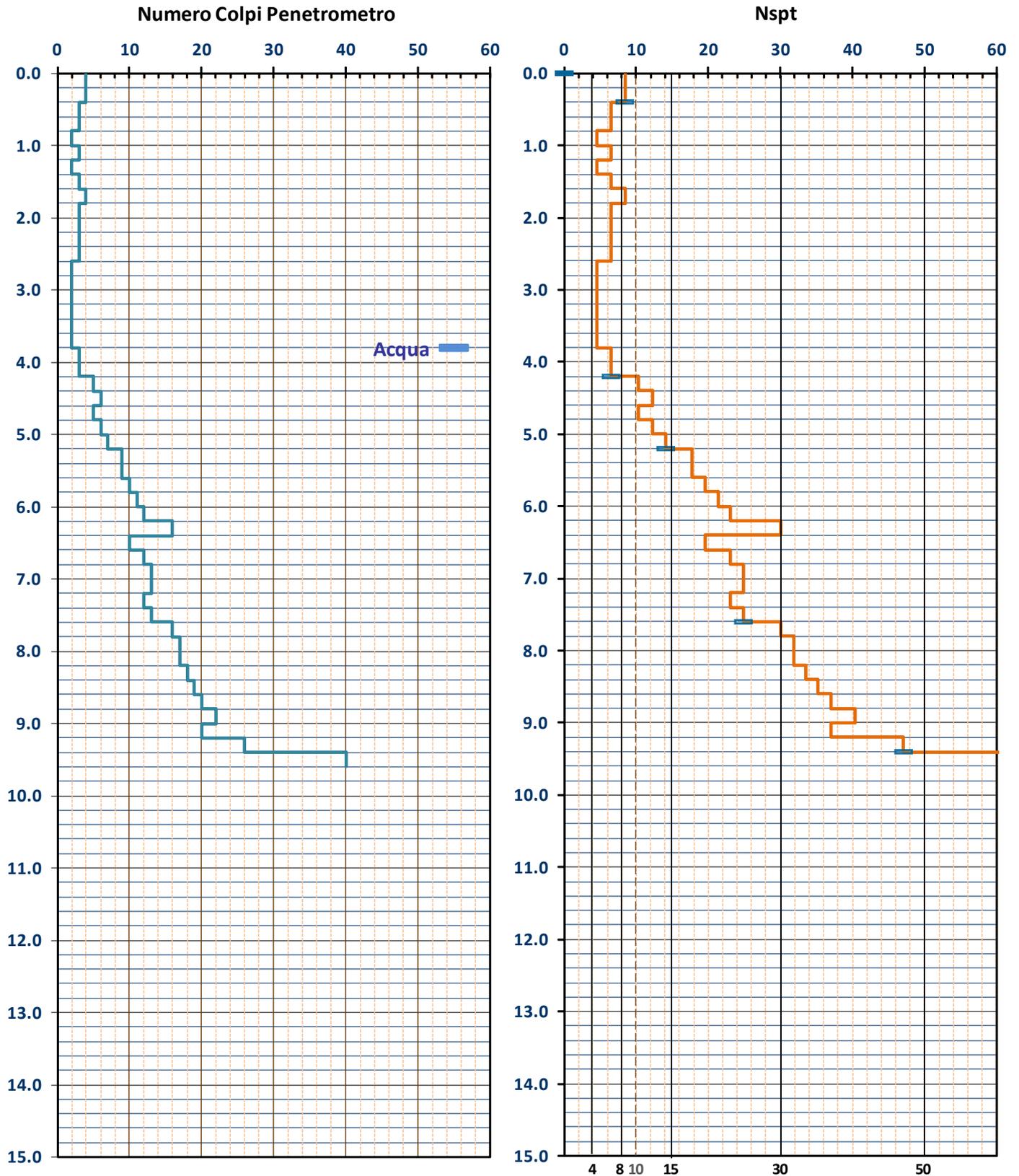




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-02

COMMITTENTE: RAINERI			LOCALITA': CROCETTE									
COMUNE: PAVULLO			DATA: 07/07/2015									
NOME FILE: RAINERI DPSH-02			PENETROMETRO DPSH							FALDA 4.8 m		
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	3	6.5	24.9	4618	28	44	3903	75	1.9	1	2235	89
0.40	2	4.5	23.2	3194	33	30	2699	54	5.7	1	1490	60
0.60	3	6.5	24.9	4618	54	44	3903	78	9.5	1	2235	89
0.80	3	6.5	24.9	4618	68	44	3903	79	13.3	1	2235	89
1.00	3	6.5	24.9	4618	81	44	3903	80	17.1	2	2071	83
1.20	2	4.5	23.2	3194	78	30	2699	59	20.9	2	1381	55
1.40	2	4.5	23.2	3194	89	30	2699	60	24.7	2	1381	55
1.60	2	4.5	23.2	3194	100	30	2699	61	28.5	2	1381	55
1.80	2	4.5	23.2	3194	111	30	2699	62	32.3	2	1381	55
2.00	2	4.5	23.2	3194	122	30	2699	64	36.1	3	1287	51
2.20	2	4.5	23.2	3194	134	30	2699	65	39.9	3	1287	51
2.40	2	4.5	23.2	3194	145	30	2699	66	43.7	3	1287	51
2.60	2	4.5	23.2	3194	156	30	2699	67	47.5	3	1287	51
2.80	3	6.5	24.9	4618	201	44	3903	92	51.3	3	1930	77
3.00	2	4.5	23.2	3194	178	30	2699	70	55.1	4	1205	48
3.20	3	6.5	24.9	4618	228	44	3903	94	58.9	4	1807	72
3.40	3	6.5	24.9	4618	241	44	3903	96	62.7	4	1807	72
3.60	4	8.5	26.3	6003	297	57	5073	119	66.5	4	2410	96
3.80	4	8.5	26.3	6003	312	57	5073	120	70.3	4	2410	96
4.00	3	6.5	24.9	4618	281	44	3903	99	74.1	5	1699	68
4.20	3	6.5	24.9	4618	294	44	3903	101	77.9	5	1699	68
4.40	3	6.5	24.9	4618	308	44	3903	102	81.7	5	1699	68
4.60	4	8.5	26.3	6003	374	57	5073	126	85.5	5	2265	91
4.80	5	10.4	27.5	7359	446	69	6219	149	89.3	5	2832	113
5.00	6	12.2	28.6	8694	499	82	7347	171	92.1	6	3206	128
5.20	7	14.1	29.5	10011	569	94	8460	193	93.9	6	3740	150
5.40	9	17.8	31.3	12603	712	119	10651	236	95.7	6	4809	192
5.60	8	15.9	30.5	11314	655	107	9561	215	97.5	6	4274	171
5.80	11	21.3	32.9	15151	891	143	12804	278	99.3	6	5877	235
6.00	11	21.3	32.9	15151	906	143	12804	279	101.1	7	5563	223
6.20	12	23.1	33.6	16412	1008	155	13869	300	102.9	7	6069	243
6.40	14	26.6	35.0	18909	1215	178	15980	341	104.7	7	7080	283
6.60	13	24.9	34.3	17664	1136	167	14927	321	106.5	7	6574	263
6.80	17	31.8	36.5	22607	1525	213	19105	402	108.3	7	8597	344
7.00	21	38.7	38.2	27464	1941	259	23209	481	110.1	8	10081	403
7.20	21	38.7	38.2	27464	1971	259	23209	481	111.9	8	10081	403
7.40	23	42.1	39.0	29867	2229	282	25239	521	113.7	8	11041	442
7.60	18	33.6	36.9	23829	1718	225	20137	424	115.5	8	8641	346
7.80	22	40.4	38.6	28667	2177	271	24226	503	117.3	8	10561	422
8.00	24	43.7	39.4	31062	2455	293	26250	542	119.1	9	10964	439
8.20	22	40.4	38.6	28667	2240	271	24226	504	120.9	9	10050	402
8.40	30	53.8	41.4	38165	3396	360	32252	658	122.7	9	13705	548
8.60	35	62.0	42.9	44006	4297	415	37188	753	124.5	9	15989	640

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)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 \cdot (15 \cdot N_{spt})^{-5} + 15$; $N_{spt} > 30 \cdot 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
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)
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: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]
3.4	2.4	5.3	23.9	3780	120	36	3194	72	32.3	1629	65
4.4	3.4	7.3	25.4	5172	298	49	4371	108	74.1	1983	79
5.2	5.5	11.3	28.0	8017	472	76	6775	160	90.2	3011	120
6.6	11.1	21.6	32.9	15315	932	145	12942	281	101.1	5749	230
8.2	21.0	38.7	38.2	27453	2032	259	23200	482	114.6	10002	400
8.4	30.0	53.8	41.4	38165	3396	360	32252	658	122.7	13705	548
8.6	35.0	62.0	42.9	44006	4297	415	37188	753	124.5	15989	640

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 · Ny)] / 3 b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, Ny 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: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]			
3.4	2.4	5.3	1.7	17.6	32.3	47.9	14436	4698	0.2	8626	3194
4.4	3.4	7.3	3.9	18.0	74.1	47.2	35793	6445	0.7	12998	4371
5.2	5.5	11.3	4.8	18.6	90.2	55.8	56602	37246	>4	19162	6775
6.6	11.1	21.6	5.9	19.5	101.1	74.6	111826	56952	>4	33758	12942
8.2	21.0	38.7	7.4	20.4	114.6	96.1	243842	72930	>4	57848	23200
8.4	30.0	53.8	8.3	21.0	122.7	100.0	407504	94069	>4	78954	32252
8.6	35.0	62.0	8.5	21.2	124.5	100.0	515611	108466	>4	90359	37188

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] (Janiolkowski, 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 (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-02
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-02				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]
3.4	2.4	5.3	17	23.9	0.8	23.5	19.2	36	6.8	33	23
4.4	3.4	7.3	5	25.4	0.8	24.5	20.0	49	7.2	41	29
5.2	5.5	11.3	4	28.0	1.4	26.8	22.0	76	16.3	62	44
6.6	11.1	21.6	7	32.9	1.6	31.7	26.3	145	25.3	124	89
8.2	21.0	38.7	8	38.2	1.0	37.5	31.5	259	27.3	240	171
8.4	30.0	53.8	1	41.4		38.0	32.0	360		233	166
8.6	35.0	62.0	1	42.9		39.4	33.3	415		269	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-02
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-02				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]
3.4	2.4	5.3	17	23.9	0.8	22.5	22.5	36	6.8	26	26
4.4	3.4	7.3	5	25.4	0.8	22.5	22.5	49	7.2	32	32
5.2	5.5	11.3	4	28.0	1.4	24.7	24.7	76	16.3	49	49
6.6	11.1	21.6	7	32.9	1.6	30.3	30.3	145	25.3	107	107
8.2	21.0	38.7	8	38.2	1.0	36.6	36.6	259	27.3	217	217
8.4	30.0	53.8	1	41.4		36.7	36.7	360		233	233
8.6	35.0	62.0	1	42.9		38.0	38.0	415		269	269

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-02

COMMITTENTE: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-02	PENETROMETRO DPSH

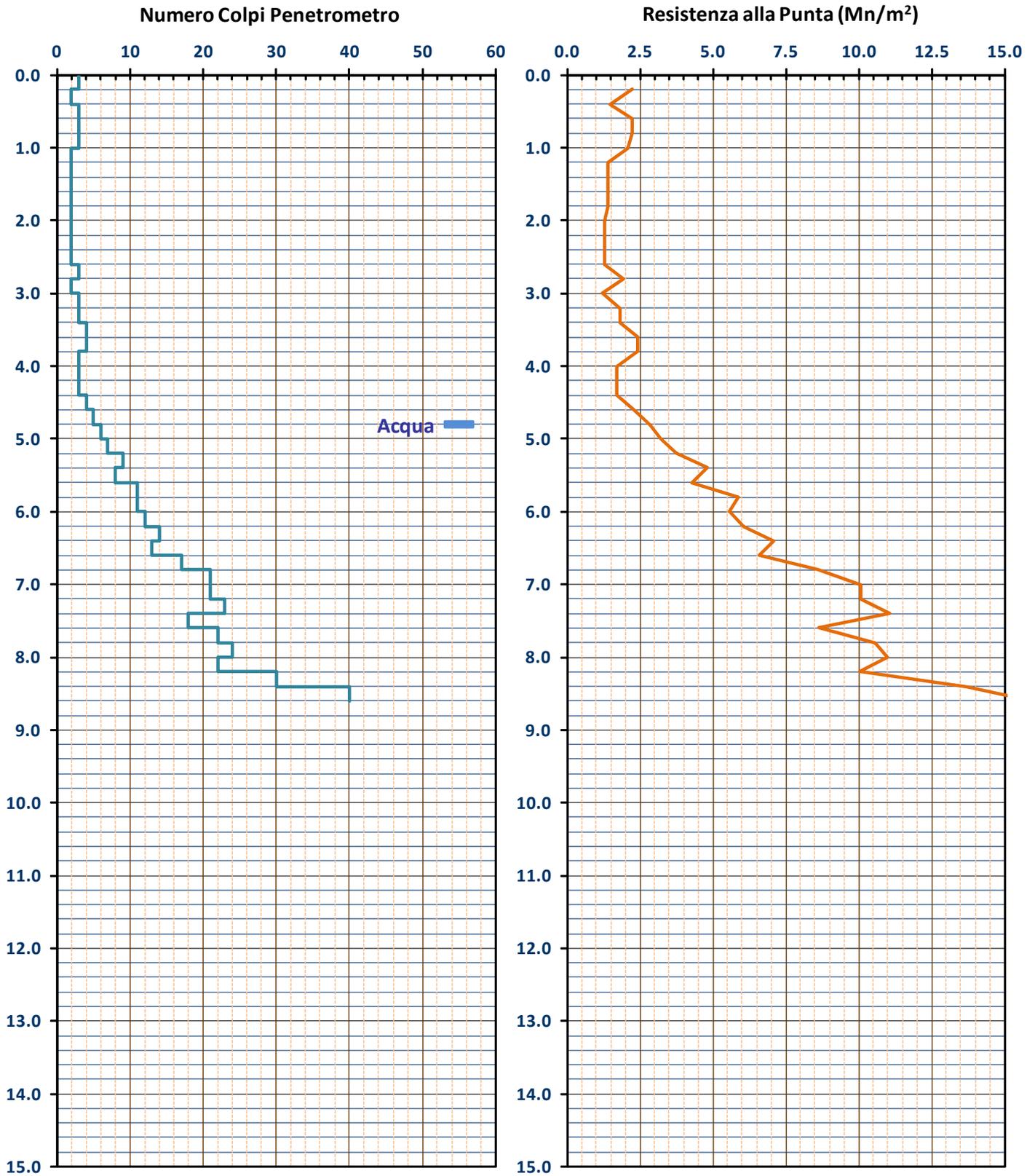




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-02

COMMITTENTE: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-02	PENETROMETRO DPSH

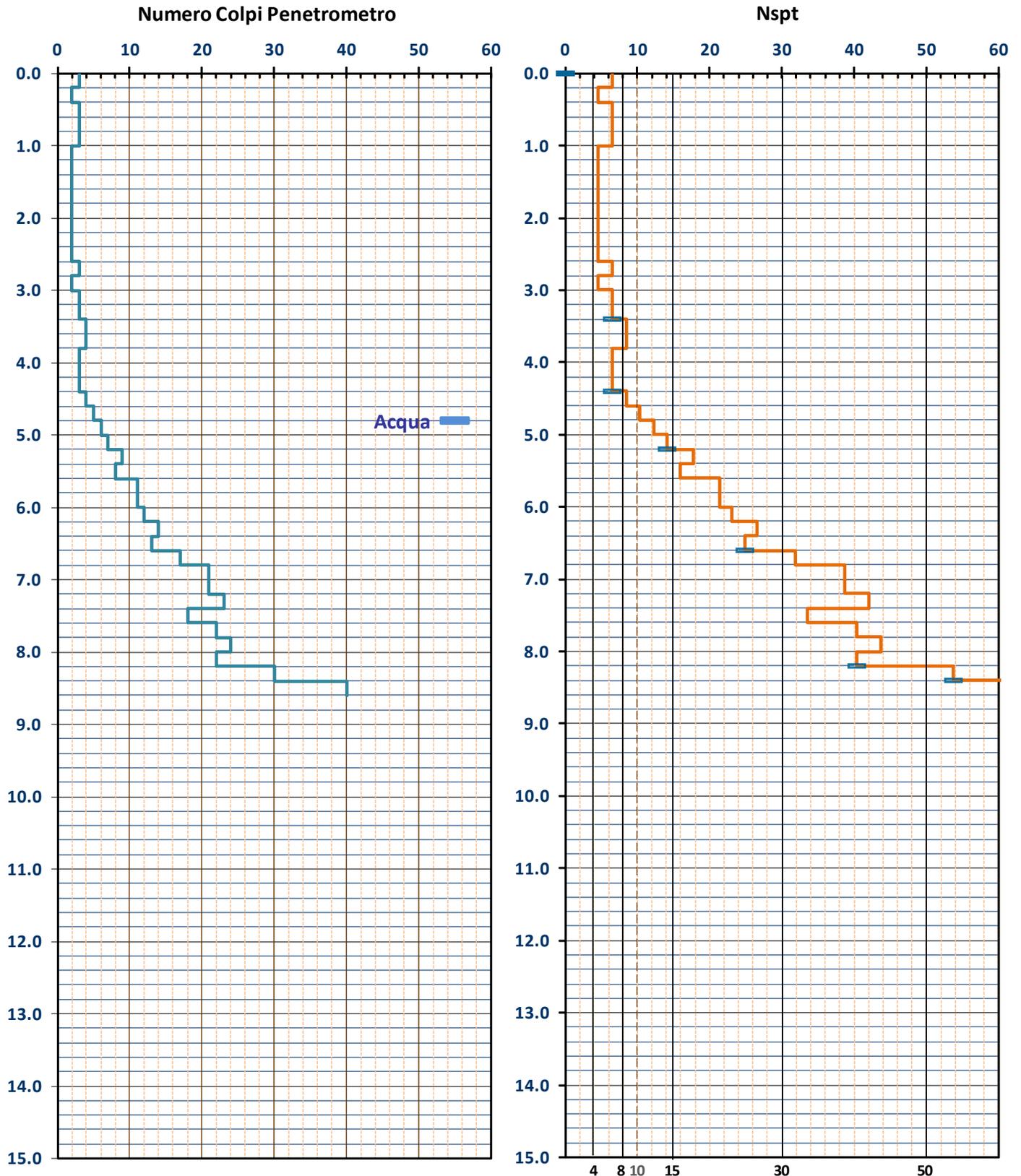




TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH-03

COMMITTENTE: RAINERI			LOCALITA': CROCETTE									
COMUNE: PAVULLO			DATA: 07/07/2015									
NOME FILE: RAINERI DPSH-03			PENETROMETRO DPSH							FALDA 4 m		
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	4	8.5	26.3	6003	34	57	5073	98	1.9	1	2979	119
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	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	4	8.5	26.3	6003	111	57	5073	104	20.9	2	2762	110
1.40	3	6.5	24.9	4618	108	44	3903	83	24.7	2	2071	83
1.60	3	6.5	24.9	4618	121	44	3903	84	28.5	2	2071	83
1.80	2	4.5	23.2	3194	111	30	2699	62	32.3	2	1381	55
2.00	3	6.5	24.9	4618	148	44	3903	87	36.1	3	1930	77
2.20	2	4.5	23.2	3194	134	30	2699	65	39.9	3	1287	51
2.40	3	6.5	24.9	4618	174	44	3903	89	43.7	3	1930	77
2.60	4	8.5	26.3	6003	219	57	5073	113	47.5	3	2574	103
2.80	2	4.5	23.2	3194	167	30	2699	69	51.3	3	1287	51
3.00	3	6.5	24.9	4618	214	44	3903	93	55.1	4	1807	72
3.20	4	8.5	26.3	6003	266	57	5073	117	58.9	4	2410	96
3.40	5	10.4	27.5	7359	323	69	6219	140	62.7	4	3012	120
3.60	5	10.4	27.5	7359	340	69	6219	141	66.5	4	3012	120
3.80	7	14.1	29.5	10011	455	94	8460	185	70.3	4	4217	169
4.00	7	14.1	29.5	10011	477	94	8460	187	74.1	5	3964	159
4.20	9	17.8	31.3	12603	578	119	10651	229	76.9	5	5097	204
4.40	9	17.8	31.3	12603	591	119	10651	230	78.7	5	5097	204
4.60	9	17.8	31.3	12603	604	119	10651	231	80.5	5	5097	204
4.80	9	17.8	31.3	12603	616	119	10651	231	82.3	5	5097	204
5.00	9	17.8	31.3	12603	629	119	10651	232	84.1	6	4809	192
5.20	11	21.3	32.9	15151	776	143	12804	274	85.9	6	5877	235
5.40	11	21.3	32.9	15151	791	143	12804	274	87.7	6	5877	235
5.60	11	21.3	32.9	15151	807	143	12804	275	89.5	6	5877	235
5.80	14	26.6	35.0	18909	1067	178	15980	336	91.3	6	7480	299
6.00	19	35.3	37.4	25045	1482	236	21165	436	93.1	7	9609	384
6.20	24	43.7	39.4	31062	1981	293	26250	534	94.9	7	12137	485
6.40	27	48.8	40.4	34628	2349	327	29263	592	96.7	7	13654	546
6.60	30	53.8	41.4	38165	2763	360	32252	650	98.5	7	15172	607
6.80	35	62.0	42.9	44006	3510	415	37188	745	100.3	7	17700	708

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)	
ϕ° =	$N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^5 + 15$; $N_{spt} > 30 -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification; Carter & Bentley)
Mo =	$710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato]	[kN/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 =	$[(h \cdot \gamma') + (C_u \cdot N_c)] / 3$;	[kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nc=5.14)
R _{dp} =	$M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ =	$(R_{dp} / 15 \div 30)$; Qa = $(R_{pd} / 25)$	[kN/m ²] (Carico Ammissibile, Sanglerat)



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

COMMITTENTE: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]
1.2	4.3	9.1	26.7	6455	77	61	5455	108	11.4	3155	126
3.0	2.8	6.1	24.5	4297	155	41	3631	83	39.9	1815	73
4.0	5.6	11.5	28.1	8149	372	77	6886	154	66.5	3323	133
5.8	10.2	19.9	32.3	14153	718	134	11961	257	84.1	5590	224
6.4	23.3	42.6	39.1	30245	1938	285	25559	521	94.9	11800	472
6.6	30.0	53.8	41.4	38165	2763	360	32252	650	98.5	15172	607
6.8	35.0	62.0	42.9	44006	3510	415	37188	745	100.3	17700	708

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 · Ny)] / 3 b=1 m [kN/m ²] (Qa Terzaghi; Nq, Ny 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: RAINERI						LOCALITA': CROCETTE					
COMUNE: PAVULLO						DATA: 07/07/2015					
NOME FILE RAINERI 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]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [kN/m ³]	Es [kN/m ²]			
1.2	4.3	9.1	0.6	18.3	11.4	70.2	9229	7313	0.8	12979	5455
3.0	2.8	6.1	2.1	17.8	39.9	49.3	18614	5311	0.2	9933	3631
4.0	5.6	11.5	3.5	18.6	66.5	60.9	44672	9605	0.7	18470	6886
5.8	10.2	19.9	4.9	19.4	84.1	75.5	86112	51958	>4	30824	11961
6.4	23.3	42.6	6.1	20.6	94.9	100.0	232512	74547	>4	62476	25559
6.6	30.0	53.8	6.5	21.0	98.5	100.0	331533	94069	>4	77986	32252
6.8	35.0	62.0	6.7	21.2	100.3	100.0	421248	108466	>4	89391	37188

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] (Janiolkowski, 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 (C_u , ϕ) - PROVA PENETROMETRICA DPSH-03
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-03				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]
1.2	4.3	9.1	6	26.7	0.6	26.1	21.4	61	6.6	55	39
3.0	2.8	6.1	9	24.5	1.0	23.8	19.4	41	8.9	35	25
4.0	5.6	11.5	5	28.1	1.4	27.0	22.2	77	16.9	64	46
5.8	10.2	19.9	9	32.3	1.3	31.4	26.0	134	20.5	120	86
6.4	23.3	42.6	3	39.1	1.6	37.2	31.3	285	45.7	225	161
6.6	30.0	53.8	1	41.4		38.0	32.0	360		233	166
6.8	35.0	62.0	1	42.9		39.4	33.3	415		269	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-03
(valori caratteristici e di progetto (M1) per pali)

COMMITTENTE: RAINERI				LOCALITA': CROCETTE							
COMUNE: PAVULLO				DATA: 07/07/2015							
NOME FILE RAINERI DPSH-03				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]
1.2	4.3	9.1	6	26.7	0.6	25.6	25.6	61	6.6	51	51
3.0	2.8	6.1	9	24.5	1.0	22.8	22.8	41	8.9	28	28
4.0	5.6	11.5	5	28.1	1.4	24.8	24.8	77	16.9	50	50
5.8	10.2	19.9	9	32.3	1.3	30.1	30.1	134	20.5	103	103
6.4	23.3	42.6	3	39.1	1.6	34.6	34.6	285	45.7	185	185
6.6	30.0	53.8	1	41.4		36.7	36.7	360		233	233
6.8	35.0	62.0	1	42.9		38.0	38.0	415		269	269

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: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-03	PENETROMETRO DPSH

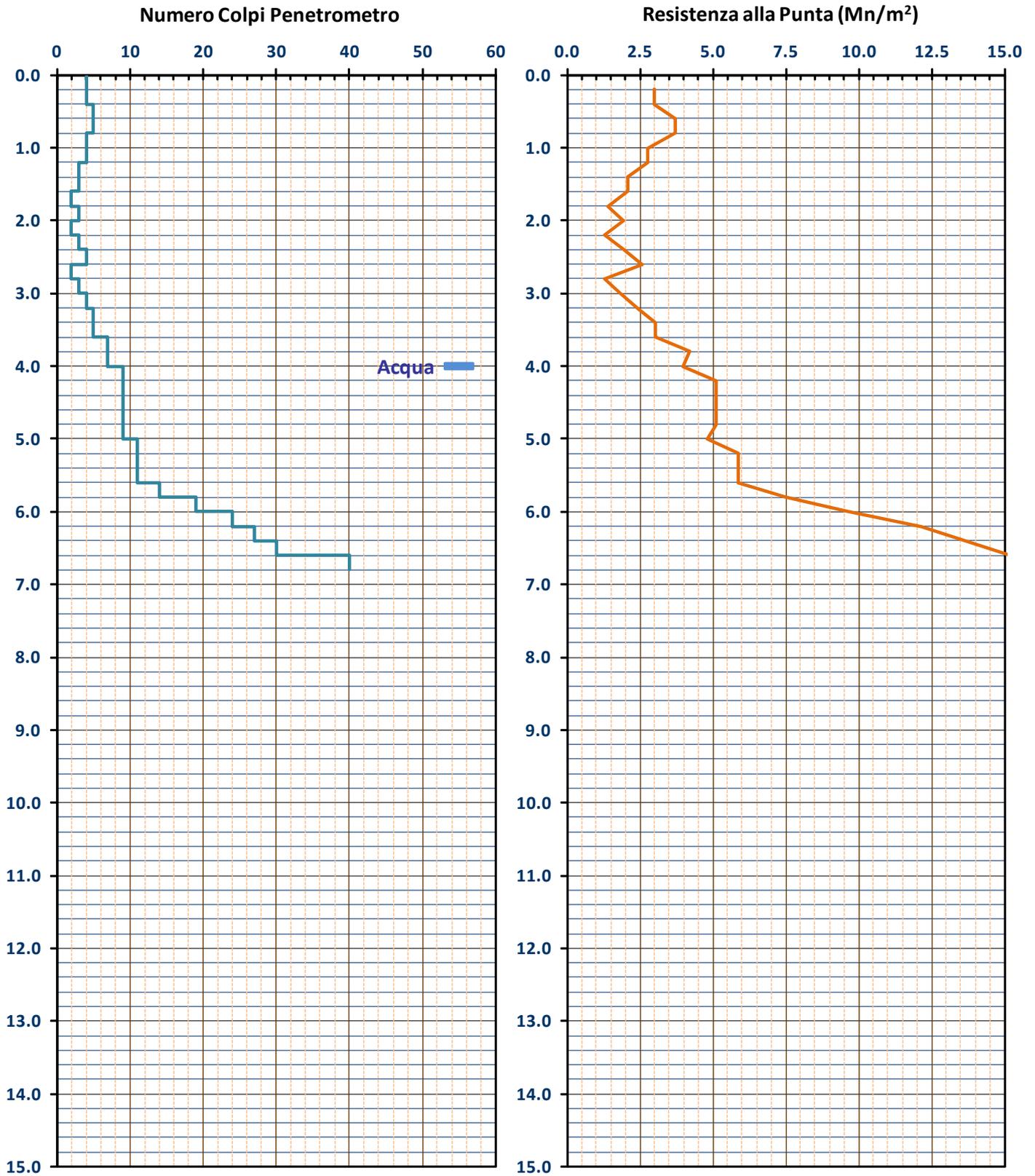
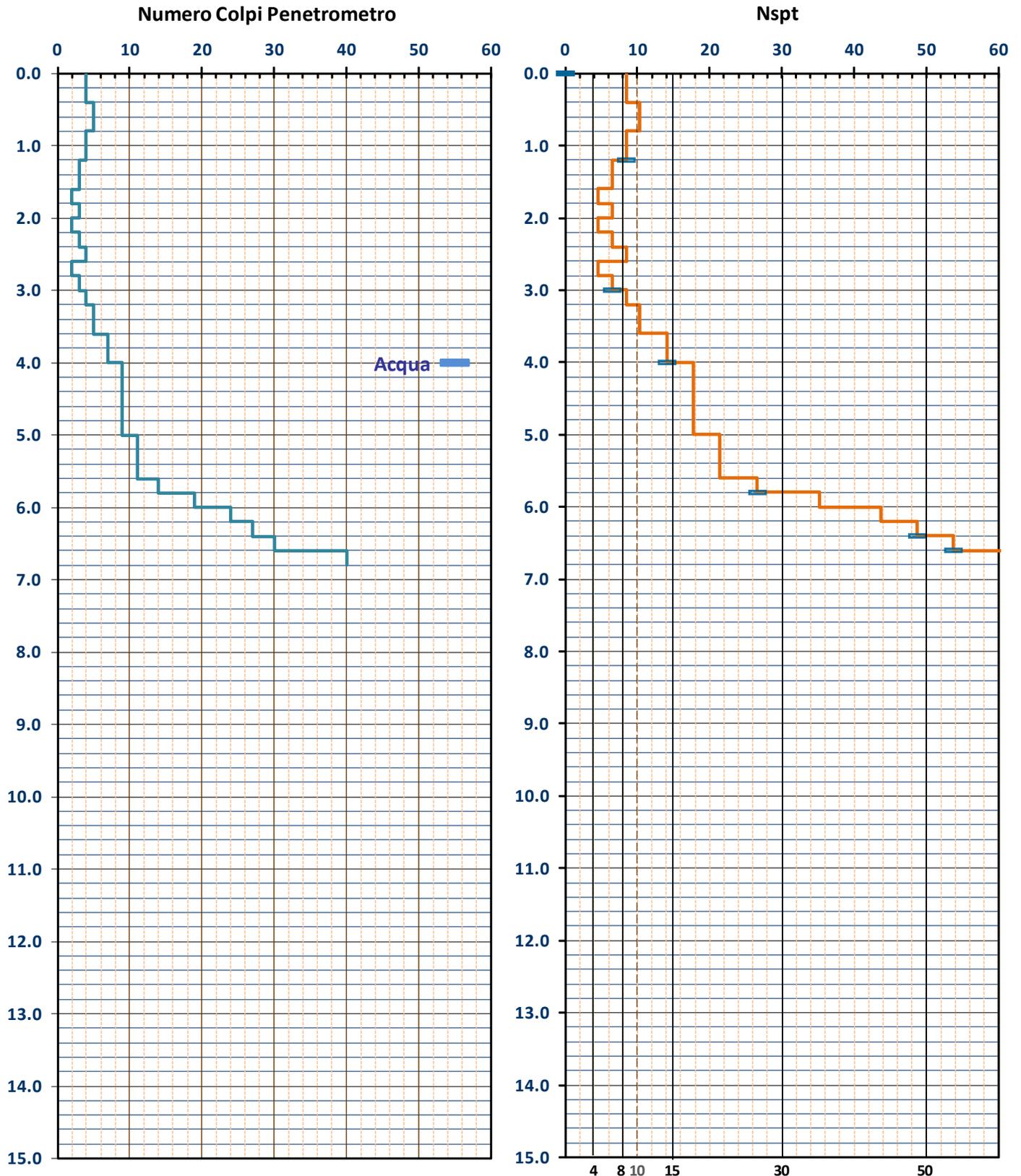




GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DPSH-03

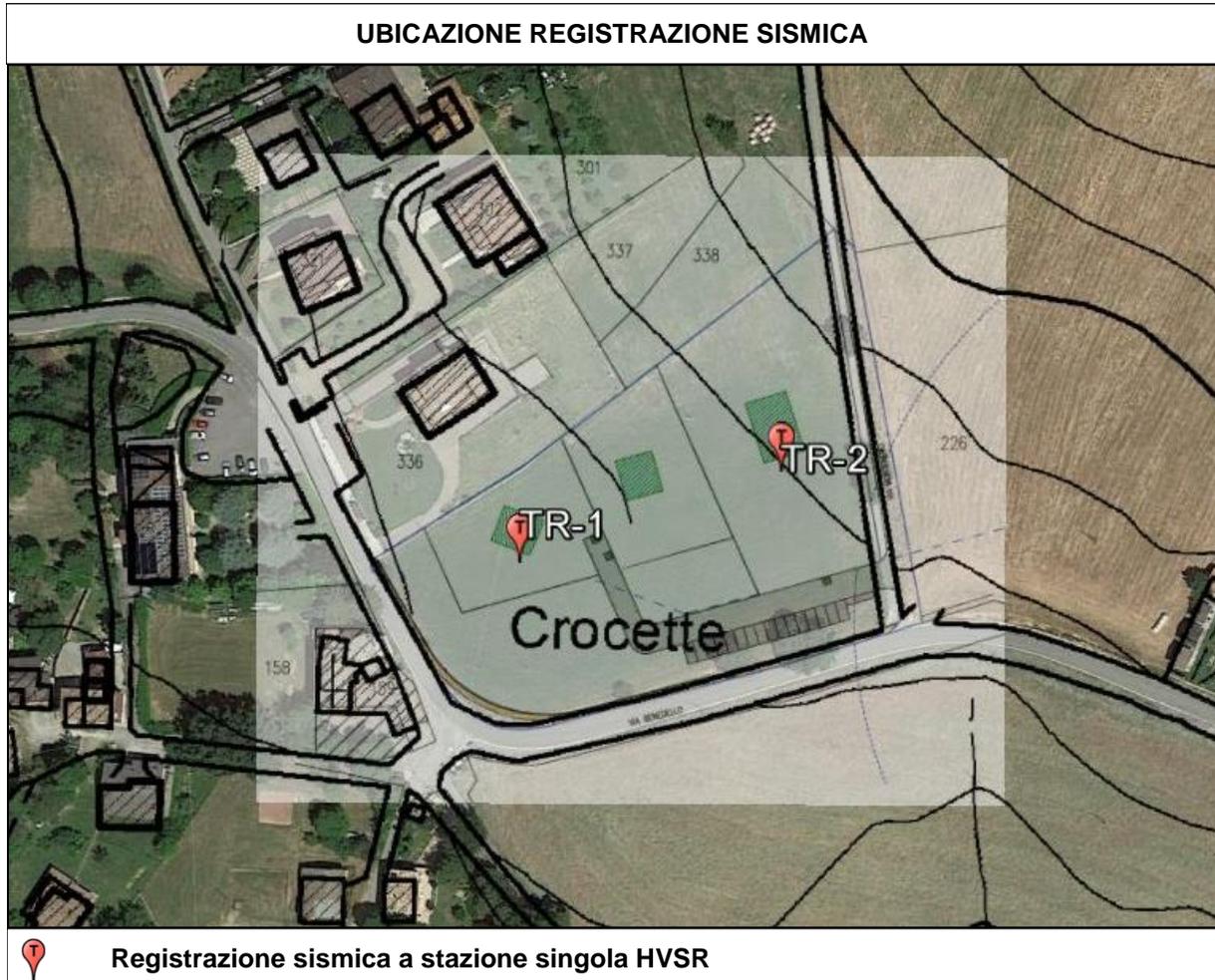
COMMITTENTE: RAINERI	LOCALITA' : CROCETTE
COMUNE: PAVULLO	DATA: 07/07/2015
NOME FILE: RAINERI DPSH-03	PENETROMETRO DPSH





ALLEGATO B

Registrazioni Sismiche - Parametri Sismici



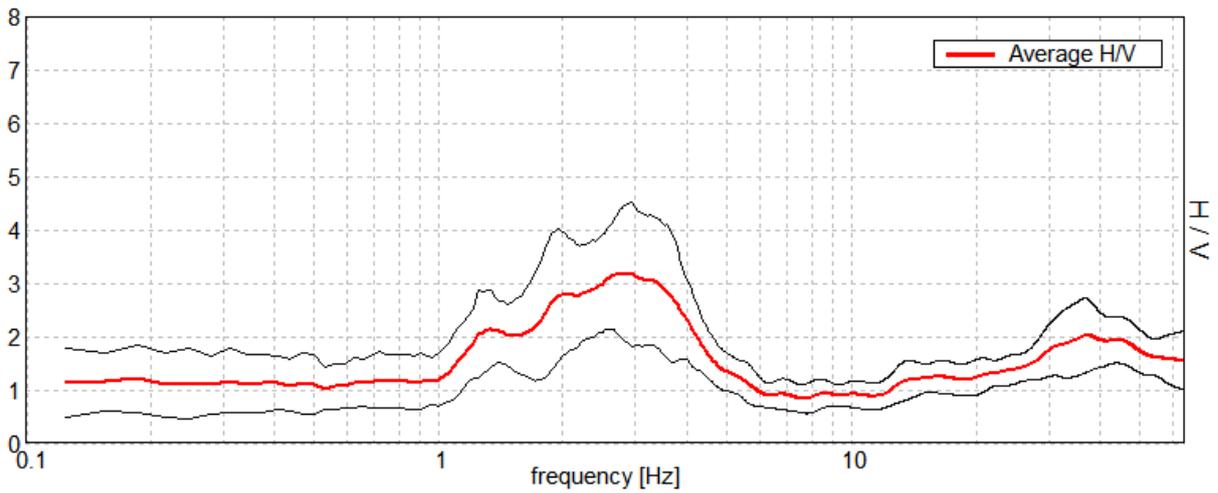


15_046

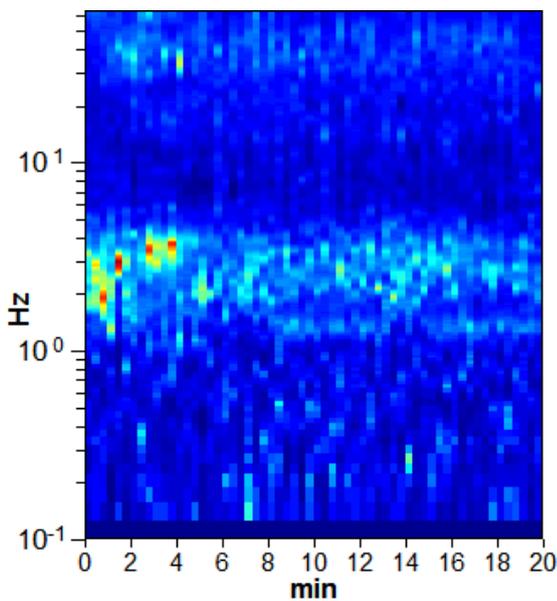
TR_01

Instrument: TRS-0016/01-06
Start recording: 07/07/15 12:40:42 End recording: 07/07/15 13:00:43
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°50.9550 E, 44°21.1281 N (837.3 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%

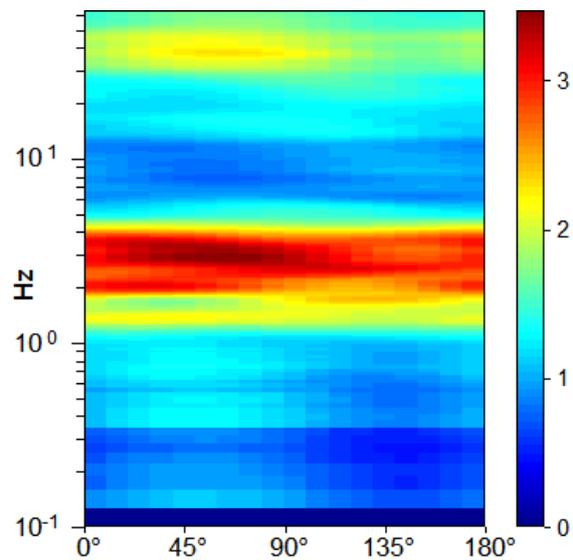
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 2.75 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

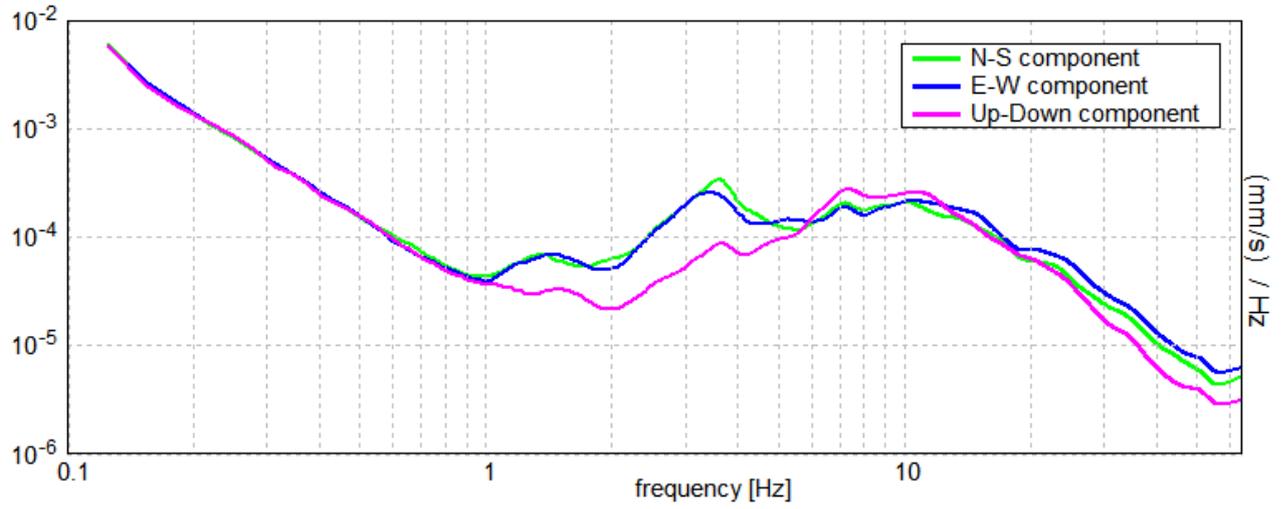


DIRECTIONAL H/V



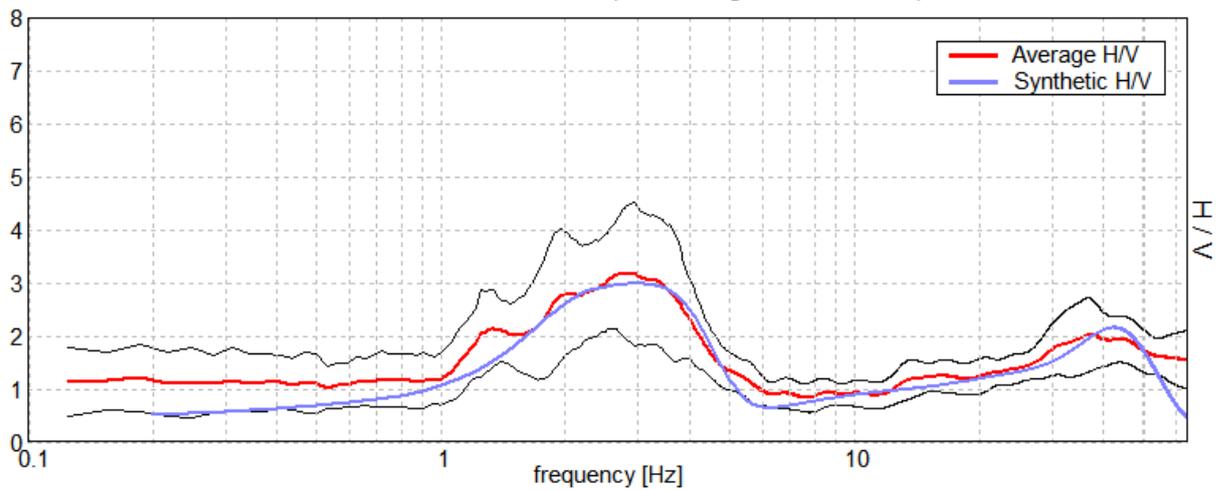


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

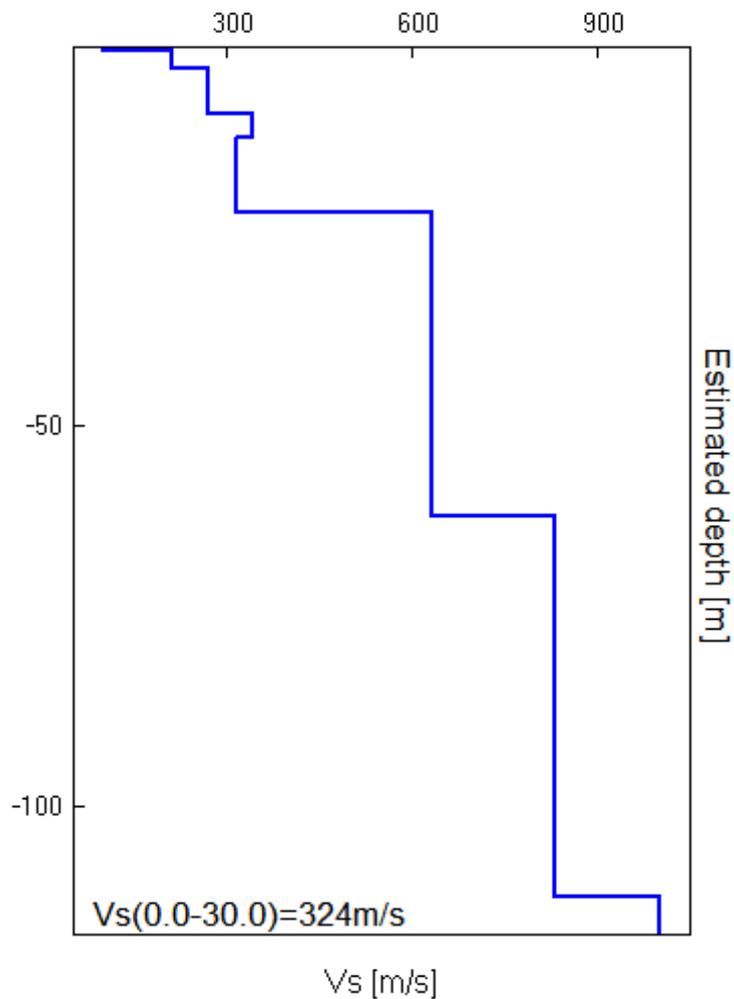
Max. H/V at 2.75 ± 0.07 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	100	0.40
2.90	2.30	210	0.35
8.90	6.00	270	0.35
11.90	3.00	340	0.35
21.90	10.00	315	0.35
61.90	40.00	630	0.35
111.90	50.00	830	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(0.0-30.0)=324m/s





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

Max. H/V at 2.75 ± 0.07 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	$2.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3300.0 > 200$	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 133 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.125 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.19 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01187 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.03263 < 0.1375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5831 < 1.58$	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

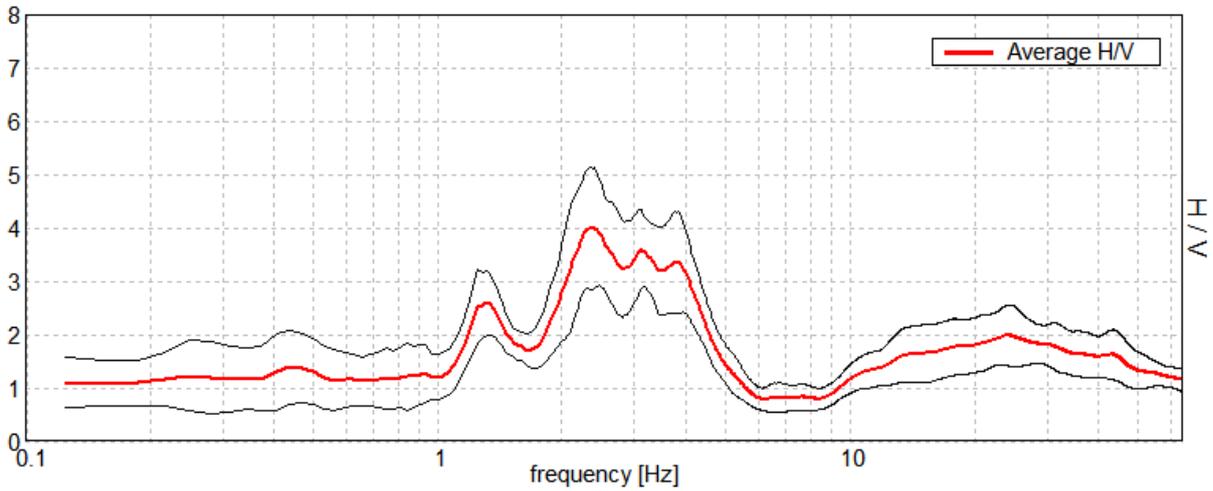


15_046

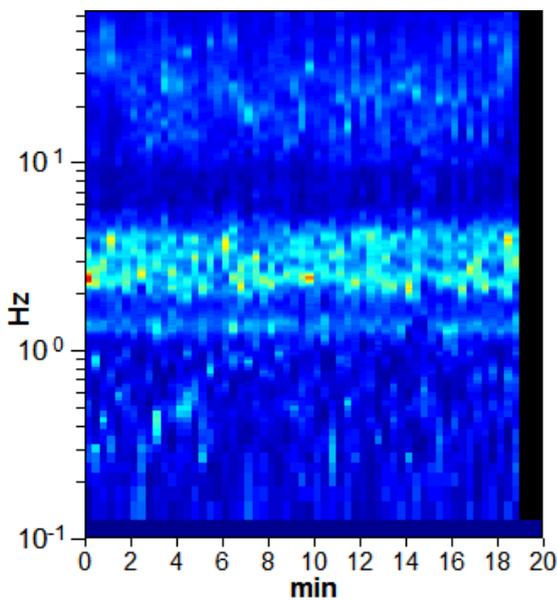
TR_02

Instrument: TRS-0016/01-06
Start recording: 07/07/15 13:08:48 End recording: 07/07/15 13:28:49
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
GPS location: 010°51.0056 E, 44°21.1406 N (837.0 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 95% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

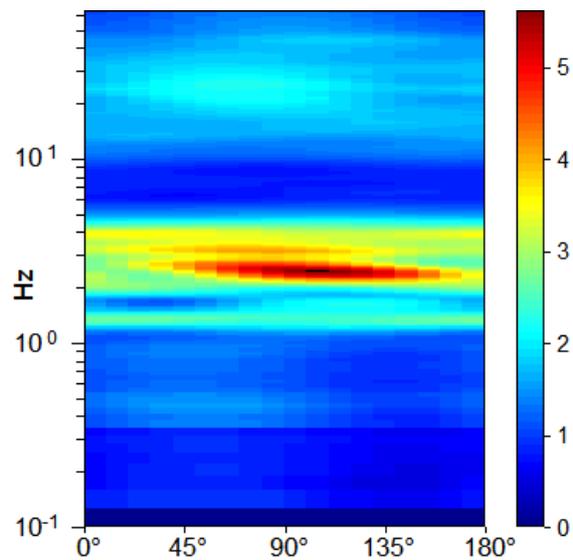
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 2.41 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

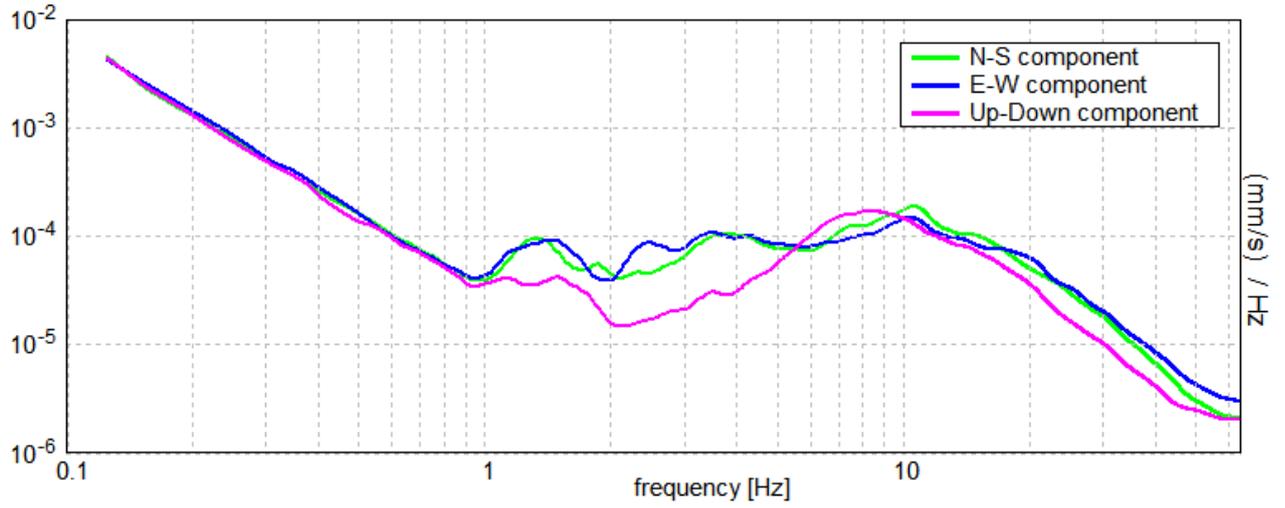


DIRECTIONAL H/V



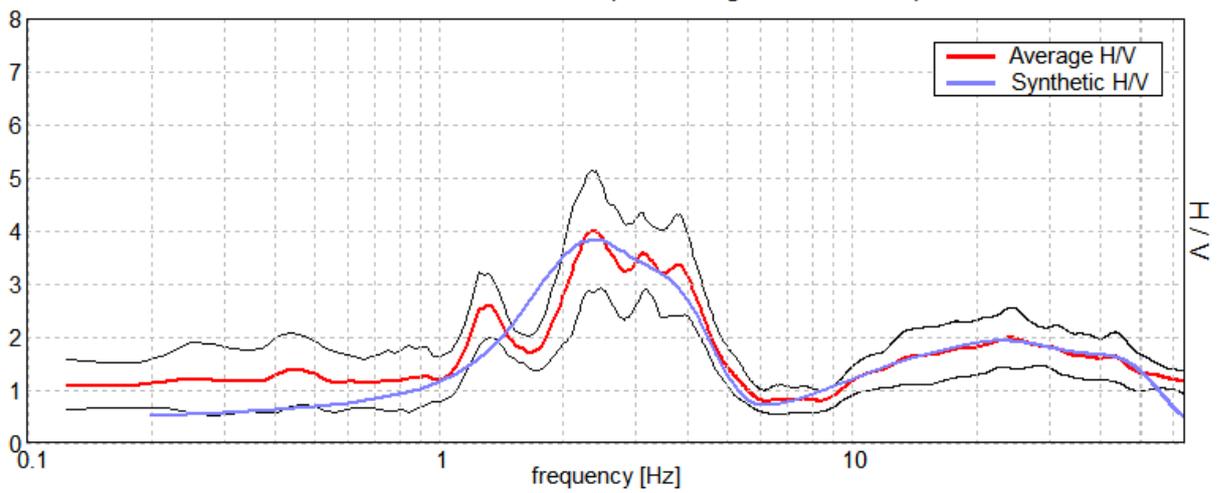


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

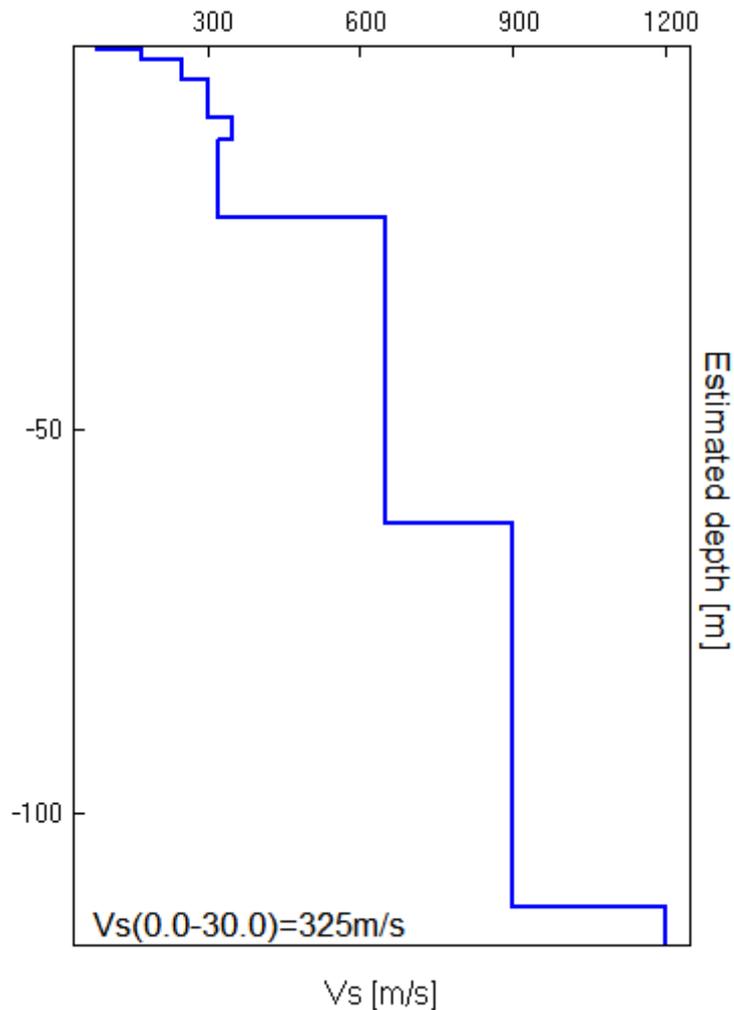
Max. H/V at 2.41 ± 0.01 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	85	0.40
1.90	1.40	170	0.40
4.40	2.50	250	0.37
9.40	5.00	300	0.35
12.40	3.00	350	0.35
22.40	10.00	320	0.35
62.40	40.00	650	0.35
112.40	50.00	900	0.35
inf.	inf.	1200	0.35

Vs(0.0-30.0)=325m/s





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

Max. H/V at 2.41 ± 0.01 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	2.41 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2743.1 > 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 116 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.594 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.99 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00241 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0058 < 0.12031	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5585 < 1.58	OK	

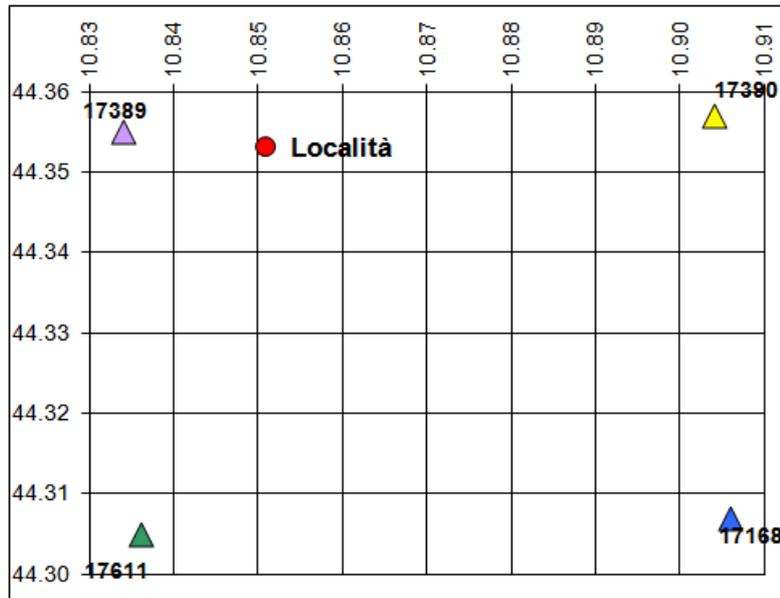
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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	
	[°]	[°]	[°]	[km]
Località	10.8508	44.3532	0.0001	0.014

Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo				
ID	LON	LAT	DIST [°]	[km]
17389	10.834	44.355	0.012	1.351
17390	10.904	44.357	0.038	4.256
17611	10.836	44.305	0.049	5.492
17612	10.906	44.307	0.061	6.765



CARATTERISTICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	S_T	1.0
Categoria suolo		C

VITA DELLA STRUTTURA

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

PARAMETRI SISMICI

	SL	P _{VR}	T _R	a _g	F _o	T _C *
SLE	Operatività	81%	30	0.056	2.50	0.25
SLE	Danno	63%	50	0.069	2.50	0.26
SLU	Salv. Vita	10%	475	0.159	2.52	0.29
SLU	Collasso	5%	975	0.200	2.52	0.30

S	T _b	T _C	T _D	F _V
1.500	0.138	0.415	1.824	0.798
1.500	0.143	0.429	1.878	0.888
1.460	0.153	0.458	2.236	1.354
1.398	0.156	0.469	2.399	1.522



SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)

Tr = 975 anni (SLC)

