

COMUNE DI PAVULLO NEL FRIGNANO
PROVINCIA DI MODENA

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA
AMBITO ASP 2.7 DI RILIEVO SOVRACOMUNALE SITO
IN LOCALITA' CASA ZANAROLI-CA' DEL LUPO E DENOMINATO
" POLO ARTIGIANALE – INDUSTRIALE ESTENSE"

COMMITTENTI:

COMPARTO D3

WOLF srl

COMPARTO D3/1

ROSINI BRUNO

RANIERI TERESA

SOC."ERRECOMPANYsrl"

SOC."MORANDI IMMOBILIARE SPA"

ROSINI MARIA

BARATTINI GIANNI

SOC."ROSINI & BARATTNI snc"

DITTA INDIV. ROSINI ANTONIO

SEGUE COMPARTO D3/1

BENEDETTI DONATELLO

BONECCHI ANTONELLA

VENTURELLI ENRICO

IMMOBILIARE FRIGNANO s.r.l.

COMPARTO D3/2

FLORINI EMER

DE MARIA MAFALDA

SOC.IMM.RE "FEDERICA srl"

	Studio Tecnico di progettazione, consulenza, pratiche catastali Studio Borelli, Via Giardini Sud, 6 41026 Pavullo nel Frignano (Mo) Tel. 0536/20880 – Fax 0536/327434 E-mail: studioborelli@libero.it
---	---

PROGETTISTI E D.L.

ING. ENZO BORELLI

 Progettare intorno all'Uomo	Sede di Pavullo n/F 41026 - Via Giardini Sud, 52 - tel. 0536 21643 - fax 0536 23684 Sede di Modena 41100 - Via Vignolesse, 1175/6 - tel. 059 468364 - fax 059 469649 www.cooprocon.it - studio@cooprocon.it
--	--

ING. ADRIANO VANDELLI

	studio tecnico Via per Serramazzoni n.3 Pavullo n/F (MO) Tel. 0536/51269 2lr.a. Telefax 0536/51261 E-mail: studiotechnico.fb@tiscalinet.it
---	---

ING. EMER FLORINI

CLAUDIO PEDRETTI ARCHITETTO Studio: via A. Volta, 8/aa - 41012 CARPI Tel. 059/654290 - Part. Iva 01477750366

ARCH. CLAUDIO PEDRETTI

TAV.

23

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

DATA:

NOVEMBRE 2011

SCALA:

CATALOG.:

AGGIORNAMENTO:



INDICE

1. RELAZIONE GEOLOGICA

- 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
- 1.7 STRATIGRAFIA DEI COMPARTI
- 1.8 CLASSIFICAZIONE SISMICA
 - 1.8.1 Classificazione del suolo in base alle Vs30
 - 1.8.2 Spettro di risposta elastico
 - 1.8.3 Microzonazione sismica - Il livello di approfondimento

2. RELAZIONE GEOTECNICA

- 2.1 DATI DI PROGETTO
 - 2.1.1 Introduzione
 - 2.1.2 Parametri caratteristici e di progetto
- 2.2 CALCOLI DI STABILITA'
 - 2.2.1 Risultati sui Calcoli di Stabilità
 - 2.2.2 Considerazioni sui risultati dei Calcoli di Stabilità
- 2.3 PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI

3. CONCLUSIONI

RIFERIMENTI NORMATIVI

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

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

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



RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:25000.
TAVOLA 236-NO

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:10000.
SEZIONE 236020

CARTOGRAFIA CTR Scala 1:5000.
ELEMENTO 236021

ESTRATTO CATASTALE Scala 1:2000. PAVULLO NEL FRIGNANO.

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 236020

CARTA GEOLOGICA PROGETTO CARG a Scala 1:10000.
SEZIONE 236020

CARTA DEL DISSESTO (PTCP).
SEZIONE 236020

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 CARG con Prove Geognostiche (scala 1:5000)
- TAV. 9 - Planimetria comparto D3 con prove e tracce di sezione
- TAV. 9b - Sezioni comparto D3 con prove geognostiche
- TAV. 10 - Planimetria comparto D3-1 con prove e tracce di sezione
- TAV. 10b - Sezioni comparto D3-1 con prove geognostiche
- TAV. 11 - Planimetria comparto D3-2 con prove e tracce di sezione
- TAV. 11b - Sezioni comparto D3-2 con prove geognostiche

ALLEGATO A - Prove Penetrometriche Dinamiche

ALLEGATO B - Registrazioni Sismiche e Spettro Elastico.

ALLEGATO C - Microzonazione sismica - Il livello di approfondimento

ALLEGATO D - Calcoli di stabilità dei versanti

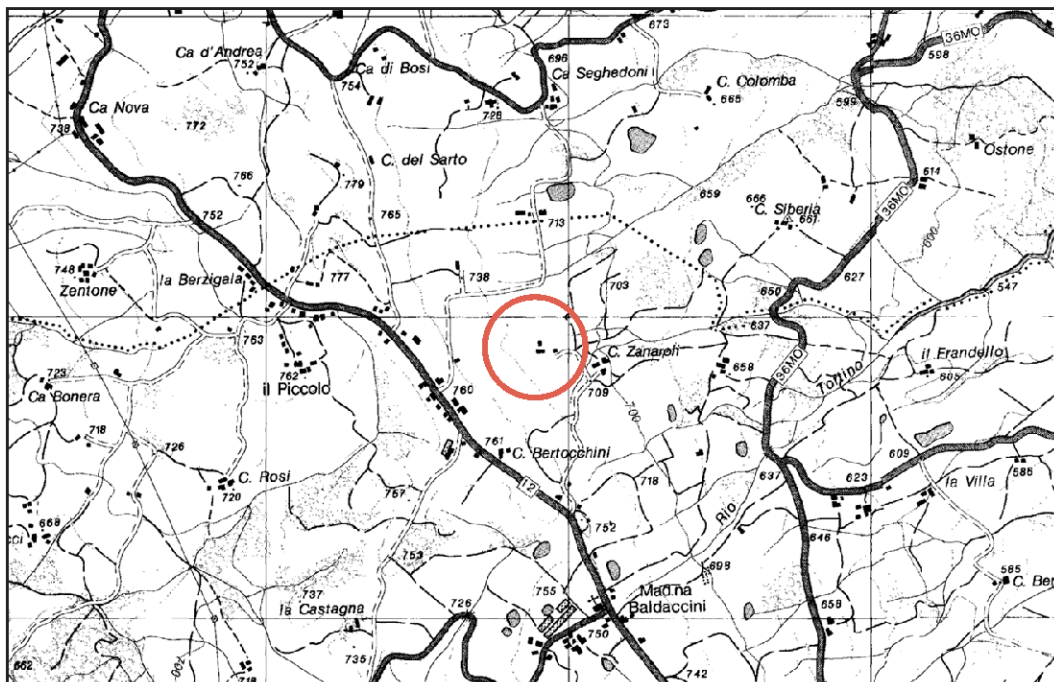


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:25'000

TAVOLA 236no

TAV. 1

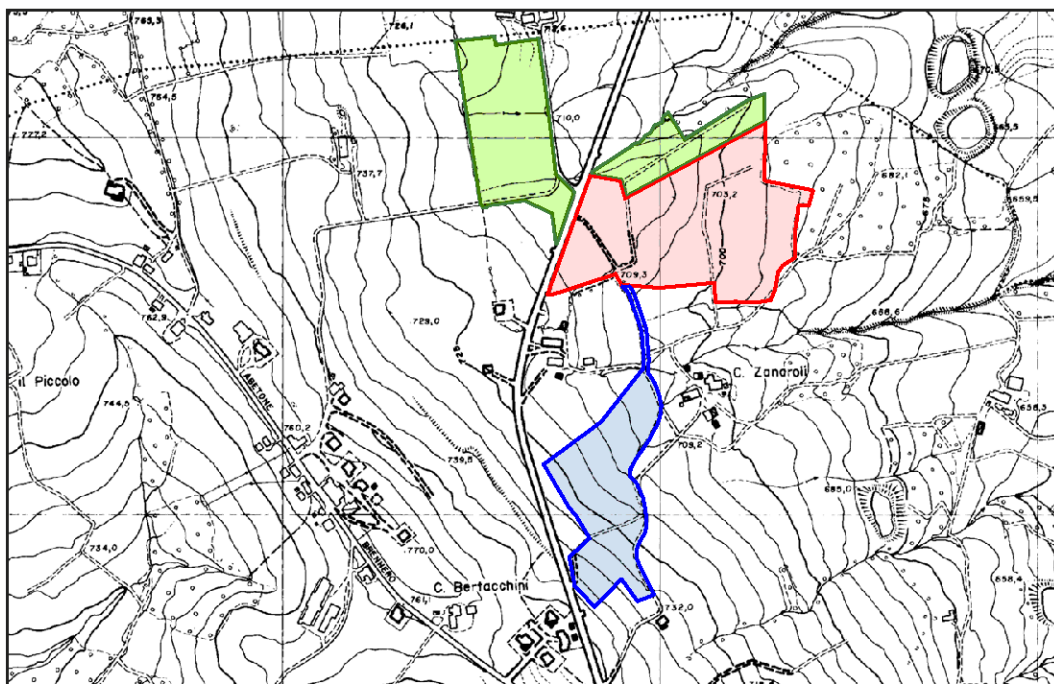


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:10'000

SEZIONE 236020

TAV. 2



UBICAZIONE DEL SITO

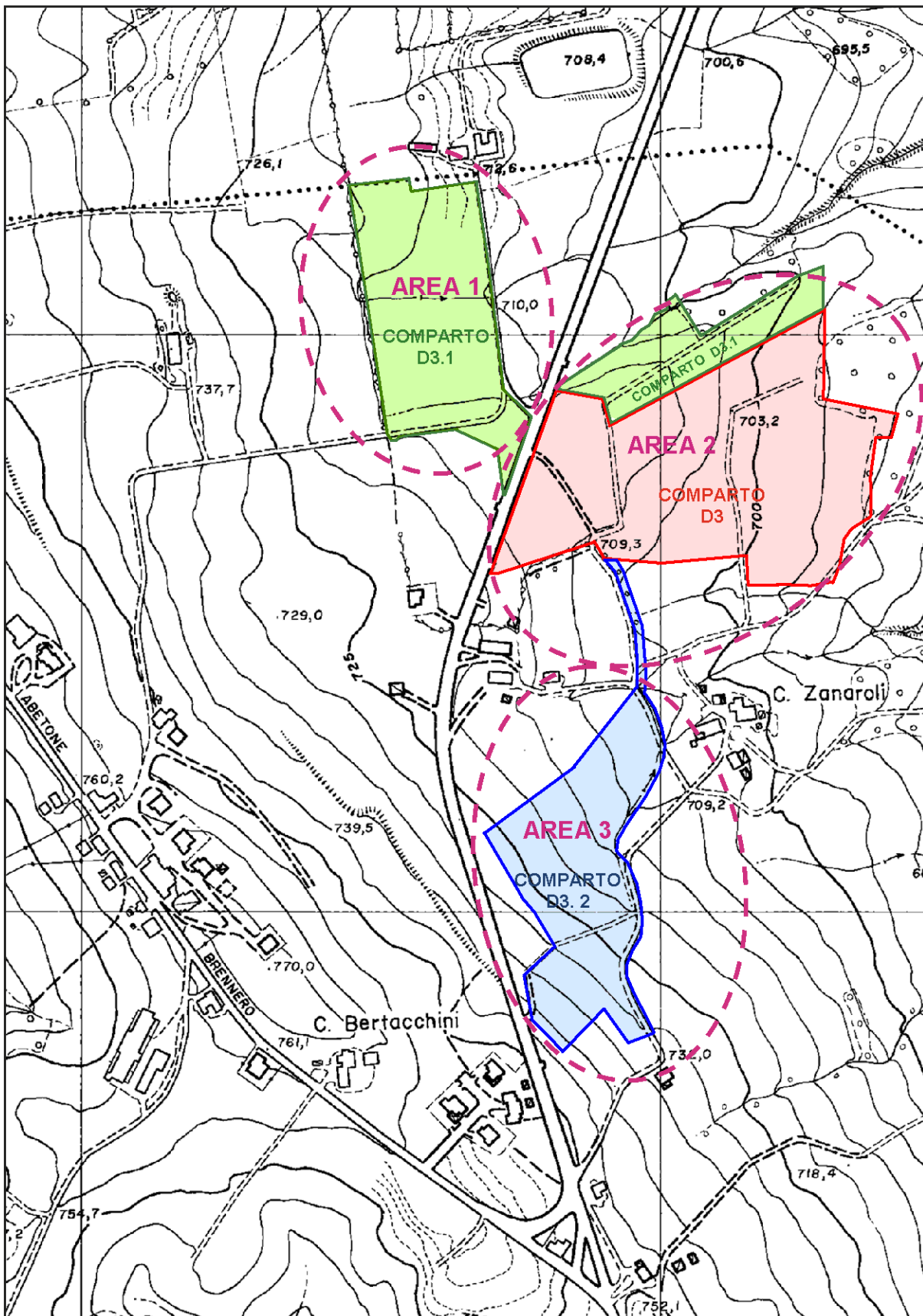


CARTOGRAFIA C.T.R.

Scala 1:5'000

ELEMENTO 236021

TAV. 3

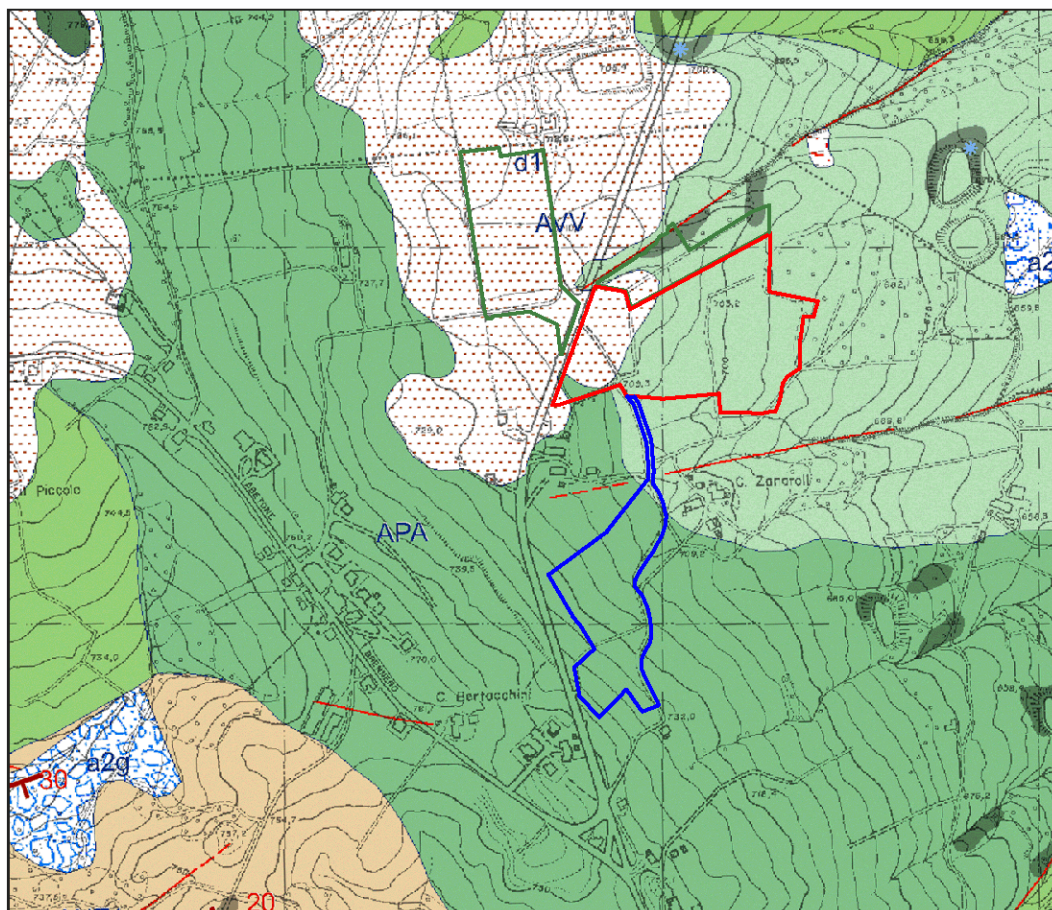




CARTA GEOLOGICA CARG













Scala 1:10'000

TAV. 4









DESCRIZIONE DELLE UNITA' GEOLOGICHE PRESENTI IN CARTA







Depositi quaternari continentali

-  a1 - Deposito di frana attiva di tipo indeterminato
-  a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
-  a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento
-  a1g - Deposito di frana attiva complessa
-  a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
-  a2c - Deposito di frana quiescente per espansione laterale
-  a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento
-  a2g - Deposito di frana quiescente complessa
-  a2h - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco o
-  a3 - Deposito di versante s.l.
-  a4 - Deposito eluvio-colluviale
-  d1 - Deposito eolico

Successione epiligure

-  PAT - Formazione di Pantano
-  PAT2 - Formazione di Pantano - membro di Montecuccolo
-  PAT1 - Formazione di Pantano - membri di Sassoguidano
-  CTG - Formazione di Contignaco
-  MVT - Erecce argillose della Val Tiepido-Canossa
-  ANT - Marne di Antognola

Unità liguri

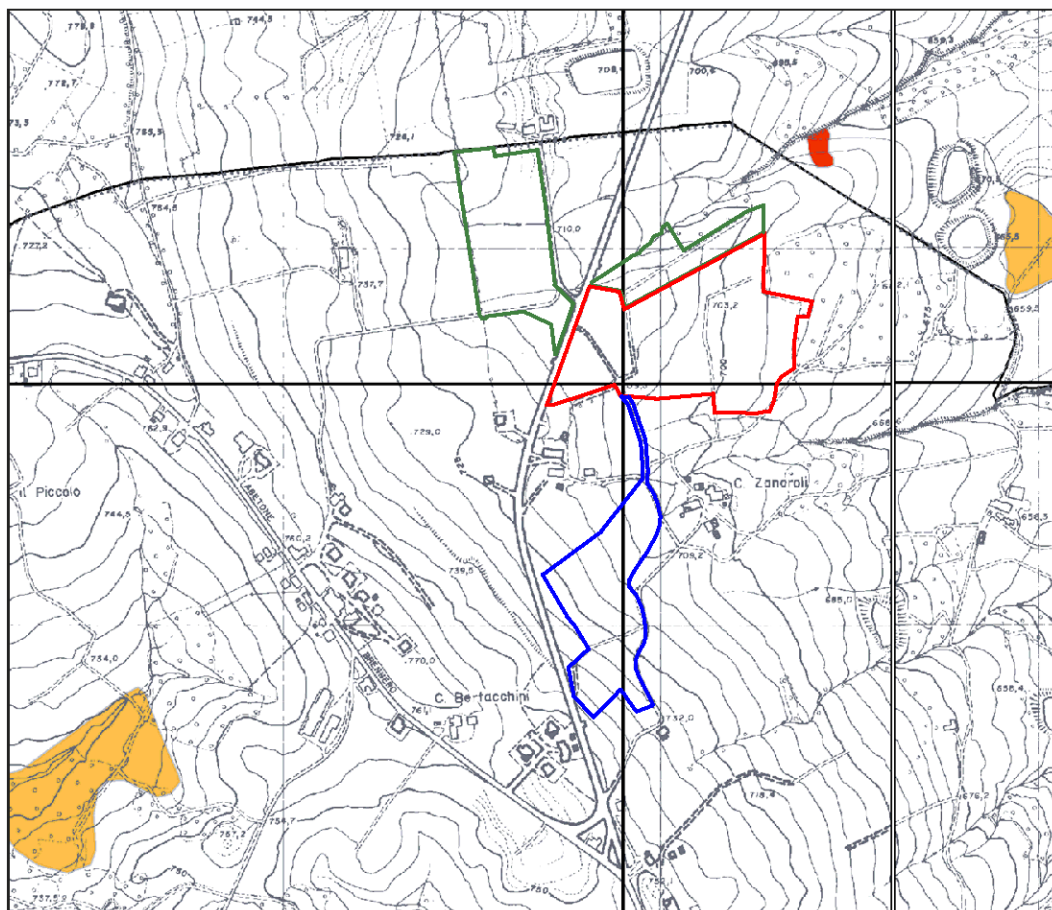
-  AVI - Argille di Viano
-  MCS - FLYSCH di Monte Cassio
-  MOH - Formazione di Monghidoro
-  MOV - Formazione di Monte Venere
-  AVV - Argille Varicolori di Cassio
-  SCB - Arenarie di Scabiazza



CARTA DEL DISSESTO PTCP

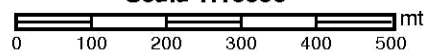
Scala 1:10'000

TAV. 5



PTCP Provincia di Modena
Carta del Dissesto

Scala 1:10000



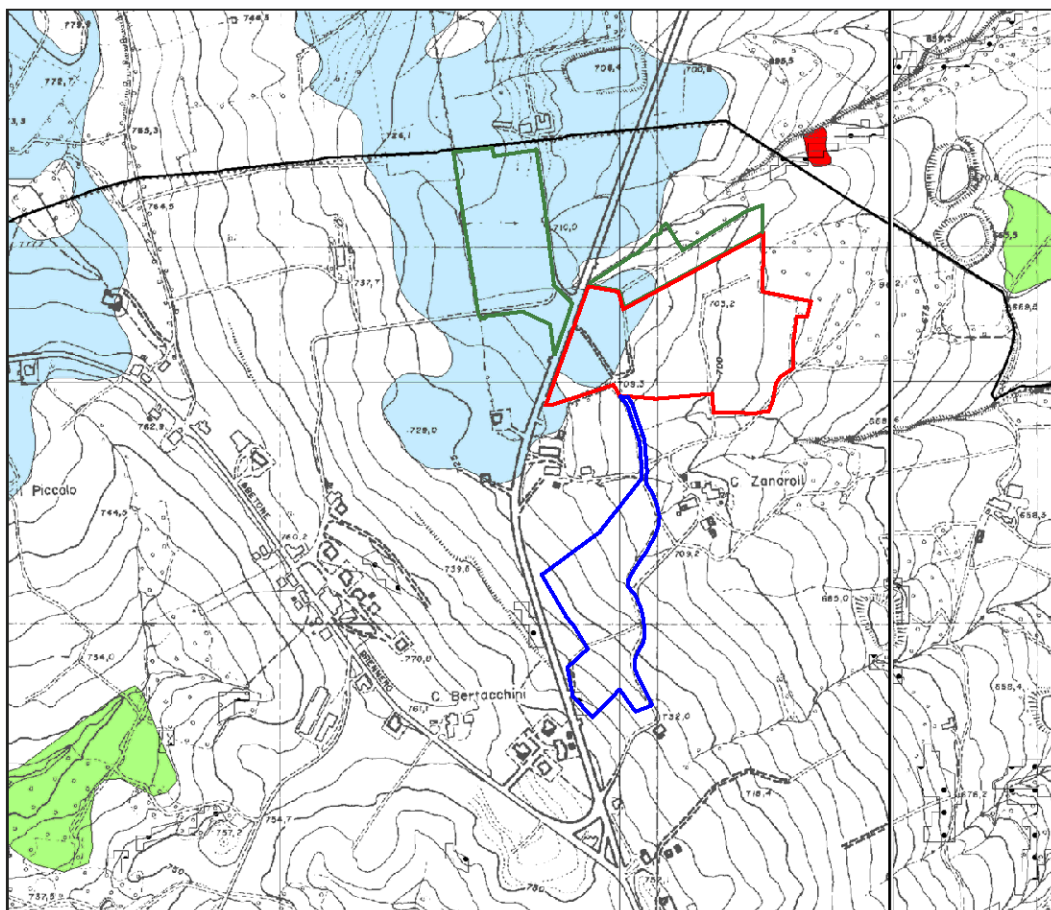
VOCI DI LEGENDA			
Zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di dissesto e instabilità			
		Aree interessate da frane attive	Art.26
		Aree interessate da frane quiescenti	
Zone ed elementi caratterizzati da potenziale instabilità			
		Aree potenzialmente instabili	Art.27
Aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato			
	Codice scheda Elab. 4 NR	Abitati da consolidare o da trasferire (perimetrazione approvata ai sensi dell'art.29 comma 2 del PTPR)	Art.29
		Aree a rischio idrogeologico molto elevato	Art.29A
		Aree a rischio da frana perimetrate e zonizzate a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3)	Art.29B



CARTA DEL RISCHIO SISMICO

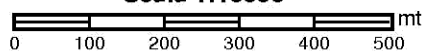
Scala 1:10'000

TAV. 6



PTCP Provincia di Modena
Aree Suscettibili di effetti locali

Scala 1:10000



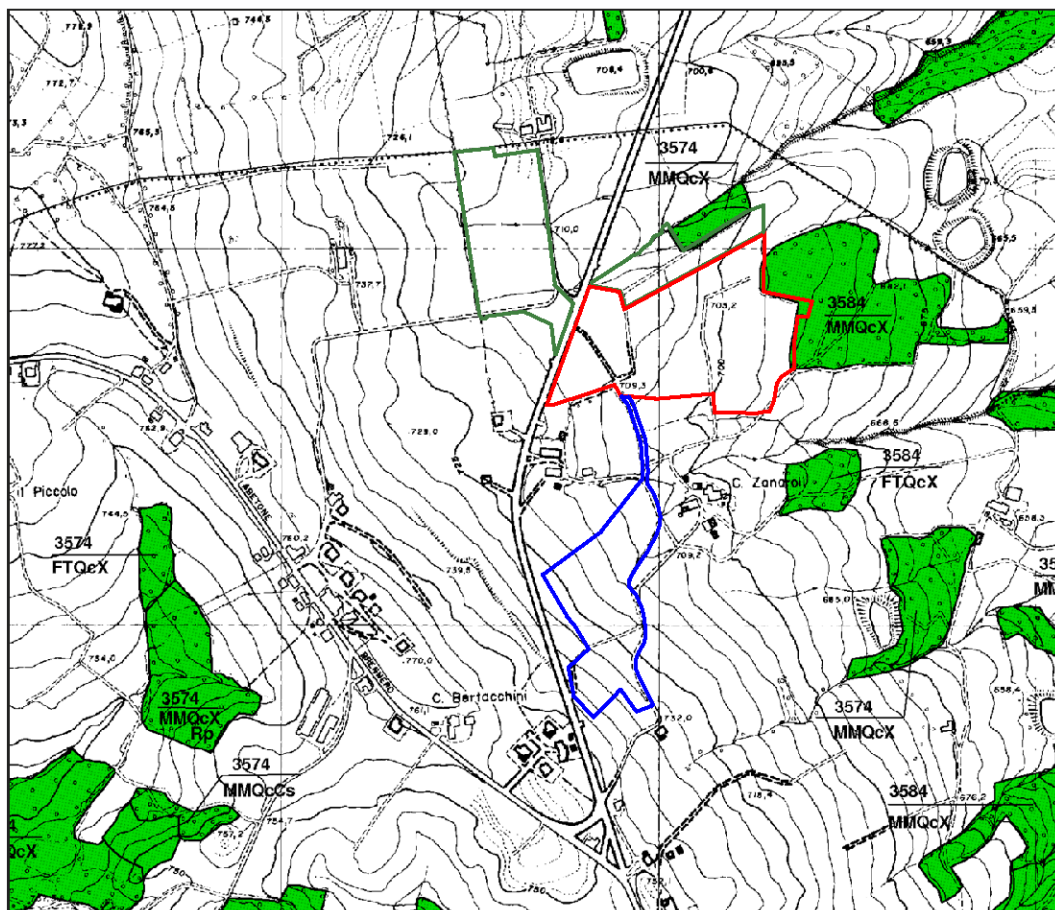
Effetti attesi	
1	<p>Area instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <i>studi</i>': valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche (nei casi in cui siano ammessi interventi); <i>microzonazione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



CARTA FORESTALE PTCP

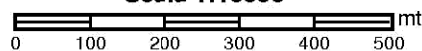
Scala 1:10'000

TAV. 7





PTCP Provincia di Modena
Carta Forestale

Scala 1:10000



LEGENDA

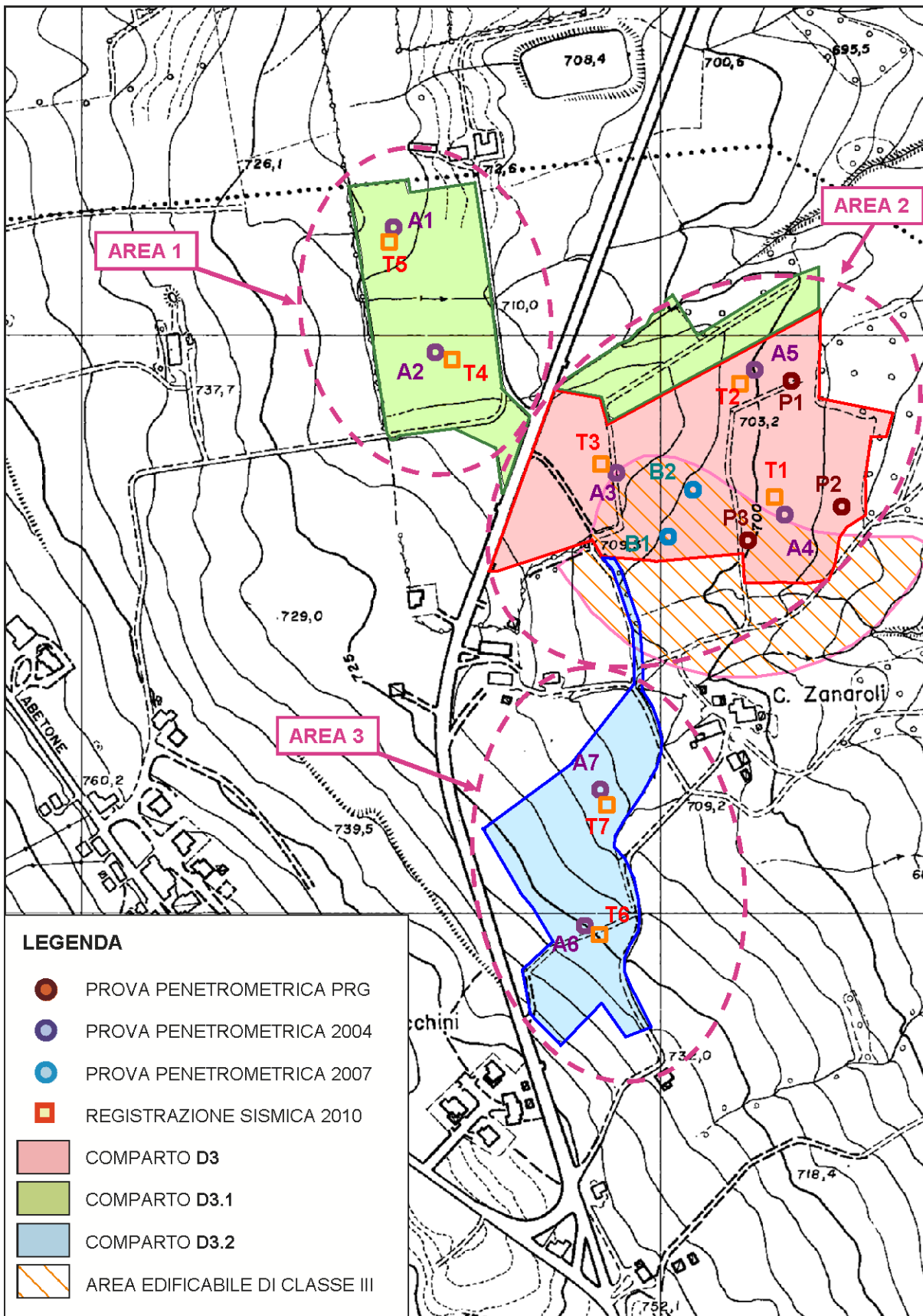
-  Area Forestale
-  Area Agricola: colture permanenti
-  Area Urbana: parco e/o giardino



CARTA CTR CON PROVE GEOGNOSTICHE

Scala 1:5000

TAV. 8



LEGENDA

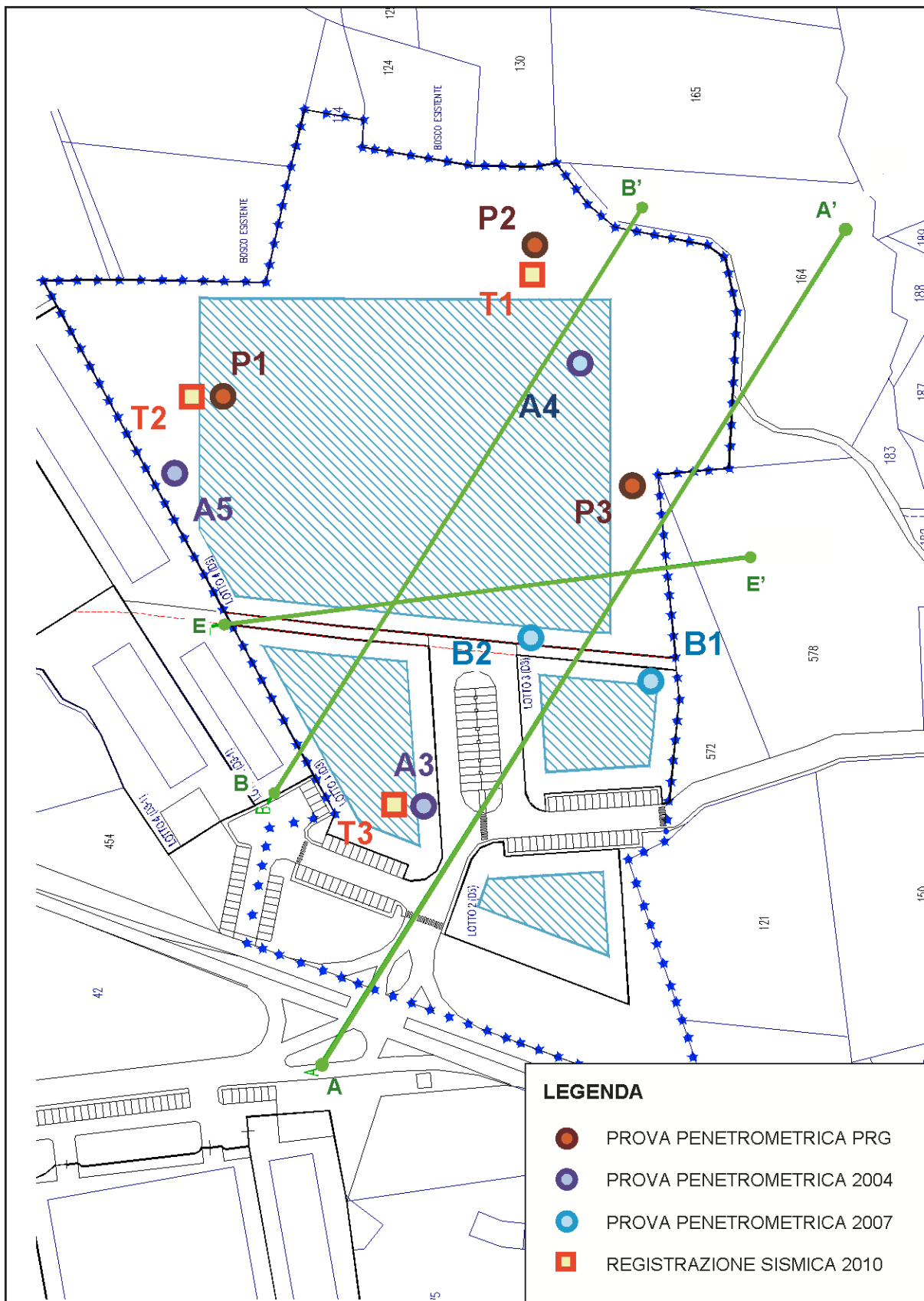
- PROVA PENETROMETRICA PRG
- PROVA PENETROMETRICA 2004
- PROVA PENETROMETRICA 2007
- REGISTRAZIONE SISMICA 2010
- COMPARTO D3
- COMPARTO D3.1
- COMPARTO D3.2
- AREA EDIFICABILE DI CLASSE III



PLANIMETRIA COMPARTO D3 CON PROVE E TRACCE DI SEZIONE

Scala 1:2000

TAV. 9

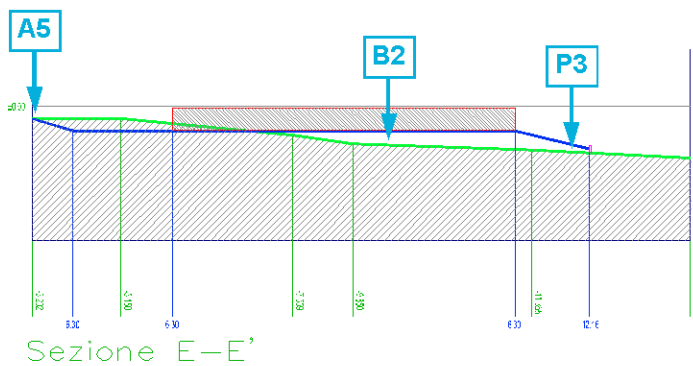
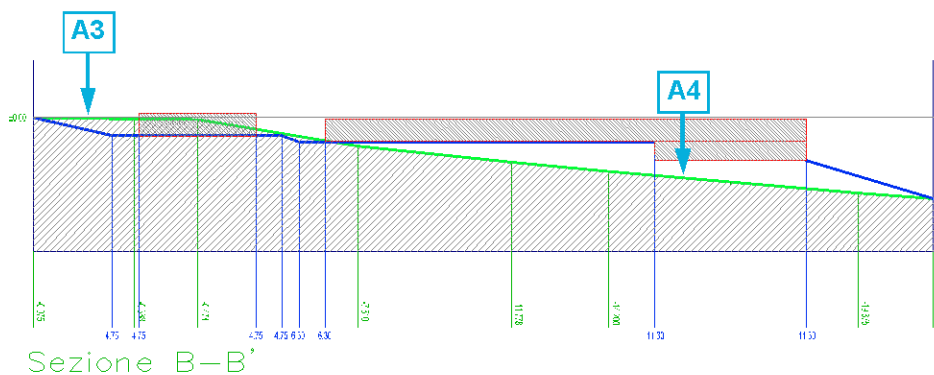
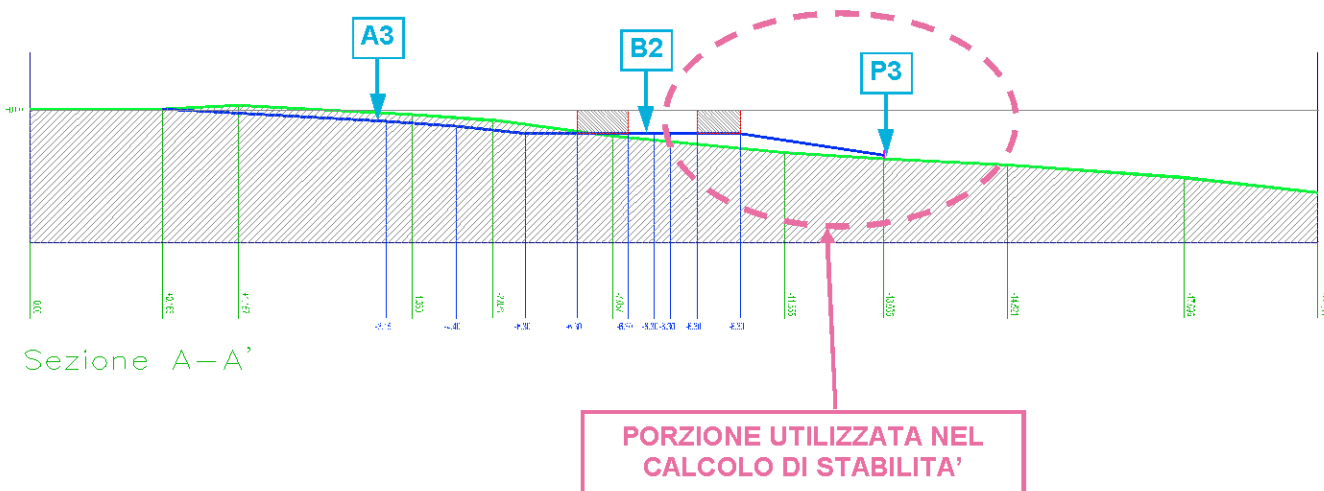




SEZIONI COMPARTO D3 CON PROVE GEOGNOSTICHE

Scala 1:2000

TAV. 9b

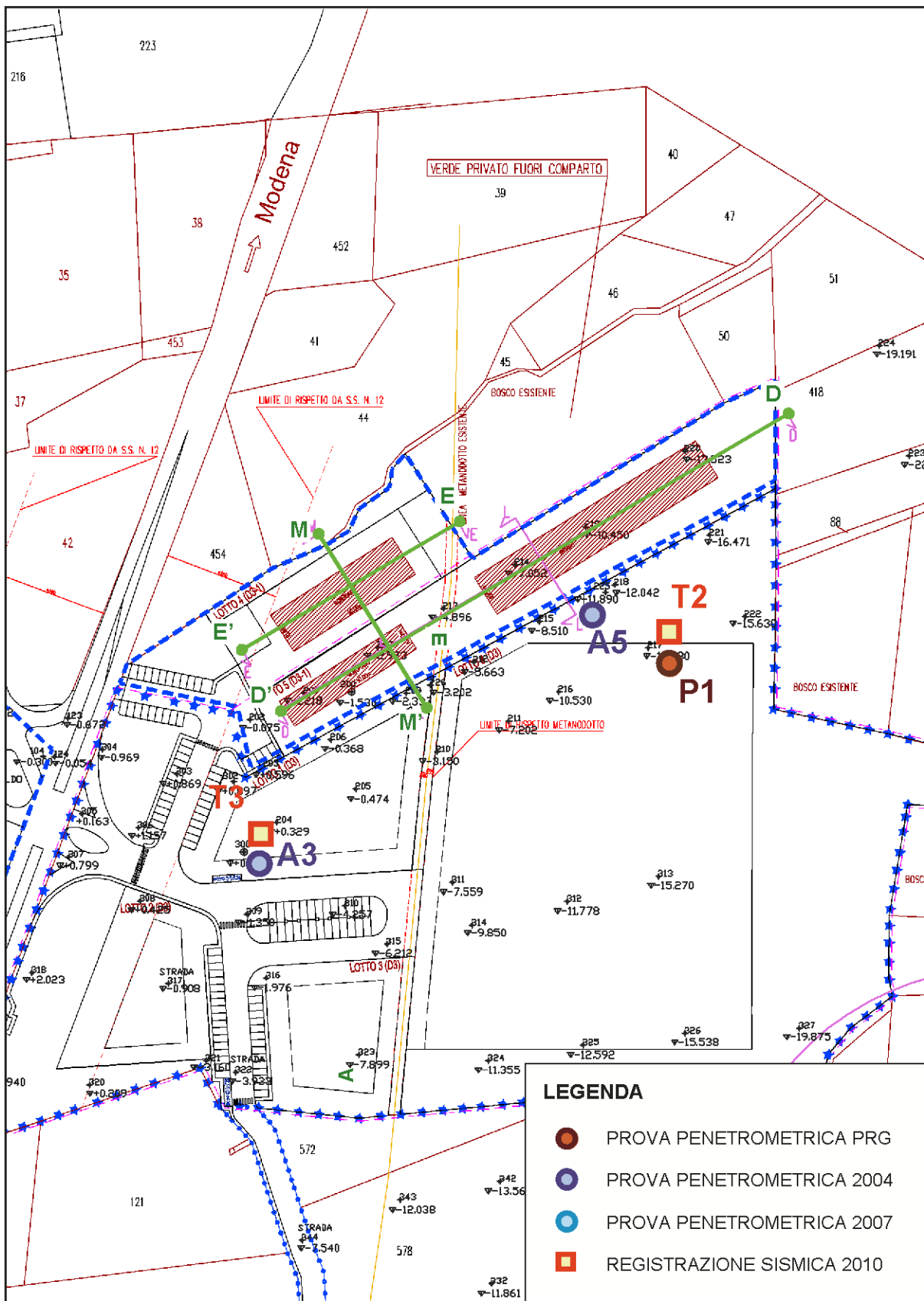




PLANIMETRIA COMPARTO D3-1 CON PROVE E TRACCE DI SEZIONE

Scala 1:2000

TAV. 10

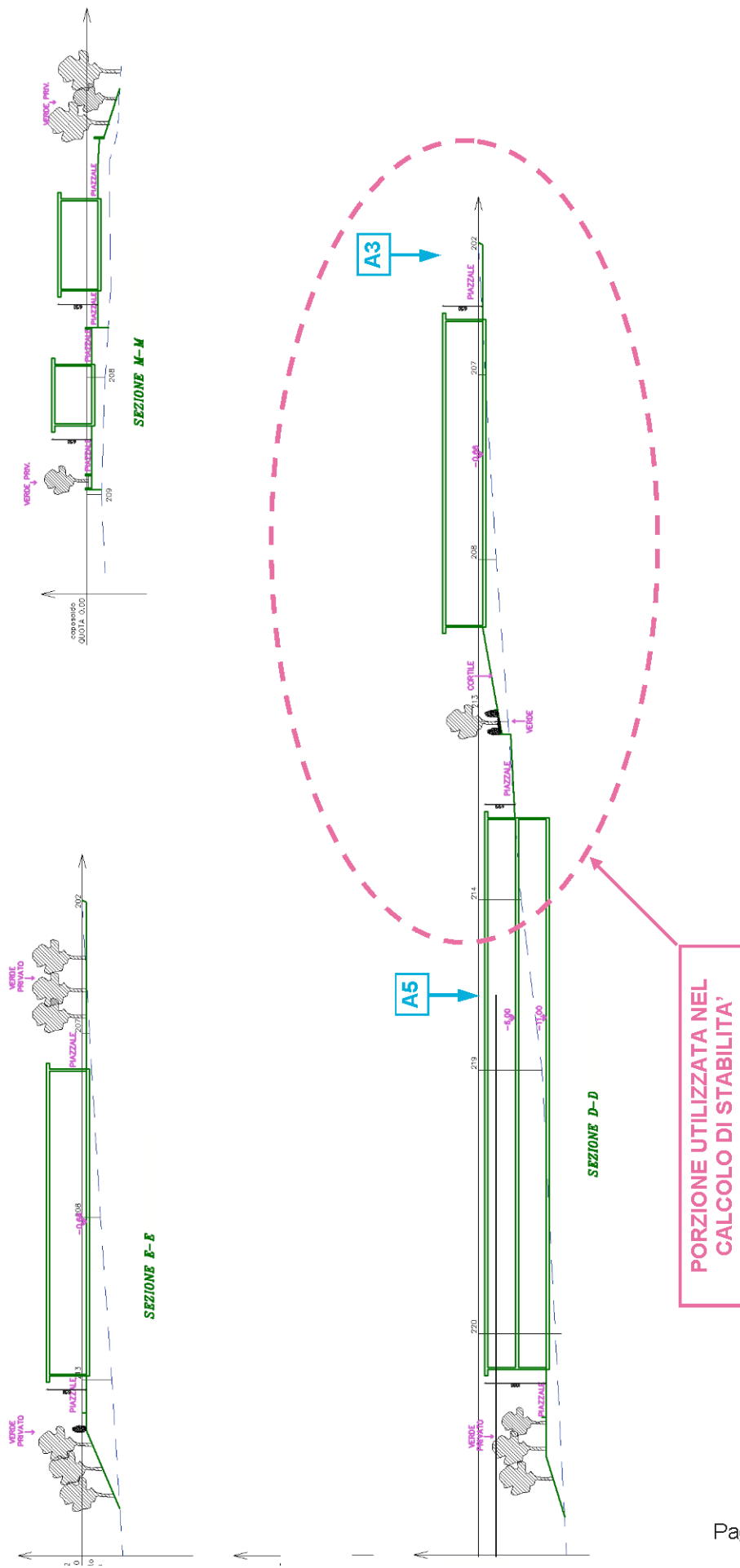




SEZIONI COMPARTO D3-1

Scala 1:1000

TAV. 10b

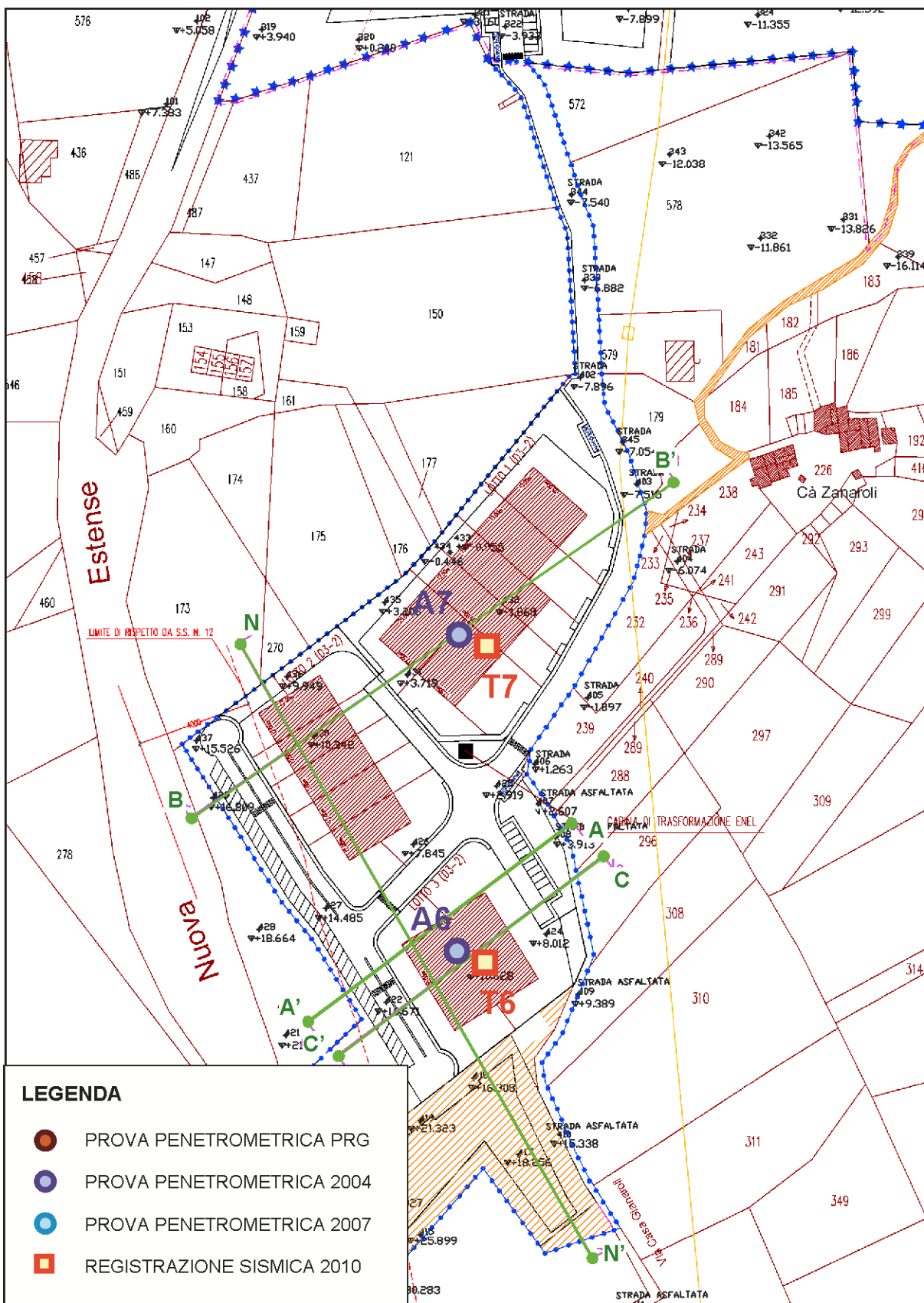




PLANIMETRIA COMPARTO D3-2 CON PROVE E TRACCE DI SEZIONE

Scala 1:2000

TAV. 11

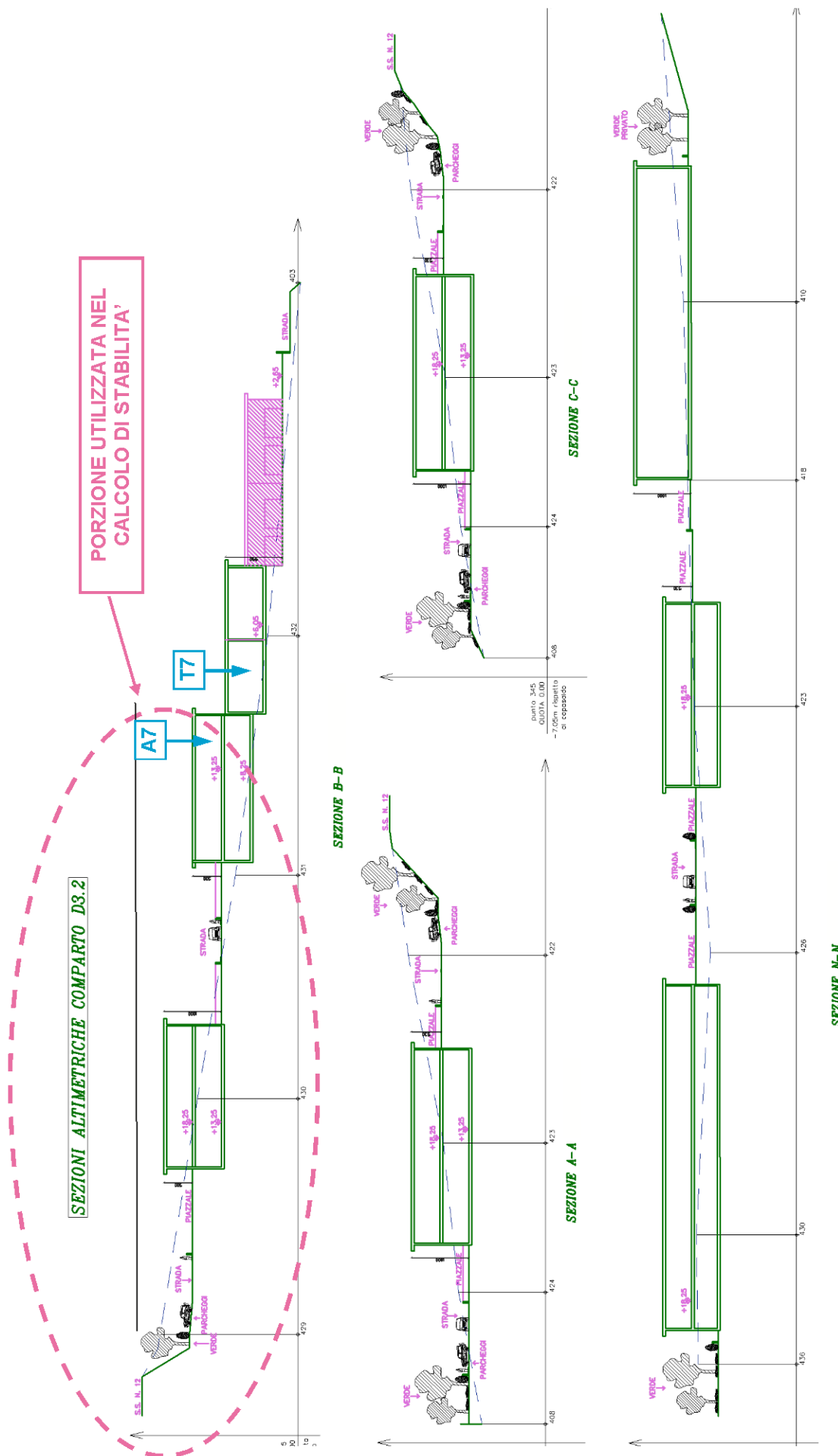




SEZIONI COMPARTO D3-2 CON PROVE GEOGNOSTICHE

Scala 1:1000

TAV. 11b





Introduzione

Per il polo artigianale - industriale in oggetto (comparti D3, D3.1 e D3.2) sono state seguite nel tempo diverse relazioni geologiche e geotecniche e sono state eseguite numerose prove geognostiche: la prima relazione geologica eseguita dallo scrivente per tutta l'area denominata "Polo artigianale - industriale Estense" è stata redatta nel Settembre 2004. Nel periodo inverno-primavera 2007 seguono altre 2 relazioni integrative relative al solo comparto D3: nella prima relazione (Gennaio 2007), si sono approfonditi soprattutto alcuni aspetti sismici e sono state aggiunte 3 prove penetrometriche dinamiche eseguite in occasione della variante al PRG 1999; nella seconda relazione integrativa (Marzo 2007) si sono approfonditi soprattutto gli aspetti geologici geotecnici dell'area di edificabilità III individuata nel PRG 1999; in questa occasione furono eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH (B1,B2). In particolare questa seconda relazione era stata richiesta dalla Provincia di Modena per approfondire gli aspetti stratigrafici e di stabilità dell'area di classe III (edificabilità) individuata entro il comparto D3.

Infine per il presente lavoro si sono effettuate 7 registrazioni sismiche a stazione singola, per approfondire le conoscenze sismiche dell'area alla luce del DAL RER 112/2007 e del DM 14/01/2008. Sono state eseguite le microzonazioni sismiche per le aree che lo necessitano (vedi Carta del Rischio Sismico di tav.6) e ulteriori calcoli di stabilità, lungo le sezioni di progetto, secondo le ultime normative (DM 14/01/2008).

Nel paragrafo 1.7 infine sono state redatte stratigrafie di sintesi per ogni comparto: in queste stratigrafie emerge una marcata variabilità litologica orizzontale e verticale.

Le stratigrafie sono una sintesi delle indagini e si ricorda che lo spessore e la consistenza dello strato più superficiale può essere variabile da zona ad zona anche all'interno degli stessi comparti.

Si ribadisce quindi la necessità, in fase esecutiva, di effettuare gli opportuni approfondimenti geologici-geotecnici per ogni singolo intervento, così come richiesto dalla normativa vigente.



1. RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto dell'indagine è vasta e verrà per ciò suddivisa, (dal punto di vista morfologico, topografico, geologico e litologico) in tre aree (TAV. 3 e TAV. 8):

- la prima zona, che è ubicata poco a Sud di *Ca' del Lupo* è posta a Ovest della strada *Nuova estense*, 1 km circa dopo il bivio di *Ca' Bertacchini* (l'area appartiene tutta al comparto D3-1);

- la seconda e la terza sono delimitate verso Ovest dalla strada *Nuova Estense* e ubicate nelle vicinanze di *C.Zanaroli* rispettivamente a Nord e a Sud-Ovest della località: l'area a Nord di *C. Zanaroli* appartiene quasi tutta al comparto D3, tranne una stretta fascia verso nord che è riconducibile al comparto D3-1.; l'area a Sud-Ovest di *C.Zanaroli* invece appartiene al comparto D3-2.

AREA 1

L'area è sub-pianeggiante e si colloca ad una quota variabile fra i 720 m e i 710 m s.l.m. su di un versante che degrada dolcemente verso Est. Dal punto di vista litologico è per larga parte costituita da quei terreni liguri che in passato venivano indistintamente denominati "argille scagliose" oppure "caotico indifferenziato". Il litotipo dominante è costituito dalle *Argille Varicolori*, ma vaste aree risultano ricoperte da depositi eolici eluviali e colluviali per cui non si è sicuri sulla litologia che mascherano. Questi depositi (d1) sono descritti nella *Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo* come "limi argillosi e limi debolmente sabbiosi, ocrei, localmente intensamente pedogenizzati".

AREA 2

L'area è sub-pianeggiante nella parte a monte, presso la strada *Nuova Estense*, per aumentare di acclività verso Ovest con pendenze che comunque rimangono moderate e stimabili in circa 6-8°. Anche in quest'area il litotipo dominante è costituito dalle *Argille Varicolori*, che hanno mostrato, durante le prove penetrometriche, discrete caratteristiche meccaniche nelle zone vicine alla SS12.



AREA 3

L'area è ubicata fra *C.Bertacchini* a Sud-Ovest e *C.Zanaroli* a Nord-Est. L'area, che è costituita da una porzione di versante che declina verso Nord-Est, fra le aree esaminate è quella che mostra un maggior grado di acclività e parametri meccanici migliori. Le pendenze sono comunque contenute e valutabili in circa 10-12°. Il litotipo dominante nell'area è costituito dalle *Argille a Palombini*.

In tutta la zona sono presenti numerosi fossi e torrenti con direzione prevalente Sud-Ovest/Nord-Est che finiscono per convogliare le loro acque verso il sottobacino del *Rio Torto*.

Il fossi di cui sopra, sono in parte impostati lungo faglie e sono talvolta responsabili di piccoli e limitati fenomeni di dissesto lungo i versanti al contorno.

Nelle carte tematiche allegata alla presente, non vengono riportati fenomeni morfogenetici attivi nelle aree indagate.

In generale le pendenze risultano modeste in relazione alla locale morfologia.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella *Carta geologica dell'Appennino Emiliano Romagnolo* a scala 1:10.000 e nella Carta Geologica del progetto CARG, i terreni del sito in esame sono classificati come Argille a Palombini e le *Argille Varicolori*: prevalgono le *Argille a Palombini* nell'area 3, le *Argille Varicolori* nell'area 2 e infine i depositi eolici (d1) nell'area 1.

Argille a Palombini

Si tratta di Argilliti grigio scure o nerastre con intercalazioni di strati torbiditici da medi a spessi di calcari micritici grigi microfratturati, talora con base calcarenitica, intensamente budinati, segmentati e ripiegati. Locali intercalazioni di torbiditi arenaceo-pelitiche (A/P<1) a grana fine, brune o nerastre, in strati da sottili a medi, passanti a peliti nerastre; a luoghi intercalazioni di torbi-



diti siltoso-argillose. La formazione è intensamente deformata a scala metrica. Potenza geometrica parziale di circa 100 m. Contatto basale non affiorante. Titonico (?) - Cenomaniano.

Argille Varicolori (Arenarie di Scabiazza)

Anche le Argille Varicolori fanno parte di quei depositi liguri un tempo denominati Argille Scagliose; sono formate da Torbiditi pelitico-arenacee in strati da sottili a medi con arenarie fini, micacee, grigie e peliti grigie o rossastre; rapporto $A/P \geq 1$. A luoghi intercalazioni di marne scheggiose grigio chiare, in alcuni casi cartografabili (ms). La formazione è spesso intensamente deformata. A luoghi compaiono livelli cartografabili (ms) di breccie poligeniche con matrice argillosa e clasti quasi esclusivamente costituiti da calcilutiti biancastre e grigio-chiare interpretabili come depositi di colate sedimentarie di età cretacea superiore.

1.3 IDROGEOLOGIA

La permeabilità dei terreni in situ è praticamente nulla o limitata per porosità.

Le acque superficiali sono agevolmente convogliate in una serie di fossi sottostanti con direzione Sud Ovest - Nord Est.

Le linee di deflusso sono infatti impostate su di una serie di direttrici tettoniche che convogliano le acque verso il *Rio Tortino* poi *Rio Torto* che è affluente di sinistra del *Fiume Panaro*.

Il bacino idrografico principale è quello del *Fiume Panaro*, il secondario è quello del *Rio Torto*.

La collocazione dell'intervento non turberà il regime delle acque superficiali e/o sotterranee.

1.4 PROCESSI EROSIVI E GRADO DI STABILITA'

Limitati processi erosivi si hanno soprattutto a Est delle aree 2 e 3, lungo fossi anonimi che fanno capo al *Rio Tortino*. Il fossi



rimangono però in posizione marginale perché si trova sui confine dei lotti.

Inframmezzate alle vallecole sono frequenti depositi caotici di litotipi eterogenei ed eterometrici in matrice pelitica.

Non si hanno fenomeni di erosione per scalzamento al piede lungo i torrenti e i fossi che fanno parte dell'area studiata.

In generale le aree studiate si collocano in una fascia di versante a bassa acclività e quindi rimangono in gran parte al di fuori dei fenomeni morfogenetici attivi. Non si hanno infine evidenti fenomeni di erosione concentrata o diffusa.

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 della fascia di versante ove è previsto l'intervento.

Nella *Carta del Dissesto* del PTCP non vengono segnalati fenomeni di dissesto e/o instabilità sul versante in questione.

Anche l'indagine geognostica, pur mettendo in evidenza uno strato superficiale con caratteristiche geotecniche più modeste, non ha mostrato alcuna presenza di superfici di scollamento o di scivolamento.

In conclusione le condizioni di stabilità dell'area in questione, si possono definire sufficienti in relazione alle conoscenze fino ad ora acquisite.

1.5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

1.5.1 Quadro introduttivo

Dal punto di vista geologico e geotecnico le conoscenze sul versante in oggetto si possono così riassumere:

- 1) Il terreno affiorante risulta costituito da una “matrice” argillosa inglobante arenarie e/o calcari di varie dimensioni: si tratta delle *Argille Scagliose* o del *Caotico Indifferenziato* dei vecchi autori (ora SCB, AVV, APA vedi pag.9);
- 2) Il versante in forza alla sua bassa acclività risulta stabile e non mostra fenomeni morfogenetici in atto. In nessuna carta



tematica consultata vengono segnalati fenomeni di dissesto e/o instabilità;

- 3) Le aree meno acclivi risultano ricoperte da abbondanti depositi eolici, eluviali e colluviali (d1);
- 4) Le prove geognostiche hanno messo in luce la presenza di uno strato limo-argilloso superficiale costituito da depositi colluviali e/o da argille allentate dalle modeste caratteristiche meccaniche, che ricopre buona parte del versante, ma con spessori modesti valutabili in 2 - 3.5 m.
- 5) Nella prova penetrometrica A4 (anno 2004) è stata intercettata la falda ad una profondità di circa -4.4 m dal p.c.

1.5.2 Indagini geognostiche pregresse e attuali

Nella prima fase del presente piano particolareggiato furono eseguite 7 prove penetrometriche dinamiche di tipo pesante (DPH) distribuite come evidenziato da cerchietti viola della tavola 8:

AREA 1 (comparto D3.1) : Prova A1, A2

AREA 2 (comparto D3 e parte D3.1): Prove A3, A4, A5

AREA 3 (comparto D3.2): Prove A6, A7.

Per il comparto D3 sono state seguite nel tempo altri approfondimenti di carattere geologico e geotecnico con la stesura di altre due relazioni integrative: nella prima relazione (Gennaio 2007) si sono aggiunte 3 prove penetrometriche dinamiche (eseguite in occasione della variante al PRG 1999: P1, P2, P3); mentre per la seconda relazione integrativa (Marzo 2007) sono state eseguite altre 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo super pesante (B1, B2). In particolare questa seconda relazione era stata richiesta per delimitare con maggior precisione l'area di classe 3 individuata nel PRG del 1999. Infine per il presente lavoro si sono effettuate 7 registrazioni sismiche a stazione singola (T1-T7). In conclusione per ogni area si hanno a disposizione le seguenti indagini:

	DPH-PRG (Prove P)	DPH-2004 (Prove A)	DPSH-2007 (Prove B)	SISMICA-2010 (Prove T)
AREA 1 (D3.1)	-	1, 2	-	4, 5
AREA 2 (D3)	1, 2, 3	3, 4, 5	1, 2	1, 2, 3
AREA 3 (D3.2)	-	6, 7	-	6, 7



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) e fra gli Nspt le caratteristiche meccaniche del substrato attraversato.

Poiché il terreno è prevalentemente argilloso dovremo utilizzare le correlazioni per i materiali coesivi.

Per i grafici e le tabelle delle elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche si rimanda all'allegato A.

Le tabelle con le elaborazioni per i parametri caratteristici e di progetto vengono forniti nel paragrafo 2.1.

1.6 STRATIGRAFIA

Dalla sintesi delle indagini svolte nel tempo (vedi pagina precedente) si può ottenere il seguente quadro stratigrafico:

AREA 1 (Comparto D3.1)

STRATIGRAFIA (Prove A1, A2)

0.0 - 0.8 m	Suolo agrario (terreno molle)
0.8 - 3.0 m	Argilla plastica dotata di <u>modesti valori</u> dei parametri geotecnici con inclusi calcarei e arenacei di varie dimensioni ($Q_a \sim 50/70 \text{ kN/m}^2$).
3.0 - 5.5 m	Argilla consistente, molto consistente, dura.

Il carico ammissibile, relativamente allo strato di terreno più superficiale, è modesto (in genere $Q_a \sim 50/70 \text{ kN/m}^2$), ma lo strato di terreno, a caratteristiche meccaniche scadenti ha uno spessore limitato per cui è possibile raggiungere con normali fondazioni di tipo superficiale i livelli più consistenti.

Nonostante i modesti parametri meccanici la stabilità dell'area è assicurata in quanto risulta sub-pianeggiante (vedi paragrafo 2.4 e calcoli di stabilità).



AREA 2 (Comparto D3 e parte D3.1)

STRATIGRAFIA AREA CLASSE II (Prove P1, P2, A3, A4, A5)

0.0 - 0.8 m	Suolo agrario (terreno molle)
0.8 - 3.5 m	Argilla plastica con <u>discreti valori</u> per i parametri geotecnici e con inclusi calcarei e arenacei di varie dimensioni ($Q_a \sim 70-80 \text{ kN/m}^2$).
3.5 - 5.5 m	Argilla consistente, molto consistente, dura.

STRATIGRAFIA AREA CLASSE III (Prove P3, B1, B2)

0.0 - 0.8 m	Suolo agrario (terreno molle)
0.8 - 3.5 m	Argilla plastica con <u>modesti valori</u> per i parametri geotecnici e con inclusi calcarei e arenacei di varie dimensioni ($Q_a \sim 50-70 \text{ kN/m}^2$).
3.5 - 5.5 m	Argilla da poco consistente a consistente ($Q_a \sim 80-110 \text{ kN/m}^2$).
5.5 - 7.0 m	Argilla consistente ($Q_a > 140 \text{ kN/m}^2$)

In conclusione le indagini svolte mostrano che nell'area attribuita alla classe di edificabilità 3 i livelli con caratteristiche modeste possono spingersi fino a circa 5.5 m di profondità dal p.c.

Visto il tipo di utilizzazione del comparto (area artigianale-industriale) si renderanno necessarie fondazioni di tipo profondo (pali di grande diametro) per scaricare le pressioni ai livelli ubicati a partire da -5.5/6.0 m di profondità dal p.c.

L'area risulta avere una stabilità sufficiente sia nelle condizioni attuali che in quelle di progetto a patto che gli edifici abbiano fondazioni su pali in modo da scaricare i carichi in profondità.

AREA 3 (Comparto D3.2)

STRATIGRAFIA (Prove A6, A7)

0.0 - 0.6 m	Suolo agrario (terreno molle)
> 0.6 m	Argilla consistente ($Q_a \geq 120 \text{ kN/m}^2$).

Nonostante che l'area sia la più acclive delle 3, non mostra problemi per le fondazioni superficiali e per la stabilità del versante.



1.7 CLASSIFICAZIONE SISMICA E MICROZONAZIONE

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 accelerazione massima $a_g = 0.162 g$

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 V_{s30} 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 V_{s30} 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 V_{s30} 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 $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $C_u < 70$ kPa).

E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} 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 $V_{s30} > 800$ 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 $V_{s30} < 100$ 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 V_{s30} 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 metri 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 (V_{S30}) e il numero dei colpi dello Standard Penetration Test (N_{spt}) oppure fra le V_{S30} e le C_u .

1.7.1 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.

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

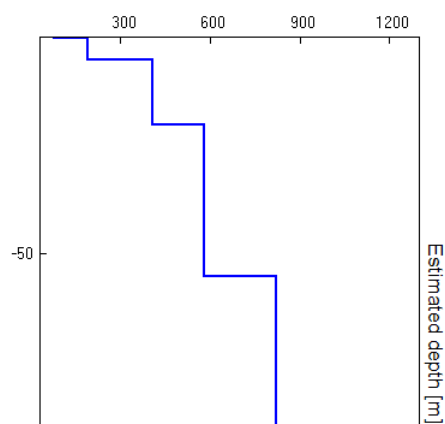
$$F_r = V_s / (4 \cdot h)$$

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

Estendendo il ragionamento agli altri strati ed eseguendo l'inversione della velocità con ricostruzione teorica del grafico delle frequenze attraverso opportuno software si ottengono interpretazioni stratigrafiche simili alla seguente (vedi anche ALLEGATO B):

STAZIONE T1

Lyer's Bottom [m]	Thickness [m]	V_s [m/s]
0.40	0.40	80
5.40	5.00	190
20.40	15.00	410
55.40	35.00	580
130.40	75.00	820
inf.	inf.	1250





Calcolando le Vs30 per le 7 registrazioni sismiche si ottiene:

- STAZIONE T1: Vs₃₀ = 355 m/s;**
- STAZIONE T2: Vs₃₀ = 340 m/s,**
- STAZIONE T3: Vs₃₀ = 349 m/s;**
- STAZIONE T4: Vs₃₀ = 357 m/s,**
- STAZIONE T5: Vs₃₀ = 320 m/s,**
- STAZIONE T6: Vs₃₀ = 363 m/s;**
- STAZIONE T7: Vs₃₀ = 390 m/s,**

Poiché solo in una lettura le Vs superano in modo netto i 360 m/s, in base delle ordinanze viste, si può concludere che il comparto in oggetto, nel suo complesso, ricade nella classe di suolo C.

1.7.2 Spettro di risposta elastico (DM 14/01/08)

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. Per il DM 14/01/2008 (§ 3.2.3.2.2) tale spettro va calcolato con le formule sottostanti valide per le componenti orizzontali del moto.

Forma dello spettro elastico di riferimento

Accelerazione. Componenti orizzontali.

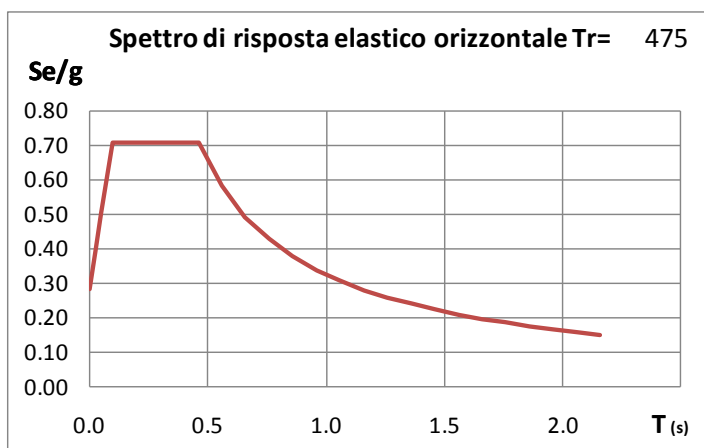
§ 3.2.3.2.2

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

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



Con T si intende il periodo fondamentale di risonanza dell'edificio (espresso in secondi) e con a_g l'accelerazione massima di picco del sottosuolo (PGA) in caso di terremoto (m/s^2). Elaborando i dati ottenuti si ottiene per un suolo tipo C, un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni, una amplificazione topografica $S_t = 1.2$ e un coefficiente di smorzamento = 5% la seguente forma spettrale.



Quindi dalla sintesi dei dati (vedi ALLEGATO B) 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 **0.70** con $T_r = 475$ anni (dove $g =$ accelerazione di gravità = $9.81 m/s^2$).
- 3) Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_c e il coefficiente C_c sono quelli relativi alla categoria di suolo di fondazione **C** descritti nella tabella 3.2.5. del DM 14/01/2008.

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



1.7.3 Microzonazione sismica II Livello (DAL RER 112/2007)

Ai fini del DAL RER 112/2007 va definita la microzonazione sismica per l'area 1 (comparto D3-1) e l'area 2 (comparto D3) mentre l'area 3 (comparto D3-2.) rimane fuori (vedi tavola 6).

Per l'area 1 abbiamo a disposizione le letture sismiche T4 e T5 mentre per l'area 2, le letture sismiche T1, T2, T3 (allegato B).

Per questi comparti (D3; D3-1) è stata eseguita una analisi di secondo livello così come indicato nella DAL RER 112/2007.

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 (V_{s30} o V_{sH}) e dalla profondità del bedrock (h), applicando i valori dettati dalla direttiva 112/2007, Allegato A2.

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

F.A. P.G.A.

$\frac{V_{sH}}{H}$	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0
20	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0
30	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0
35	1.7	1.8	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0
40	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	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	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.1	2.0	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.3	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
25	2.2	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
30	2.1	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
35	1.9	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	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	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.1	2.1	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
30	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
35	2.5	2.4	2.3	1.8	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
40	2.7	2.6	2.6	2.0	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0

COMPARTO D3 - AREA 2 -

COMPARTO D3.1 - AREA 1 -

AREA 2 - LETTURA SISMICA T1

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 55.4 m
Vsh	= 432 m/s
FA PGA	= 1.67
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 1.87
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.41

AREA 1 - LETTURA SISMICA T4

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 27.9 m
Vsh	= 343 m/s
FA PGA	= 1.90
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.09
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.42

AREA 2 - LETTURA SISMICA T2

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 60 m
Vsh	= 420 m/s
FA PGA	= 1.76
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 1.88
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.44

AREA 1 - LETTURA SISMICA T5

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 20.3 m
Vsh	= 265 m/s
FA PGA	= 2.00
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.31
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.41

AREA 2 - LETTURA SISMICA T3

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 54 m
Vsh	= 416 m/s
FA PGA	= 1.77
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 1.90
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.47

In conclusioni per l'area 1 si sono calcolate le seguenti amplificazioni medie: PGA/PGAo=1.7; SI/SIo(0.1-0.5)=1.9; SI/SIo(0.5-1.0)= 1.4; mentre per l'area 2 si sono calcolate le seguenti amplificazioni: PGA/PGAo=1.9; SI/SIo(0.1-0.5)=2.2; SI/SIo(0.5-1.0)= 1.4. Vedi anche allegato di calcolo C.



2. RELAZIONE GEOTECNICA

2.1. DATI DI PROGETTO

2.1.1 Introduzione

Il progetto riguarda un piano particolareggiato per insediamenti artigianali ed industriali di espansione (D3).

Visto l'uso che si intende fare dell'area, si rientra nella classe d'uso II (DM 14/01/2008) e vista la Carta del Rischio Sismico negli approfondimenti di II livello (DAL RER 112/2007).

Come già visto nella parte geologica della relazione il comparto è stato suddiviso in 3 aree (vedi TAV.3 a pag.5).

Anche nella relazione geotecnica quindi seguiranno i relativi approfondimenti per ognuna delle 3 aree.

Scendendo nei particolari, nelle pagine seguenti verranno forniti i parametri caratteristici e di progetto per tutte e tre le aree.

I calcoli di stabilità infine sono stati sviluppati solamente nelle aree 2 e 3, le più acclivi.

2.1.2 Parametri Caratteristici e di Progetto

Seguono le tabelle riassuntive dei parametri geotecnici elaborati secondo DM 14/01/2008: i dati si riferiscono alle elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nel tempo nei tre comparti denominati D3, D3-1 e D3-2. (vedi TAV. 3 e TAV.8).

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).

Per i grafici e le altre elaborazioni delle prove penetrometriche dinamiche si rimanda all'allegato A.



AREA 1 - COMPARTO D3-1

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A1
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA': C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_0A1				PENETROMETRO DPH2							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	Cum [kN/m ²]	dev stand	Cuk [kN/m ²]	Cud [kN/m ²]
1.0	2.8	3.0	5	21.6	1.0	20.8	16.9	20	5.9	17	12
2.8	5.3	5.7	9	24.2	0.9	23.6	19.3	38	7.1	33	24
3.6	8.3	8.7	4	26.4	1.2	25.3	20.7	59	12.1	48	34
3.8	50.0	53.0	1	41.3		37.9	31.9	355		230	164
4.0	80.0	84.8	1	45.0		41.3	35.1	568		368	263

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A2
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA': C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_02				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	Cum [kN/m ²]	dev stand	Cuk [kN/m ²]	Cud [kN/m ²]
1.4	5.1	5.5	7	23.9	1.5	22.8	18.6	37	11.9	27	19
1.8	3.0	3.2	2	21.9	0.0	20.6	16.8	21	0.0	16	11
3.6	7.1	7.5	9	25.6	1.2	24.8	20.3	51	11.5	43	31
5.8	11.5	12.1	11	28.4	1.3	27.7	22.8	81	15.0	73	52
6.4	36.3	38.5	3	37.1	6.2	35.4	29.6	258	149.2	203	145
8.2	19.2	20.4	9	32.4	2.0	31.1	25.8	137	31.1	116	83

LEGENDA

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) [$\gamma_{\phi'} = 1.25$]
Cum = Dato medio della coesione non drenata
Cuk = Valore caratteristico della coesione non drenata (5° percentile di distribuzione della media)
Cud = Valore di progetto della coesione non drenata (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]

AREA 2 - COMPARTO D3 (E PARTE DEL D3-1)

AREA CLASSE DI EDIFICABILITA' II (Prove P1, P2, A3, A4, A5)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA P1
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA': Ca' Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 18/10/00							
NOME FILE ESTE_0P1				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	Cum [kN/m ²]	dev stand	Cuk [kN/m ²]	Cud [kN/m ²]
0.4	3.5	3.7	2	22.3	2.3	21.0	17.1	25	15.1	19	13
1.4	8.8	9.3	5	26.8	0.6	25.8	21.2	62	5.9	52	37
2.0	5.7	6.0	3	24.5	0.9	23.3	19.0	40	8.2	32	23
3.0	20.2	21.4	5	32.7	3.2	31.5	26.1	143	51.3	119	85
3.2	70.0	74.2	1	44.7		41.0	34.9	497		322	230
3.4	99.0	99.0	1	45.0		41.3	35.1	663		429	307



TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA P2
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : Ca' Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 18/10/00							
NOME FILE ESTE_0P2				PENETROMETRO DPH							
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]
0.6	6.0	6.4	3	23.7	5.4	22.6	18.4	43	49.2	34	24
1.2	21.0	22.3	3	33.3	0.4	31.7	26.3	149	7.1	117	84
2.6	13.3	14.1	7	29.2	3.3	26.6	21.8	94	46.9	57	41
4.0	21.7	23.0	7	33.3	2.7	31.1	25.8	154	49.7	115	82
4.8	13.5	14.3	4	29.6	1.7	28.4	23.4	96	22.1	78	56
7.2	11.5	12.2	12	28.5	1.1	27.9	23.0	82	13.0	75	53
9.0	17.3	18.4	9	31.6	1.0	30.9	25.6	123	14.6	113	81

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A3
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_03				PENETROMETRO DPH							
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]
0.6	6.7	7.1	3	25.3	0.5	24.1	19.7	47	4.1	37	27
1.2	11.7	12.4	3	28.6	0.7	27.3	22.4	83	8.2	65	47
1.6	22.5	23.9	2	33.9	0.9	31.9	26.5	160	15.1	119	85
2.6	9.8	10.4	5	27.4	1.7	26.4	21.6	70	19.7	58	41
5.6	20.7	21.9	15	32.9	2.1	31.9	26.5	147	40.3	128	91
5.8	80.0	84.8	1	45.0		41.3	35.1	568		368	263

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A4
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_04				PENETROMETRO DPH							
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]
0.8	7.0	7.4	4	25.2	3.2	24.1	19.7	50	29.0	40	29
2.2	5.7	6.1	7	24.5	1.2	23.5	19.2	(41)	9.8	33	23
3.0	8.5	9.0	4	26.6	0.4	25.5	20.9	60	4.1	49	35
4.4	15.7	16.7	7	30.8	0.5	30.4	25.2	112	6.8	106	76
5.2	32.0	33.9	4	36.6	3.6	35.1	29.3	227	83.0	185	132
5.4	80.0	84.8	1	45.0		41.3	35.1	568		368	263

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A5
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_05				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
1.4	6.3	6.7	7	24.8	2.4	22.9	18.6	45	20.0	29	21
3.6	5.4	5.7	11	24.2	1.1	23.5	19.2	(38)	9.1	33	23
4.6	17.4	18.4	5	31.5	2.5	30.3	25.1	124	37.1	103	73
5.4	61.8	65.5	4	42.6	2.9	40.8	34.7	439	140.7	357	255

LEGENDA

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



AREA CLASSE DI EDIFICABILITA' III (Prove P3, B1, B2)

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, φ) - PROVA PENETROMETRICA P3
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : Ca' Zanolli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 20/12/00							
NOME FILE ESTE_0P3				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
1.2	6.3	6.7	6	24.8	2.3	22.8	18.6	45	17.8	29	21
3.6	3.4	3.6	12	22.3	0.9	21.9	17.8	24	5.6	21	15
5.6	6.6	7.0	10	25.1	1.6	24.1	19.7	47	14.7	38	27
5.8	99.0	99.0	1	45.0		41.3	35.1	663		429	307

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, φ) - PROVA PENETROMETRICA B1
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : Ca' Zanolli							
COMUNE: Pavullo nel Frignano				DATA: 11/01/2007							
NOME FILE ESTE_0S1				PENETROMETRO DPHS							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (φ)				Natura Coesiva (Cu)			
[m]	[media]	[media]	Num	φ _m [°]	dev stand	φ _k [°]	φ _d [°]	C _{um} [kN/m ²]	dev stand	C _{uk} [kN/m ²]	C _{ud} [kN/m ²]
1.0	1.6	3.5	5	22.2	1.3	21.4	17.4	24	8.1	20	14
3.2	3.5	7.6	11	25.5	2.0	24.4	19.9	51	19.1	40	29
5.4	18.2	40.0	11	37.9	3.6	35.8	30.0	268	118.3	200	143
9.6	8.5	18.6	21	31.6	2.2	30.7	25.4	125	34.1	112	80
10.4	22.0	48.4	4	40.3	1.1	38.7	32.6	324	36.1	264	188
10.6	60.0	99.0	1	45.0		41.3	35.1	663		429	307

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (Cu, φ) - PROVA PENETROMETRICA B2
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : Ca' Zanolli							
COMUNE: Pavullo nel Frignano				DATA: 11/01/2007							
NOME FILE ESTE_0S2				PENETROMETRO DPHS							
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]
0.8	1.3	2.8	4	21.3	1.2	20.5	16.6	18	7.4	15	11
3.0	2.6	5.8	11	24.2	1.5	23.4	19.1	39	13.6	31	22
5.2	3.6	8.0	11	25.9	1.3	25.2	20.6	54	11.9	47	33
7.0	6.0	13.2	9	28.9	2.4	27.3	22.4	88	33.0	67	48
7.2	60.0	99.0	1	45.0		41.3	35.1	663		429	307

LEGENDA

<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 (M2) [γφ' = 1.25]</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 (M2) [γ_{Cu} = 1.4]</p>



AREA 3 - COMPARTO D3-2

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A6
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_06				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.6	5.0	5.3	3	23.9	0.9	22.8	18.5	36	7.1	28	20
2.0	14.7	15.6	7	30.0	3.5	27.2	22.3	105	47.9	66	47
6.0	12.3	13.0	20	28.9	0.9	28.6	23.5	87	11.3	83	59
6.2	37.0	39.2	1	38.3		35.2	29.4	263		170	121
6.4	80.0	84.8	1	45.0		41.3	35.1	568		368	263

TABELLA STATISTICA 5° PERCENTILE (C_u, ϕ) - PROVA PENETROMETRICA A7
(valori caratteristici e di progetto (M2) per fondazioni superficiali)

COMMITTENTE:				LOCALITA' : C.Zanaroli							
COMUNE: Pavullo				DATA: 28/09/2004							
NOME FILE ESTE_07				PENETROMETRO DPH							
H	N	Nspt	Dati	Natura granulare (ϕ)				Natura Coesiva (C_u)			
[m]	[media]	[media]	Num	ϕ_m [°]	dev stand	ϕ_k [°]	ϕ_d [°]	C_{um} [kN/m ²]	dev stand	C_{uk} [kN/m ²]	C_{ud} [kN/m ²]
0.8	6.8	7.2	4	25.3	1.6	24.2	19.8	48	14.6	39	28
1.2	29.5	31.3	2	36.2	2.3	34.1	28.4	210	55.2	156	111
2.8	11.5	12.2	8	28.5	1.0	27.8	22.8	82	12.0	73	52
4.6	20.8	22.0	9	32.9	2.7	31.1	25.8	148	49.9	115	82
4.8	80.0	84.8	1	45.0		41.3	35.1	568		368	263

LEGENDA

<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 (M2) [$\gamma\phi' = 1.25$]</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 (M2) [$\gamma_{cu} = 1.4$]</p>



2.2 STABILITA' DEI VERSANTI

2.2.1 Calcoli di stabilità

Per i calcoli si è proceduto, con apposito software (STAP della AZTEC), all'analisi della stabilità.

I parametri meccanici sono quelli desunti dalle prove penetrometriche eseguite in sito.

Le verifiche di stabilità sono state condotte secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM del 14/01/08).

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d , è stata condotta secondo l'approccio 1.

Il metodo utilizzato nel calcolo di stabilità è quello di Jambu con superficie di rottura circolare.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare.

In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

I calcoli sono stati eseguiti a breve e a lungo termini in condizioni statiche e dinamiche.

Il calcolo di stabilità ha fornito sempre coefficienti di sicurezza a norma di legge anche in caso di azioni sismiche.

In sintesi, per i calcoli di stabilità, si è proceduto seguendo i seguenti passaggi:

a) introduzione della geometria del versante: sono stati presi in considerazione 3 sezioni, una per ogni comparto. Nell'area 1 non si sono eseguite verifiche di stabilità perché sub-pianeggiante; nell'area 2 si sono invece eseguite 2 verifiche di stabilità: la prima verifica (sez. A-A' di TAV. 9) per la porzione di versante che appartiene al comparto D3 e che rientra nell'area classificata al III livello di edificabilità; la seconda verifica (sez. D-D' di TAV.10) per la porzione di versante che appartiene al comparto D3-1; infine nell'



area 3 si è eseguita una verifica di stabilità lungo la sezione B-B' (comparto D3-2);

b) input dei parametri geomeccanici: i parametri utilizzati sono quelli efficaci (vedi paragrafo 2.1.2);

c) metodo di Jambu con superficie circolare.

d) Normativa NTC 2008 Approccio 1 (DM 14-01-2008)

e) introduzione dei seguenti coefficiente sismici:

- Tipo di suolo C
- T_r = 475 anni
- A_g = 1.585 m/s²
- F_0 = 2.503
- T_c^* = 0.291
- Amplif. Top. = 1.2

f) esecuzione del programma di stabilità.

In conclusione si sono eseguite le seguenti verifiche:

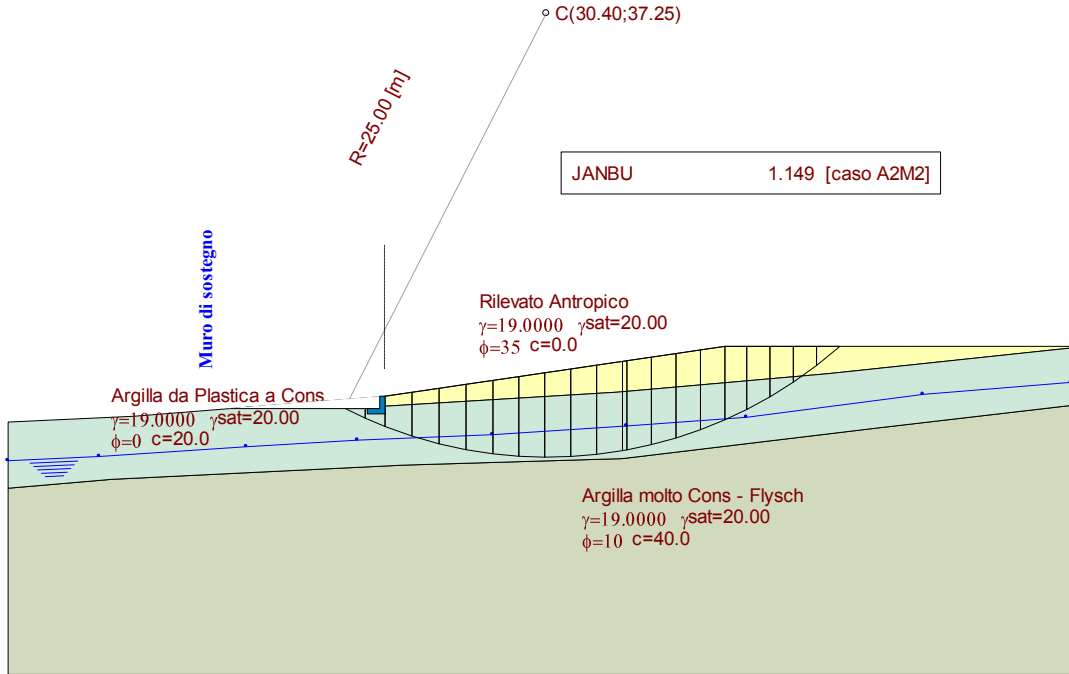
AREA	COM-PARTO	PROVE DI RIF.	NUM VERIFICA		$\sigma_e^{(1)}$	Cu	C'	ϕ'	F
						(kN/m ²)	(kN/m ²)	(°)	-
2	D3	P3	1	A BREVE TER.	NO	20	-	0	1.149
			2	A LUNGO TER.	NO	-	0	25	1.687
2	D3-1	A5, P1	3	A BREVE TER.	SI	40	-	0	1.293
			4	A LUNGO TER.	SI	-	5	25	1.303
1	D3-2	A5 A6, A7	5	A BREVE TER.	SI	40 ⁽²⁾	-	0	1.048
			6	A LUNGO TER.	SI	-	5	25	0.716

NOTA: (1) σ_e = sovraccarico dovuto alla presenza di edifici, (2) Valore della resistenza al taglio Cu media (tipica del versante) e non quella relativa alle prove A6 e A7 eseguite nel comparto D3-2 (più alta).



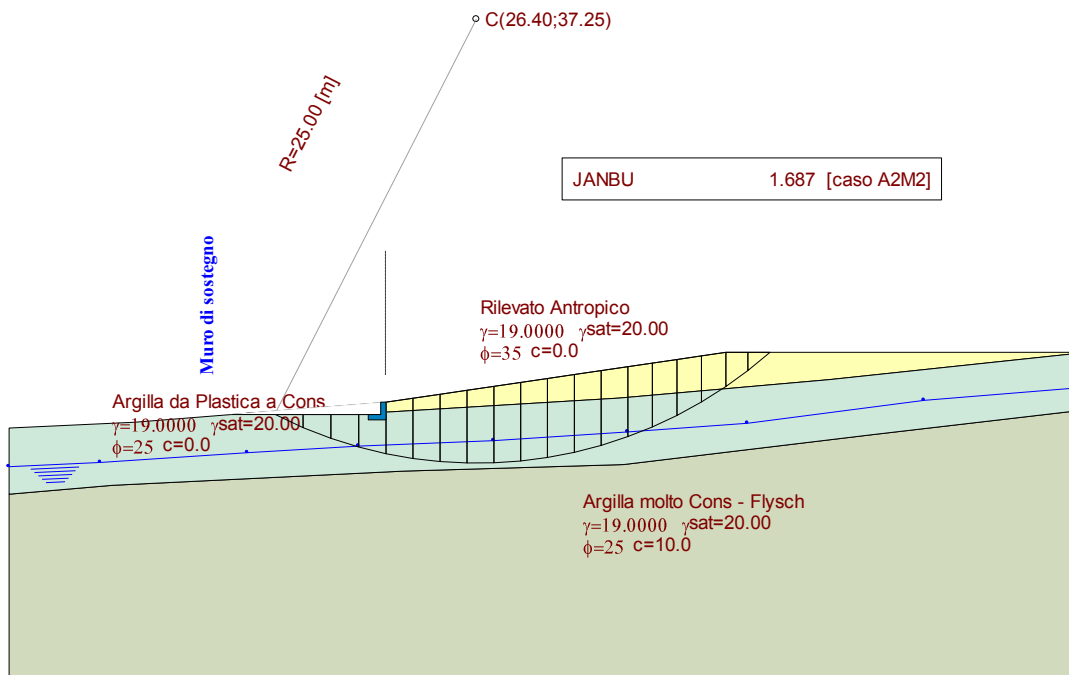
CALCOLO DI STABILITA' 1: COMPARTO D3 (AREA 2)

VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO



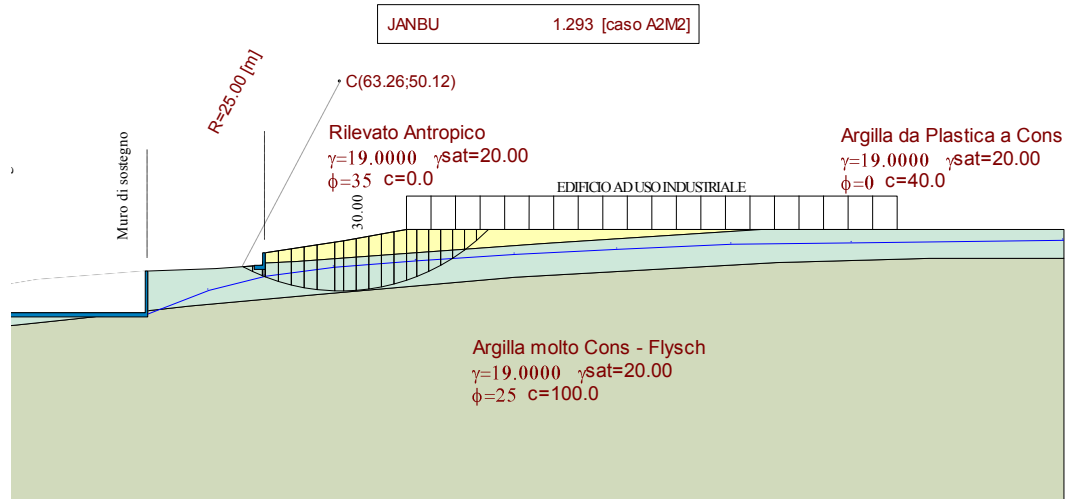
CALCOLO DI STABILITA' 2: COMPARTO D3 (AREA 2)

VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO

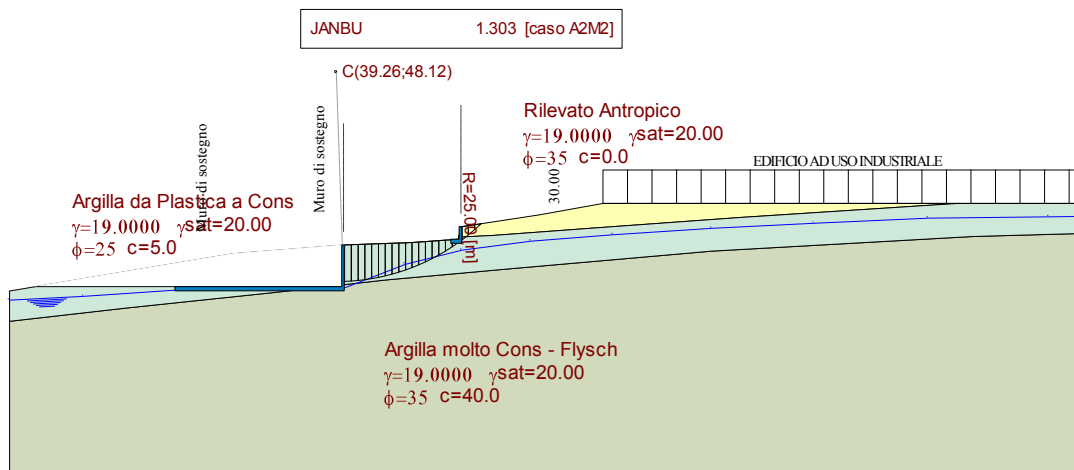




CALCOLO DI STABILITA' 3: COMPARTO D3-1 (AREA 2) VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO



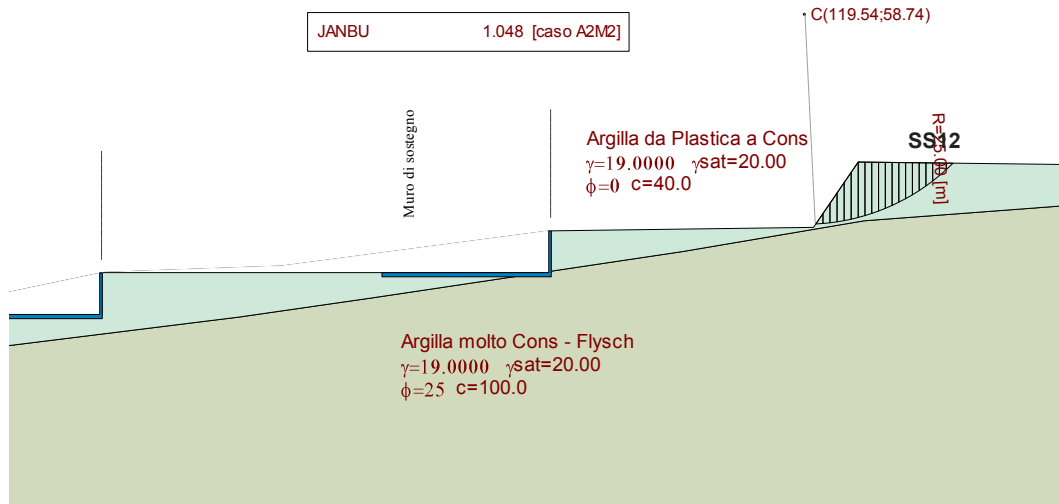
CALCOLO DI STABILITA' 4: COMPARTO D3-1 (AREA 2) VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO





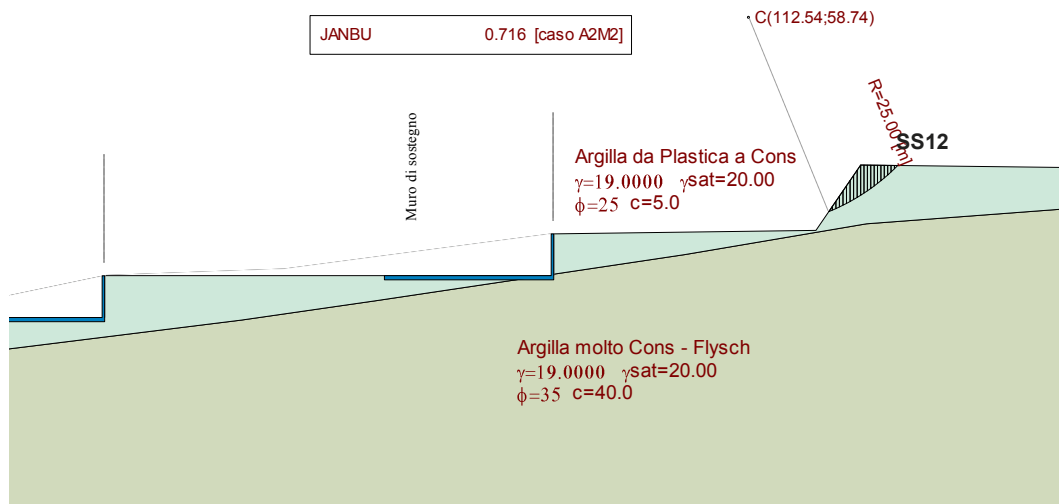
CALCOLO DI STABILITA' 5: COMPARTO D3-2 (AREA 3)

VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO



CALCOLO DI STABILITA' 6: COMPARTO D3-2 (AREA 3)

VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO





2.2.2 Considerazioni sui risultati dei calcoli di stabilità

Nei calcoli di stabilità solitamente si utilizzano a breve termine la resistenza al taglio non drenata ricavata direttamente dalle prove geognostiche effettuate nei pressi della traccia di sezione mentre a lungo termine i parametri efficaci vengono ricavati da prove di laboratorio o dal confronto dei valori non drenati con i valori drenati noti in letteratura. Per il comparto D3-2 si è invece preferito utilizzare un valore più cautelativo di C_u (valore medio dello strato sup.) piuttosto che i valori ricavati dalle prove penetrometriche dinamiche più vicine (A6, A7); ciò ha permesso di sottolineare eventuali problemi di stabilità relativi a tagli di versante troppo acclivi.

Detto ciò possiamo fare le seguenti considerazioni:

1) I calcoli di stabilità 1 e 2 effettuati nella porzione più problematica del comparto D3 (dove si trova l'area già attribuita alla III classe di edificabilità) mostrano fattori di stabilità sempre maggiore di 1.1, a patto di non considerare i sovraccarichi dovuti agli edifici (anche per questo motivo, oltre che per problemi di portanza del terreno, sono indispensabili fondazioni su pali).

2) I calcoli di stabilità 2 e 3, effettuati sempre nell'area 2 ma nella porzione appartenente al comparto D3-1, mostrano coefficienti di stabilità sempre maggiori di 1.1, sia a breve che a lungo termine e anche con la presenza di sovraccarichi.

3) I calcoli effettuati per il comparto più meridionale (D3-2) non mostrano in generale problemi di stabilità se si adopera la resistenza al taglio non drenata C_u misurata nelle prove A6 e A7 ($C_u \sim 80 \text{ kN/m}^2$). Il fattore F inferiore a 1.1 riportato nella pagina precedente non deve trarre in inganno perché si riferisce a calcoli eseguiti con valori di $C_u = 40 \text{ kN/m}$ (valore medio di C_u relativo a tutto il versante e non all'area del comparto D3-2). In ogni caso, eventuali problemi di instabilità riguardano solo la parte iniziale della sezione B-B', quella subito sotto la strada statale SS12. Durante la fase esecutiva dei lavori sarà quindi consigliabile provvedere al rimodellamento di questa porzione di versante con angoli inferiori a quelli previsti nella sezione B-B' di tavola 11-b oppure, ricorrere a muri di sostegno e/o a terre armate.



3. PRESCRIZIONI

Due sono le indicazioni principali che emergono dal quadro geologico e geotecnico e dai calcoli svolti nelle pagine precedenti:

- 1) Nel comparto D3, il fattore di sicurezza F è sempre maggiore di 1.1, anche in condizioni sismiche con la sola precauzione di scaricare le pressioni dovute agli edifici in progetto ai livelli più profondi tramite l'adozione di fondazioni su pali. Le fondazioni su pali si rendono quindi necessarie non solo per evitare eventuali fenomeni di cedimento alle strutture in progetto ma anche per aumentare la stabilità dei versanti. Infatti l'adozione di fondazioni su pali permette di alleggerire i rilevati da carichi aggiuntivi che potrebbero compromettere le condizioni di stabilità dell'insieme edificio-rilevato-terreno soprattutto in condizioni di azioni esterne (sisma). Le fondazioni su pali si rendono d'obbligo nel comparto D3, nell'area già indicata a classe di edificabilità III: qui la messa in opera di drenaggi o altre opere di consolidamento sono consigliabili e il loro dimensionamento è rimandato alla progettazione esecutiva di ogni singolo intervento, quando si avrà un quadro più preciso delle opere in progetto e dei carichi presenti sul versante.
- 2) Bisogna infine prestare particolare attenzione per i fronti di scavo a ridosso della SS12. Prendendo infatti in esame la sezione B-B' del comparto D3-2 risulta che la parte iniziale ha una acclività molto elevata che, soprattutto a lungo termine, può creare problemi di stabilità. Scendendo nei particolari, nei calcoli di stabilità a breve termine si raggiunge un fattore di sicurezza maggiore di 1.1 con parametri meccanici relativamente bassi e cioè con $C_u > 45 \text{ kN/m}^2$. A lungo termine invece la stabilità dei fronti di scavo risulta molto più precaria perché i parametri meccanici e soprattutto la coesione tendono a ridursi notevolmente. Fatto salva l'impossibilità di diminuire l'angolo di scarpata dei fronti di scavo lungo i tagli di versante che costeggiano la SS12, si prescrive che qui si debbano predisporre opportune opere di contenimento come muri di sostegno in c.a. o terre armate.



4. CONCLUSIONI

La presente relazione, su incarico dei committenti, è stata redatta per il piano particolareggiato denominato “Polo Estense”.

L’area è ben conosciuta dallo scrivente per le numerose indagini geognostiche effettuate in passato.

Recentemente le indagini sono state integrate da 7 registrazioni sismiche (T1-T7) per verificare la stratigrafia e approfondire gli aspetti sismici e di microzonazione sismica.

Pur confermando la notevole variabilità stratigrafica orizzontale e verticale che caratterizza queste argille, si ribadisce la presenza di uno strato più superficiale (0-3 m circa dal p.c.), esteso a tutti i comparti e dalle modeste caratteristiche meccaniche ($C_u \sim 40 \text{ kN/m}^2$)

Come già ampiamente relazionato nei paragrafi precedenti, la zona del “Polo Estense” è stata suddivisa in 3 aree:

1) Nell’area 1 (comparto D3-1), pur essendoci uno strato più superficiali (2-3 m dal p.c.) con modeste caratteristiche meccaniche ($C_u \sim 30 \text{ kN/m}^2$), non vi sono particolari problemi di fondazioni e di stabilità; è infatti sempre possibile raggiungere, con fondazioni di tipo superficiale, i livelli più consistenti mentre la stabilità è assicurata dalla bassa acclività;

2) Nell’area 2 dobbiamo comprendere una striscia appartenente al comparto D3-1 e tutto il comparto D3.

La striscia appartenente al comparto D3-1 in genere non mostra problemi di carattere geotecnico: qui si è effettuato anche un calcolo di stabilità (sezione D-D’ di tavola 10) che ha mostrato un fattore di sicurezza F sempre maggiore di 1.1.

L’area appartenente al comparto D3 può essere suddivisa in due zone: nella prima si ha una classe di edificabilità II mentre nella seconda si ha una classe di edificabilità III (vedi PRG 1999).

In questa seconda zona, individuata da una campitura diagonale della tavola 8 di pag.10, lo spessore della coltre superficiale è maggiore e le caratteristiche meccaniche sono più scadenti. In quest’area infatti le caratteristiche meccaniche dei terreni, pur migliorando a partire dai -3.0 m dal p.c. (così come avviene in tutto il comparto) rimangono comunque mediamente più modeste se pa-



ragonate a quelle dei terreni situati più a nord; nel settore più sud-orientale del comparto D3 infatti è spesso presente un strato di argille alterate moderatamente consistenti che si frappone fra lo strato più superficiale poco consistente (presente ovunque) e il flysch sottostante compatto e molto consistente; il tetto di questo strato si colloca a -3/4 m dal p.c. mentre il letto si spinge fino a profondità di -5/6 m dal p.c. L'analisi dei grafici delle prove penetrometriche dinamiche e i calcoli di stabilità effettuati lungo le sezioni di progetto escludono comunque la presenza di terreni dissestati o predisposti al dissesto. I parametri meccanici ricavati dalle prove penetrometriche, anche se modesti, sono quelli tipici di argille plastiche poco consistenti ma non sono stati misurati parametri residui, attribuibili a fenomeni gravitativi. I grafici non mostrano minimi riconducibili a eventuali superfici di scollamento ed in ogni caso le proprietà meccaniche dei terreni tendono ad aumentare progressivamente con la profondità. Anche dall'analisi geomorfologica si possono escludere fenomeni morfogenetici attivi che possano ricondurre a movimenti gravitativi o a fenomeni di deformazioni più o meno superficiali. In conclusioni, per la porzione più meridionale del comparto D3 attribuita alla classe III di edificabilità dalla variante al PRG 1999 (vedi tavola 8), si possono fornire le seguenti indicazioni-prescrizioni:

a) i calcoli di stabilità effettuati lungo la sezione di progetto A-A' (vedi TAV.9) mostrano un fattore di sicurezza sempre maggiore di 1.1 anche in presenza dei rilevati e di azioni esterne (sisma), ma senza i sovraccarichi (edifici). I calcoli si sono concentrati soprattutto in corrispondenza della porzione di versante presso la prova P3 sia per le modeste caratteristiche del terreno, sia per la maggiore acclività dell'area;

b) gli edifici in progetto, costituiti prevalentemente da capannoni ad uso industriale ed artigianale, dovranno fondarsi su pali così da scaricare le pressioni ai livelli più compatti presenti a partire da -5/6 m dal p.c.: a tale profondità le argille mostrano proprietà meccaniche sufficienti. Per i dettagli sulla stratigrafia e sui parametri meccanici si vedano i paragrafi precedenti (§.1.6, §.2.1.2).



c) le fondazioni su pali si rendono particolarmente necessarie per opere d'arte di grandi dimensioni (capannoni artigianali e industriali); in questo caso la trasmissione dei carichi ai livelli più profondi e compatti del terreno da una parte evita l'instaurarsi di possibili cedimenti di tipo differenziale e dall'altra alleggerisce il versante da ulteriori carichi aggiuntivi;

d) la messa in opera di drenaggi o altre opere di consolidamento sono consigliabili ma il loro dimensionamento è rimandato alla progettazione esecutiva di ogni singolo intervento, quando si avrà un quadro più preciso delle opere in progetto e dei carichi presenti sul versante.

L'area 3 (comparto D3-2), non mostra particolari problemi di carattere geologico o geotecnico. Qui i parametri meccanici sono mediamente più elevati che nelle rimanenti parti del polo artigianale con resistenza al taglio non drenata (C_u) di circa 80 kN/m^2 . E' anche la zona più acclive per cui nei calcoli di stabilità (a tutto vantaggio della sicurezza) abbiamo utilizzato parametri geotecnici più bassi di quelli misurati nelle prove A6 e A7. Con i parametri ridotti ($C_u \sim 40 \text{ kN/m}^2$) si sono potuti evidenziare alcuni problemi di stabilità (soprattutto a lungo termine), nei tagli di versante a ridosso della SS12. Nella porzione del comparto D3-2 che lambisce la strada statale è quindi consigliabile modificare l'inclinazione dei tagli del versante con acclività inferiori ai 60° e/o ricorrere a opere di contenimento come le terre armate o muri in c.a.

In conclusione si ritiene che tutta l'area del polo artigianale sia idonea alla edificazione fatte salve le precauzioni sopra descritte e con la raccomandazione (come per altro prevista dalla vigente normativa) di approfondire le indagini di carattere geognostico e geotecnico per ogni futuro singolo intervento.

Pavullo, Dicembre 2010

Il GEOLOGO



ALLEGATO A

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1

COMMITTENTE:						LOCALITA': Ca' Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00						
NOME FILE ESTE_OP1						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	2	2.1	20.6	1505	129	14	1272	77	3.8	1	1126	135
0.40	5	5.3	23.9	3763	176	36	3180	190	7.6	1	2815	338
0.60	9	9.5	27.0	6773	253	64	5724	340	11.4	1	5068	608
0.80	8	8.5	26.3	6021	289	57	5088	307	15.2	1	4505	541
1.00	10	10.6	27.6	7526	371	71	6360	384	19.0	2	5208	625
1.20	9	9.5	27.0	6773	403	64	5724	351	22.8	2	4688	563
1.40	8	8.5	26.3	6021	428	57	5088	319	26.6	2	4167	500
1.60	5	5.3	23.9	3763	393	36	3180	213	30.4	2	2604	313
1.80	5	5.3	23.9	3763	429	36	3180	217	34.2	2	2604	313
2.00	7	7.4	25.5	5268	456	50	4452	292	36.0	3	3391	407
2.20	17	18.0	31.4	12794	870	121	10812	658	37.8	3	8236	988
2.40	14	14.8	29.9	10536	771	99	8904	551	39.6	3	6783	814
2.60	28	29.7	36.1	21073	1631	199	17808	1064	41.4	3	13566	1628
2.80	14	14.8	29.9	10536	837	99	8904	554	43.2	3	6783	814
3.00	28	29.7	36.1	21073	1769	199	17808	1067	45.0	4	12681	1522
3.20	70	74.2	44.7	52682	6081	497	44520	2602	46.8	4	31703	3804
3.40	99	99.0	45.0	70290	6601	663	59400	3458	48.6	4	44837	5380

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$; b=1m; N _γ = 10.9	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$ [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formola degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

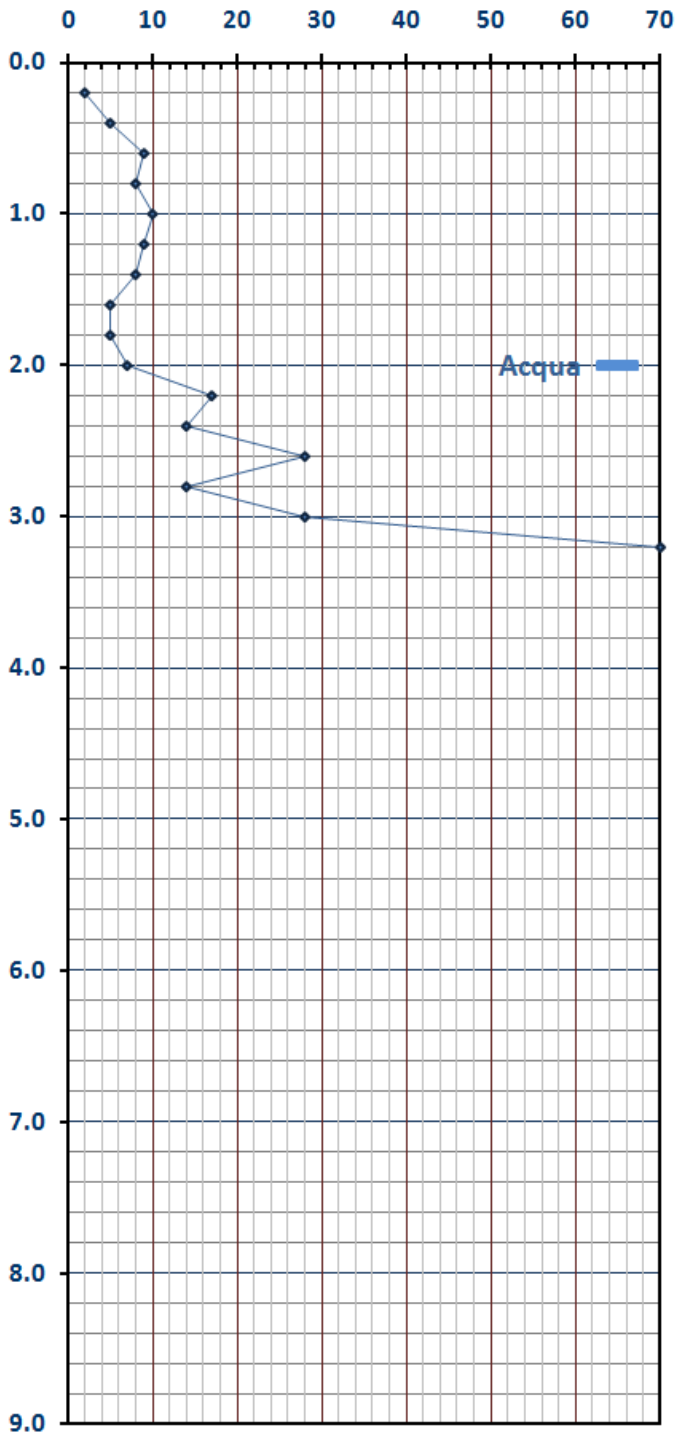
H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1

COMMITTENTE:	LOCALITA' :	Ca' Zanaroli
COMUNE:	DATA:	18/10/00
NOME FILE:	PENETROMETRO	DPH

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

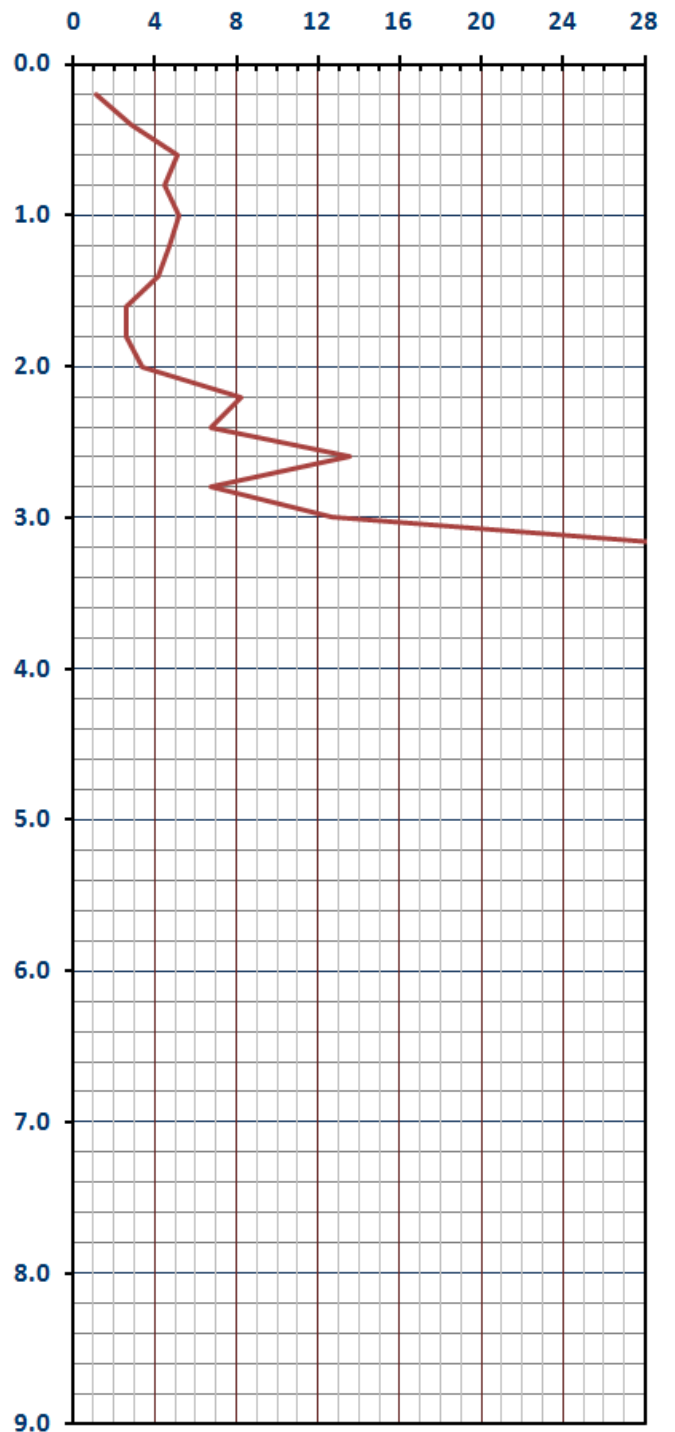




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA P1
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanolari					
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00					
NOME FILE ESTE_0P1						PENETROMETRO DPH					
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	3.5	3.7	22.3	2634	51	25	2226	44	5.7	1971	79
1.4	8.8	9.3	26.8	6623	116	62	5597	113	19.0	4727	189
2.0	5.7	6.0	24.5	4265	142	40	3604	80	33.5	2867	115
3.0	20.2	21.4	32.7	15203	392	143	12847	260	41.4	9610	384
3.2	70.0	74.2	44.7	52682	2027	497	44520	867	46.8	31703	1268
3.4	99.0	99.0	45.0	70290	2200	663	59400	1153	48.6	44837	1793

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI P1
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanolari					
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00					
NOME FILE ESTE_0P1						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.4	3.5	3.7	0.2	16	5.7	46.5	6.1	3292	0.6	5.3	2226
1.4	8.8	9.3	0.9	18	19.0	68.0	14.0	7575	0.5	13.6	5597
2.0	5.7	6.0	1.7	17	33.5	50.6	17.0	5244	0.2	9.6	3604
3.0	20.2	21.4	2.5	19	41.4	92.1	47.0	15583	1.0	31.2	12847
3.2	70.0	74.2	3.1	20	46.8	100.0	243.2	51940	>4	104.1	44520
3.4	99.0	99.0	3.3	21	48.6	100.0	264.0	69300	>4	138.3	59400

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · Kk)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2

COMMITTENTE:						LOCALITA' : Ca' Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00						
NOME FILE P2						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			φ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ' [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	2	2.1	20.6	1505	129	14	1272	77	3.8	1	1126	135
0.40	2	2.1	20.6	1505	155	14	1272	81	7.6	1	1126	135
0.60	14	14.8	29.9	10536	311	99	8904	522	11.4	1	7883	946
0.80	20	21.2	32.8	15052	492	142	12720	745	15.2	1	11261	1351
1.00	22	23.3	33.7	16557	643	156	13992	822	19.0	2	11458	1375
1.20	21	22.3	33.3	15805	718	149	13356	789	22.8	2	10938	1313
1.40	13	13.8	29.4	9784	560	92	8268	501	26.6	2	6771	813
1.60	12	12.7	28.8	9031	593	85	7632	468	30.4	2	6250	750
1.80	27	28.6	35.7	20320	1349	192	17172	1020	34.2	2	14063	1688
2.00	10	10.6	27.6	7526	557	71	6360	401	36.0	3	4845	581
2.20	7	7.4	25.5	5268	476	50	4452	293	37.8	3	3391	407
2.40	15	15.9	30.4	11289	815	107	9540	587	39.6	3	7267	872
2.60	9	9.5	27.0	6773	593	64	5724	370	41.4	3	4360	523
2.80	18	19.1	31.9	13547	1040	128	11448	700	43.2	3	8721	1047
3.00	20	21.2	32.8	15052	1200	142	12720	775	45.0	4	9058	1087
3.20	33	35.0	37.3	24836	2135	234	20988	1251	46.8	4	14946	1793
3.40	14	14.8	29.9	10536	935	99	8904	560	48.6	4	6341	761
3.60	19	20.1	32.4	14299	1270	135	12084	744	50.4	4	8605	1033
3.80	30	31.8	36.5	22578	2146	213	19080	1147	52.2	4	13587	1630
4.00	18	19.1	31.9	13547	1288	128	11448	711	54.0	5	7653	918
4.20	10	10.6	27.6	7526	836	71	6360	421	55.8	5	4252	510
4.40	15	15.9	30.4	11289	1164	107	9540	605	57.6	5	6378	765
4.60	12	12.7	28.8	9031	1005	85	7632	497	59.4	5	5102	612
4.80	17	18.0	31.4	12794	1377	121	10812	682	61.2	5	7228	867
5.00	10	10.6	27.6	7526	937	71	6360	428	63.0	6	4006	481
5.20	9	9.5	27.0	6773	901	64	5724	393	64.8	6	3606	433
5.40	15	15.9	30.4	11289	1338	107	9540	614	66.6	6	6010	721
5.60	12	12.7	28.8	9031	1150	85	7632	506	68.4	6	4808	577
5.80	10	10.6	27.6	7526	1039	71	6360	435	70.2	6	4006	481
6.00	9	9.5	27.0	6773	995	64	5724	401	72.0	7	3409	409
6.20	13	13.8	29.4	9784	1315	92	8268	548	73.8	7	4924	591
6.40	11	11.7	28.2	8279	1189	78	6996	477	75.6	7	4167	500
6.60	11	11.7	28.2	8279	1217	78	6996	479	77.4	7	4167	500
6.80	13	13.8	29.4	9784	1407	92	8268	554	79.2	7	4924	591
7.00	13	13.8	29.4	9784	1438	92	8268	556	81.0	8	4670	560
7.20	12	12.7	28.8	9031	1382	85	7632	521	82.8	8	4310	517
7.40	16	17.0	30.9	12042	1784	114	10176	669	84.6	8	5747	690
7.60	21	22.3	33.3	15805	2378	149	13356	853	86.4	8	7543	905
7.80	19	20.1	32.4	14299	2186	135	12084	782	88.2	8	6825	819
8.00	15	15.9	30.4	11289	1790	107	9540	638	90.0	9	5123	615
8.20	15	15.9	30.4	11289	1825	107	9540	639	91.8	9	5123	615
8.40	17	18.0	31.4	12794	2081	121	10812	714	93.6	9	5806	697
8.60	16	17.0	30.9	12042	2005	114	10176	679	95.4	9	5464	656
8.80	18	19.1	31.9	13547	2280	128	11448	754	97.2	9	6148	738
9.00	19	20.1	32.4	14299	2448	135	12084	793	99.0	10	6185	742

LEGENDA 1

H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)	
φ ^o = Nspt < 30 (15·Nspt) ⁵ + 15; Nspt > 30 -0.0015·Nspt ² + 0.353·Nspt + 26.782	(Road Bridge Specification-Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = [(h·γ'·Nq) + (½ b·γ'·N _γ)] / 3;	b=1m; N _γ = 10.9 [kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = 600 · Nspt	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formola degli Olandesi)
Rd ₃ = (Rdp / 5 ÷ 10); Qa = (Rpd / 8.3)	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2

COMMITTENTE:	LOCALITA' : Ca' Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA: 18/10/00
NOME FILE: P2	PENETROMETRO DPH

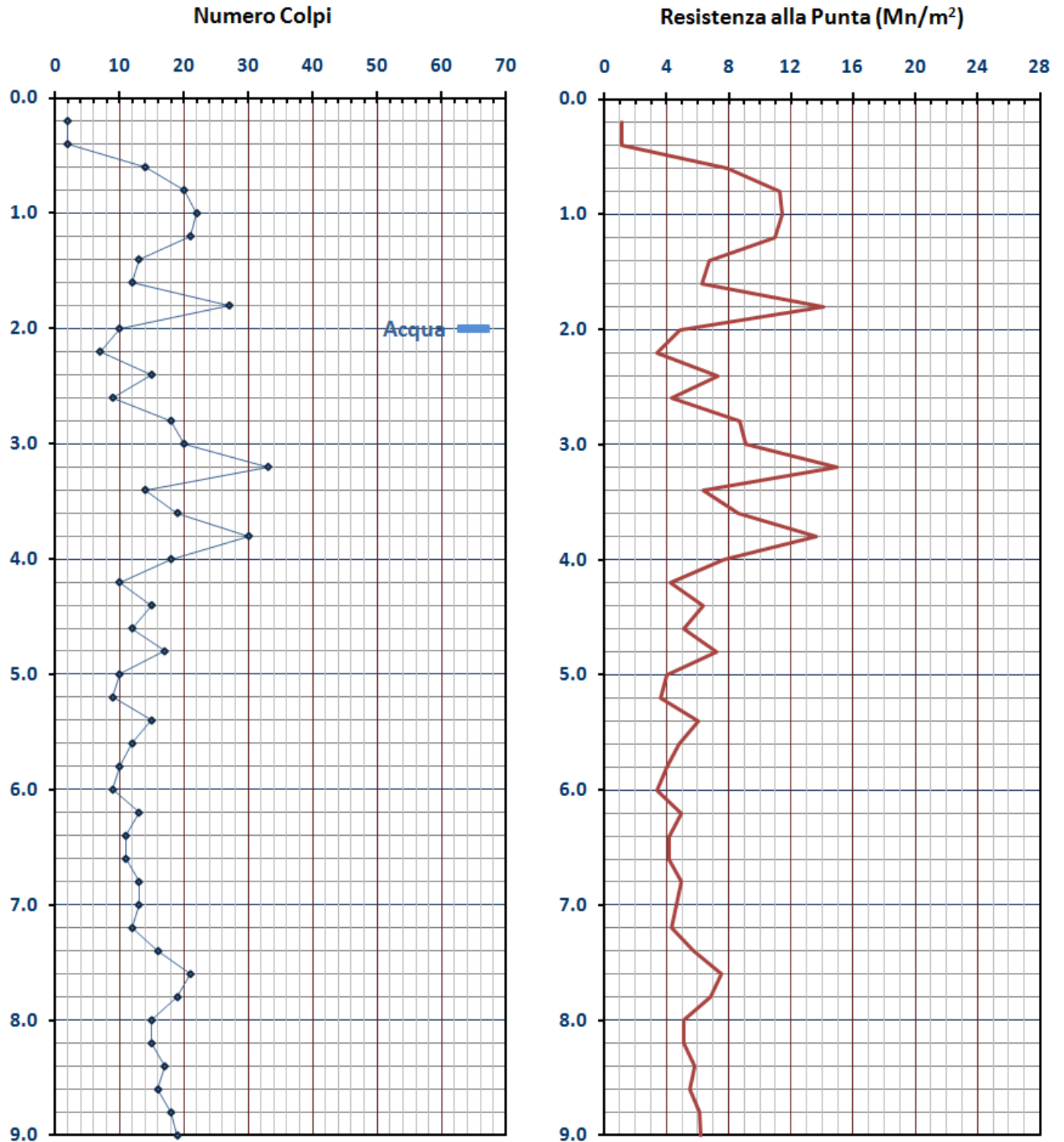




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA P2
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00					
NOME FILE P2						PENETROMETRO DPH					
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]
0.6	6.0	6.4	23.7	4516	66	43	3816	76	7.6	3378	135
1.2	21.0	22.3	33.3	15805	206	149	13356	262	19.0	11219	449
2.6	13.3	14.1	29.2	9999	235	94	8450	173	35.1	6707	268
4.0	21.7	23.0	33.3	16342	477	154	13810	280	48.6	9844	394
4.8	13.5	14.3	29.6	10160	365	96	8586	184	58.5	5740	230
7.2	11.5	12.2	28.5	8655	397	82	7314	164	72.9	4417	177
9.0	17.3	18.4	31.6	13045	695	123	11024	242	91.8	5996	240

H = Profondità del letto dello strato elementare
 N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
 N_{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
 $\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{0.5} + 15; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
 Mo = 710 · N_{spt} [Modulo Confinato] [kN/m²] (Farrent)
 Qa₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · N_γ)] / 3 N_γ = 10.9 [kN/m²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
 Ed = 6.7 · N_{spt} [kN/m²] (Stroud & Butler)
 Cu = 600 · N_{spt} [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Terzaghi)
 Qa₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
 R_{dp} = M² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m²] (Formula degli Olandesi)
 Qa₃ = (R_{pd} / 15 ÷ 30); Rd₃ = (R_{pd} / 25) [kN/m²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI P2
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 18/10/00					
NOME FILE P2						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.6	6.0	6.4	0.3	17	7.6	60.1	7.9	5340	0.8	9.1	3816
1.2	21.0	22.3	0.9	19	19.0	100.0	24.7	15582	1.4	31.4	13356
2.6	13.3	14.1	1.9	18	35.1	76.9	28.2	10999	0.5	20.8	8450
4.0	21.7	23.0	3.3	19	48.6	92.5	57.2	16715	1.8	33.7	13810
4.8	13.5	14.3	4.4	18	58.5	70.1	43.8	11516	>4	22.1	8586
7.2	11.5	12.2	6.0	18	72.9	61.3	47.7	10183	>4	19.7	7314
9.0	17.3	18.4	8.1	18	91.8	70.8	83.5	14741	>4	29.0	11024

H = Profondità del letto dello strato elementare
 N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
 N_{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
 Hm = Profondità al centro dello strato [m]
 γ = Peso di volume del terreno [kN/m³]
 σ_v = Pressione litostatica [kN/m²]
 Dr = 21 · [(10 · N_{spt}) / (σ_v + 7)]^{0.5} [Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
 Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa) [Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m²] (Bowles, 1988)
 Es = Es = (105 - 35 · Dr) · N_{spt}; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · N_{spt} [Modulo Elastico secante] [kN/m²] (Jamiołkowski, 1988)
 OCR = (Cu / (σ_v · KK))^{1.25} [Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
 Ed = 60 · N_{spt} (bassa plasticità) [Modulo Edometrico] [kN/m²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3

COMMITTENTE:						LOCALITA': Ca' Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 20/12/00						
NOME FILE ESTE_OP3						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	2	2.1	20.6	1505	129	14	1272	77	3.8	1	1126	135
0.40	5	5.3	23.9	3763	176	36	3180	190	7.6	1	2815	338
0.60	7	7.4	25.5	5268	232	50	4452	267	11.4	1	3941	473
0.80	8	8.5	26.3	6021	289	57	5088	307	15.2	1	4505	541
1.00	9	9.5	27.0	6773	353	64	5724	348	19.0	2	4688	563
1.20	7	7.4	25.5	5268	361	50	4452	278	22.8	2	3646	438
1.40	3	3.2	21.9	2258	310	21	1908	136	26.6	2	1563	188
1.60	2	2.1	20.6	1505	311	14	1272	103	30.4	2	1042	125
1.80	4	4.2	23.0	3010	399	28	2544	180	34.2	2	2083	250
2.00	5	5.3	23.9	3763	392	36	3180	219	36.0	3	2422	291
2.20	3	3.2	21.9	2258	342	21	1908	147	37.8	3	1453	174
2.40	4	4.2	23.0	3010	391	28	2544	186	39.6	3	1938	233
2.60	3	3.2	21.9	2258	370	21	1908	151	41.4	3	1453	174
2.80	3	3.2	21.9	2258	384	21	1908	153	43.2	3	1453	174
3.00	3	3.2	21.9	2258	398	21	1908	155	45.0	4	1359	163
3.20	4	4.2	23.0	3010	453	28	2544	193	46.8	4	1812	217
3.40	4	4.2	23.0	3010	469	28	2544	195	48.6	4	1812	217
3.60	3	3.2	21.9	2258	439	21	1908	160	50.4	4	1359	163
3.80	4	4.2	23.0	3010	500	28	2544	198	52.2	4	1812	217
4.00	5	5.3	23.9	3763	563	36	3180	237	54.0	5	2126	255
4.20	4	4.2	23.0	3010	531	28	2544	202	55.8	5	1701	204
4.40	8	8.5	26.3	6021	752	57	5088	350	57.6	5	3401	408
4.60	7	7.4	25.5	5268	720	50	4452	315	59.4	5	2976	357
4.80	7	7.4	25.5	5268	740	50	4452	317	61.2	5	2976	357
5.00	5	5.3	23.9	3763	649	36	3180	246	63.0	6	2003	240
5.20	7	7.4	25.5	5268	781	50	4452	320	64.8	6	2804	337
5.40	9	9.5	27.0	6773	924	64	5724	395	66.6	6	3606	433
5.60	10	10.6	27.6	7526	1013	71	6360	433	68.4	6	4006	481
5.80	99	99.0	45.0	70290	9513	663	59400	3480	70.2	6	39663	4760

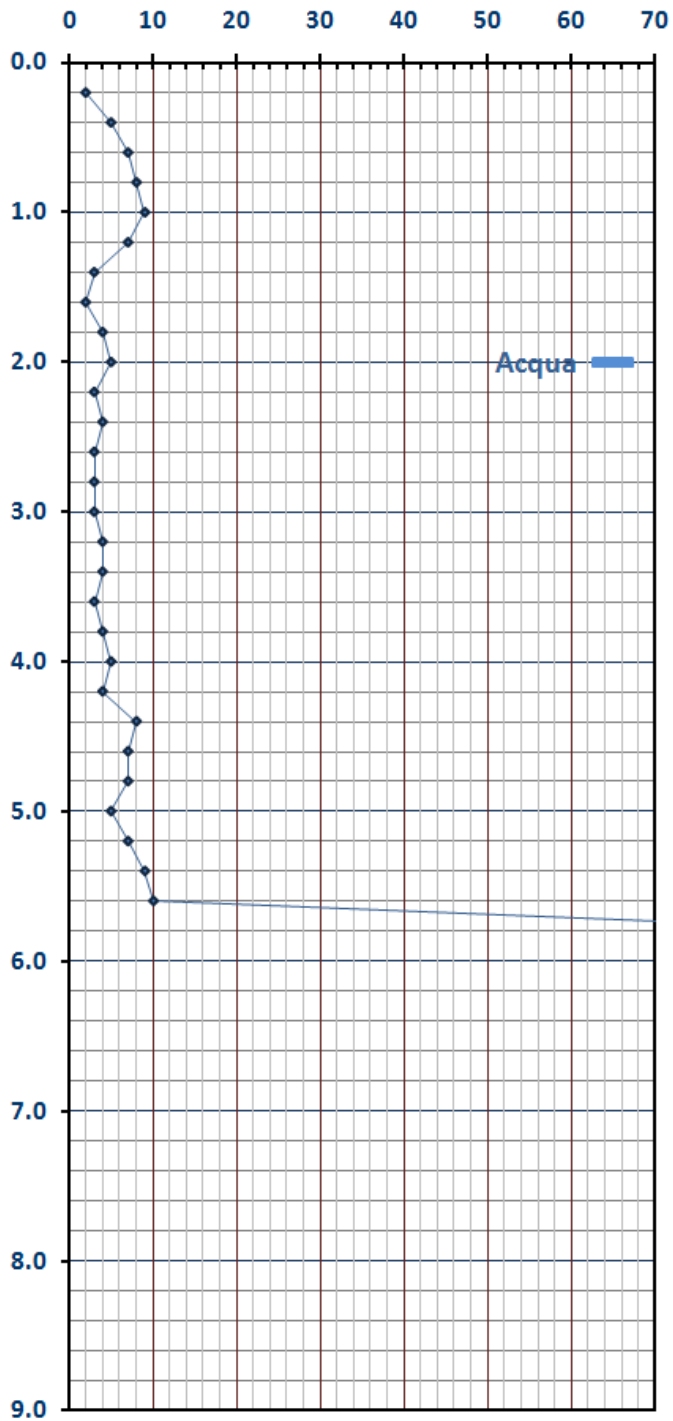
H = Profondità del letto dello strato elementare	[m]
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
Nspt = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)	
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^5 + 15 ; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification-Carter & Bentley)
Mo = $710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3 ; b=1m; N_{\gamma}= 10.9$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$ [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \pm 10) ; Qa = (Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3

COMMITTENTE:		LOCALITA' :	Ca' Zanaroli
COMUNE:	Pavullo	DATA:	20/12/00
NOME FILE:	ESTE_0P3	PENETROMETRO	DPH

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

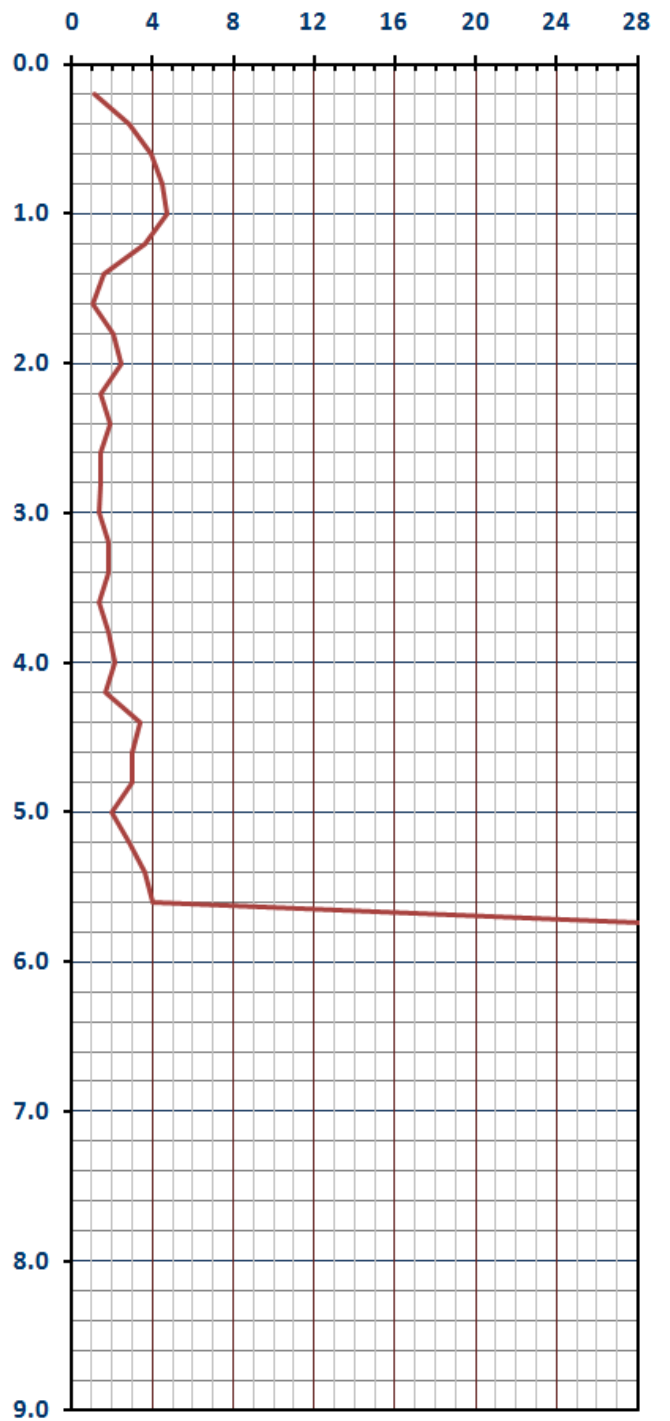




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA P3
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanolari					
COMUNE: Pavullo						DATA: 20/12/00					
NOME FILE ESTE_0P3						PENETROMETRO DPH					
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	6.3	6.7	24.8	4766	86	45	4028	81	13.3	3453	138
3.6	3.4	3.6	22.3	2571	129	24	2173	55	40.0	1646	66
5.6	6.6	7.0	25.1	4967	239	47	4198	100	60.3	2741	110
5.8	99.0	99.0	45.0	70290	3171	663	59400	1160	70.2	39663	1587

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^{\circ} = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^5 + 15; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [Kn/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 N _γ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · N _{spt} [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI P3
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanolari					
COMUNE: Pavullo						DATA: 20/12/00					
NOME FILE ESTE_0P3						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σ _v [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
1.2	6.3	6.7	0.6	17	13.3	59.6	10.3	5648	0.5	9.8	4028
3.6	3.4	3.6	2.4	16	40.0	38.1	15.5	3320	0.1	6.6	2173
5.6	6.6	7.0	4.6	17	60.3	48.7	28.7	6154	>4	12.0	4198
5.8	99.0	99.0	5.7	21	70.2	100.0	380.5	173250	>4	139.2	59400

H = Profondità del letto dello strato elementare	
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{spt} = 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 · N _{spt}) / (σ _v + 7)] ^{0.5}	[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)	[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · N _{spt} ; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · N _{spt}	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σ _v · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · N _{spt} (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A1

COMMITTENTE:						LOCALITA': C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_0A1						PENETROMETRO DPH2				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	4	4.2	23.0	3010	136	28	2544	150	3.8	1	2240	269
0.40	3	3.2	21.9	2258	162	21	1908	117	7.6	1	1680	202
0.60	2	2.1	20.6	1505	181	14	1272	84	11.4	1	1120	134
0.80	2	2.1	20.6	1505	207	14	1272	88	15.2	1	1120	134
1.00	3	3.2	21.9	2258	251	21	1908	129	19.0	2	1547	186
1.20	5	5.3	23.9	3763	321	36	3180	205	22.8	2	2578	309
1.40	5	5.3	23.9	3763	357	36	3180	209	26.6	2	2578	309
1.60	5	5.3	23.9	3763	393	36	3180	213	30.4	2	2578	309
1.80	6	6.4	24.8	4516	459	43	3816	253	34.2	2	3094	371
2.00	7	7.4	25.5	5268	456	50	4452	292	36.0	3	3345	401
2.20	6	6.4	24.8	4516	442	43	3816	257	37.8	3	2867	344
2.40	4	4.2	23.0	3010	391	28	2544	186	39.6	3	1911	229
2.60	4	4.2	23.0	3010	407	28	2544	187	41.4	3	1911	229
2.80	6	6.4	24.8	4516	498	43	3816	262	43.2	3	2867	344
3.00	8	8.5	26.3	6021	598	57	5088	337	45.0	4	3561	427
3.20	10	10.6	27.6	7526	709	71	6360	412	46.8	4	4452	534
3.40	6	6.4	24.8	4516	555	43	3816	268	48.6	4	2671	321
3.60	9	9.5	27.0	6773	711	64	5724	379	50.4	4	4006	481
3.80	50	53.0	41.3	37630	4061	355	31800	1877	52.2	4	22258	2671
4.00	80	84.8	45.0	60208	7329	568	50880	2974	54.0	5	33333	4000

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$	b=1m; N _γ = 10.9 [kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formola degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

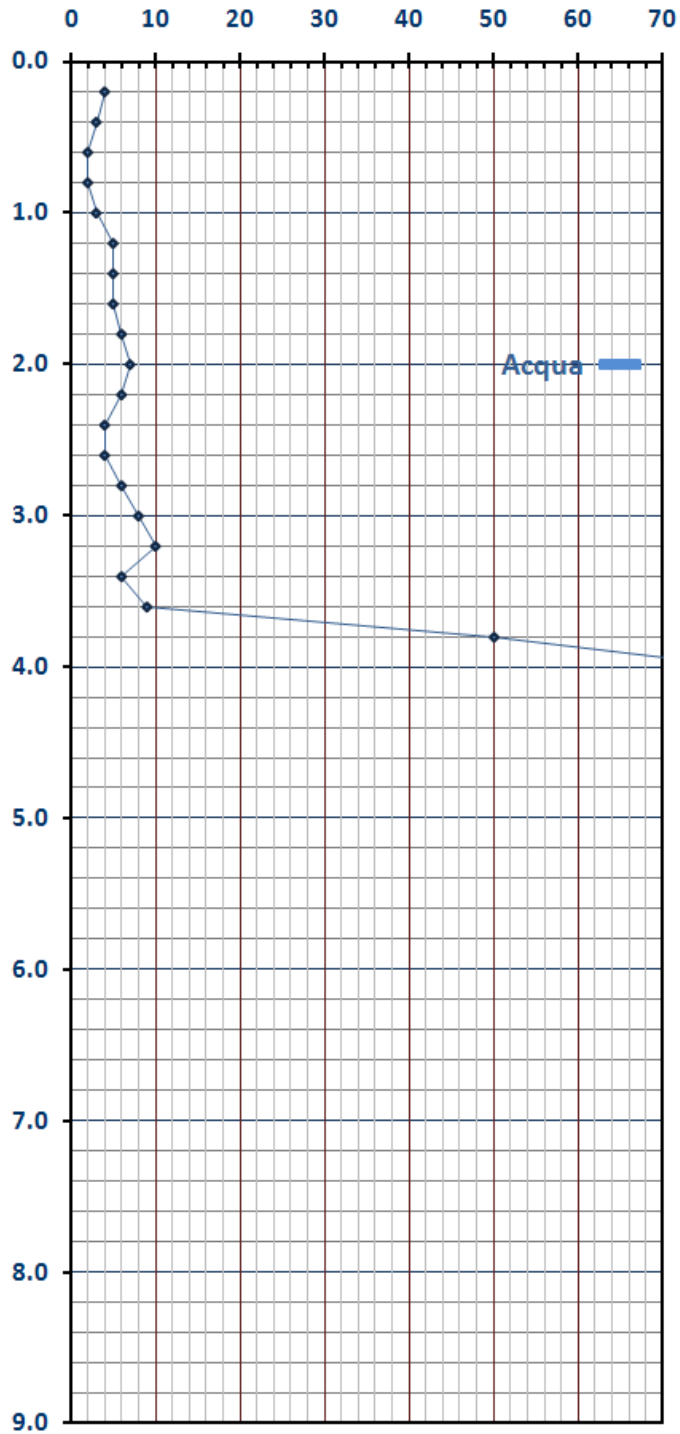
H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A1

COMMITTENTE:	LOCALITA' : C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA: 28/09/2004
NOME FILE: ESTE_0A1	PENETROMETRO DPH2

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

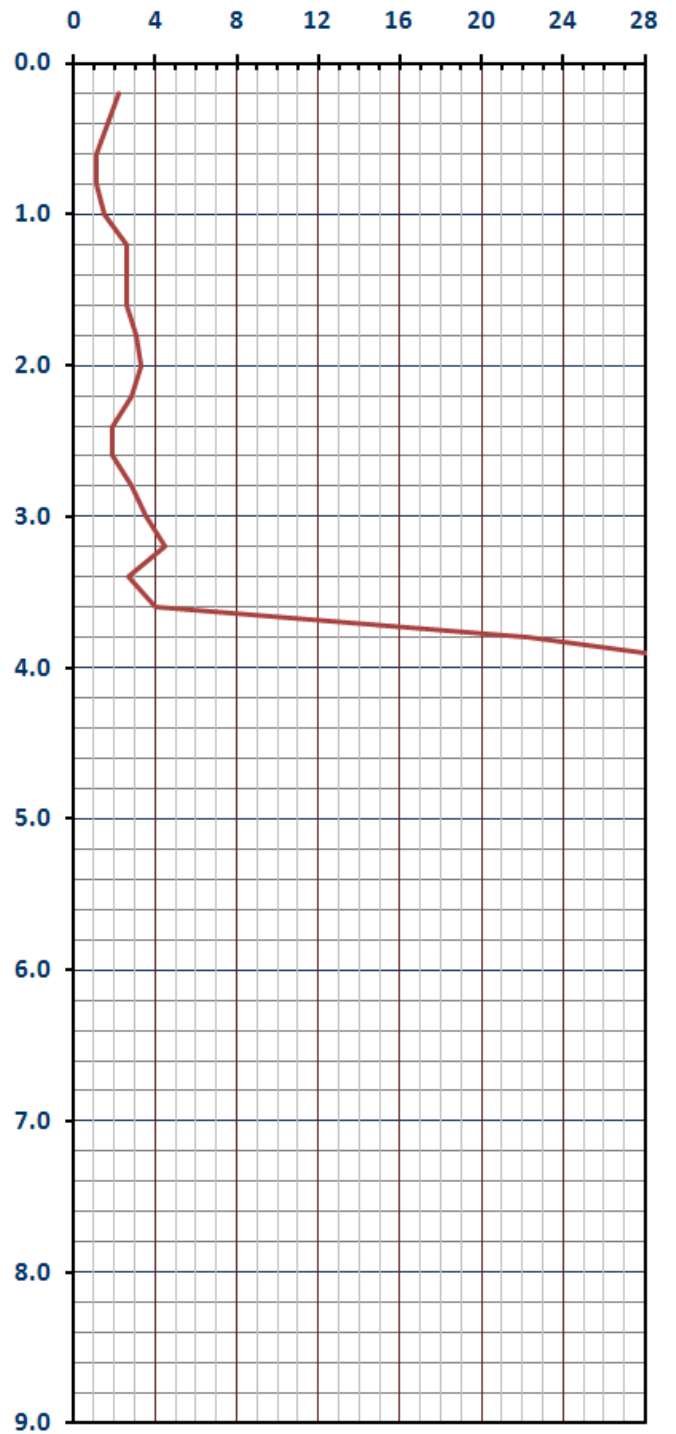




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A1
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_0A1						PENETROMETRO DPH2					
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]
1.0	2.8	3.0	21.6	2107	63	20	1781	38	11.4	1541	62
2.8	5.3	5.7	24.2	4014	138	38	3392	76	34.7	2637	105
3.6	8.3	8.7	26.4	6209	214	59	5247	116	47.7	3673	147
3.8	50.0	53.0	41.3	37630	1354	355	31800	626	52.2	22258	890
4.0	80.0	84.8	45.0	60208	2443	568	50880	991	54.0	33333	1333

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A1
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_0A1						PENETROMETRO DPH2					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
1.0	2.8	3.0	0.5	16	11.4	40.1	7.5	2700	0.2	4.5	1781
2.8	5.3	5.7	1.9	17	34.7	48.8	16.5	4970	0.2	9.2	3392
3.6	8.3	8.7	3.2	17	47.7	57.2	25.7	7430	0.5	14.0	5247
3.8	50.0	53.0	3.7	20	52.2	100.0	162.4	37100	>4	75.1	31800
4.0	80.0	84.8	3.9	21	54.0	100.0	293.2	59360	>4	119.0	50880

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A2

COMMITTENTE:						LOCALITA': C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_02						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd ₁ [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd ₂ [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd ₃ [kN/m ²]
0.20	3	3.2	21.9	2258	133	21	1908	113	3.8	1	1680	202
0.40	4	4.2	23.0	3010	169	28	2544	154	7.6	1	2240	269
0.60	6	6.4	24.8	4516	222	43	3816	230	11.4	1	3360	403
0.80	8	8.5	26.3	6021	289	57	5088	307	15.2	1	4480	538
1.00	6	6.4	24.8	4516	301	43	3816	238	19.0	2	3094	371
1.20	5	5.3	23.9	3763	321	36	3180	205	22.8	2	2578	309
1.40	4	4.2	23.0	3010	333	28	2544	173	26.6	2	2063	248
1.60	3	3.2	21.9	2258	339	21	1908	140	30.4	2	1547	186
1.80	3	3.2	21.9	2258	368	21	1908	144	34.2	2	1547	186
2.00	5	5.3	23.9	3763	392	36	3180	219	36.0	3	2389	287
2.20	10	10.6	27.6	7526	582	71	6360	403	37.8	3	4778	573
2.40	5	5.3	23.9	3763	426	36	3180	222	39.6	3	2389	287
2.60	6	6.4	24.8	4516	480	43	3816	260	41.4	3	2867	344
2.80	8	8.5	26.3	6021	576	57	5088	335	43.2	3	3823	459
3.00	8	8.5	26.3	6021	598	57	5088	337	45.0	4	3561	427
3.20	8	8.5	26.3	6021	620	57	5088	339	46.8	4	3561	427
3.40	7	7.4	25.5	5268	598	50	4452	304	48.6	4	3116	374
3.60	7	7.4	25.5	5268	618	50	4452	306	50.4	4	3116	374
3.80	8	8.5	26.3	6021	686	57	5088	344	52.2	4	3561	427
4.00	15	15.9	30.4	11289	1094	107	9540	602	54.0	5	6250	750
4.20	11	11.7	28.2	8279	891	78	6996	457	55.8	5	4583	550
4.40	9	9.5	27.0	6773	806	64	5724	386	57.6	5	3750	450
4.60	12	12.7	28.8	9031	1005	85	7632	497	59.4	5	5000	600
4.80	14	14.8	29.9	10536	1165	99	8904	572	61.2	5	5833	700
5.00	13	13.8	29.4	9784	1129	92	8268	538	63.0	6	5091	611
5.20	10	10.6	27.6	7526	963	71	6360	430	64.8	6	3916	470
5.40	10	10.6	27.6	7526	988	71	6360	432	66.6	6	3916	470
5.60	12	12.7	28.8	9031	1150	85	7632	506	68.4	6	4699	564
5.80	12	12.7	28.8	9031	1179	85	7632	508	70.2	6	4699	564
6.00	57	60.4	42.6	42898	6796	405	36252	2153	72.0	7	21055	2527
6.20	15	15.9	30.4	11289	1477	107	9540	621	73.8	7	5541	665
6.40	37	39.2	38.3	27846	3908	263	23532	1426	75.6	7	13667	1640
6.60	26	27.6	35.3	19568	2734	185	16536	1027	77.4	7	9604	1152
6.80	26	27.6	35.3	19568	2797	185	16536	1028	79.2	7	9604	1152
7.00	19	20.1	32.4	14299	2012	135	12084	775	81.0	8	6641	797
7.20	21	22.3	33.3	15805	2281	149	13356	849	82.8	8	7341	881
7.40	18	19.1	31.9	13547	1990	128	11448	742	84.6	8	6292	755
7.60	18	19.1	31.9	13547	2032	128	11448	743	86.4	8	6292	755
7.80	14	14.8	29.9	10536	1657	99	8904	599	88.2	8	4894	587
8.00	15	15.9	30.4	11289	1790	107	9540	638	90.0	9	4976	597
8.20	16	17.0	30.9	12042	1932	114	10176	676	91.8	9	5308	637

LEGENDA 1

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)	
$\phi^0 = N_{spt} < 30$ (15 · Nspt) ^{0.5} + 15; Nspt > 30 - 0.0015 · Nspt ² + 0.353 · Nspt + 26.782	(Road Bridge Specification-Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3;	b=1m; Nγ= 10.9 [kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = 600 · Nspt	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = (Rdp / 5 ± 10); Qa = (Rpd / 8.3)	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A2

COMMITTENTE:	LOCALITA' : C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA: 28/09/2004
NOME FILE: ESTE_02	PENETROMETRO DPH

Numero Colpi

Resistenza alla Punta (Mn/m²)

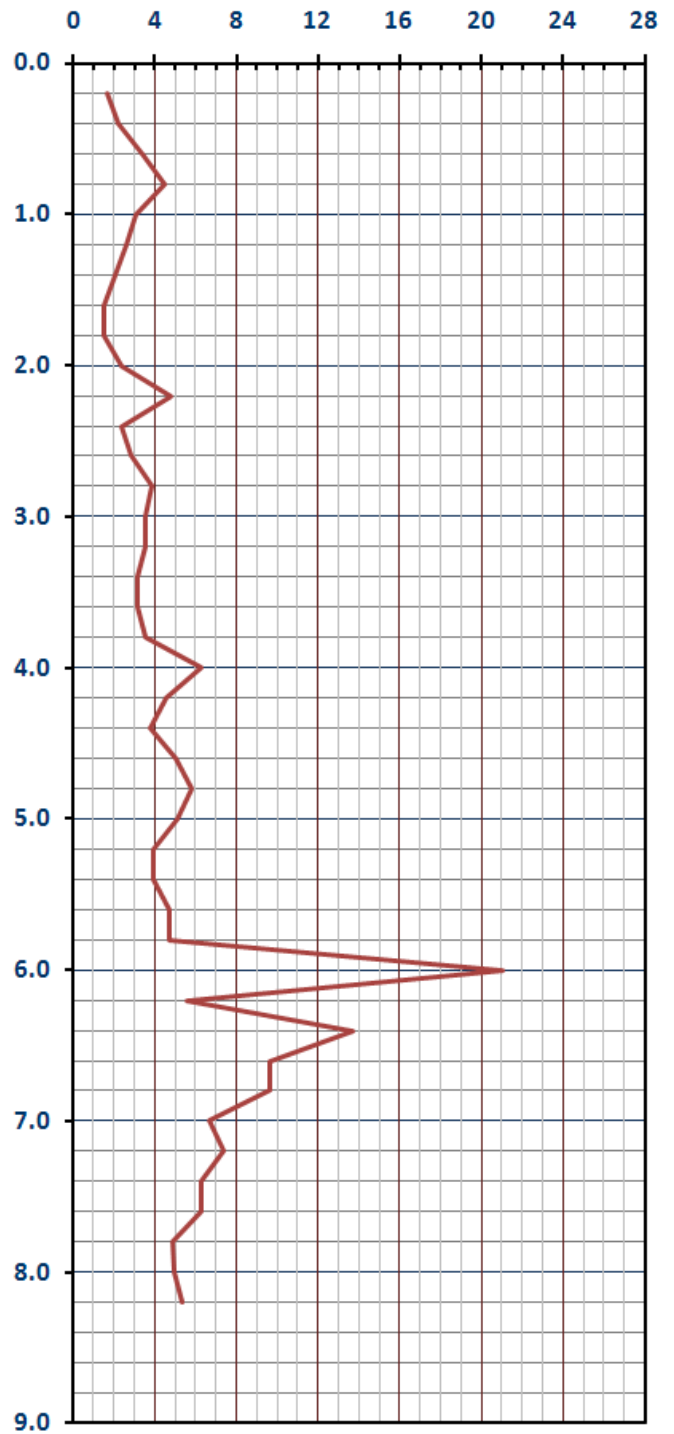
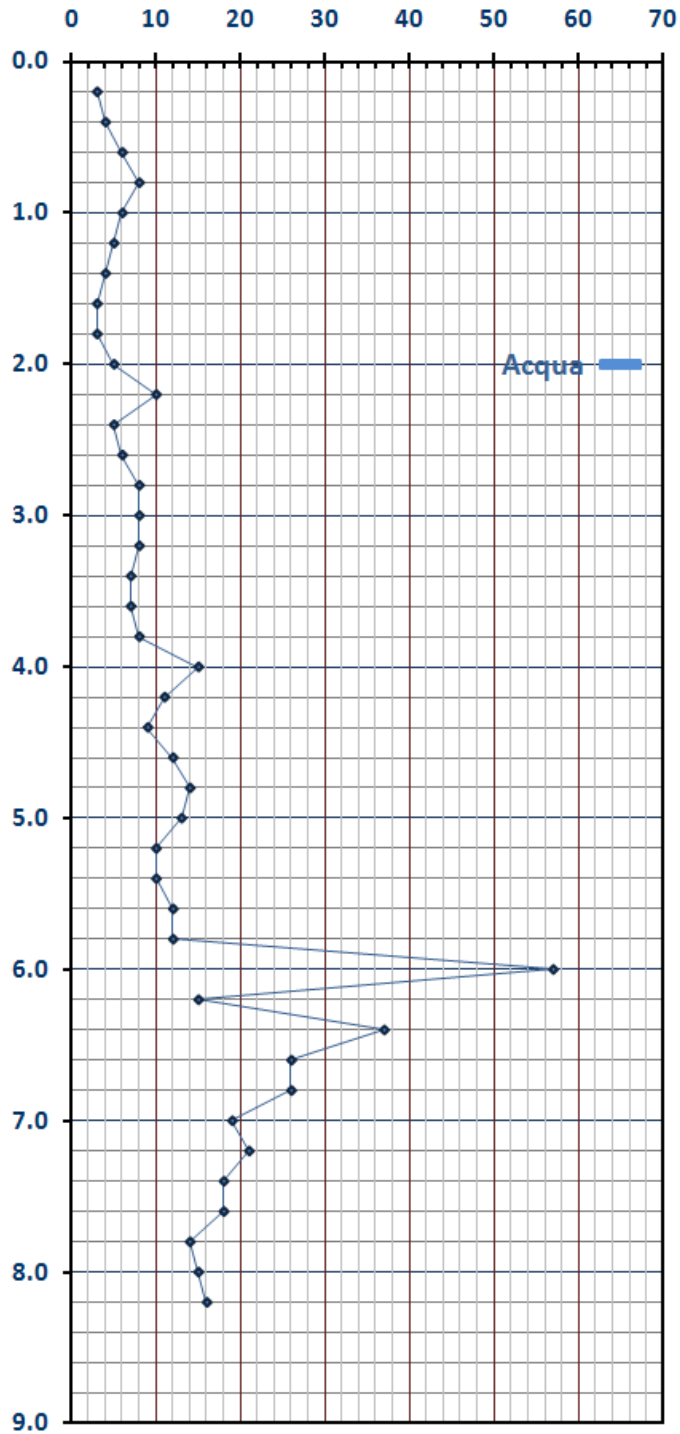




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A2
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_02						PENETROMETRO DPH					
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]
1.4	5.1	5.5	23.9	3871	84	37	3271	68	15.2	2785	111
1.8	3.0	3.2	21.9	2258	118	21	1908	47	32.3	1547	62
3.6	7.1	7.5	25.6	5352	181	51	4523	101	43.2	3289	132
5.8	11.5	12.1	28.4	8621	335	81	7285	160	61.2	4664	187
6.4	36.3	38.5	37.1	27344	1353	258	23108	467	73.8	13421	537
8.2	19.2	20.4	32.4	14467	712	137	12225	262	84.6	6772	271

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [kN/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [kN/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A2
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_02						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
1.4	5.1	5.5	0.7	17	15.2	53.1	10.1	4710	0.3	8.1	3271
1.8	3.0	3.2	1.6	16	32.3	37.0	14.1	2927	0.1	5.7	1908
3.6	7.1	7.5	2.7	17	43.2	54.2	21.7	6485	0.3	12.1	4523
5.8	11.5	12.1	4.7	18	61.2	63.9	40.2	10034	>4	19.2	7285
6.4	36.3	38.5	6.1	19	73.8	100.0	162.4	26959	>4	56.0	23108
8.2	19.2	20.4	7.3	19	84.6	76.2	85.4	15957	>4	31.5	12225

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A3

COMMITTENTE:						LOCALITA': C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_03						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	7	7.4	25.5	5268	146	50	4452	259	3.8	1	3920	470
0.40	7	7.4	25.5	5268	189	50	4452	263	7.6	1	3920	470
0.60	6	6.4	24.8	4516	222	43	3816	230	11.4	1	3360	403
0.80	11	11.7	28.2	8279	333	78	6996	417	15.2	1	6160	739
1.00	11	11.7	28.2	8279	390	78	6996	421	19.0	2	5672	681
1.20	13	13.8	29.4	9784	495	92	8268	497	22.8	2	6704	804
1.40	21	22.3	33.3	15805	820	149	13356	793	26.6	2	10829	1300
1.60	24	25.4	34.5	18062	1059	170	15264	907	30.4	2	12376	1485
1.80	7	7.4	25.5	5268	490	50	4452	290	34.2	2	3610	433
2.00	9	9.5	27.0	6773	522	64	5724	365	36.0	3	4300	516
2.20	8	8.5	26.3	6021	511	57	5088	330	37.8	3	3823	459
2.40	11	11.7	28.2	8279	646	78	6996	441	39.6	3	5256	631
2.60	14	14.8	29.9	10536	804	99	8904	552	41.4	3	6690	803
2.80	29	30.7	36.2	21825	1725	206	18444	1102	43.2	3	13857	1663
3.00	20	21.2	32.8	15052	1200	142	12720	775	45.0	4	8903	1068
3.20	17	18.0	31.4	12794	1065	121	10812	667	46.8	4	7568	908
3.40	15	15.9	30.4	11289	989	107	9540	596	48.6	4	6677	801
3.60	18	19.1	31.9	13547	1206	128	11448	707	50.4	4	8013	962
3.80	24	25.4	34.5	18062	1689	170	15264	928	52.2	4	10684	1282
4.00	19	20.1	32.4	14299	1358	135	12084	748	54.0	5	7917	950
4.20	18	19.1	31.9	13547	1329	128	11448	713	55.8	5	7500	900
4.40	19	20.1	32.4	14299	1445	135	12084	751	57.6	5	7917	950
4.60	20	21.2	32.8	15052	1568	142	12720	789	59.4	5	8333	1000
4.80	37	39.2	38.3	27846	3173	263	23532	1412	61.2	5	15417	1850
5.00	18	19.1	31.9	13547	1495	128	11448	720	63.0	6	7049	846
5.20	22	23.3	33.7	16557	1889	156	13992	868	64.8	6	8615	1034
5.40	18	19.1	31.9	13547	1577	128	11448	724	66.6	6	7049	846
5.60	16	17.0	30.9	12042	1452	114	10176	652	68.4	6	6266	752
5.80	80	84.8	45.0	60208	9513	568	50880	2991	70.2	6	31328	3759

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$; b=1m; $N_{\gamma} = 10.9$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

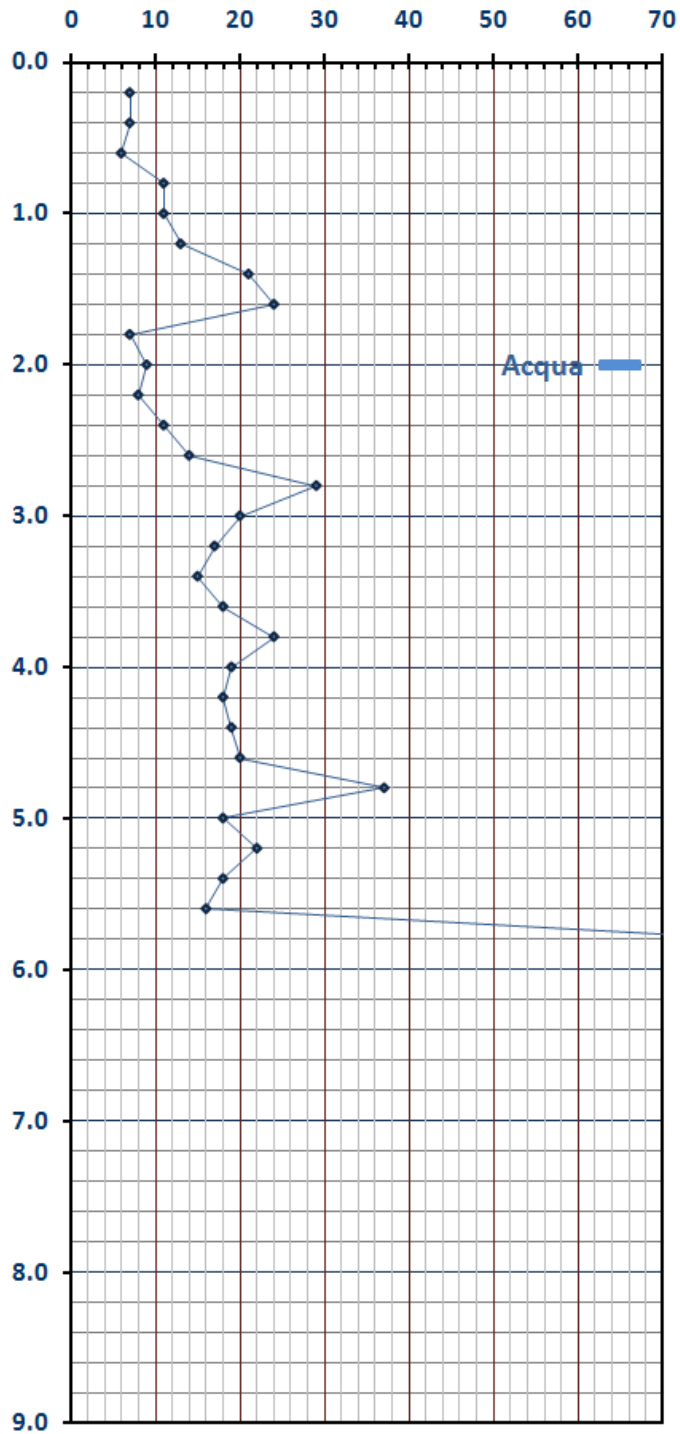
H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A3

COMMITTENTE:	LOCALITA' : C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA: 28/09/2004
NOME FILE: ESTE_03	PENETROMETRO DPH

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

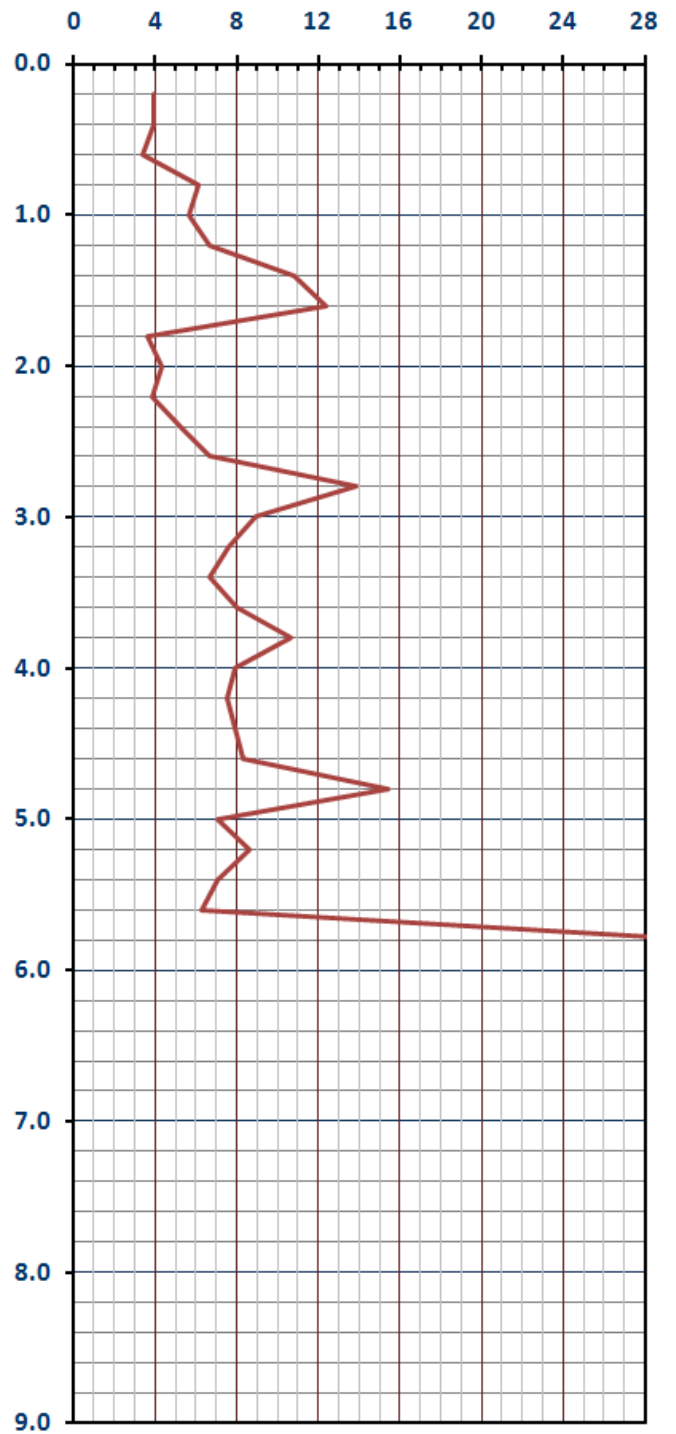




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A3
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_03						PENETROMETRO DPH					
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]
0.6	6.7	7.1	25.3	5017	62	47	4240	84	7.6	3734	149
1.2	11.7	12.4	28.6	8780	135	83	7420	148	19.0	6179	247
1.6	22.5	23.9	33.9	16934	313	160	14310	283	28.5	11603	464
2.6	9.8	10.4	27.4	7375	198	70	6233	132	37.8	4736	189
5.6	20.7	21.9	32.9	15554	515	147	13144	270	55.8	8784	351
5.8	80.0	84.8	45.0	60208	3171	568	50880	997	70.2	31328	1253

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A3
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_03						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.6	6.7	7.1	0.3	17	7.6	63.4	7.4	5853	0.9	10.0	4240
1.2	11.7	12.4	0.9	18	19.0	78.3	16.2	9597	0.7	17.8	7420
1.6	22.5	23.9	1.4	19	28.5	100.0	37.6	16695	1.1	34.0	14310
2.6	9.8	10.4	2.1	18	37.8	65.2	23.8	8537	0.4	15.8	6233
5.6	20.7	21.9	4.1	19	55.8	87.6	61.8	16283	>4	32.4	13144
5.8	80.0	84.8	5.7	21	70.2	100.0	380.5	148400	>4	119.6	50880

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · Kk)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A4

COMMITTENTE:						LOCALITA': C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_04						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	3	3.2	21.9	2258	133	21	1908	113	3.8	1	1680	202
0.40	4	4.2	23.0	3010	169	28	2544	154	7.6	1	2240	269
0.60	11	11.7	28.2	8279	276	78	6996	413	11.4	1	6160	739
0.80	10	10.6	27.6	7526	318	71	6360	380	15.2	1	5600	672
1.00	7	7.4	25.5	5268	318	50	4452	275	19.0	2	3610	433
1.20	5	5.3	23.9	3763	321	36	3180	205	22.8	2	2578	309
1.40	4	4.2	23.0	3010	333	28	2544	173	26.6	2	2063	248
1.60	4	4.2	23.0	3010	366	28	2544	176	30.4	2	2063	248
1.80	6	6.4	24.8	4516	459	43	3816	253	34.2	2	3094	371
2.00	7	7.4	25.5	5268	456	50	4452	292	36.0	3	3345	401
2.20	7	7.4	25.5	5268	476	50	4452	293	37.8	3	3345	401
2.40	9	9.5	27.0	6773	569	64	5724	368	39.6	3	4300	516
2.60	9	9.5	27.0	6773	593	64	5724	370	41.4	3	4300	516
2.80	8	8.5	26.3	6021	576	57	5088	335	43.2	3	3823	459
3.00	8	8.5	26.3	6021	598	57	5088	337	45.0	4	3561	427
3.20	15	15.9	30.4	11289	955	107	9540	594	46.8	4	6677	801
3.40	15	15.9	30.4	11289	989	107	9540	596	48.6	4	6677	801
3.60	15	15.9	30.4	11289	1024	107	9540	598	50.4	4	6677	801
3.80	15	15.9	30.4	11289	1059	107	9540	600	52.2	4	6677	801
4.00	16	17.0	30.9	12042	1156	114	10176	638	54.0	5	6667	800
4.20	17	18.0	31.4	12794	1260	121	10812	676	55.8	5	7083	850
4.40	17	18.0	31.4	12794	1299	121	10812	678	57.6	5	7083	850
4.60	35	37.1	37.8	26341	2884	249	22260	1337	59.4	5	14583	1750
4.80	18	19.1	31.9	13547	1453	128	11448	718	61.2	5	7500	900
5.00	29	30.7	36.2	21825	2493	206	18444	1122	63.0	6	11357	1363
5.20	46	48.8	40.4	34620	4464	327	29256	1744	64.8	6	18014	2162
5.40	80	84.8	45.0	60208	9028	568	50880	2987	66.6	6	31328	3759

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$; b=1m; $N_{\gamma} = 10.9$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

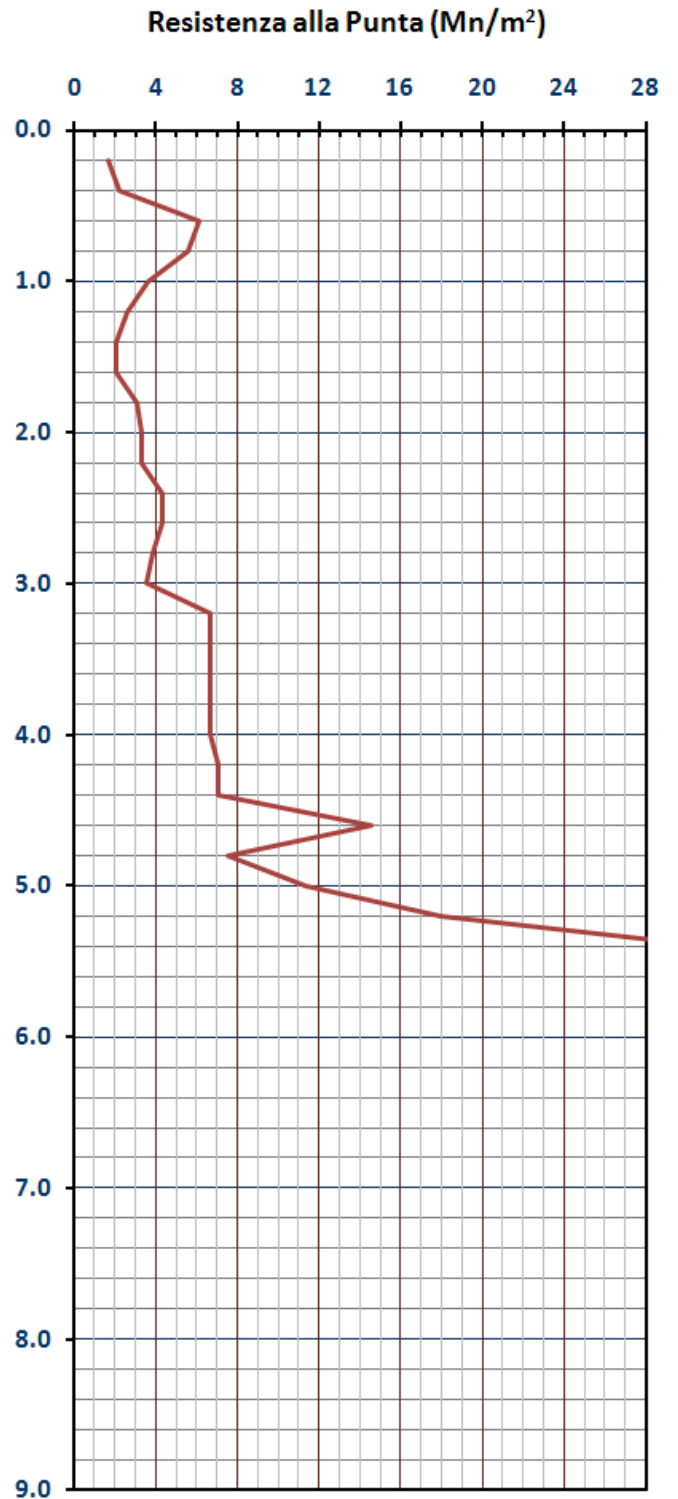
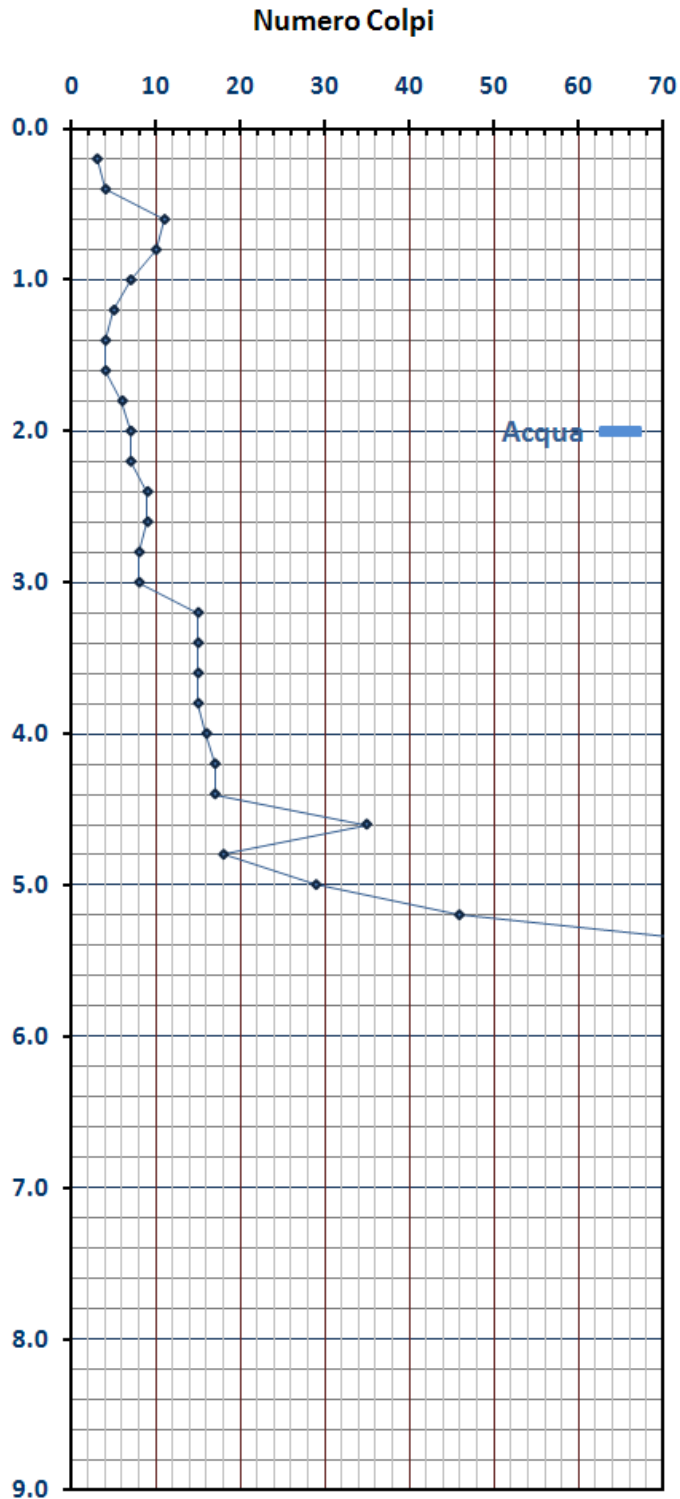
LEGENDA 2

H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A4

COMMITTENTE:	LOCALITA':	C.Zanaroli
COMUNE:	DATA:	28/09/2004
NOME FILE:	PENETROMETRO	DPH





DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A4
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_04						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm	γ	σ_v	Dr	Ks	Es	OCR	Ks	Ed
			[media]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[%]	[mN/m ³]	[kN/m ²]	-	[mN/m ³]	[kN/m ²]
0.8	7.0	7.4	0.4	17	9.5	64.2	9.0	6125	0.7	10.6	4452
2.2	5.7	6.1	1.5	17	29.5	51.8	15.6	5262	0.2	9.5	3634
3.0	8.5	9.0	2.6	17	42.3	59.5	23.4	7585	0.4	14.1	5406
4.4	15.7	16.7	3.7	18	52.2	77.5	44.2	12970	1.9	25.0	9994
5.2	32.0	33.9	4.8	19	62.1	100.0	112.9	23744	>4	49.2	20352
5.4	80.0	84.8	5.3	21	66.6	100.0	361.1	148400	>4	119.5	50880

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi^o = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^{0.5} + 15; N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [K _n /m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3 N _γ = 10.9 [K _n /m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · N _{spt} [K _n /m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [K _n /m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [K _n /m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [K _n /m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [K _n /m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A4
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_04						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva			FORMULA OLANDESI		
[m]			ϕ	Mo	Qa1	Cu	Ed	Qa2	σ_v	Rpd	Qa3
			[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
0.8	7.0	7.4	25.2	5268	75	50	4452	88	9.5	3920	157
2.2	5.7	6.1	24.5	4301	130	41	3634	79	29.5	2871	115
3.0	8.5	9.0	26.6	6397	195	60	5406	118	42.3	3996	160
4.4	15.7	16.7	30.8	11827	369	112	9994	209	52.2	6792	272
5.2	32.0	33.9	36.6	24083	941	227	20352	410	62.1	12863	515
5.4	80.0	84.8	45.0	60208	3009	568	50880	996	66.6	31328	1253

H = Profondità del letto dello strato elementare	
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{spt} = 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 · N _{spt}) / (σ_v + 7)] ^{0.5}	[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)	[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · N _{spt} ; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · N _{spt}	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σ_v · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · N _{spt} (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A5

COMMITTENTE:						LOCALITA': C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_05						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	3	3.2	21.9	2258	133	21	1908	113	3.8	1	1680	202
0.40	3	3.2	21.9	2258	162	21	1908	117	7.6	1	1680	202
0.60	4	4.2	23.0	3010	202	28	2544	157	11.4	1	2240	269
0.80	9	9.5	27.0	6773	303	64	5724	344	15.2	1	5040	605
1.00	8	8.5	26.3	6021	336	57	5088	311	19.0	2	4125	495
1.20	9	9.5	27.0	6773	403	64	5724	351	22.8	2	4641	557
1.40	8	8.5	26.3	6021	428	57	5088	319	26.6	2	4125	495
1.60	5	5.3	23.9	3763	393	36	3180	213	30.4	2	2578	309
1.80	4	4.2	23.0	3010	399	28	2544	180	34.2	2	2063	248
2.00	4	4.2	23.0	3010	360	28	2544	182	36.0	3	1911	229
2.20	7	7.4	25.5	5268	476	50	4452	293	37.8	3	3345	401
2.40	4	4.2	23.0	3010	391	28	2544	186	39.6	3	1911	229
2.60	4	4.2	23.0	3010	407	28	2544	187	41.4	3	1911	229
2.80	5	5.3	23.9	3763	460	36	3180	226	43.2	3	2389	287
3.00	6	6.4	24.8	4516	517	43	3816	264	45.0	4	2671	321
3.20	7	7.4	25.5	5268	578	50	4452	302	46.8	4	3116	374
3.40	6	6.4	24.8	4516	555	43	3816	268	48.6	4	2671	321
3.60	7	7.4	25.5	5268	618	50	4452	306	50.4	4	3116	374
3.80	11	11.7	28.2	8279	836	78	6996	454	52.2	4	4897	588
4.00	24	25.4	34.5	18062	1746	170	15264	930	54.0	5	10000	1200
4.20	14	14.8	29.9	10536	1066	99	8904	567	55.8	5	5833	700
4.40	21	22.3	33.3	15805	1601	149	13356	824	57.6	5	8750	1050
4.60	17	18.0	31.4	12794	1338	121	10812	680	59.4	5	7083	850
4.80	40	42.4	39.1	30104	3497	284	25440	1521	61.2	5	16667	2000
5.00	77	81.6	45.0	57950	8542	547	48972	2874	63.0	6	30154	3618
5.20	50	53.0	41.3	37630	5030	355	31800	1890	64.8	6	19580	2350
5.40	80	84.8	45.0	60208	9028	568	50880	2987	66.6	6	31328	3759

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$; b=1m; $N_{\gamma} = 10.9$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot N_c)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A5

COMMITTENTE:	LOCALITA' :	C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA:	28/09/2004
NOME FILE: ESTE_05	PENETROMETRO	DPH

Numero Colpi

Resistenza alla Punta (Mn/m²)

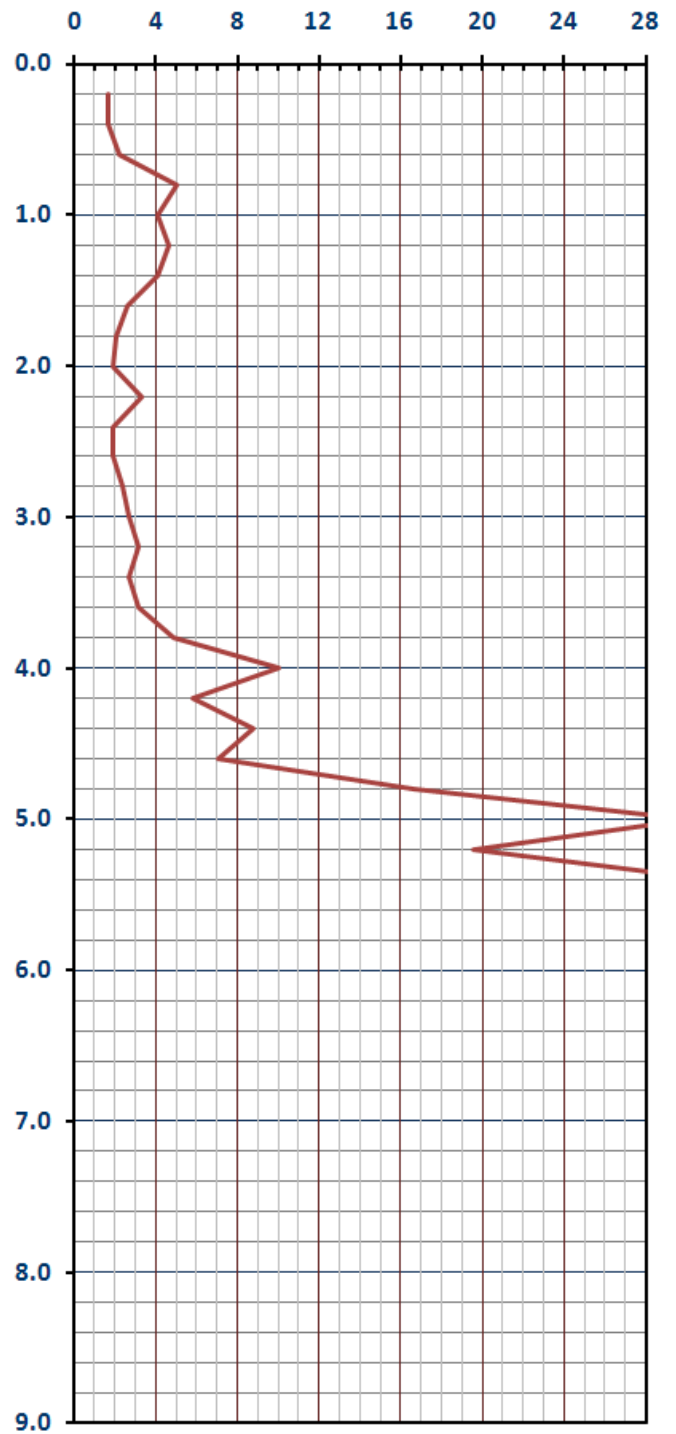
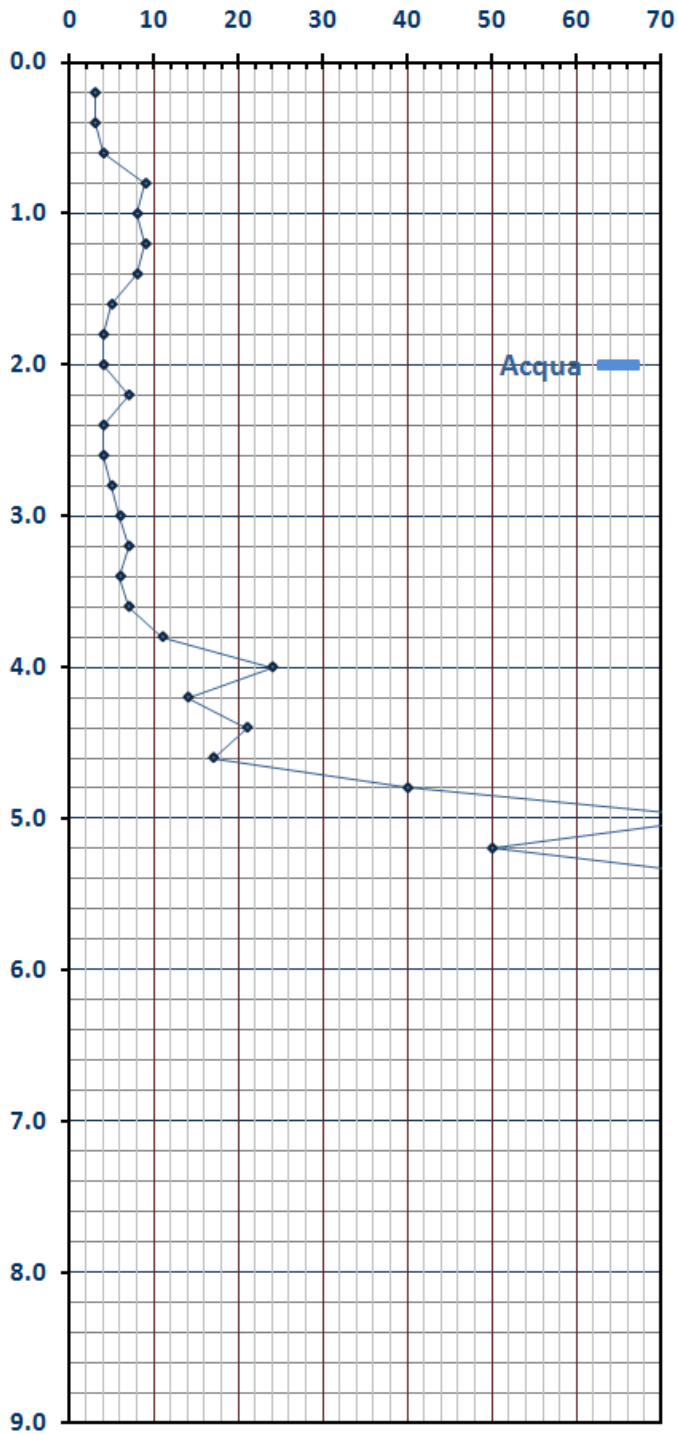




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A5
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_05						PENETROMETRO DPH					
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]
1.4	6.3	6.7	24.8	4731	94	45	3998	82	15.2	3362	134
3.6	5.4	5.7	24.2	4037	156	38	3411	79	41.2	2517	101
4.6	17.4	18.4	31.5	13095	439	124	11066	230	55.8	7313	293
5.4	61.8	65.5	42.6	46473	2175	439	39273	773	63.9	24432	977

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A5
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_05						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
1.4	6.3	6.7	0.7	17	15.2	58.7	11.2	5627	0.4	9.8	3998
3.6	5.4	5.7	2.5	17	41.2	47.5	18.7	5025	0.2	9.5	3411
4.6	17.4	18.4	4.1	18	55.8	80.4	52.7	14175	>4	27.6	11066
5.4	61.8	65.5	5.0	20	63.9	100.0	261.0	45819	>4	92.7	39273

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A6

COMMITTENTE:						LOCALITA' : C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_06						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v' [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	4	4.2	23.0	3010	136	28	2544	150	3.8	1	2240	269
0.40	5	5.3	23.9	3763	176	36	3180	190	7.6	1	2800	336
0.60	6	6.4	24.8	4516	222	43	3816	230	11.4	1	3360	403
0.80	13	13.8	29.4	9784	364	92	8268	490	15.2	1	7280	874
1.00	8	8.5	26.3	6021	336	57	5088	311	19.0	2	4125	495
1.20	9	9.5	27.0	6773	403	64	5724	351	22.8	2	4641	557
1.40	9	9.5	27.0	6773	453	64	5724	355	26.6	2	4641	557
1.60	23	24.4	34.1	17310	1012	163	14628	870	30.4	2	11861	1423
1.80	24	25.4	34.5	18062	1178	170	15264	910	34.2	2	12376	1485
2.00	17	18.0	31.4	12794	830	121	10812	657	36.0	3	8123	975
2.20	14	14.8	29.9	10536	738	99	8904	549	37.8	3	6690	803
2.40	14	14.8	29.9	10536	771	99	8904	551	39.6	3	6690	803
2.60	13	13.8	29.4	9784	759	92	8268	516	41.4	3	6212	745
2.80	10	10.6	27.6	7526	658	71	6360	408	43.2	3	4778	573
3.00	10	10.6	27.6	7526	684	71	6360	410	45.0	4	4452	534
3.20	11	11.7	28.2	8279	755	78	6996	448	46.8	4	4897	588
3.40	14	14.8	29.9	10536	935	99	8904	560	48.6	4	6232	748
3.60	14	14.8	29.9	10536	968	99	8904	561	50.4	4	6232	748
3.80	10	10.6	27.6	7526	785	71	6360	417	52.2	4	4452	534
4.00	12	12.7	28.8	9031	918	85	7632	492	54.0	5	5000	600
4.20	13	13.8	29.4	9784	1006	92	8268	530	55.8	5	5417	650
4.40	12	12.7	28.8	9031	976	85	7632	496	57.6	5	5000	600
4.60	12	12.7	28.8	9031	1005	85	7632	497	59.4	5	5000	600
4.80	14	14.8	29.9	10536	1165	99	8904	572	61.2	5	5833	700
5.00	12	12.7	28.8	9031	1063	85	7632	501	63.0	6	4699	564
5.20	10	10.6	27.6	7526	963	71	6360	430	64.8	6	3916	470
5.40	10	10.6	27.6	7526	988	71	6360	432	66.6	6	3916	470
5.60	13	13.8	29.4	9784	1222	92	8268	543	68.4	6	5091	611
5.80	14	14.8	29.9	10536	1329	99	8904	581	70.2	6	5482	658
6.00	13	13.8	29.4	9784	1284	92	8268	547	72.0	7	4802	576
6.20	37	39.2	38.3	27846	3816	263	23532	1424	73.8	7	13667	1640
6.40	80	84.8	45.0	60208	10241	568	50880	2996	75.6	7	29551	3546

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$ [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$; b=1m; N _γ = 10.9	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$ [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formola degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

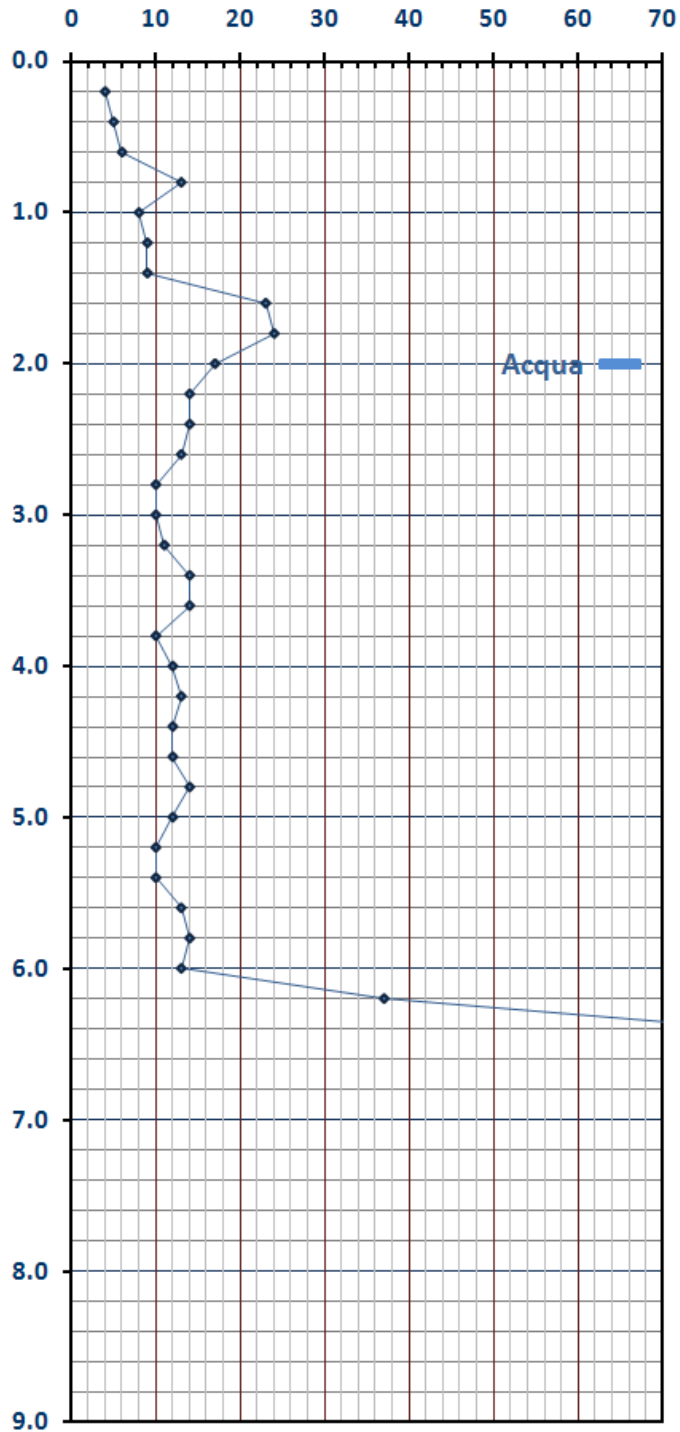
H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A6

COMMITTENTE:	LOCALITA' :	C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA:	28/09/2004
NOME FILE: ESTE_06	PENETROMETRO	DPH

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

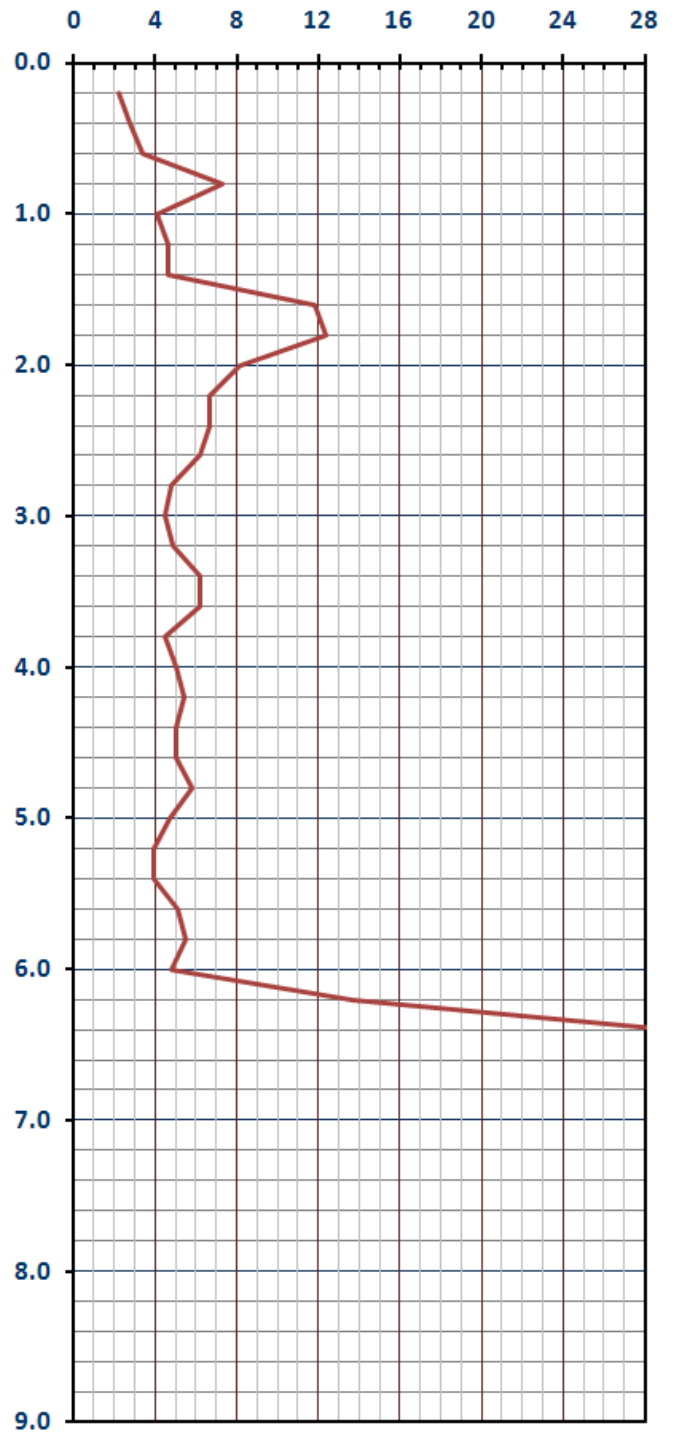




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A6
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_06						PENETROMETRO DPH					
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]
0.6	5.0	5.3	23.9	3763	59	36	3180	63	7.6	2800	112
2.0	14.7	15.6	30.0	11074	218	105	9358	188	26.3	7578	303
6.0	12.3	13.0	28.9	9219	316	87	7791	167	54.9	5240	210
6.2	37.0	39.2	38.3	27846	1272	263	23532	475	73.8	13667	547
6.4	80.0	84.8	45.0	60208	3414	568	50880	999	75.6	29551	1182

H = Profondità del letto dello strato elementare
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento
N _{spt} = Numero dei colpi della prova SPT (Standard Penetration Test)
$\phi = N_{spt} < 30 \ (15 \cdot N_{spt})^5 + 15; N_{spt} > 30 \ -0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$ (Road Bridge Specification - Carter & Bentley)
Mo = 710 · N _{spt} [Modulo Confinato] [Kn/m ²] (Farrent)
Qa ₁ = [(h·γ'·Nq) + (½ b·γ'·Nγ)] / 3 Nγ= 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · N _{spt} [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · N _{spt} [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30) ; Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A6
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_06						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.6	5.0	5.3	0.3	17	7.6	54.9	7.1	4547	0.6	7.6	3180
2.0	14.7	15.6	1.3	18	26.3	84.5	26.2	11764	0.7	22.5	9358
6.0	12.3	13.0	4.0	18	54.9	67.7	37.9	10557	2.5	20.1	7791
6.2	37.0	39.2	6.1	19	73.8	100.0	152.6	27454	>4	57.0	23532
6.4	80.0	84.8	6.3	21	75.6	100.0	409.6	59360	>4	119.8	50880

H = Profondità del letto dello strato elementare	
N = Numero dei colpi del penetrometro per singolo avanzamento	
N _{spt} = 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) / (σv + 7)] ^{0.5}	[Densità relativa] [%] (Gibbs & Holtz)
Ks = Qa · 120 - (Qa = carico ammissibile in KPa)	[Modulo di Reazione - Winkler] [kN/m ²] (Bowles, 1988)
Es = Es=(105-35·Dr)·N _{spt} ; OCR>4 Es=(525-350*Dr)·N _{spt}	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · N _{spt} (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A7

COMMITTENTE:						LOCALITA' : C.Zanaroli						
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004						
NOME FILE ESTE_07						PENETROMETRO DPH				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	5	5.3	23.9	3763	140	36	3180	186	3.8	1	2800	336
0.40	5	5.3	23.9	3763	176	36	3180	190	7.6	1	2800	336
0.60	8	8.5	26.3	6021	243	57	5088	303	11.4	1	4480	538
0.80	9	9.5	27.0	6773	303	64	5724	344	15.2	1	5040	605
1.00	35	37.1	37.8	26341	1010	249	22260	1297	19.0	2	18049	2166
1.20	24	25.4	34.5	18062	820	170	15264	899	22.8	2	12376	1485
1.40	9	9.5	27.0	6773	453	64	5724	355	26.6	2	4641	557
1.60	10	10.6	27.6	7526	532	71	6360	395	30.4	2	5157	619
1.80	10	10.6	27.6	7526	586	71	6360	399	34.2	2	5157	619
2.00	14	14.8	29.9	10536	705	99	8904	547	36.0	3	6690	803
2.20	13	13.8	29.4	9784	697	92	8268	512	37.8	3	6212	745
2.40	12	12.7	28.8	9031	687	85	7632	478	39.6	3	5734	688
2.60	12	12.7	28.8	9031	716	85	7632	479	41.4	3	5734	688
2.80	12	12.7	28.8	9031	745	85	7632	481	43.2	3	5734	688
3.00	15	15.9	30.4	11289	920	107	9540	593	45.0	4	6677	801
3.20	22	23.3	33.7	16557	1378	156	13992	850	46.8	4	9793	1175
3.40	15	15.9	30.4	11289	989	107	9540	596	48.6	4	6677	801
3.60	14	14.8	29.9	10536	968	99	8904	561	50.4	4	6232	748
3.80	21	22.3	33.3	15805	1456	149	13356	819	52.2	4	9348	1122
4.00	36	38.2	38.1	27094	2715	256	22896	1368	54.0	5	15000	1800
4.20	18	19.1	31.9	13547	1329	128	11448	713	55.8	5	7500	900
4.40	27	28.6	35.7	20320	2147	192	17172	1043	57.6	5	11250	1350
4.60	19	20.1	32.4	14299	1489	135	12084	753	59.4	5	7917	950
4.80	80	84.8	45.0	60208	8300	568	50880	2982	61.2	5	33333	4000

LEGENDA 1

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 = $710 \cdot N_{spt}$	[Modulo Confinato] [kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = $[(h \cdot \gamma' \cdot N_q) + (\frac{1}{2} b \cdot \gamma' \cdot N_{\gamma})] / 3$	b=1m; N _γ = 10.9 [kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = $600 \cdot N_{spt}$	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = $6.7 \cdot N_{spt}$	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = $[(h \cdot \gamma') + (Cu \cdot Nc)] / 3$	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = $M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M + P)]$	[kN/m ²] (Formola degli Olandesi)
Rd ₃ = $(Rdp / 5 \div 10)$; Qa = $(Rpd / 8.3)$	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)

LEGENDA 2

H = Altezza di caduta
M = Peso massa battente
A = Area della punta conica
e = Infissione media per colpo (p / N)
p = Passo di avanzamento (10-20-30 cm a seconda del tipo di strumento)
N = Numero dei colpi per singolo avanzamento
P = Peso aste più sistema di battuta



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA A7

COMMITTENTE:	LOCALITA' : C.Zanaroli
COMUNE: Pavullo	DATA: 28/09/2004
NOME FILE: ESTE_07	PENETROMETRO DPH

Numero Colpi

Resistenza alla Punta (Mn/m²)

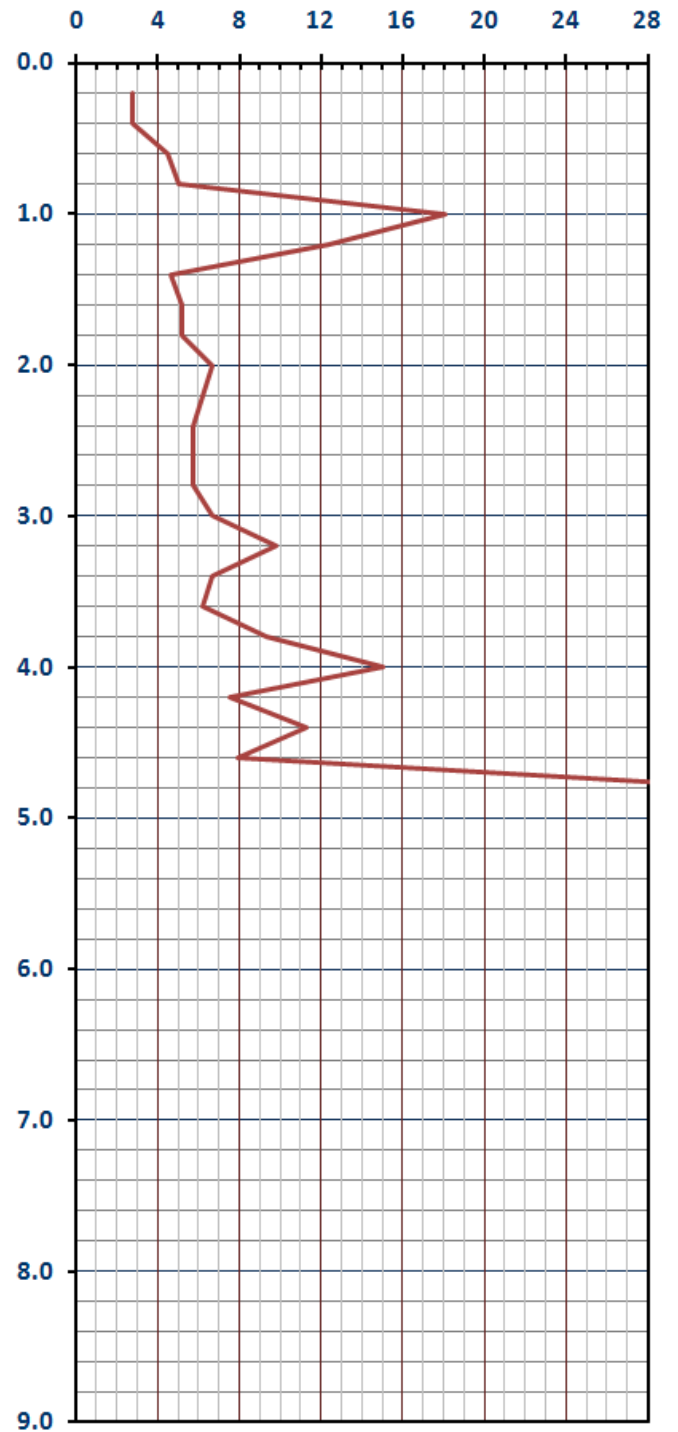
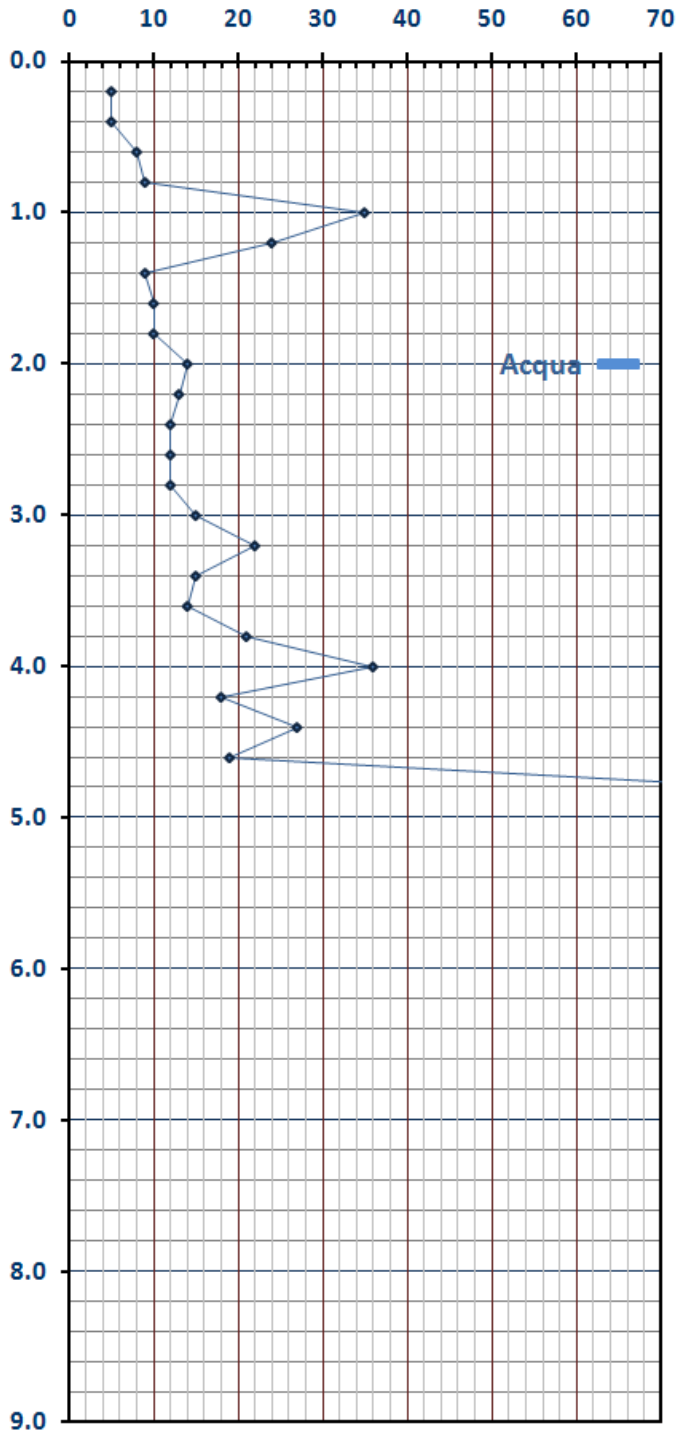




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA A7
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_07						PENETROMETRO DPH					
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]
0.8	6.8	7.2	25.3	5080	72	48	4293	85	9.5	3780	151
1.2	29.5	31.3	36.2	22202	305	210	18762	366	20.9	15212	608
2.8	11.5	12.2	28.5	8655	213	82	7314	152	36.2	5632	225
4.6	20.8	22.0	32.9	15637	496	148	13215	270	52.2	8933	357
4.8	80.0	84.8	45.0	60208	2767	568	50880	994	61.2	33333	1333

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI A7
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': C.Zanaroli					
COMUNE: Pavullo						DATA: 28/09/2004					
NOME FILE ESTE_07						PENETROMETRO DPH					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.8	6.8	7.2	0.4	17	9.5	63.0	8.6	5935	0.7	10.2	4293
1.2	29.5	31.3	1.0	19	20.9	100.0	36.6	21889	1.9	43.9	18762
2.8	11.5	12.2	2.0	18	36.2	71.2	25.6	9763	0.5	18.2	7314
4.6	20.8	22.0	3.7	19	52.2	89.2	59.5	16253	2.7	32.4	13215
4.8	80.0	84.8	4.7	21	61.2	100.0	332.0	148400	>4	119.3	50880

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · Kk)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA B1

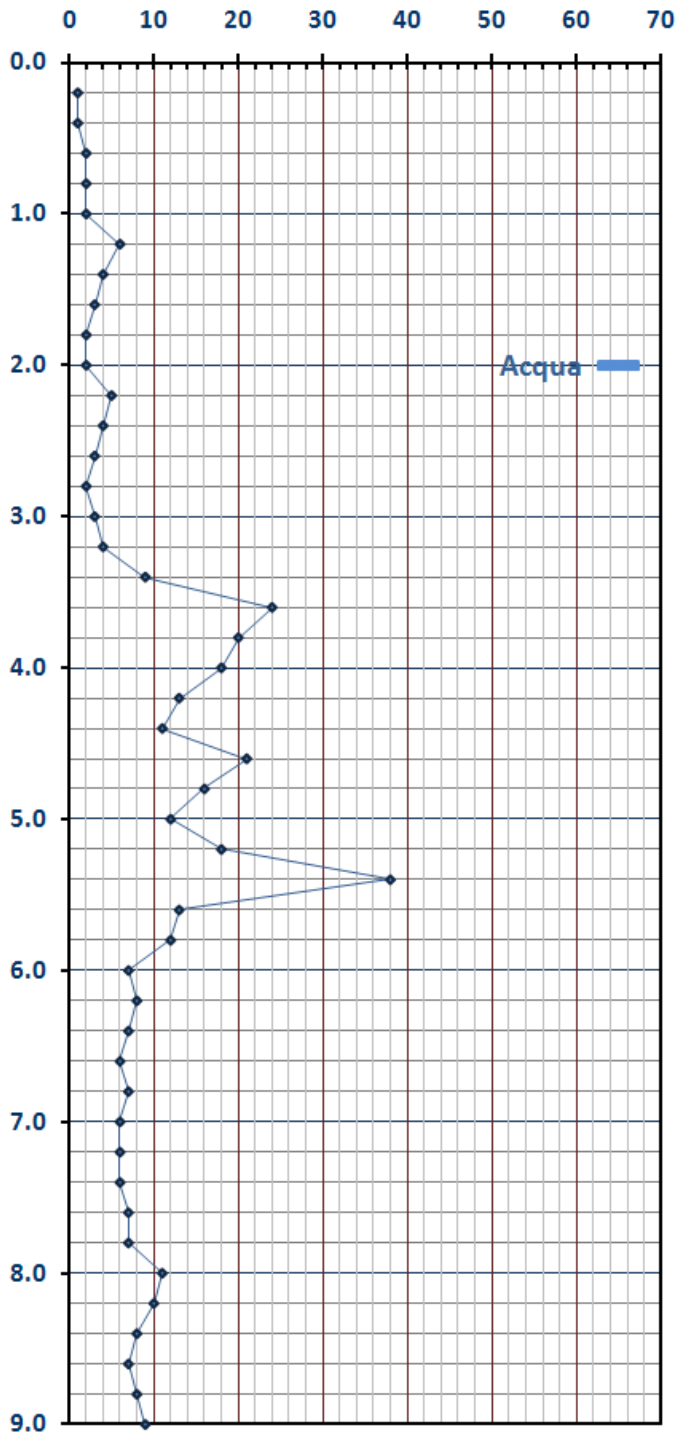
COMMITTENTE:						LOCALITA': Ca' Zanaroli						
COMUNE: Pavullo nel Frignano						DATA: 11/01/2007						
NOME FILE ESTE_OS1						PENETROMETRO DPHS				FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			φ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σv [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	1	2.2	20.7	1562	130	15	1320	80	3.8	1	745	112
0.40	1	2.2	20.7	1562	156	15	1320	83	7.6	1	745	112
0.60	2	4.4	23.1	3124	204	29	2640	163	11.4	1	1490	223
0.80	2	4.4	23.1	3124	237	29	2640	167	15.2	1	1490	223
1.00	2	4.4	23.1	3124	270	29	2640	171	19.0	1	1490	223
1.20	6	13.2	29.1	9372	481	88	7920	477	22.8	2	4143	621
1.40	4	8.8	26.5	6248	436	59	5280	330	26.6	2	2762	414
1.60	3	6.6	24.9	4686	426	44	3960	258	30.4	2	2071	311
1.80	2	4.4	23.1	3124	403	29	2640	186	34.2	2	1381	207
2.00	2	4.4	23.1	3124	437	29	2640	190	38.0	2	1381	207
2.20	5	11.0	27.8	7810	625	74	6600	419	39.8	3	3217	483
2.40	4	8.8	26.5	6248	569	59	5280	345	41.6	3	2574	386
2.60	3	6.6	24.9	4686	509	44	3960	271	43.4	3	1930	290
2.80	2	4.4	23.1	3124	445	29	2640	197	45.2	3	1287	193
3.00	3	6.6	24.9	4686	547	44	3960	274	47.0	3	1930	290
3.20	4	8.8	26.5	6248	658	59	5280	352	48.8	4	2410	361
3.40	9	19.8	32.2	14058	1254	133	11880	732	50.6	4	5422	813
3.60	24	52.8	41.2	37488	4054	354	31680	1871	52.4	4	14458	2169
3.80	20	44.0	39.4	31240	3255	295	26400	1569	54.2	4	12049	1807
4.00	18	39.6	38.4	28116	2942	265	23760	1420	56.0	4	10844	1627
4.20	13	28.6	35.7	20306	2152	192	17160	1043	57.8	5	7362	1104
4.40	11	24.2	34.1	17182	1814	162	14520	893	59.6	5	6230	934
4.60	21	46.2	39.9	32802	3929	310	27720	1652	61.4	5	11893	1784
4.80	16	35.2	37.3	24992	2887	236	21120	1275	63.2	5	9061	1359
5.00	12	26.4	34.9	18744	2186	177	15840	974	65.0	5	6796	1019
5.20	18	39.6	38.4	28116	3499	265	23760	1431	66.8	6	9618	1443
5.40	38	83.6	45.0	59356	9297	560	50160	2948	68.6	6	20304	3046
5.60	13	28.6	35.7	20306	2611	192	17160	1055	70.4	6	6946	1042
5.80	12	26.4	34.9	18744	2423	177	15840	981	72.2	6	6412	962
6.00	7	15.4	30.2	10934	1441	103	9240	604	74.0	6	3740	561
6.20	8	17.6	31.2	12496	1658	118	10560	682	75.8	7	4046	607
6.40	7	15.4	30.2	10934	1509	103	9240	608	77.6	7	3540	531
6.60	6	13.2	29.1	9372	1365	88	7920	534	79.4	7	3034	455
6.80	7	15.4	30.2	10934	1577	103	9240	612	81.2	7	3540	531
7.00	6	13.2	29.1	9372	1424	88	7920	538	83.0	7	3034	455
7.20	6	13.2	29.1	9372	1454	88	7920	539	84.8	8	2880	432
7.40	6	13.2	29.1	9372	1484	88	7920	541	86.6	8	2880	432
7.60	7	15.4	30.2	10934	1712	103	9240	619	88.4	8	3360	504
7.80	7	15.4	30.2	10934	1746	103	9240	621	90.2	8	3360	504
8.00	11	24.2	34.1	17182	2774	162	14520	925	92.0	8	5280	792
8.20	10	22.0	33.2	15620	2545	147	13200	851	93.8	9	4568	685
8.40	8	17.6	31.2	12496	2078	118	10560	702	95.6	9	3655	548
8.60	7	15.4	30.2	10934	1882	103	9240	628	97.4	9	3198	480
8.80	8	17.6	31.2	12496	2155	118	10560	705	99.2	9	3655	548
9.00	9	19.8	32.2	14058	2454	133	11880	783	101.0	9	4111	617
9.20	9	19.8	32.2	14058	2497	133	11880	785	102.8	10	3922	588
9.40	11	24.2	34.1	17182	3147	162	14520	938	104.6	10	4793	719
9.60	13	28.6	35.7	20306	3921	192	17160	1091	106.4	10	5665	850
9.80	19	41.8	38.9	29678	6033	280	25080	1548	108.2	10	8279	1242
10.00	21	46.2	39.9	32802	7000	310	27720	1701	110.0	10	9151	1373
10.20	24	52.8	41.2	37488	8594	354	31680	1930	111.8	11	9997	1500
10.40	24	52.8	41.2	37488	8732	354	31680	1932	113.6	11	9997	1500
10.60	60	99.0	45.0	70290	15607	663	59400	3525	115.4	11	24993	3749



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA B1

COMMITTENTE:	LOCALITA' :	Ca' Zanaroli
COMUNE:	DATA:	11/01/2007
NOME FILE:	PENETROMETRO	DPHS

Numero Colpi



Resistenza alla Punta (Mn/m²)

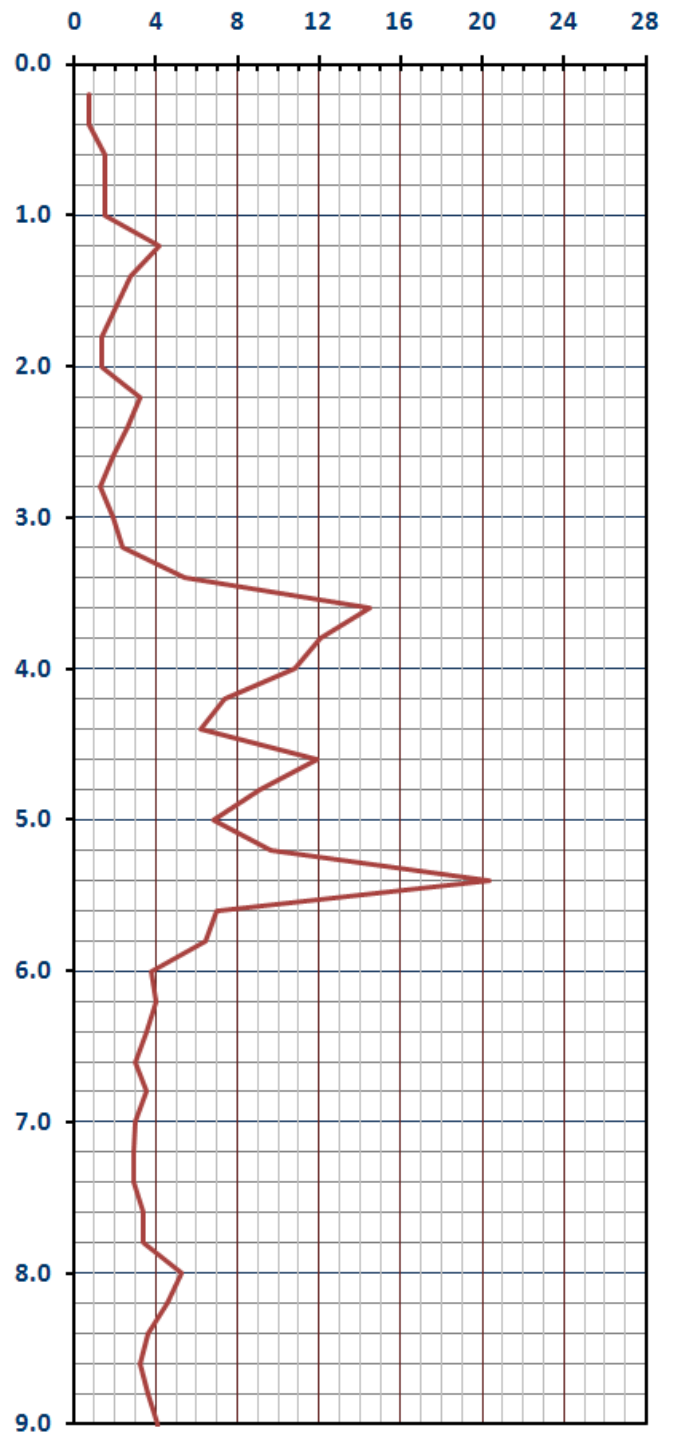




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA B1
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo nel Frignano						DATA: 11/01/2007					
NOME FILE ESTE_0S1						PENETROMETRO DPHS					
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]
1.0	1.6	3.5	22.2	2499	66	24	2112	44	11.4	1192	60
3.2	3.5	7.6	25.5	5396	168	51	4560	100	38.0	2281	114
5.4	18.2	40.0	37.9	28400	1129	268	24000	479	59.6	10367	518
9.6	8.5	18.6	31.6	13240	696	125	11189	244	88.4	4077	204
10.4	22.0	48.4	40.3	34364	2530	324	29040	593	110.9	9356	468
10.6	60.0	99.0	45.0	70290	5202	663	59400	1175	115.4	24993	1250

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [kN/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [kN/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [kN/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI B1
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo nel Frignano						DATA: 11/01/2007					
NOME FILE ESTE_0S1						PENETROMETRO DPHS					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
1.0	1.6	3.5	0.5	16	11.4	43.7	8.0	3158	0.2	5.3	2112
3.2	3.5	7.6	2.1	17	38.0	55.7	20.1	6498	0.2	12.0	4560
5.4	18.2	40.0	4.3	19	59.6	100.0	135.5	28000	>4	57.5	24000
9.6	8.5	18.6	7.5	18	88.4	72.1	83.5	14877	>4	29.2	11189
10.4	22.0	48.4	10.0	20	110.9	100.0	303.6	33880	>4	71.1	29040
10.6	60.0	99.0	10.5	21	115.4	100.0	624.3	69300	>4	141.0	59400

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · KK)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)



TABELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA B2

COMMITTENTE:			LOCALITA': Ca' Zanaroli									
COMUNE: Pavullo nel Frignano			DATA: 11/01/2007									
NOME FILE ESTE_OS2			PENETROMETRO DPHS							FALDA 2 m		
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva						
			ϕ [°]	Mo [kN/m ²]	Rd1 [kN/m ²]	Cu [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Rd2 [kN/m ²]	σ_v [kN/m ²]	Asta	Rpd [kN/m ²]	Rd3 [kN/m ²]
0.20	1	2.2	20.7	1562	130	15	1320	80	3.8	1	745	112
0.40	1	2.2	20.7	1562	156	15	1320	83	7.6	1	745	112
0.60	2	4.4	23.1	3124	204	29	2640	163	11.4	1	1490	223
0.80	1	2.2	20.7	1562	208	15	1320	91	15.2	1	745	112
1.00	2	4.4	23.1	3124	270	29	2640	171	19.0	1	1490	223
1.20	2	4.4	23.1	3124	304	29	2640	174	22.8	2	1381	207
1.40	2	4.4	23.1	3124	337	29	2640	178	26.6	2	1381	207
1.60	3	6.6	24.9	4686	426	44	3960	258	30.4	2	2071	311
1.80	2	4.4	23.1	3124	403	29	2640	186	34.2	2	1381	207
2.00	5	11.0	27.8	7810	570	74	6600	415	36.0	2	3452	518
2.20	3	6.6	24.9	4686	450	44	3960	265	37.8	3	1930	290
2.40	2	4.4	23.1	3124	396	29	2640	191	39.6	3	1287	193
2.60	2	4.4	23.1	3124	412	29	2640	193	41.4	3	1287	193
2.80	3	6.6	24.9	4686	507	44	3960	270	43.2	3	1930	290
3.00	3	6.6	24.9	4686	526	44	3960	272	45.0	3	1930	290
3.20	4	8.8	26.5	6248	634	59	5280	350	46.8	4	2410	361
3.40	4	8.8	26.5	6248	656	59	5280	352	48.6	4	2410	361
3.60	5	11.0	27.8	7810	778	74	6600	429	50.4	4	3012	452
3.80	3	6.6	24.9	4686	603	44	3960	279	52.2	4	1807	271
4.00	4	8.8	26.5	6248	723	59	5280	357	54.0	4	2410	361
4.20	4	8.8	26.5	6248	746	59	5280	359	55.8	5	2265	340
4.40	4	8.8	26.5	6248	768	59	5280	361	57.6	5	2265	340
4.60	2	4.4	23.1	3124	570	29	2640	211	59.4	5	1133	170
4.80	3	6.6	24.9	4686	698	44	3960	288	61.2	5	1699	255
5.00	4	8.8	26.5	6248	836	59	5280	366	63.0	5	2265	340
5.20	3	6.6	24.9	4686	736	44	3960	292	64.8	6	1603	240
5.40	11	24.2	34.1	17182	2022	162	14520	900	66.6	6	5877	882
5.60	8	17.6	31.2	12496	1501	118	10560	675	68.4	6	4274	641
5.80	5	11.0	27.8	7810	1065	74	6600	449	70.2	6	2672	401
6.00	6	13.2	29.1	9372	1242	88	7920	527	72.0	6	3206	481
6.20	5	11.0	27.8	7810	1117	74	6600	453	73.8	7	2529	379
6.40	5	11.0	27.8	7810	1143	74	6600	454	75.6	7	2529	379
6.60	6	13.2	29.1	9372	1332	88	7920	532	77.4	7	3034	455
6.80	4	8.8	26.5	6248	1038	59	5280	382	79.2	7	2023	303
7.00	4	8.8	26.5	6248	1061	59	5280	384	81.0	7	2023	303
7.20	60	99.0	45.0	70290	11212	663	59400	3492	82.8	8	28802	4320

LEGENDA 1

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)	
$\phi^0 = N_{spt} < 30 (15 \cdot N_{spt})^5 + 15$; $N_{spt} > 30 - 0.0015 \cdot N_{spt}^2 + 0.353 \cdot N_{spt} + 26.782$	(Road Bridge Specification-Carter & Bentley)
Mo = 710 · Nspt [Modulo Confinato]	[kN/m ²] (Farrent)
Rd ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · N _γ)] / 3; b=1m; N _γ = 10.9	[kN/m ²] (Capacità Portante, Terzaghi semplificata)
Ed = 600 · Nspt [Modulo Edometrico]	[kN/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 6.7 · Nspt	[kN/m ²] (Terzaghi)
Rd ₂ = [(h · γ' + (Cu · Nc))] / 3	[kN/m ²] (Capacità portante, Terzaghi semplificata)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)]	[kN/m ²] (Formula degli Olandesi)
Rd ₃ = (Rdp / 5 ÷ 10); Qa = (Rpd / 8.3)	[kN/m ²] (Capacità Portante, Sanglerat)



GRAFICO PROVA PENETROMETRICA DINAMICA B2

COMMITTENTE:		LOCALITA' :	Ca' Zanaroli
COMUNE:	Pavullo nel Frignano	DATA:	11/01/2007
NOME FILE:	ESTE_0S2	PENETROMETRO	DPHS

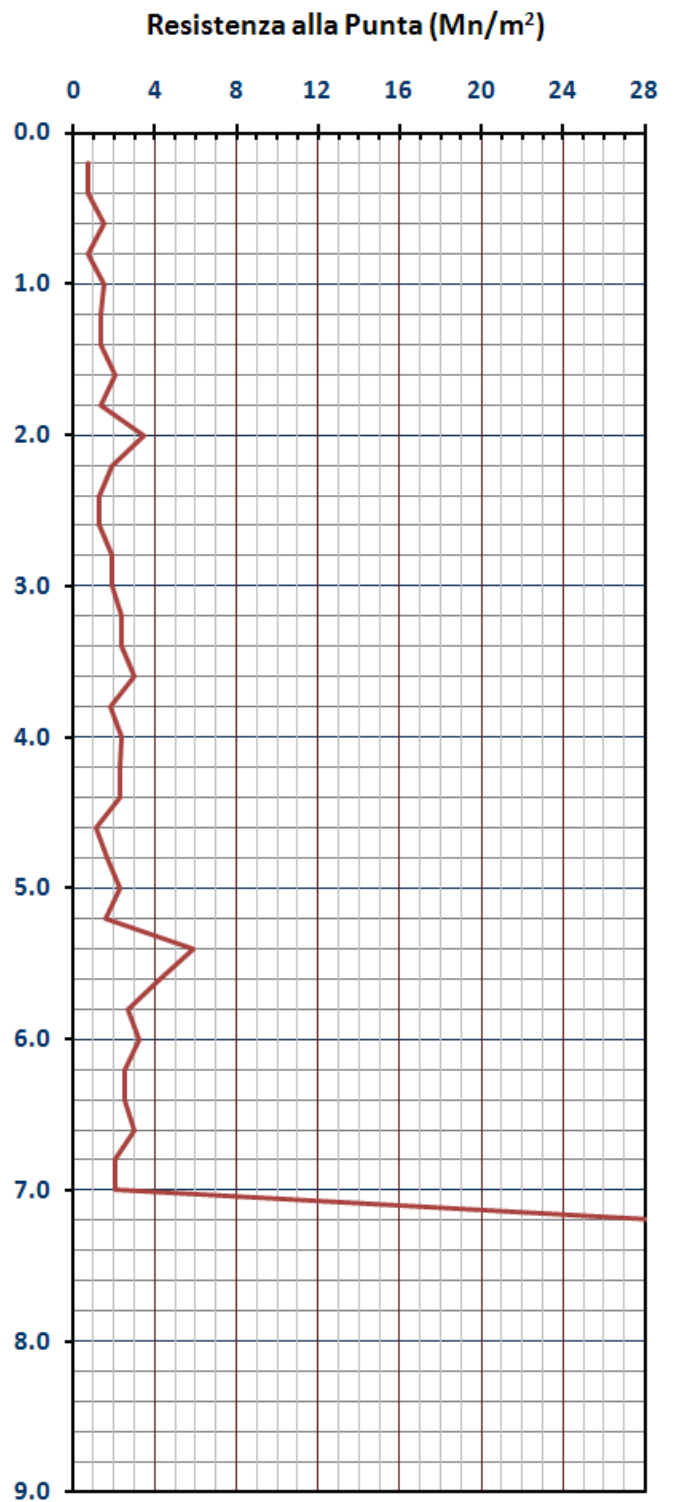
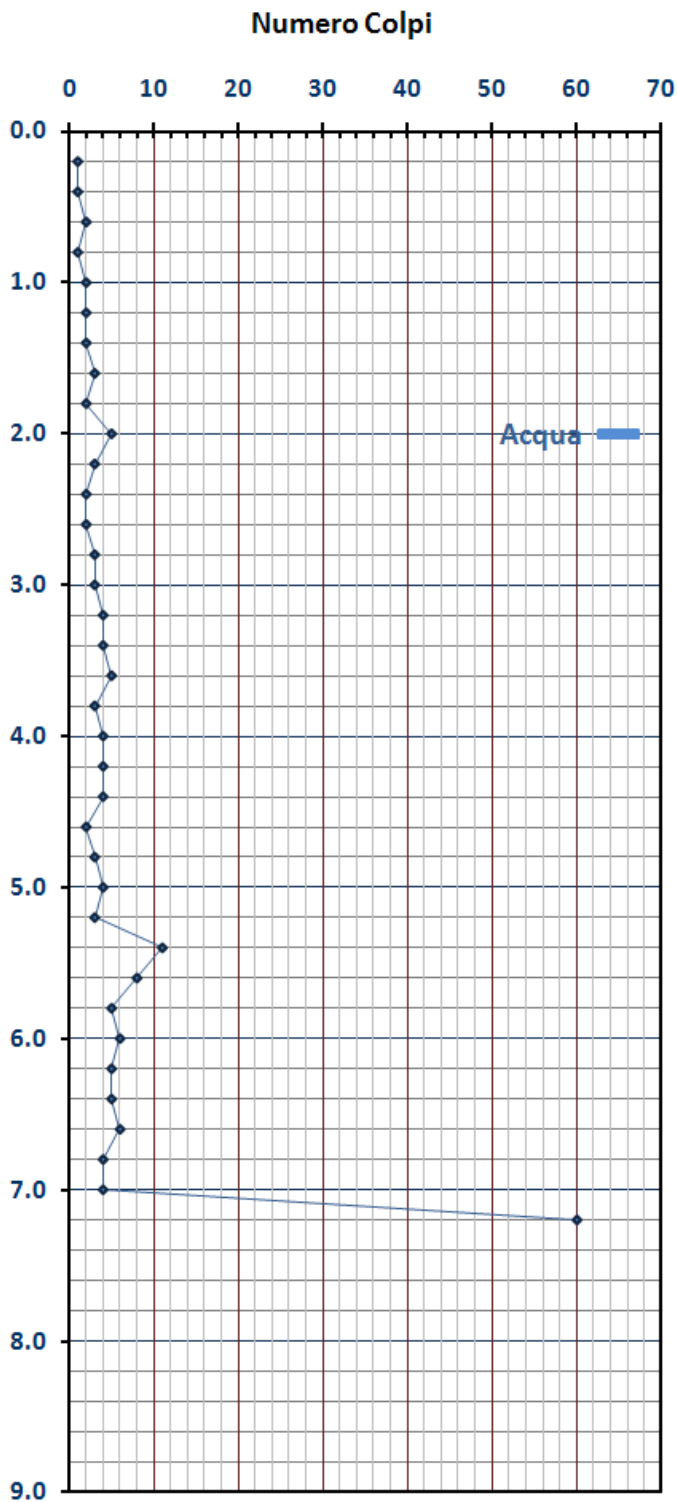




TABELLA STRATI PROVA PENETROMETRICA B2
(Parametri medi e Carico Ammissibile)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo nel Frignano						DATA: 11/01/2007					
NOME FILE ESTE_0S2						PENETROMETRO DPHS					
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]
0.8	1.3	2.8	21.3	1953	58	18	1650	35	9.5	931	47
3.0	2.6	5.8	24.2	4118	139	39	3480	78	34.2	1775	89
5.2	3.6	8.0	25.9	5680	235	54	4800	110	55.8	2116	106
7.0	6.0	13.2	28.9	9372	427	88	7920	176	73.8	3130	156
7.2	60.0	99.0	45.0	70290	3737	663	59400	1164	82.8	28802	1440

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)
Qa ₁ = [(h · γ' · Nq) + (½ b · γ' · Nγ)] / 3 Nγ = 10.9 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificata)
Ed = 6.7 · Nspt [Kn/m ²] (Stroud & Butler)
Cu = 600 · Nspt [Modulo Edometrico] [Kn/m ²] (Terzaghi)
Qa ₂ = [(h · γ') + (Cu · Nc)] / 3 [Kn/m ²] (Carico ammissibile - Terzaghi semplificato)
Rdp = M ² · H / [A · e · (M + P)] [Kn/m ²] (Formula degli Olandesi)
Qa ₃ = (Rpd / 15 ÷ 30); Rd3 = (Rpd / 25) [Kn/m ²] (Carico ammissibile, Sanglerat)

DENSITA' - GRADO OCR - PARAMETRI ELASTICI B2
(Densità, Sovraconsolidazione, Moduli Elastici)

COMMITTENTE: 0						LOCALITA': Ca' Zanaroli					
COMUNE: Pavullo nel Frignano						DATA: 11/01/2007					
NOME FILE ESTE_0S2						PENETROMETRO DPHS					
H	N	Nspt	Natura granulare			Natura Coesiva					
[m]	[media]	[media]	Hm [media]	γ [kN/m ³]	σv [kN/m ²]	Dr [%]	Ks [mN/m ³]	Es [kN/m ²]	OCR -	Ks [mN/m ³]	Ed [kN/m ²]
0.8	1.3	2.8	0.4	16	9.5	39.1	7.0	2512	0.2	4.2	1650
3.0	2.6	5.8	1.9	17	34.2	49.5	16.7	5084	0.2	9.4	3480
5.2	3.6	8.0	4.1	17	55.8	53.0	28.2	6917	2.3	13.3	4800
7.0	6.0	13.2	6.1	18	73.8	63.6	51.2	10921	>4	21.1	7920
7.2	60.0	99.0	7.1	21	82.8	100.0	448.5	173250	>4	139.7	59400

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 ²] (Bowles, 1988)
Es = Es = (105 - 35 · Dr) · Nspt; OCR > 4 Es = (525 - 350 · Dr) · Nspt	[Modulo Elastico secante] [kN/m ²] (Jamiolkowski, 1988)
OCR = (Cu / (σv · Kk)) ^{1.25}	[Sovraconsolidamento] [-] (Ladd & Foot)
Ed = 60 · Nspt (bassa plasticità)	[Modulo Edometrico] [kN/m ²] (Stroud & Butler)

ALLEGATO B

REGISTRAZIONI SISMICHE CON STAZIONE SINGOLA

ALLEGATO B

Registrazioni sismiche, Vs30 e spettro elastico DM 14/01/08

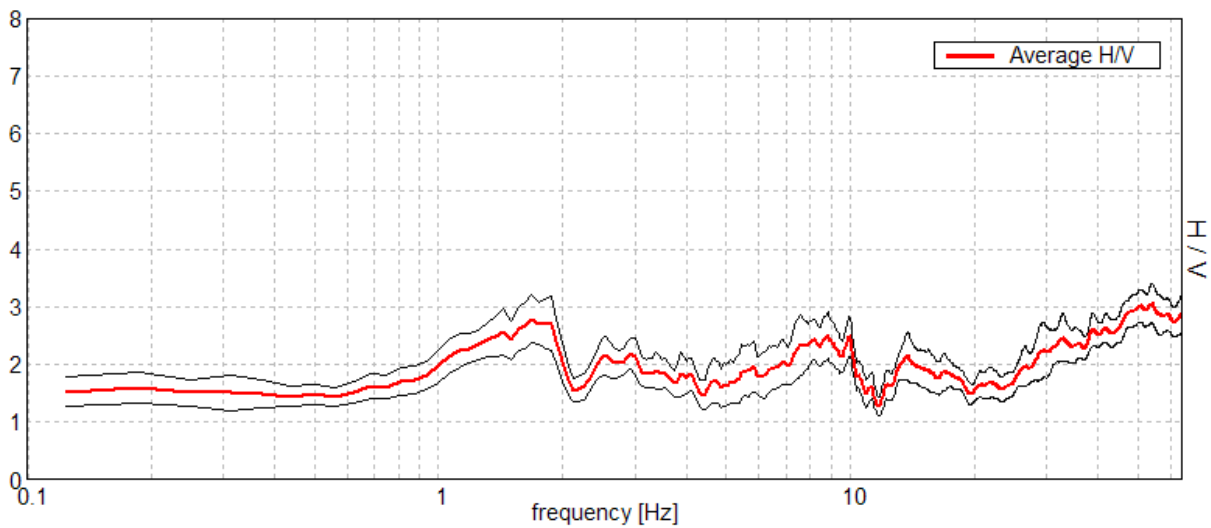


10_122 – LOTT. ESTENSE

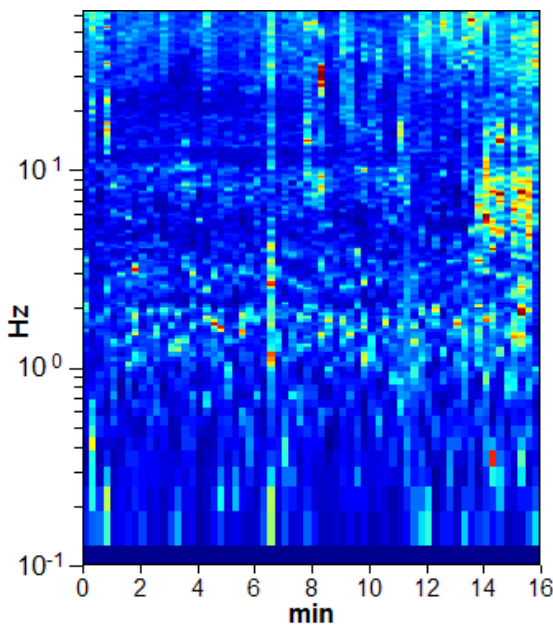
TR_01

Start recording: 13/11/10 11:34:10 End recording: 13/11/10 11:50:11
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.2891 E, 44°23.4054 N (748.0 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 04
Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 15 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 3%

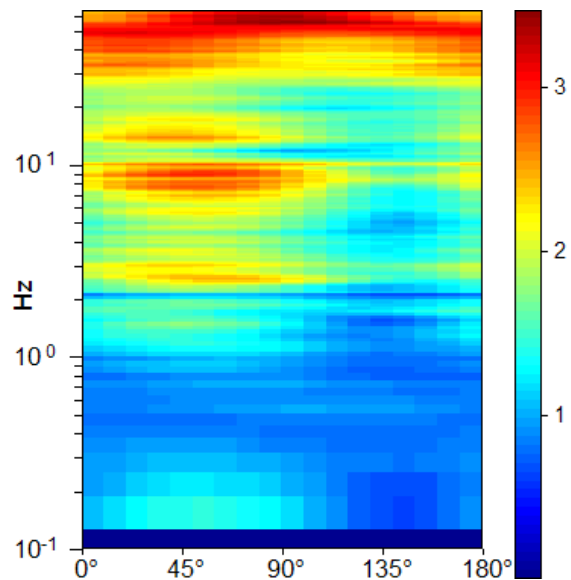
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 53.81 ± 2.16 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY



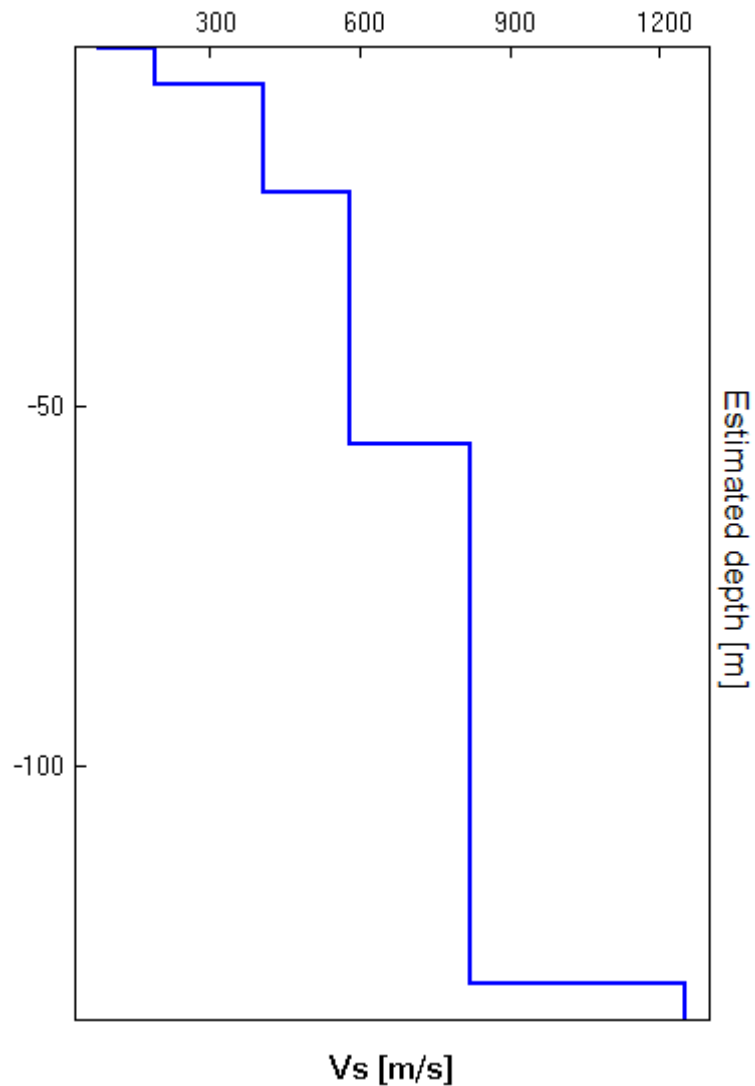
DIRECTIONAL H/V





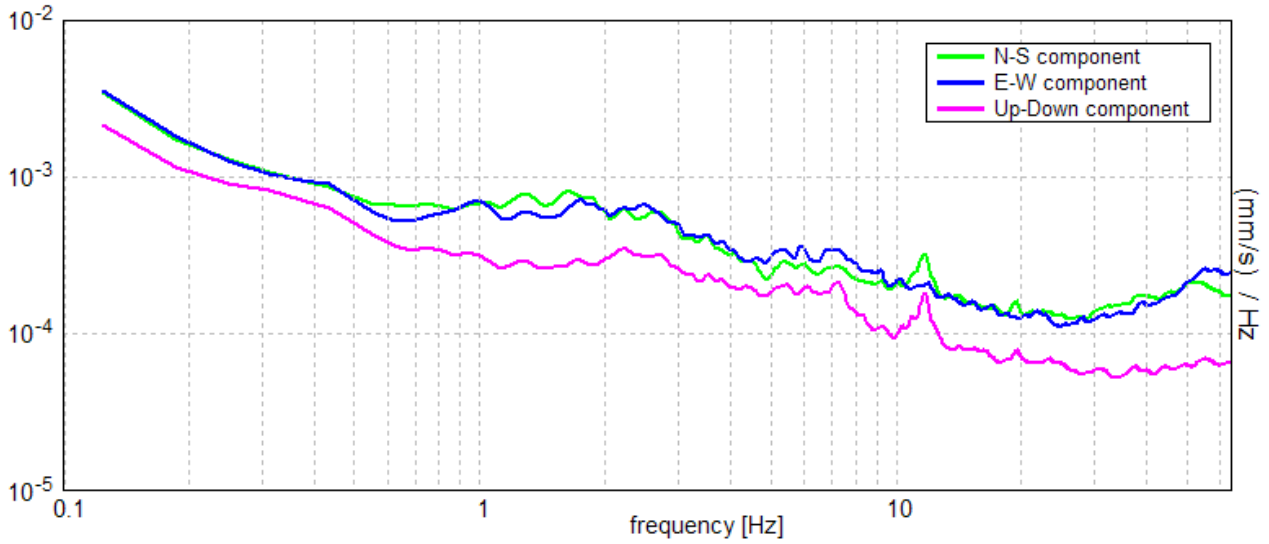
Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	80
5.40	5.00	190
20.40	15.00	410
55.40	35.00	580
130.40	75.00	820
inf.	inf.	1250

Vs(0.0-30.0)=355m/s



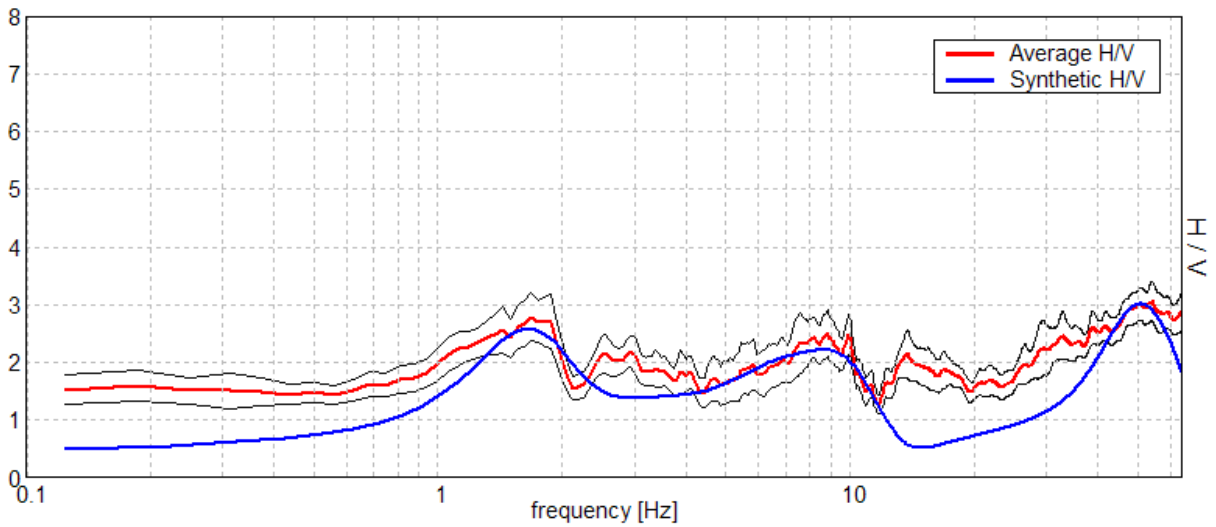


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 53.81 ± 2.16 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Max. H/V at 53.81 ± 2.16 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSr curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	53.81 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	51660.0 > 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 594 times	OK	

Criteria for a clear HVSr peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	20.0 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	3.05 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01994 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.07293 < 2.69063	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1695 < 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

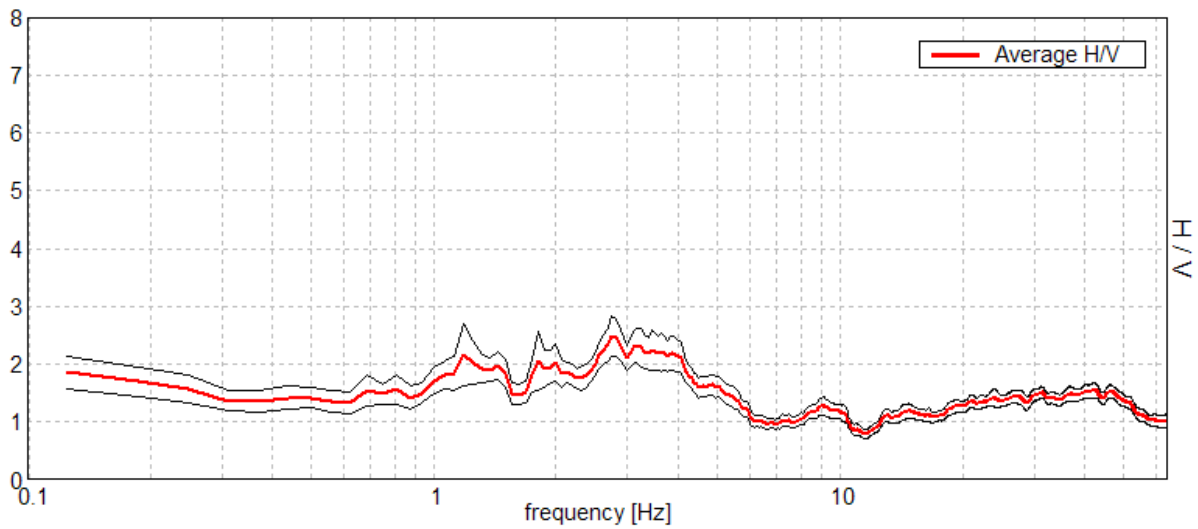


10_122 - LOTT. ESTENSE

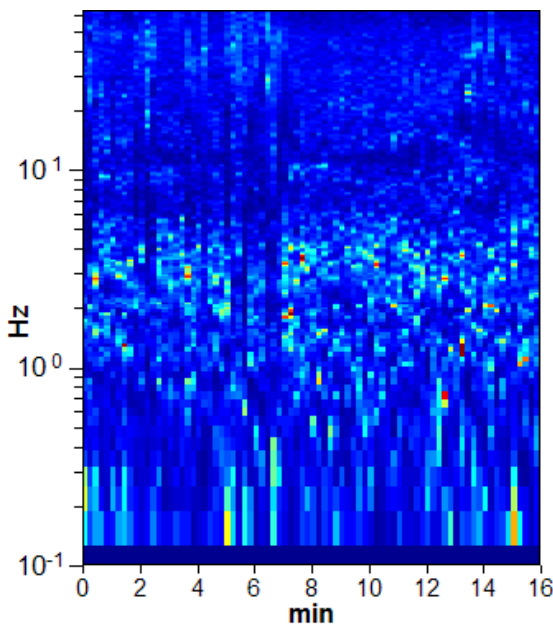
TR_02

Start recording: 13/11/10 12:03:52 End recording: 13/11/10 12:19:53
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.2720 E, 44°23.4817 N (742.9 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 06
Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 12 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 3%

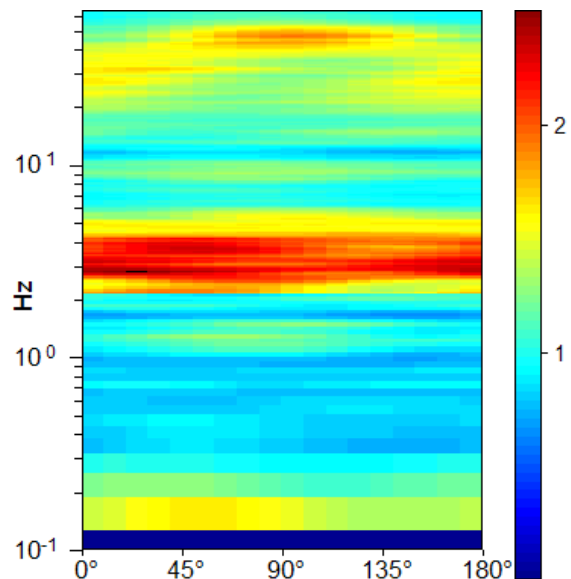
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 2.75 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

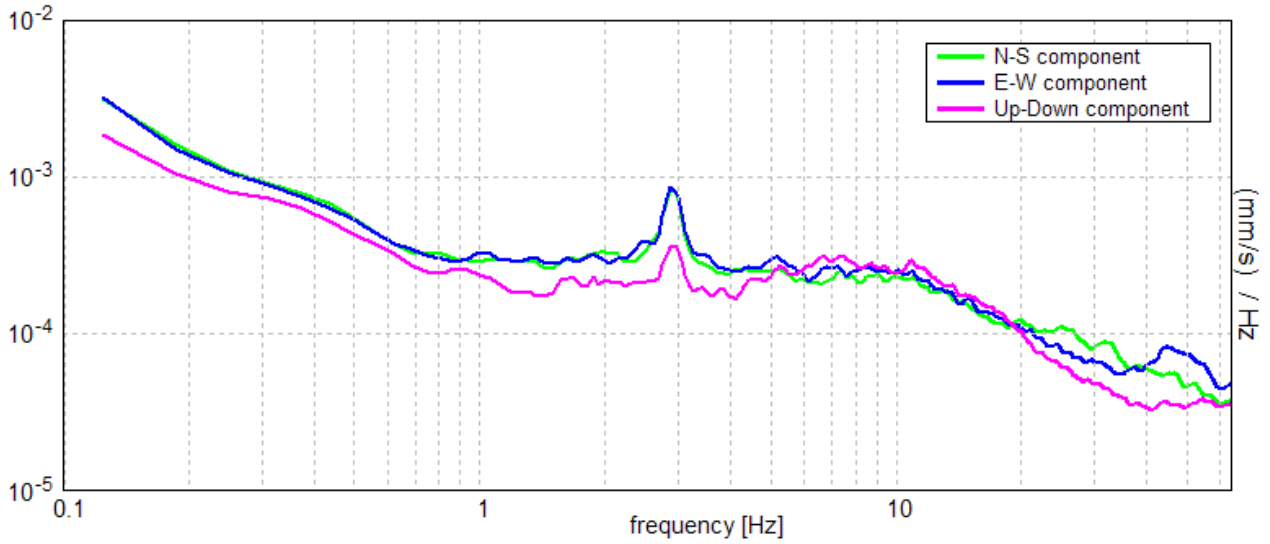


DIRECTIONAL H/V



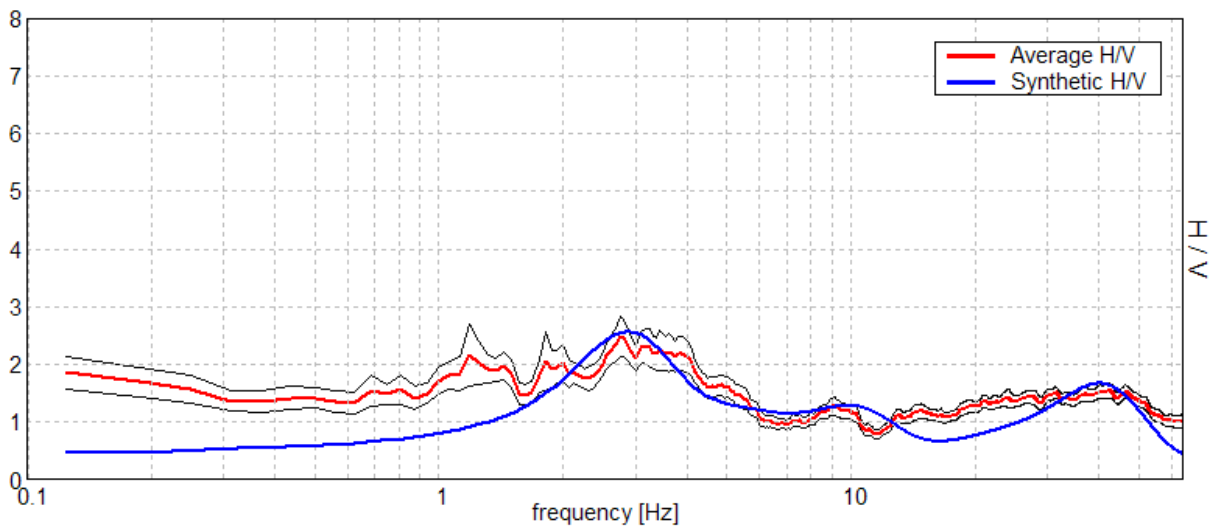


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

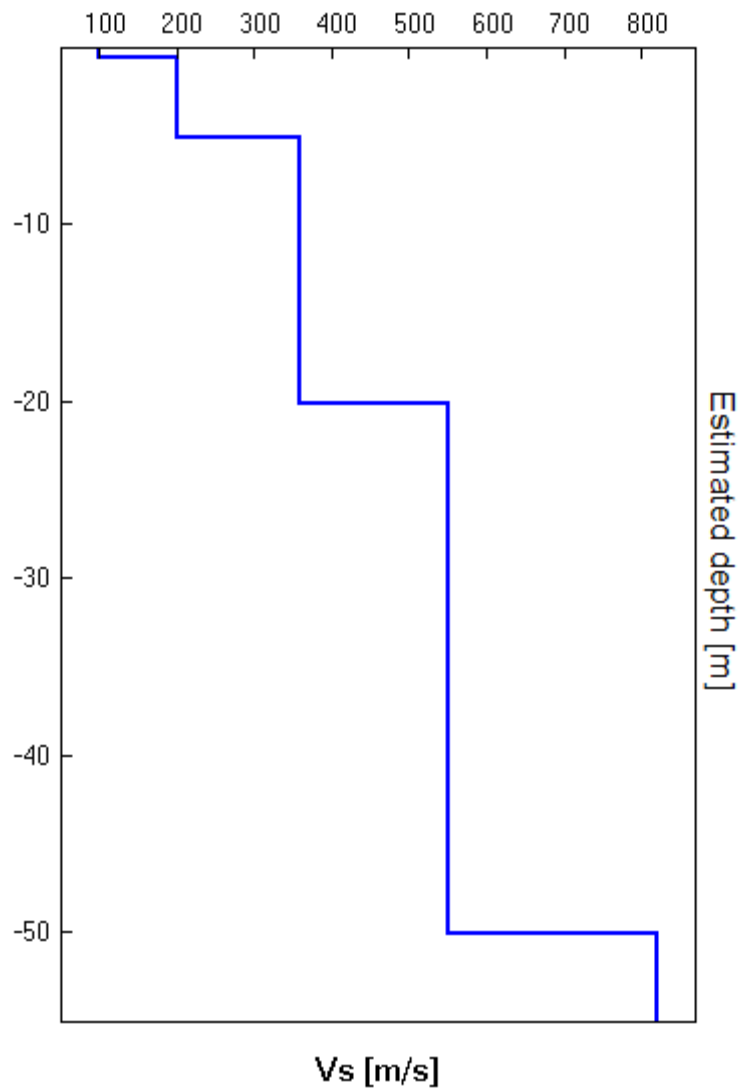
Max. H/V at 2.75 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.60	0.60	100
5.10	4.50	200
20.10	15.00	360
50.10	30.00	550
inf.	inf.	820

Vs(0.0-30.0)=340m/s





Max. H/V at 2.75 ± 0.15 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	2.75 > 0.83	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2640.0 > 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 67 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.48 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02807 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07719 < 0.1375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1712 < 1.58$	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

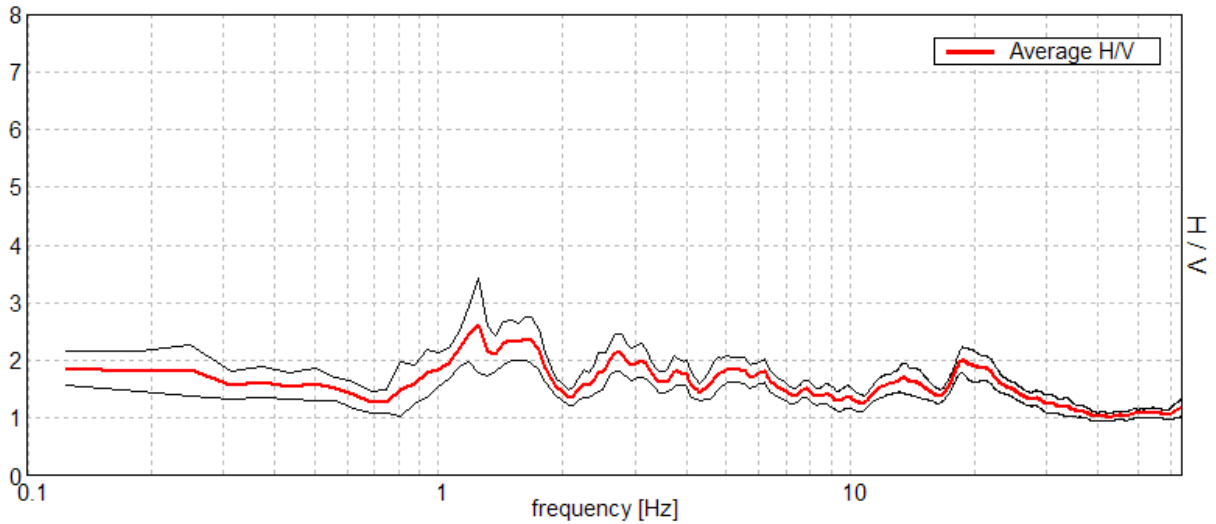


10_122 – ESTENSE

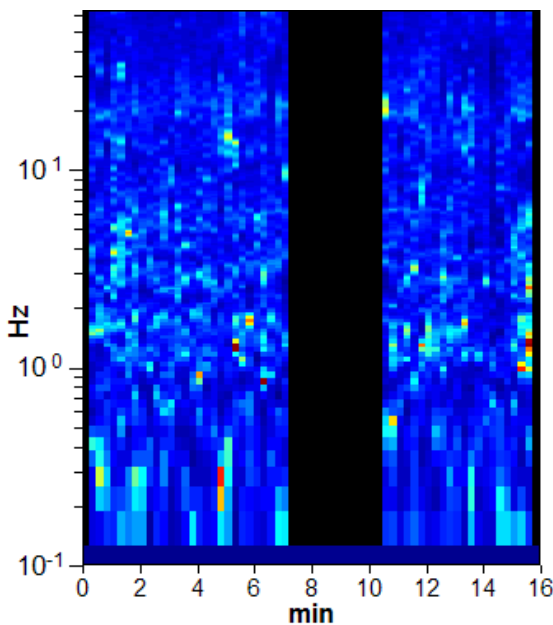
TR_03

Start recording: 13/11/10 12:26:40 End recording: 13/11/10 12:42:41
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.1886 E, 44°23.4295 N (751.7 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 06
Trace length: 0h16'00". Analyzed 77% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 15 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 5%

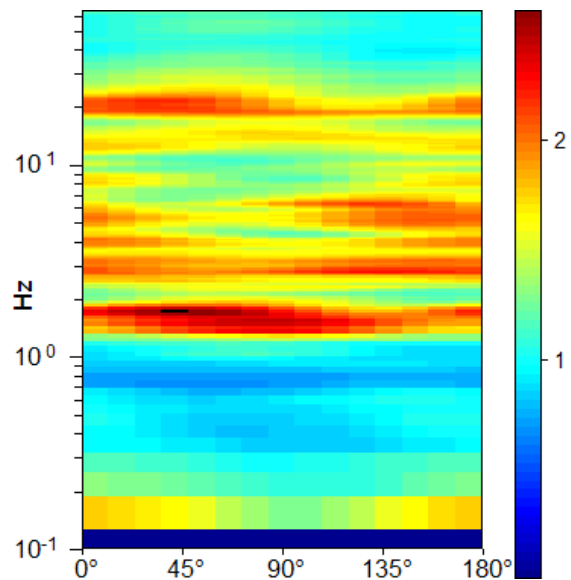
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 1.25 ± 0.12 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

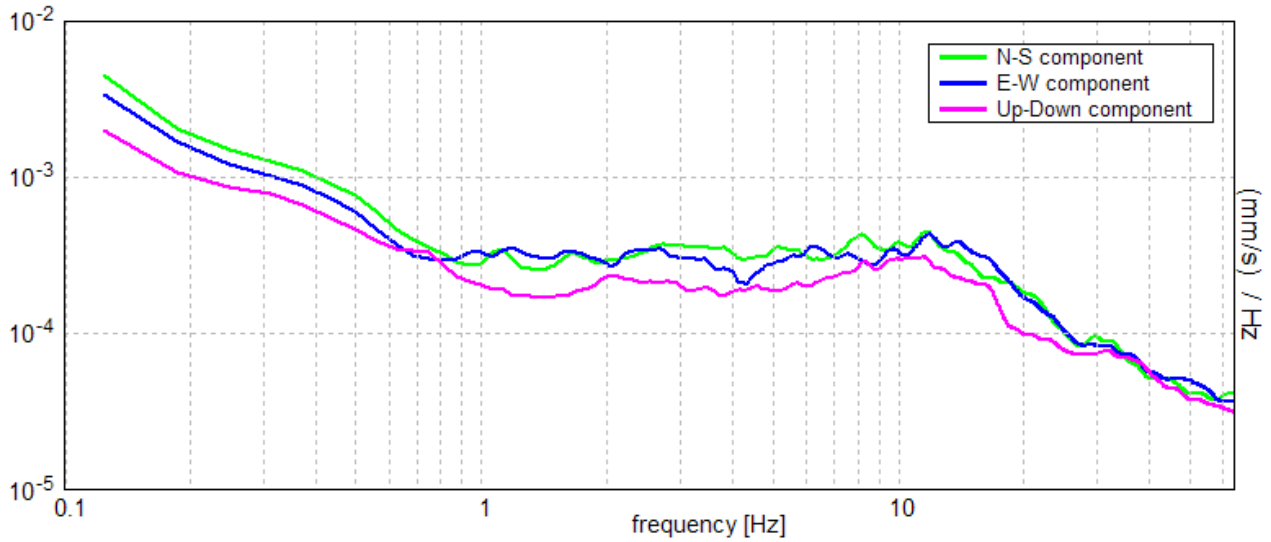


DIRECTIONAL H/V



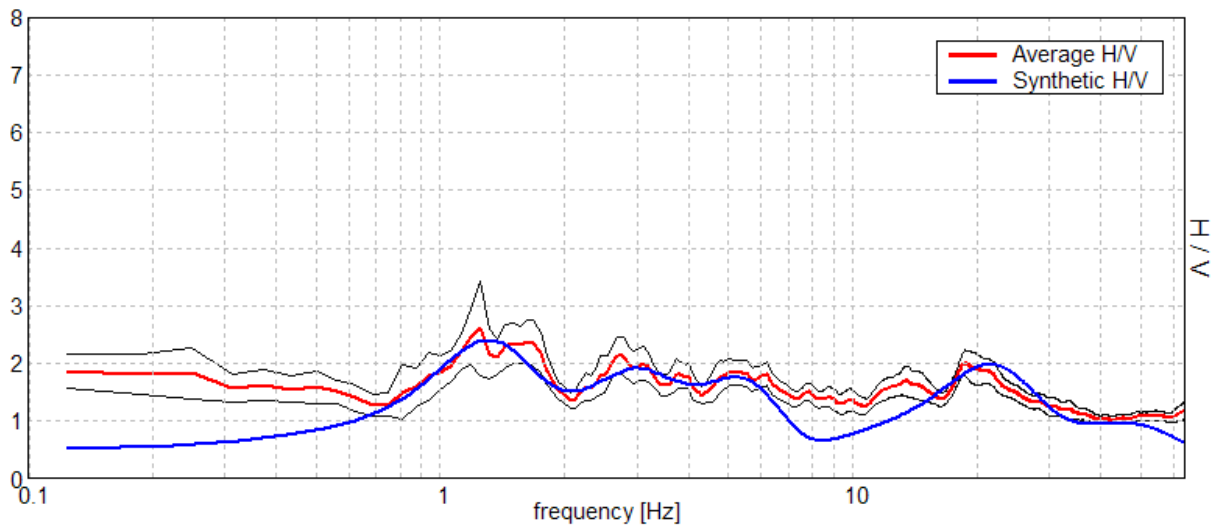


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

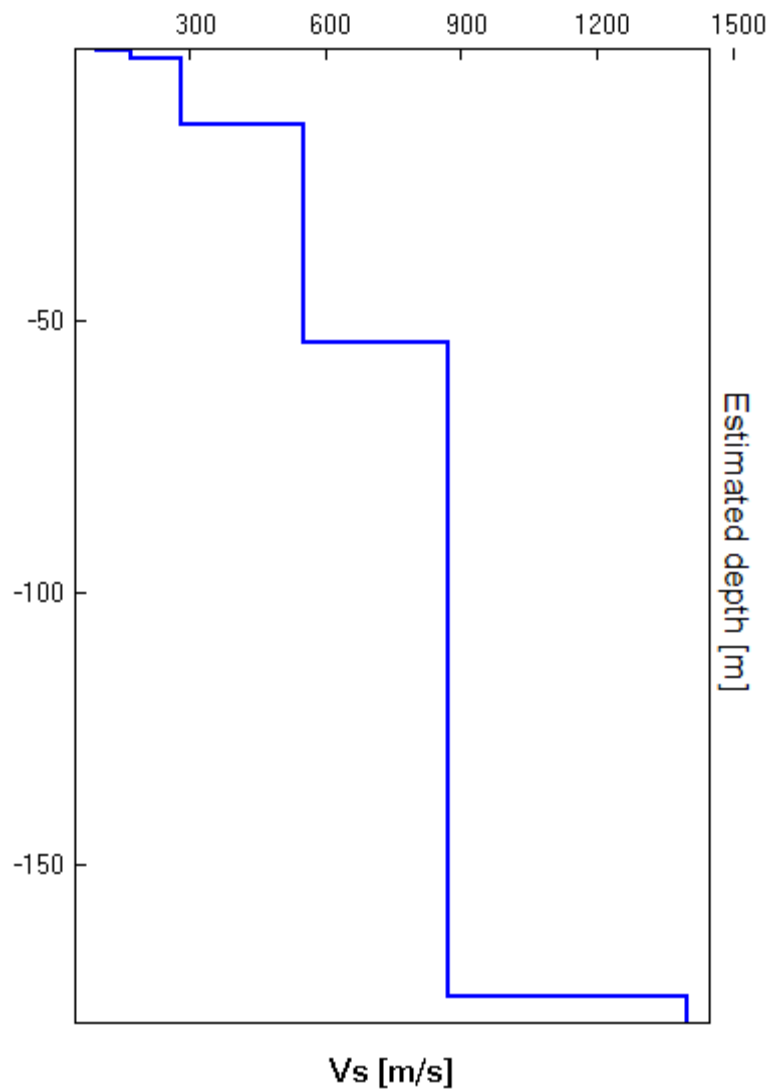
Max. H/V at 1.25 ± 0.12 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	95
2.00	1.50	170
14.00	12.00	280
54.00	40.00	550
174.00	120.00	870
inf.	inf.	1400

Vs(0.0-30.0)=349m/s





Max. H/V at 1.25 ± 0.12 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.25 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	918.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 31 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.62 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04574 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05717 < 0.125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4028 < 1.78	OK	

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

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

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



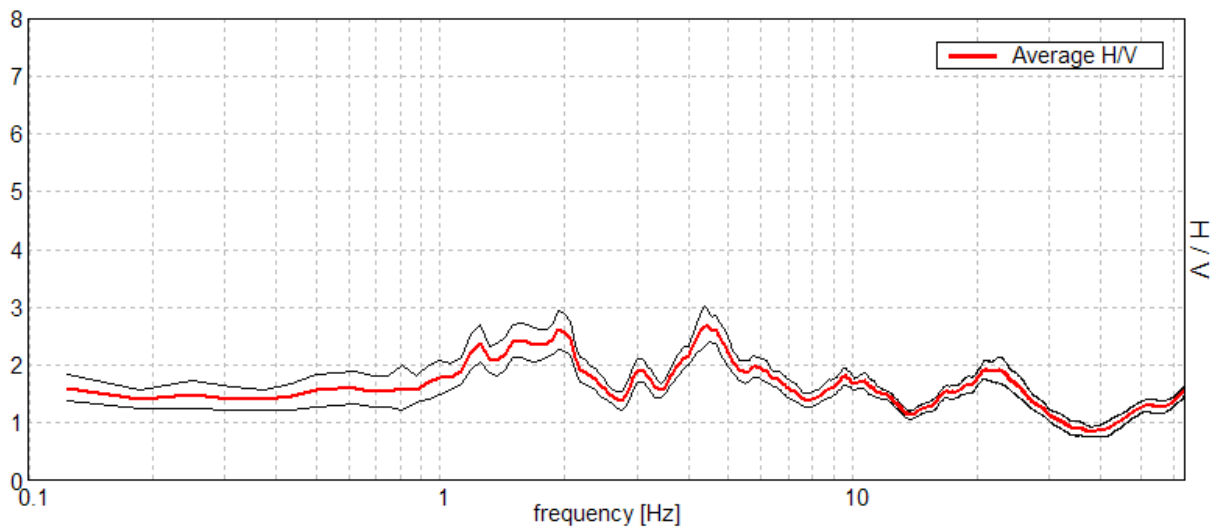
10_122 – LOTT. ESTENSE

TR_04

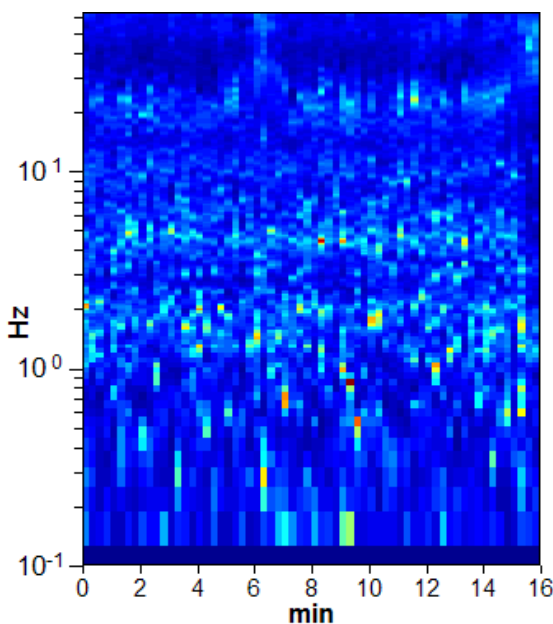
Start recording: 13/11/10 12:54:23 End recording: 13/11/10 13:10:23
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.0674 E, 44°23.4945 N (745.3 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 04
Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 15 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 5%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

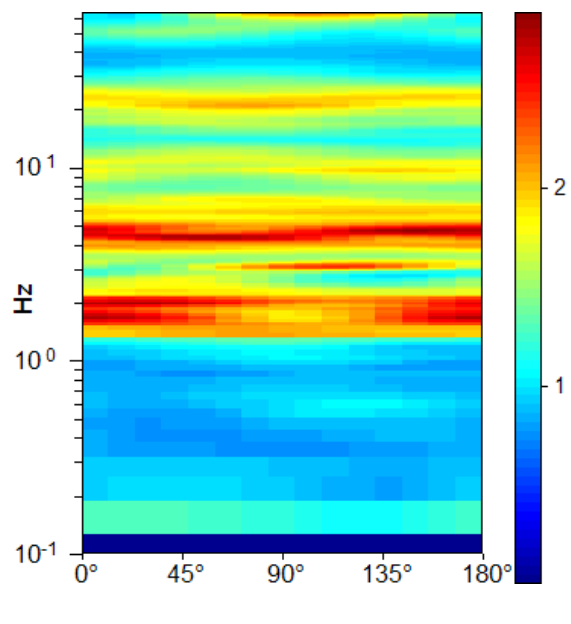
Max. H/V at 4.44 ± 0.3 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

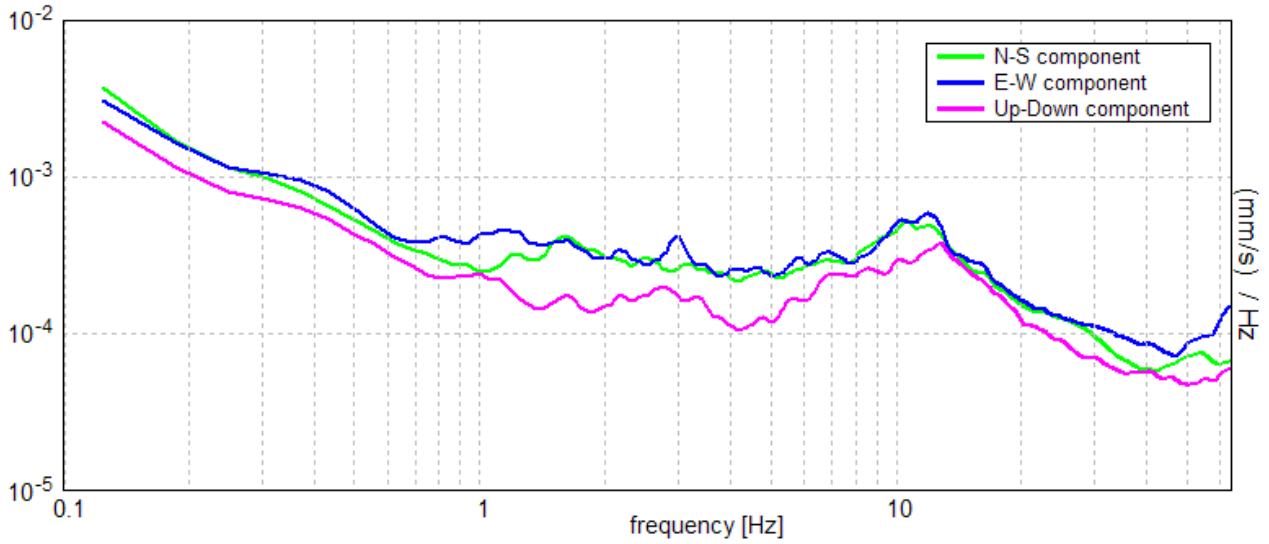


DIRECTIONAL H/V



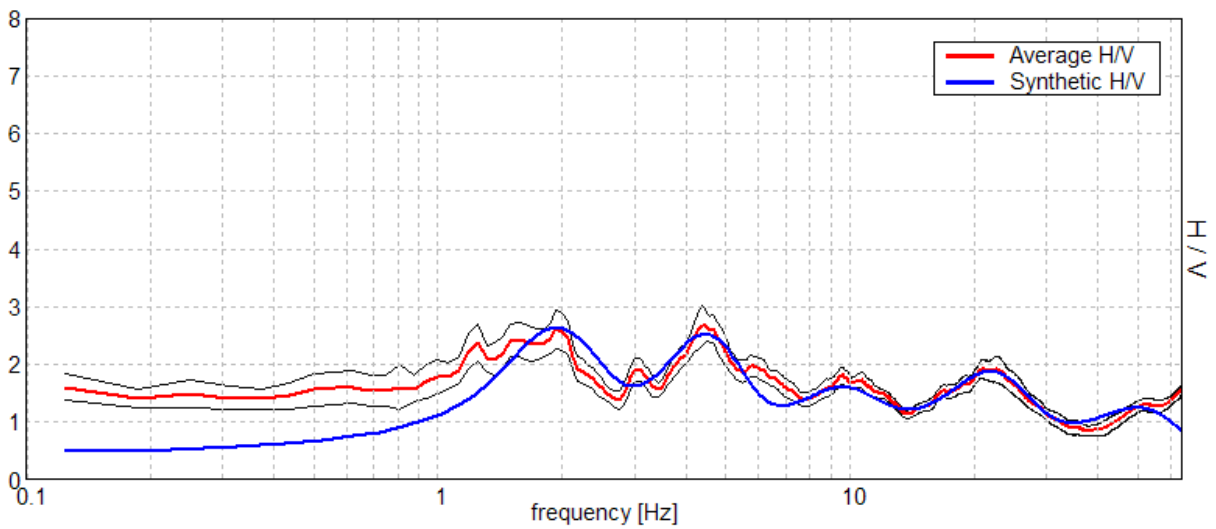


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

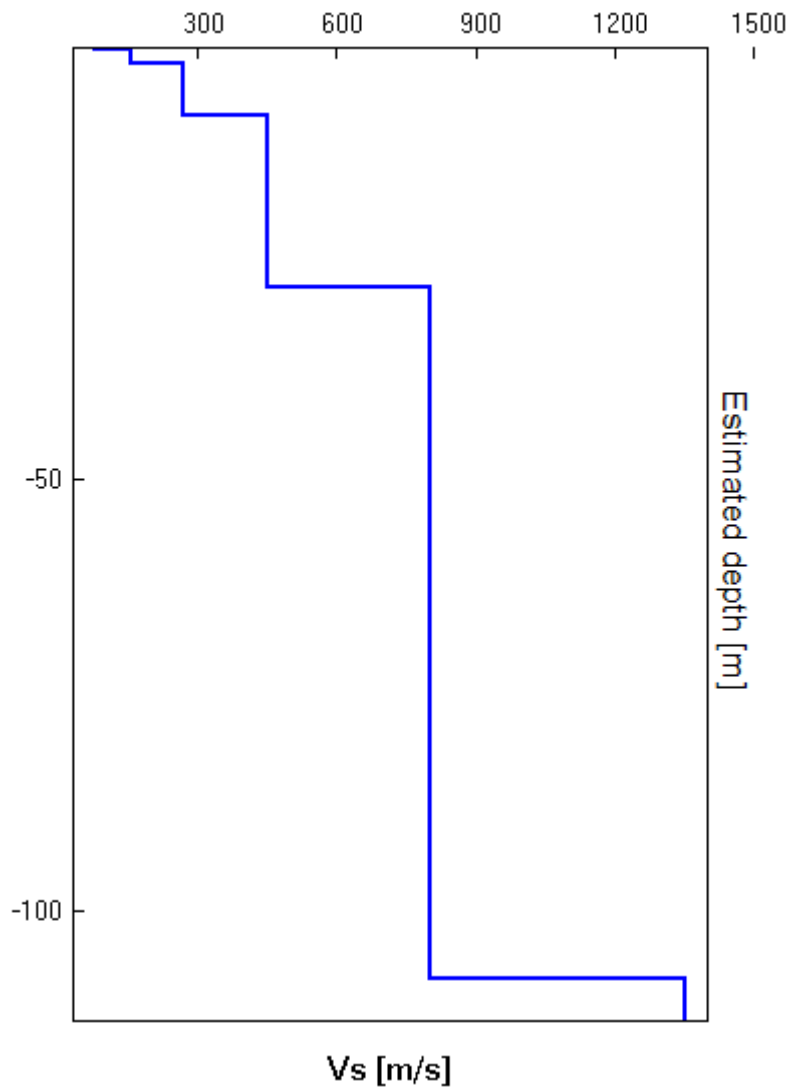
Max. H/V at 4.44 ± 0.3 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	80
1.90	1.50	155
7.90	6.00	270
27.90	20.00	450
107.90	80.00	800
inf.	inf.	1350

Vs(0.0-30.0)=357m/s





Max. H/V at 4.44 ± 0.3 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSr curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	4.44 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4260.0 > 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 108 times	OK	

Criteria for a clear HVSr peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.68 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03308 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14679 < 0.22188$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1476 < 1.58$	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



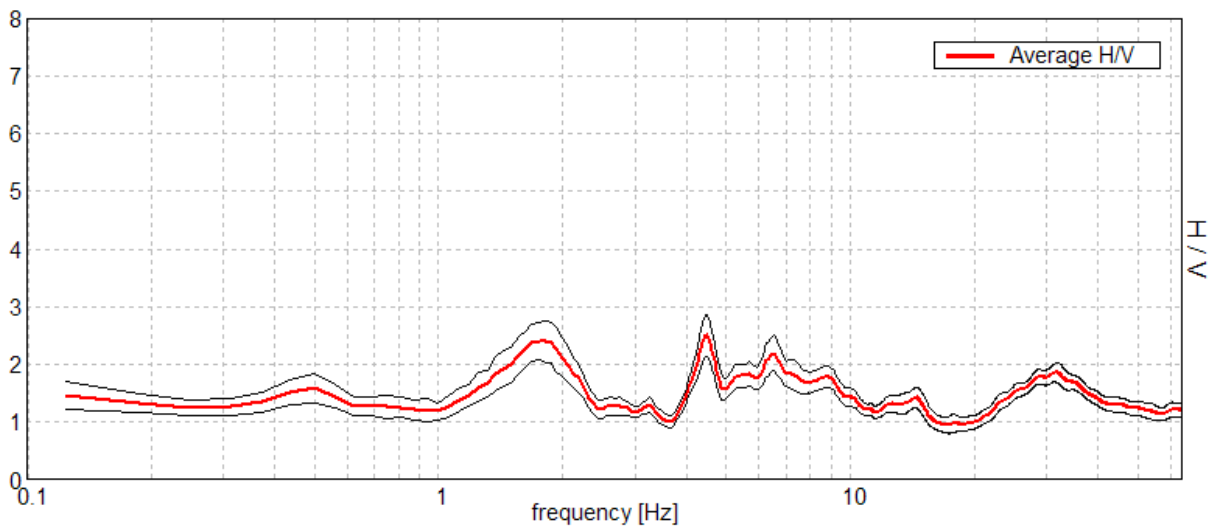
10_122 – ESTENSE

TR_05

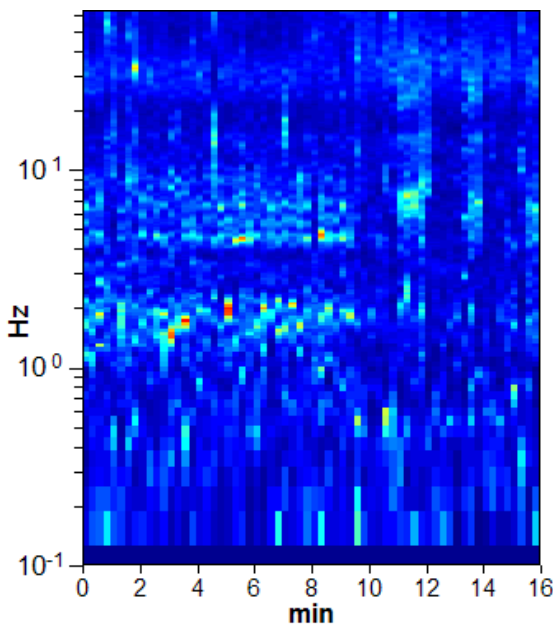
Start recording: 13/11/10 13:15:42 End recording: 13/11/10 13:31:43
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.0423 E, 44°23.5508 N (762.7 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 04
Trace length: 0h16'00". Analysis performed on the entire trace.
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 15 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 5%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

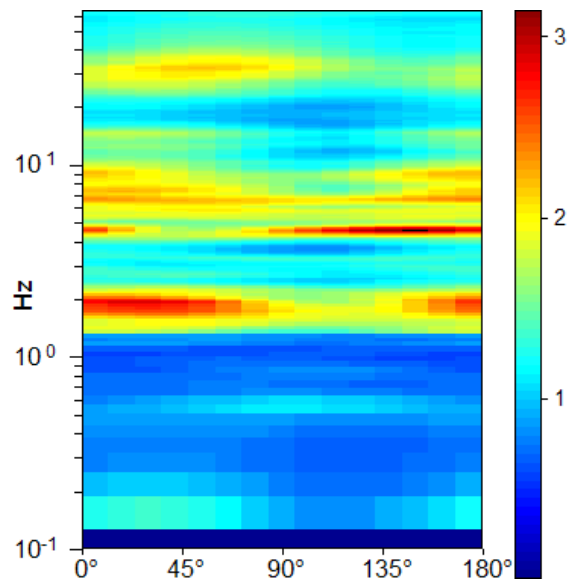
Max. H/V at 4.5 ± 0.45 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

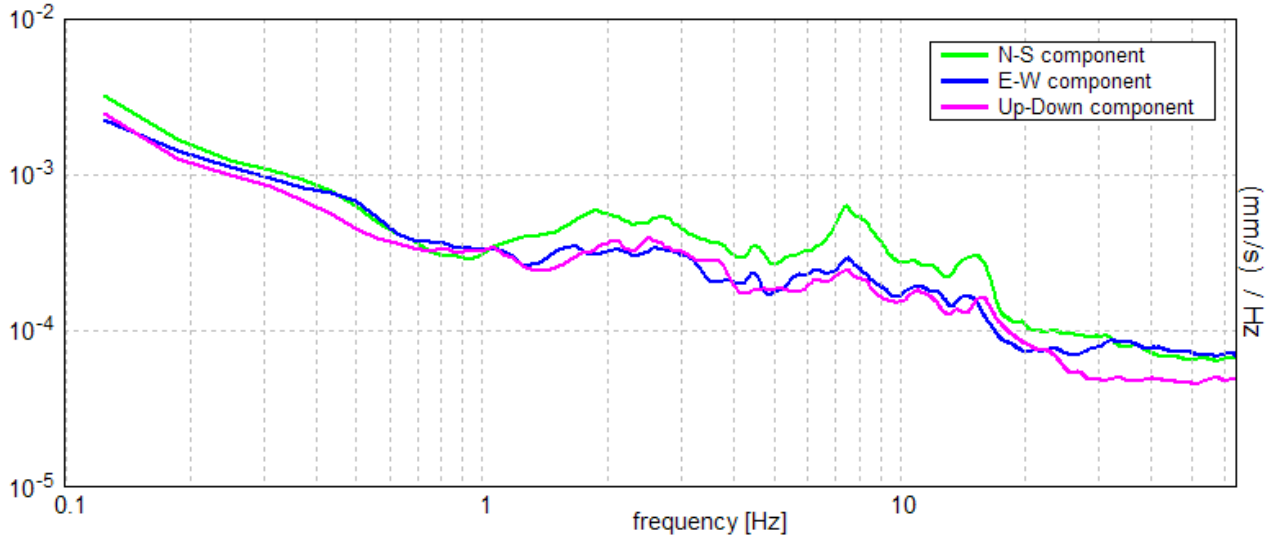


DIRECTIONAL H/V



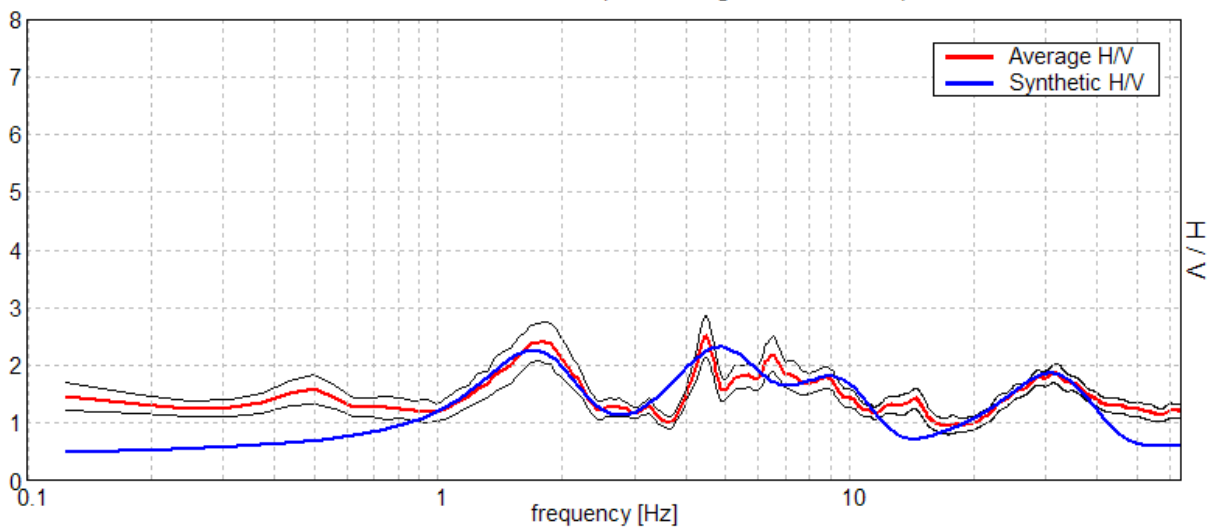


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

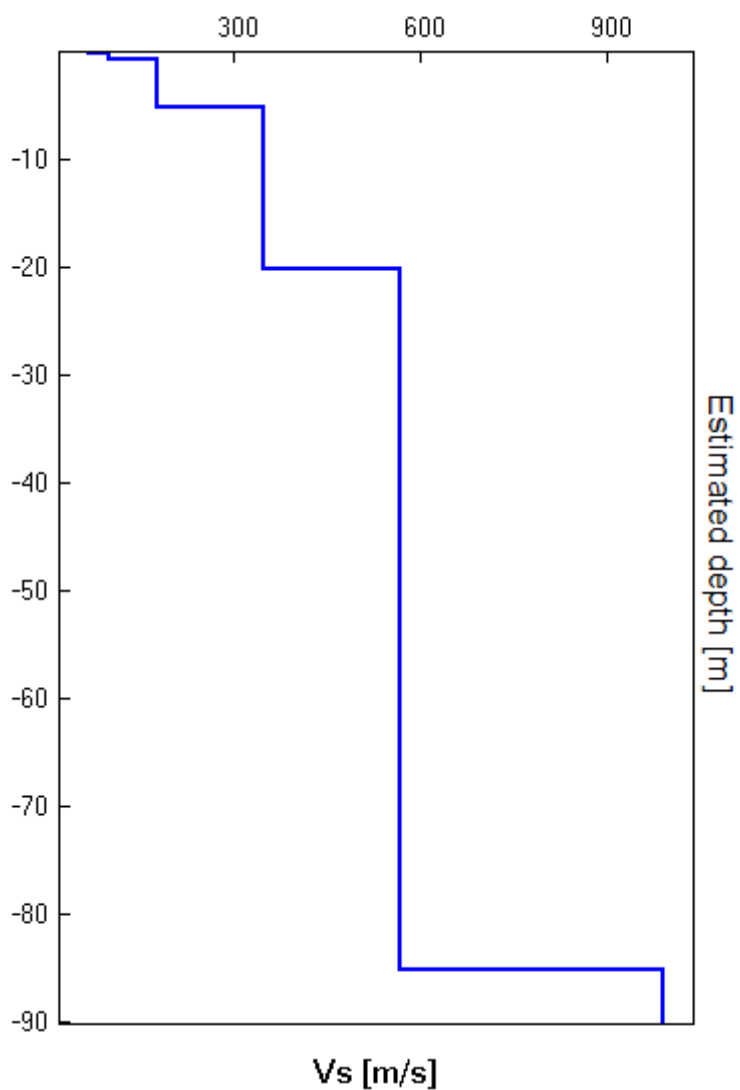
Max. H/V at 4.5 ± 0.45 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.20	0.20	70
0.80	0.60	100
5.30	4.50	180
20.30	15.00	350
85.30	65.00	570
inf.	inf.	990

Vs(0.0-30.0)=320m/s





Max. H/V at 4.5 ± 0.45 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSr curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	4.50 > 0.67	OK	
$n_c(f_0) > 200$	4320.0 > 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 109 times	OK	

Criteria for a clear HVSr peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.875 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.50 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04936 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.22214 < 0.225	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1798 < 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

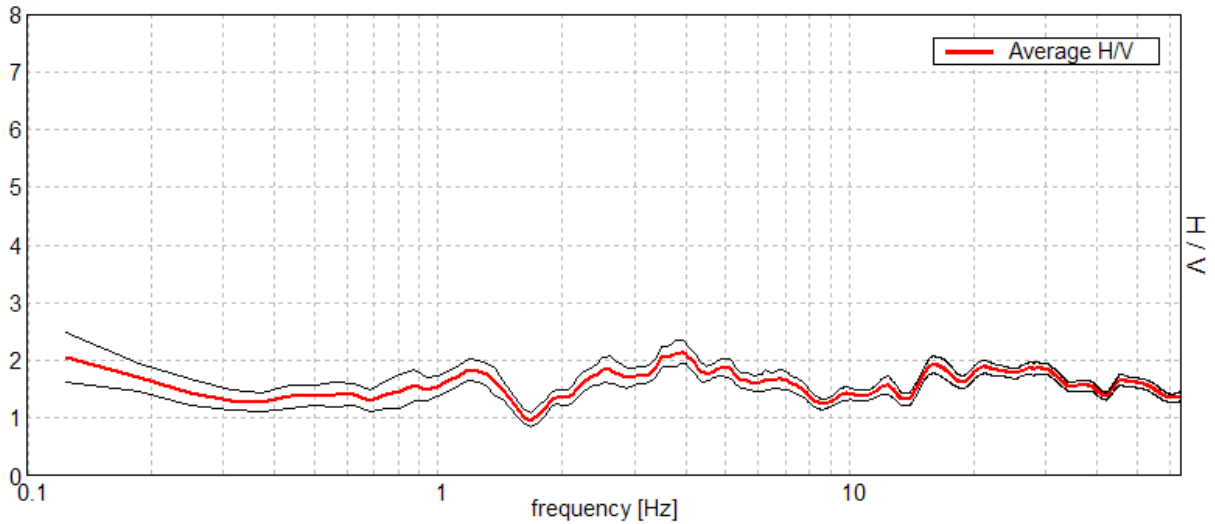


10_122 – LOTT. ESTENSE

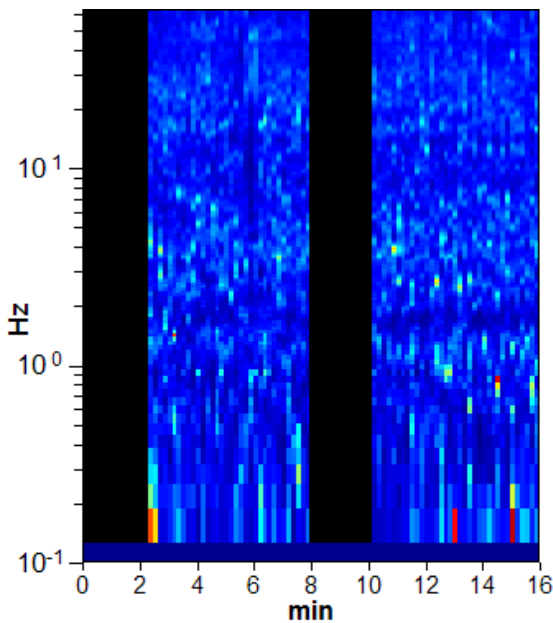
TR_06

Start recording: 13/11/10 17:43:41 End recording: 13/11/10 17:59:42
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 GPS location: 010°49.1295 E, 44°23.2211 N (812.5 m)
 UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
 Satellite no.: 04
 Trace length: 0h16'00". Analyzed 72% trace (manual window selection)
 Sampling frequency: 128 Hz
 Window size: 10 s
 Smoothing window: Triangular window
 Smoothing: 7%

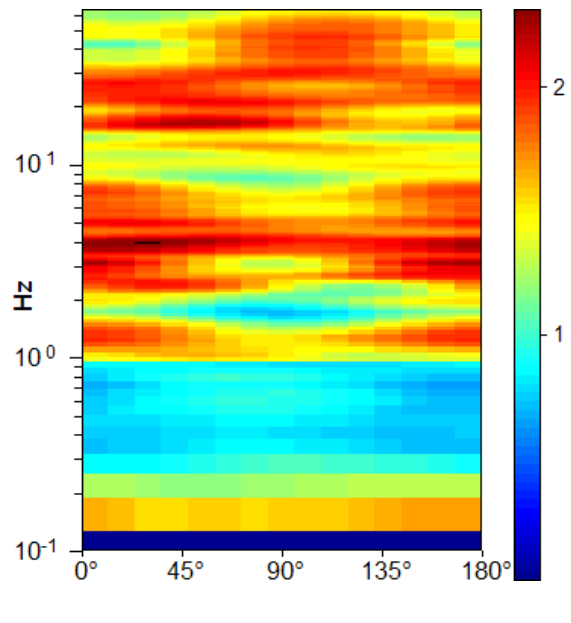
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
 Max. H/V at 3.94 ± 0.08 Hz. (In the range 0.5 - 55.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

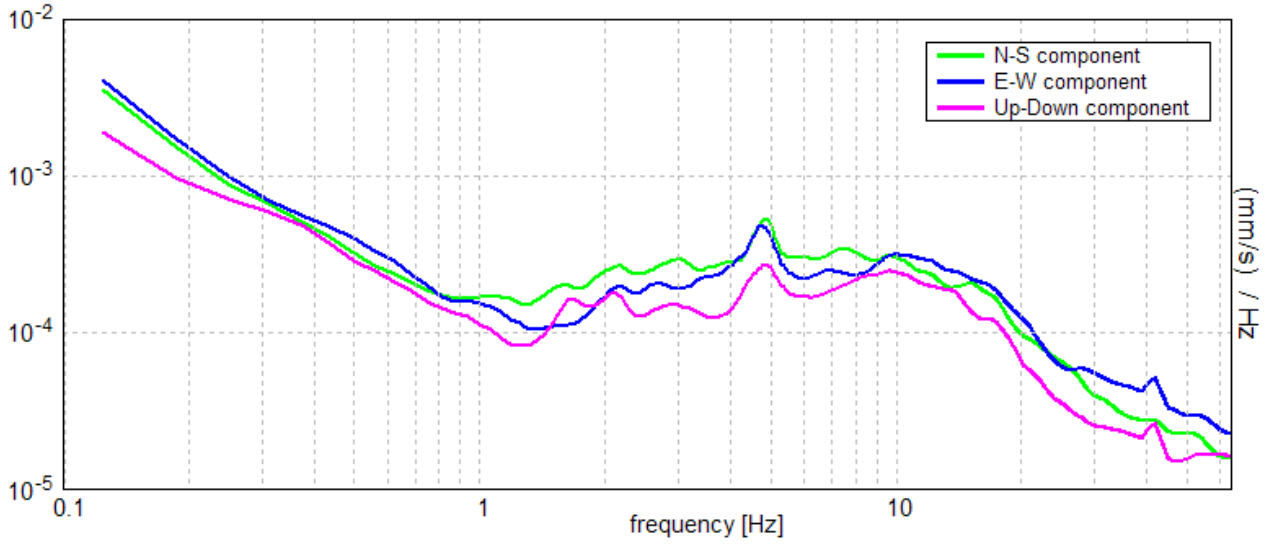


DIRECTIONAL H/V



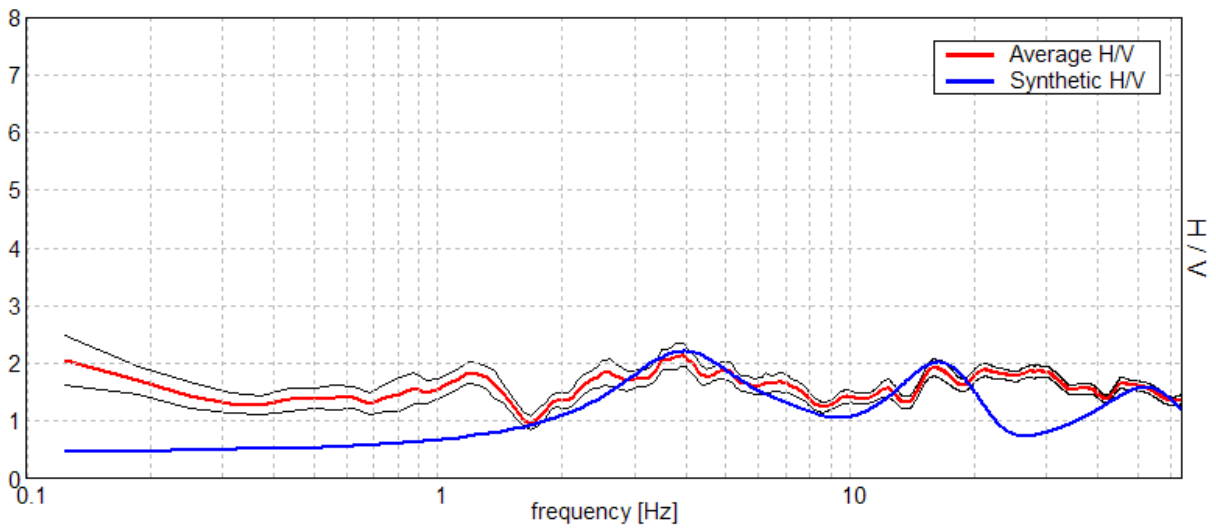


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

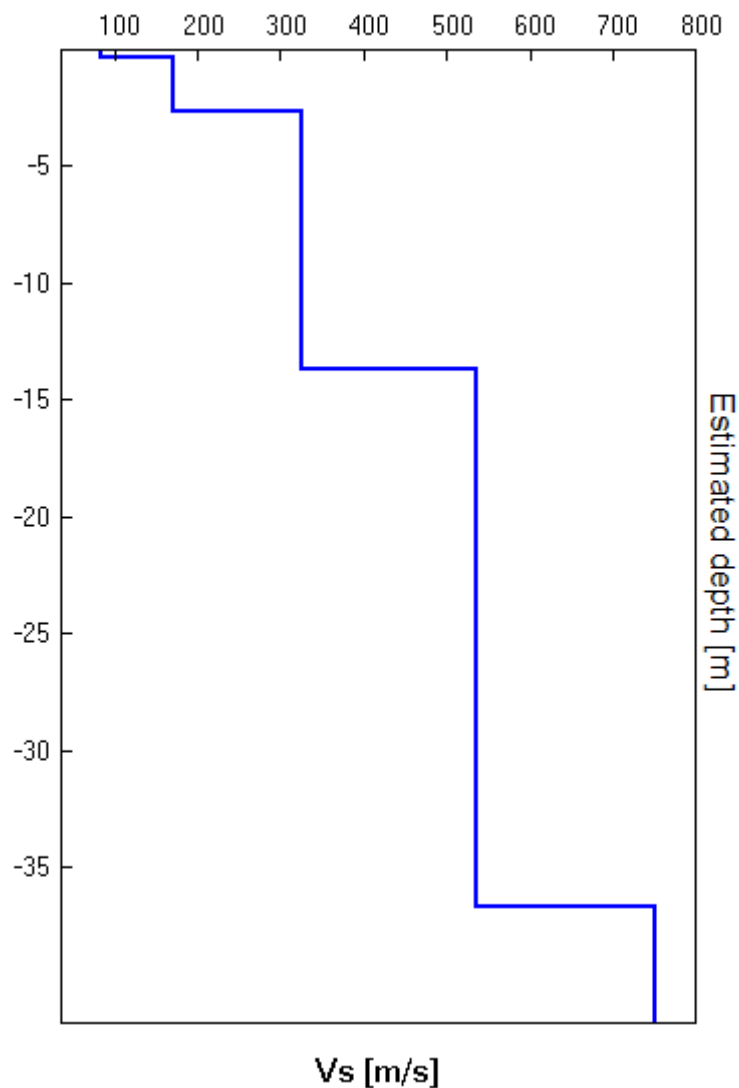
Max. H/V at 3.94 ± 0.08 Hz. (In the range 0.5 - 55.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	85
2.70	2.30	170
13.70	11.00	325
36.70	23.00	535
inf.	inf.	750

Vs(0.0-30.0)=363m/s





Max. H/V at 3.94 ± 0.08 Hz. (in the range 0.5 - 55.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	3.94 > 1.00	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2716.9 > 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 96 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	2.14 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01044 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04109 < 0.19688	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.0992 < 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

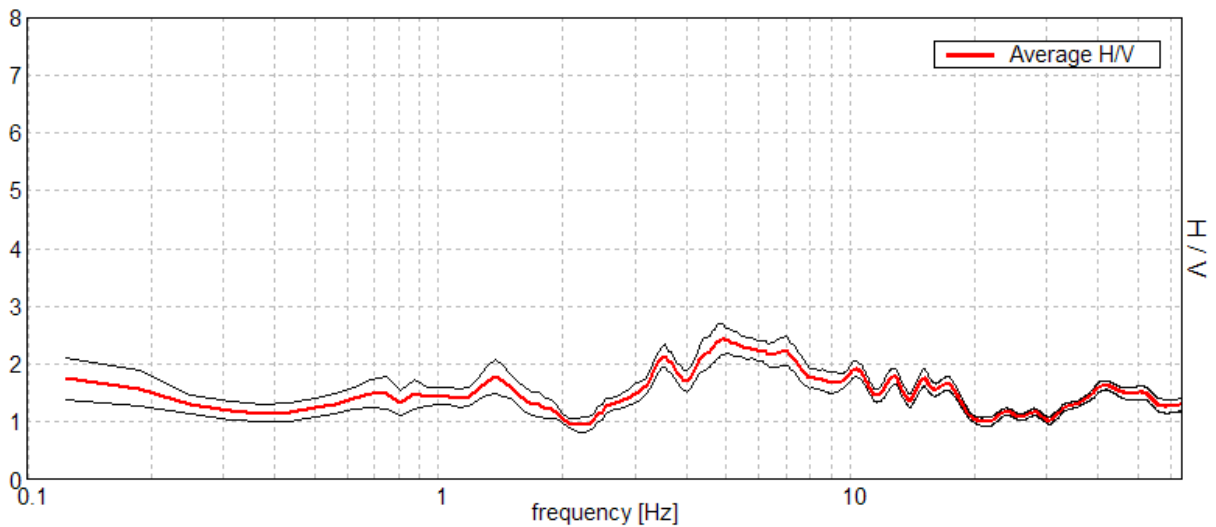


10_122 – ESTENSE

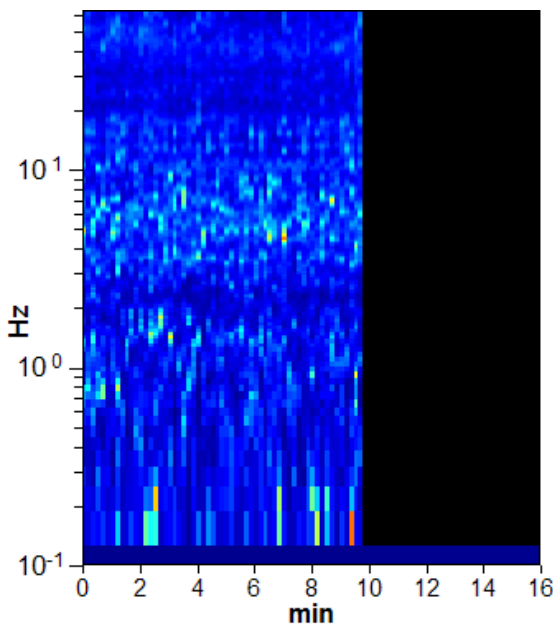
TR_07

Start recording: 13/11/10 18:04:41 End recording: 13/11/10 18:20:42
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 010°49.1642 E, 44°23.2827 N (757.6 m)
UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 05
Trace length: 0h16'00". Analyzed 61% trace (manual window selection)
Sampling frequency: 128 Hz
Window size: 10 s
Smoothing window: Triangular window
Smoothing: 7%

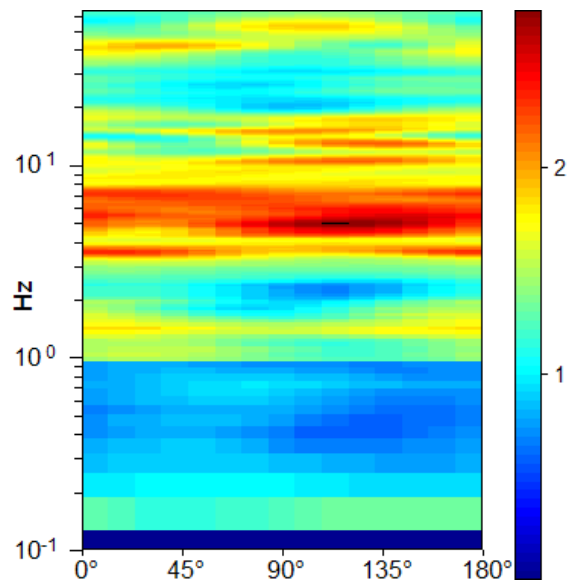
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO
Max. H/V at 4.88 ± 0.24 Hz. (In the range 0.5 - 55.0 Hz).



H/V TIME HISTORY

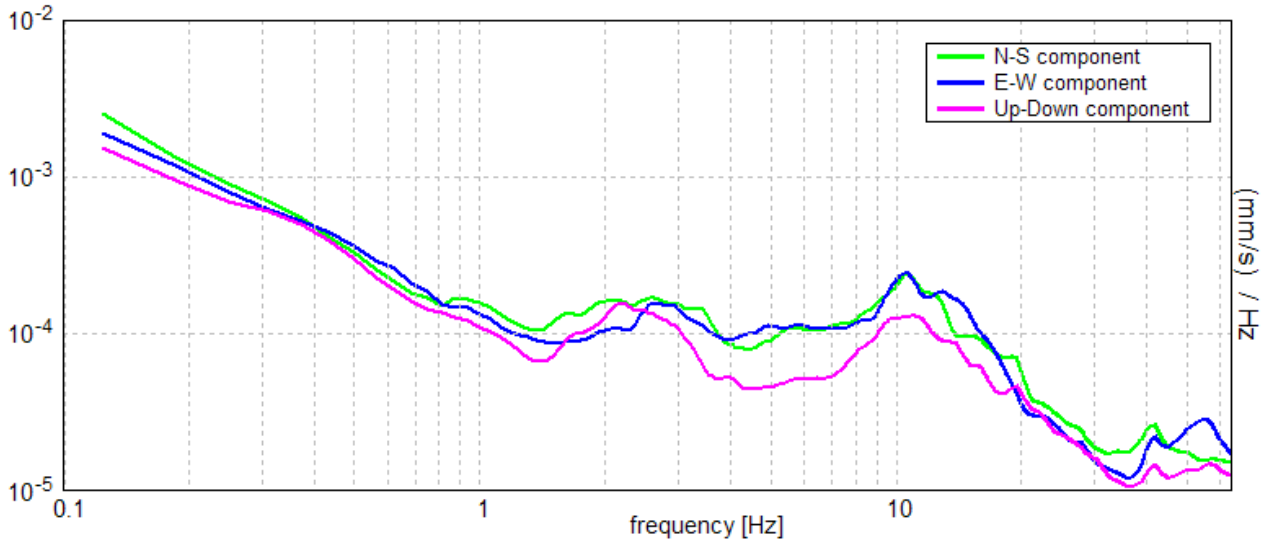


DIRECTIONAL H/V



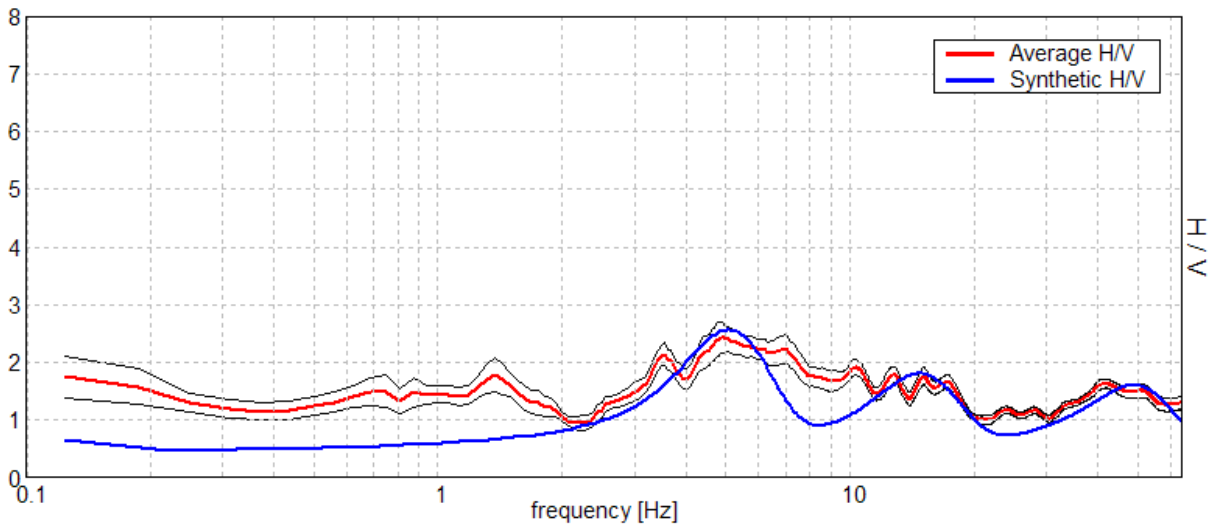


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

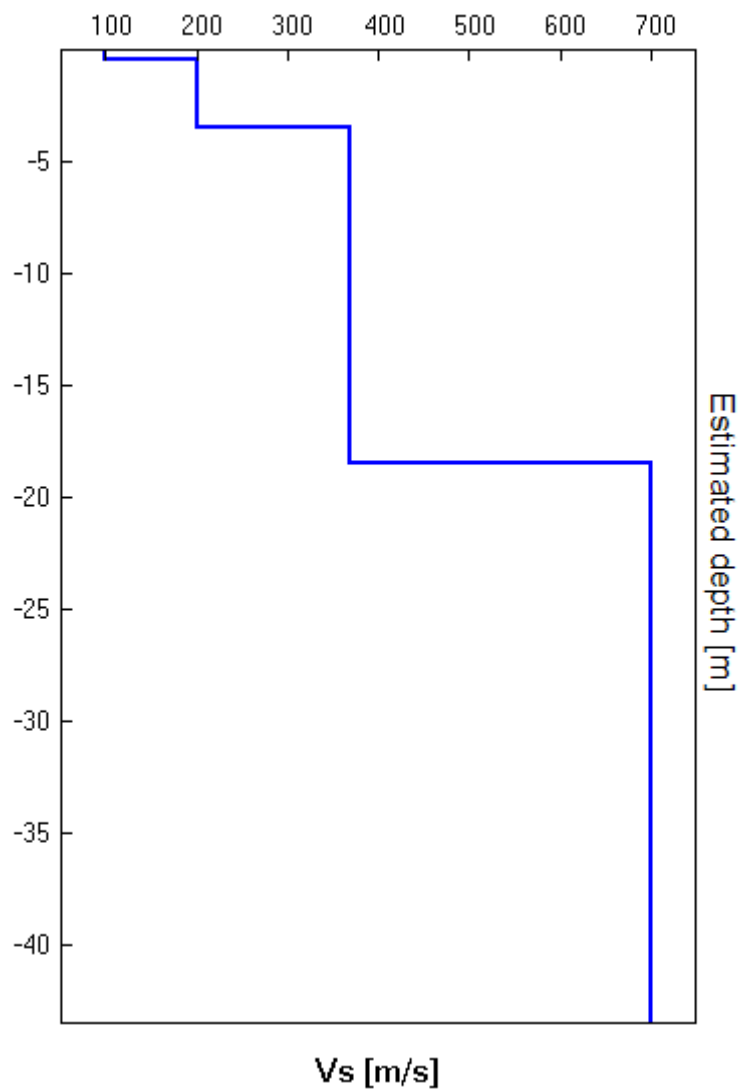
Max. H/V at 4.88 ± 0.24 Hz. (In the range 0.5 - 55.0 Hz).





Bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.50	0.50	100
3.50	3.00	200
18.50	15.00	370
38.50	20.00	700
inf.	inf.	700

Vs(0.0-30.0)=390m/s





Max. H/V at 4.88 ± 0.24 Hz. (in the range 0.5 - 55.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve
[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	4.88 > 1.00	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2876.3 > 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 118 times	OK	

Criteria for a clear HVSR peak
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0] A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.5 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0] A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	19.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.43 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02457 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11978 < 0.24375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1384 < 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 $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Freq.range [Hz]	Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$				
	< 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



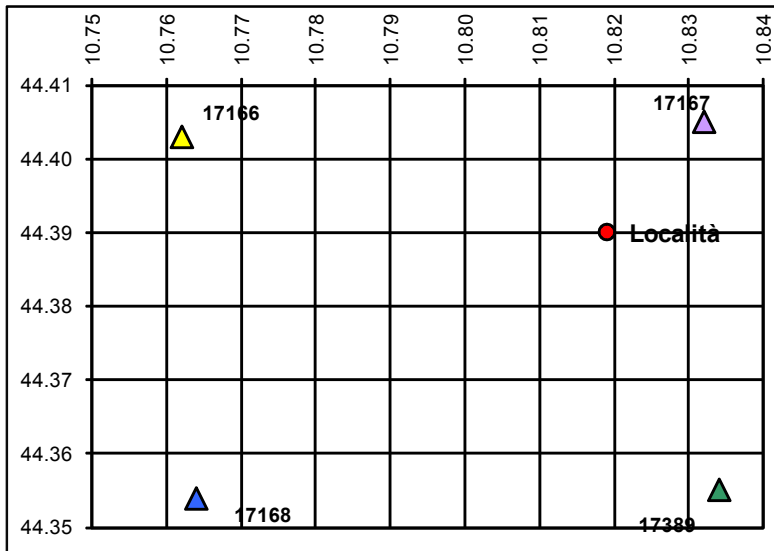
ALLEGATO B

(SPETTRO ELASTICO DM 14/01/2008)



Coordinate geografiche della località in esame			
	LON	LAT	Tolleranza
	[°]	[°]	[°] [km]
Località	10.8190	44.3901	0.0001 0.014

Coordinate geografiche dei 4 punti del reticolo				
ID	LON	LAT	DIST [°]	[km]
17167	10.832	44.405	0.018	1.956
17166	10.762	44.403	0.043	4.755
17389	10.834	44.355	0.037	4.083
17388	10.764	44.354	0.053	5.939



VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V _N	50	[anni]
Classe d'uso	C _U	II	
Vita di riferimento	V _R	50	[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia		T2
Coeff. topografico	S _T	1.2
Categoria suolo		C

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

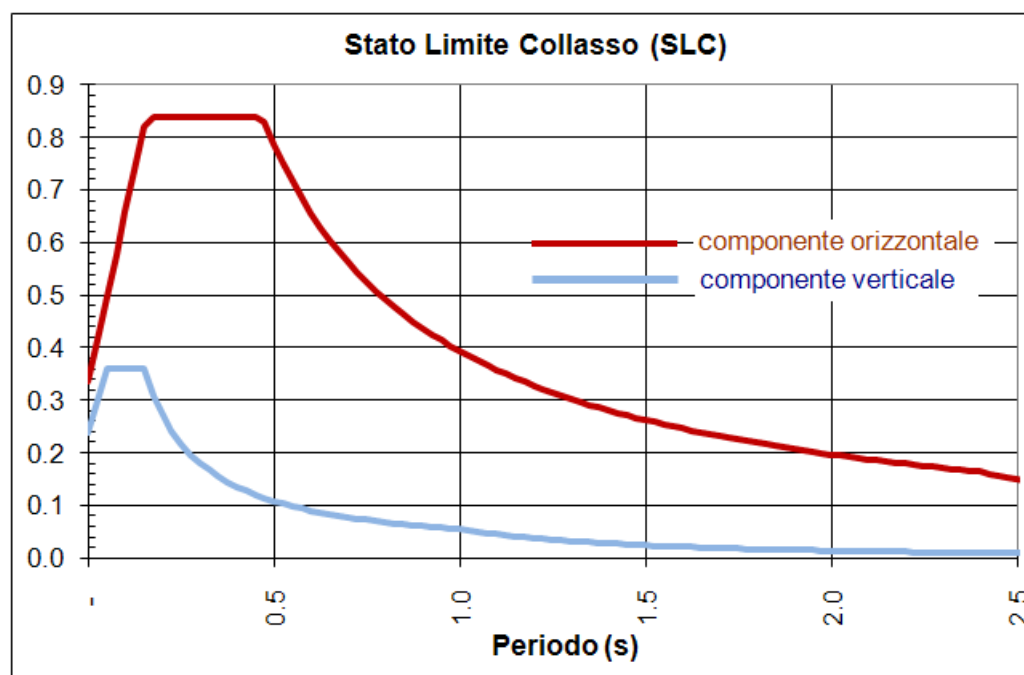
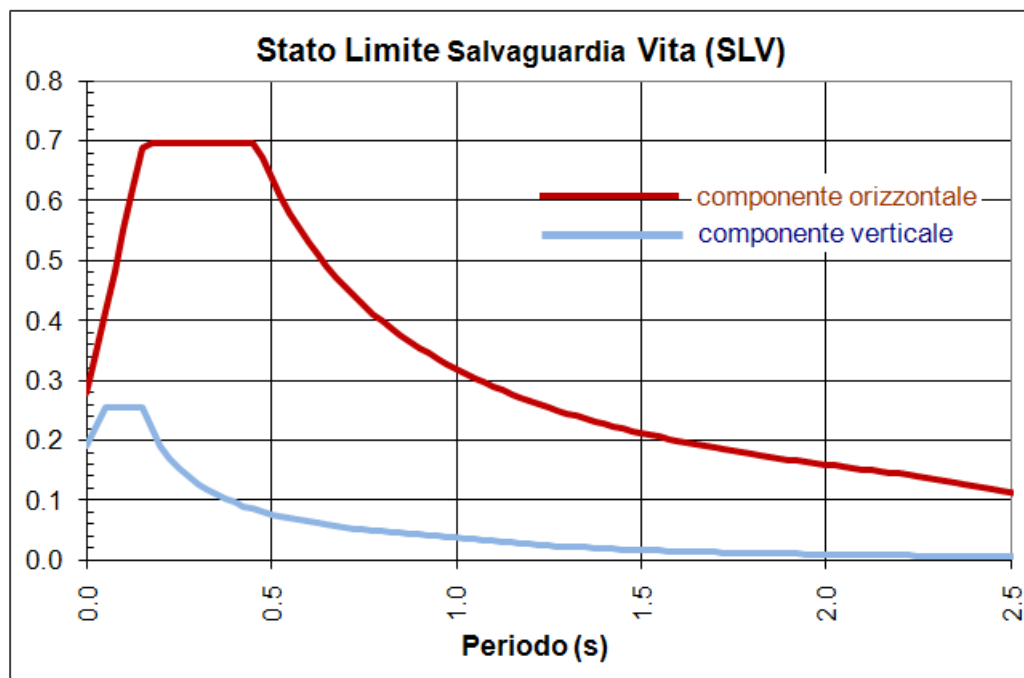
	SL	P _{VR}	T _R	a _g	F _o	T _C *	S	T _b	T _C	T _D	F _V
SLE	Operatività	81%	30	0.552	2.50	0.25	1.80	0.14	0.41	1.82	0.79
SLE	Danno	63%	50	0.685	2.50	0.26	1.80	0.14	0.43	1.87	0.88
SLU	Salv. Vita	10%	475	1.585	2.50	0.29	1.75	0.15	0.46	2.23	1.34
SLU	Collasso	5%	975	1.991	2.51	0.30	1.68	0.16	0.47	2.40	1.51



SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)

Tr = 975 anni (SLC)



ALLEGATO C

MICROZONAZIONE SISMICA
(II LIVELLO DI APPROFONDIMENTO)



VALUTAZIONE FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DAL RER 112/2007)

(Località: C. Zanaroli - C. Luppo - Prova: T1)

APPENNINO			COSTA ADRIATICA			PIANURA PADANA	
sub marino Vs < 800 m/s	sub marino Vs > 800 m/s	Substrato affiorante	substrato 25-60 m		sub > 100 m sab+pel+ghi	sub < 100 m ghi+sab+pel	sub > 100 m sab+pel+ghi
APP 1	APP 2	APP 3	COSTA 1	COSTA 2	COSTA 3	PIANURA 1	PIANURA 2
	X						

DATUM ED50 UTM_X = 644885 m UTM_Y = 4916900 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.40	0.40	80		Vs30 355 m/s
5.40	5.00	190		
20.40	15.00	410		
30.00	9.60	580		VSh 432 m/s h = 55.4 m
55.40	25.40	580		
130.40	75.00	820	X	

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 55.4 m
VSh	= 432 m/s
FA PGA	= 1.67
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 1.87
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.41



VALUTAZIONE FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DAL RER 112/2007)

(Località: C.Zanaroli - C.Luppo - Prova: T2)

APPENNINO			COSTA ADRIATICA			PIANURA PADANA	
sub marino Vs < 800 m/s	sub marino Vs > 800 m/s	Substrato affiorante	substrato 25-60 m		sub > 100 m sab+pel+ghi	sub < 100 m ghi+sab+pel	sub > 100 m sab+pel+ghi
			sedim. fini	orizz. ghiaie			
APP 1	APP 2	APP 3	COSTA 1	COSTA 2	COSTA 3	PIANURA 1	PIANURA 2
	X						

DATUM ED50 UTM_X = 644885 m UTM_Y = 4916900 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.60	0.60	100		Vs30 340 m/s
5.10	4.50	200		
20.10	15.00	360		
30.00	9.90	550		
60.00	30.00	550		VSh 420 m/s h = 60 m
		820	X	

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)			
H	=	60	m
VSh	=	420	m/s
FA PGA	=	1.76	
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	=	1.88	
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	=	1.44	



VALUTAZIONE FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DAL RER 112/2007)

(Località: C. Zanaroli - C. Luppo - Prova: T3)

APPENNINO			COSTA ADRIATICA			PIANURA PADANA	
sub marino Vs < 800 m/s	sub marino Vs > 800 m/s	Substrato affiorante	substrato 25-60 m		sub > 100 m sab+pel+ghi	sub < 100 m ghi+sab+pel	sub > 100 m sab+pel+ghi
APP 1	APP 2	APP 3	COSTA 1	COSTA 2	COSTA 3	PIANURA 1	PIANURA 2
	X						

DATUM ED50 UTM_X = 644885 m UTM_Y = 4916900 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.50	0.50	95		Vs30 349 m/s
2.00	1.50	170		
14.00	12.00	280		
30.00	16.00	550		VSh 416 m/s h = 54 m
54.00	24.00	550		
174.00	120.00	820	X	

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)			
H	=	54	m
VSh	=	416	m/s
FA PGA	=	1.77	
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	=	1.90	
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	=	1.47	



VALUTAZIONE FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DAL RER 112/2007)

(Località: C. Zanaroli - C. Luppo - Prova: T4)

APPENNINO			COSTA ADRIATICA			PIANURA PADANA	
sub marino Vs < 800 m/s	sub marino Vs > 800 m/s	Substrato affiorante	substrato 25-60 m		sub > 100 m sab+pel+ghi	sub < 100 m ghi+sab+pel	sub > 100 m sab+pel+ghi
sedim. fini	orizz. ghiaie						
APP 1	APP 2	APP 3	COSTA 1	COSTA 2	COSTA 3	PIANURA 1	PIANURA 2
	X						

DATUM ED50 UTM_X = 644885 m UTM_Y = 4916900 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.40	0.40	80		Vs30 357 m/s
1.90	1.50	155		
7.90	6.00	270		
27.90	20.00	450		VSh 343 m/s h = 27.9 m
30.00	2.10	800	X	
107.90	77.90	800		

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 27.9 m
VSh	= 343 m/s
FA PGA	= 1.90
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.09
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.42



VALUTAZIONE FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA (DAL RER 112/2007)

(Località: C. Zanaroli - C. Luppo - Prova: T5)

APPENNINO			COSTA ADRIATICA			PIANURA PADANA	
sub marino Vs < 800 m/s	sub marino Vs > 800 m/s	Substrato affiorante	substrato 25-60 m		sub > 100 m sab+pel+ghi	sub < 100 m ghi+sab+pel	sub > 100 m sab+pel+ghi
			sedim. fini	orizz. ghiaie			
APP 1	APP 2	APP 3	COSTA 1	COSTA 2	COSTA 3	PIANURA 1	PIANURA 2
	X						

DATUM ED50 UTM_X = 644885 m UTM_Y = 4916900 m				
PROFONDITA' (m)	SPESSORE (m)	Vs (m/s)	BEDROCK	
0.20	0.20	70		Vs30 320 m/s
0.80	0.60	100		
5.30	4.50	180		
20.30	15.00	350		VSh 265 m/s h = 20.3 m
30.00	9.70	570	X	
85.30	55.30	570		
		990		

CASO APP2 (Substrato Vs > 800 m/s)	
H	= 20.3 m
VSh	= 265 m/s
FA PGA	= 2.00
FA IS (0.1 < To < 0.5 s)	= 2.31
FA IS (0.5 < To < 1.0 s)	= 1.41

ALLEGATO D

CALCOLO DI STABILITA' DEI VERSANTI



Normative di riferimento

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)

- Circolare 617 del 02/02/2009

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.



Descrizione metodo di calcolo

La verifica alla stabilità del pendio deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a **1.10**. Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di sicurezza di tutte le superfici analizzate.

Nella descrizione dei metodi di calcolo si adotterà la seguente simbologia:

l	lunghezza della base della striscia
α	angolo della base della striscia rispetto all'orizzontale
b	larghezza della striscia $b=l \times \cos(\alpha)$
ϕ	angolo di attrito lungo la base della striscia
c	coesione lungo la base della striscia
γ	peso di volume del terreno
u	pressione neutra
W	peso della striscia
N	sforzo normale alla base della striscia
T	sforzo di taglio alla base della striscia
E_s, E_d	forze normali di interstriscia a sinistra e a destra
X_s, X_d	forze tangenziali di interstriscia a sinistra e a destra
E_a, E_b	forze normali di interstriscia alla base ed alla sommità del pendio
ΔX	variazione delle forze tangenziali sulla striscia $\Delta X = X_d - X_s$
ΔE	variazione delle forze normali sulla striscia $\Delta E = E_d - E_s$

Metodo di Janbu (semplificato)

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di **Janbu semplificato** si esprime secondo la seguente formula:

$$F = \frac{\sum [c_i b_i + (N_i / \cos(\alpha_i) - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i]}{\sum [W_i \tan \alpha_i]}$$

dove il termine N_i è espresso da

$$N_i = [W_i - c_i l_i \sin \alpha_i / \eta + u_i l_i \tan \phi \sin \alpha_i / F] / m$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \cos \alpha + (\sin \alpha \tan \phi) / F$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di **Janbu semplificato** contiene al secondo membro il termine m che è funzione di F . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per F da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto. La semplificazione del metodo rispetto al procedimento completo consiste nel trascurare le forze tangenziali di interstriscia.



CALCOLO DI STABILITA' 1: COMPARTO D3 (AREA 2)

VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO

Descrizione terreno

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Argilla molto Cons - Flysch	19.00	20.00	25.00	10.0	10.00	40.0
2	Rilevato Antropico	19.00	20.00	35.00	0.0	35.00	0.0
3	Argilla da Plastica a Cons	19.00	20.00	25.00	0.0	0.00	20.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	14.23
2	7.13	14.56
3	13.41	15.06
4	21.15	15.67
5	40.45	18.50
6	60.00	18.50

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Argilla molto Cons - Flysch)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	10.50
2	0.00	0.00
3	60.00	0.00
4	60.00	15.17
5	49.00	13.89
6	34.67	12.17
7	22.25	11.80
8	5.84	11.00



Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Rilevato Antropico)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	60.00	18.41
2	60.00	18.50
3	40.45	18.50
4	21.15	15.67
5	13.41	15.06
6	21.21	15.12
7	34.43	15.92
8	46.29	16.96

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Argilla da Plastica a Cons)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	60.00	15.17
2	60.00	18.41
3	46.29	16.96
4	34.43	15.92
5	21.21	15.12
6	13.41	15.06
7	7.13	14.56
8	0.00	14.23
9	0.00	10.50
10	5.84	11.00
11	22.25	11.80
12	34.67	12.17
13	49.00	13.89

Descrizione falda

Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	12.05
2	5.16	12.29
3	13.46	12.84
4	19.73	13.21
5	27.36	13.52
6	34.92	14.01
7	41.68	14.50
8	51.64	15.79
9	60.00	16.47



Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 1

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	21.27	m
Altezza paramento	0.70	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	0.70	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	1.00	m
Spessore fondazione	0.30	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	0.70	m

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :

Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00



Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto
Analisi condotta in termini di tensioni totali

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.
Resistenza interventi calcolata dal programma.
Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 8.40$	$Y_0 = 22.25$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 40$	$N_y = 20$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	



Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	1600
Coefficiente di sicurezza minimo	1.149
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	1600	1.149	1	25.889	1600

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	30.40	37.25	25.00	19.03	14.99	46.94	18.50	96.71	1.149 (J)	[A2M2]
2	31.40	37.25	25.00	20.03	14.99	47.94	18.50	100.19	1.154 (J)	[A2M2]
3	29.40	37.25	25.00	18.03	14.99	45.94	18.50	93.17	1.155 (J)	[A2M2]



Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 30.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 19.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 46.94	Y _m [m]= 18.50

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	19.03	14.99	14.99	20.15	14.99	14.45	19.77	14.81	1.24	-25.64	0.00	14
2	20.15	14.99	14.45	21.27	14.99	13.98	20.77	14.59	1.22	-22.82	0.00	14
3	21.27	15.69	13.98	22.79	15.91	13.44	22.08	14.75	1.62	-19.57	0.00	14
4	22.79	15.91	13.44	24.31	16.13	13.00	23.58	14.61	1.58	-15.90	0.00	14
5	24.31	16.13	13.00	25.84	16.36	12.67	25.10	14.53	1.56	-12.30	0.00	14
6	25.84	16.36	12.67	27.36	16.58	12.44	26.61	14.49	1.54	-8.75	0.00	14
7	27.36	16.58	12.44	28.82	16.79	12.30	28.10	14.51	1.47	-5.30	0.00	14
8	28.82	16.79	12.30	30.28	17.01	12.25	29.56	14.56	1.46	-1.94	0.00	14
9	30.28	17.01	12.25	31.75	17.22	12.29	31.02	14.67	1.46	1.41	0.00	14
10	31.75	17.22	12.29	33.21	17.44	12.41	32.48	14.81	1.47	4.77	0.00	14
11	33.21	17.44	12.41	34.67	17.65	12.62	33.94	15.00	1.48	8.14	0.00	14
12	34.67	17.65	12.62	34.92	17.69	12.66	34.79	15.13	0.25	10.13	0.00	14
13	34.92	17.69	12.66	36.30	17.89	12.96	35.61	15.28	1.41	12.04	0.00	14
14	36.30	17.89	12.96	37.69	18.09	13.33	36.99	15.55	1.43	15.30	0.00	14
15	37.69	18.09	13.33	39.07	18.30	13.80	38.37	15.86	1.46	18.61	0.00	14
16	39.07	18.30	13.80	40.45	18.50	14.36	39.75	16.23	1.49	21.99	0.00	14
17	40.45	18.50	14.36	41.68	18.50	14.94	41.05	16.57	1.36	25.26	0.00	14



18	41.68	18.50	14.94	42.99	18.50	15.65	42.31	16.89	1.50	28.53	0.00	14
19	42.99	18.50	15.65	44.31	18.50	16.48	43.61	17.27	1.55	32.03	0.00	14
20	44.31	18.50	16.48	45.62	18.50	17.42	44.90	17.70	1.62	35.66	18.28	5
21	45.62	18.50	17.42	46.94	18.50	18.50	46.06	18.14	1.70	39.46	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	5.74	0.00	14.02	15.48	0.00	0.00	19.63	0.00	0.00	
2	16.52	0.00	24.90	15.14	0.00	19.63	42.13	0.00	0.00	
3	60.55	0.00	73.58	20.09	0.00	42.13	81.60	0.00	0.00	
4	81.34	0.00	93.06	19.69	0.00	81.60	120.51	0.00	0.00	
5	99.54	0.00	109.56	19.38	0.00	120.51	156.04	0.00	0.00	
6	114.71	0.00	122.95	19.16	0.00	156.04	185.89	0.00	0.00	
7	121.76	0.00	128.12	18.26	0.00	185.89	207.66	0.00	0.00	
8	130.56	0.00	135.68	18.19	0.00	207.66	221.58	0.00	0.00	
9	136.85	0.00	141.09	18.19	0.00	221.58	227.01	0.00	0.00	
10	140.64	0.00	144.39	18.24	0.00	227.01	223.66	0.00	0.00	
11	141.89	0.00	145.57	18.37	0.00	223.66	211.60	0.00	0.00	
12	24.24	0.00	24.89	3.16	0.00	211.60	208.69	0.00	0.00	
13	132.57	0.00	136.40	17.58	0.00	208.69	188.45	0.00	0.00	
14	128.73	0.00	133.11	17.82	0.00	188.45	161.79	0.00	0.00	
15	122.53	0.00	127.56	18.14	0.00	161.79	129.96	0.00	0.00	
16	113.83	0.00	119.44	18.54	0.00	129.96	94.70	0.00	0.00	
17	90.00	0.00	94.91	16.91	0.00	94.70	63.39	0.00	0.00	
18	79.97	0.00	84.00	18.60	0.00	63.39	34.18	0.00	0.00	
19	60.80	0.00	62.08	19.27	0.00	34.18	13.47	0.00	0.00	
20	38.77	0.00	36.41	18.01	0.00	13.47	4.26	0.00	0.00	
21	13.50	0.00	12.90	6.29	0.00	4.26	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 31.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 20.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 47.94	Y _m [m]= 18.50

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	20.03	14.99	14.99	21.27	14.99	14.39	20.86	14.79	1.38	-25.48	0.00	14
2	21.27	15.69	14.39	22.79	15.91	13.78	22.09	14.93	1.64	-22.02	0.00	14
3	22.79	15.91	13.78	24.31	16.13	13.27	23.59	14.77	1.60	-18.30	0.00	14
4	24.31	16.13	13.27	25.84	16.36	12.88	25.10	14.65	1.57	-14.66	0.00	14
5	25.84	16.36	12.88	27.36	16.58	12.58	26.62	14.58	1.55	-11.08	0.00	14
6	27.36	16.58	12.58	28.82	16.79	12.38	28.10	14.56	1.47	-7.61	0.00	14
7	28.82	16.79	12.38	30.28	17.01	12.27	29.56	14.59	1.47	-4.24	0.00	14



8	30.28	17.01	12.27	31.75	17.22	12.25	31.02	14.66	1.46	-0.88	0.00	14
9	31.75	17.22	12.25	33.21	17.44	12.32	32.48	14.78	1.46	2.47	0.00	14
10	33.21	17.44	12.32	34.67	17.65	12.46	33.94	14.94	1.47	5.83	0.00	14
11	34.67	17.65	12.46	34.92	17.69	12.50	34.80	15.05	0.25	7.80	0.00	14
12	34.92	17.69	12.50	36.30	17.89	12.74	35.61	15.18	1.40	9.70	0.00	14
13	36.30	17.89	12.74	37.69	18.09	13.05	36.99	15.42	1.42	12.93	0.00	14
14	37.69	18.09	13.05	39.07	18.30	13.45	38.37	15.70	1.44	16.21	0.00	14
15	39.07	18.30	13.45	40.45	18.50	13.95	39.75	16.03	1.47	19.54	0.00	14
16	40.45	18.50	13.95	41.68	18.50	14.46	41.05	16.34	1.33	22.75	0.00	14
17	41.68	18.50	14.46	43.22	18.50	15.22	42.42	16.66	1.71	26.24	0.00	14
18	43.22	18.50	15.22	44.75	18.50	16.11	43.94	17.07	1.78	30.25	0.00	14
19	44.75	18.50	16.11	46.29	18.50	17.17	45.45	17.55	1.86	34.42	6.63	11
20	46.29	18.50	17.17	47.94	18.50	18.50	46.84	18.06	2.12	38.98	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	7.02	0.00	16.17	17.07	0.00	0.00	21.90	0.00	0.00	
2	49.55	0.00	63.48	20.34	0.00	21.90	61.19	0.00	0.00	
3	72.22	0.00	85.21	19.86	0.00	61.19	101.90	0.00	0.00	
4	92.23	0.00	103.67	19.49	0.00	101.90	140.74	0.00	0.00	
5	109.39	0.00	119.00	19.21	0.00	140.74	175.04	0.00	0.00	
6	118.45	0.00	125.99	18.26	0.00	175.04	201.79	0.00	0.00	
7	128.98	0.00	135.06	18.15	0.00	201.79	221.13	0.00	0.00	
8	136.99	0.00	141.93	18.11	0.00	221.13	232.13	0.00	0.00	
9	142.49	0.00	146.67	18.12	0.00	232.13	234.25	0.00	0.00	
10	145.48	0.00	149.33	18.20	0.00	234.25	227.32	0.00	0.00	
11	25.03	0.00	25.69	3.12	0.00	227.32	225.23	0.00	0.00	
12	137.88	0.00	141.66	17.37	0.00	225.23	209.12	0.00	0.00	
13	135.69	0.00	139.91	17.56	0.00	209.12	185.72	0.00	0.00	
14	131.21	0.00	136.09	17.83	0.00	185.72	155.95	0.00	0.00	
15	124.33	0.00	129.95	18.17	0.00	155.95	121.17	0.00	0.00	
16	100.72	0.00	106.00	16.52	0.00	121.17	88.58	0.00	0.00	
17	106.86	0.00	112.72	21.21	0.00	88.58	50.52	0.00	0.00	
18	82.71	0.00	86.15	22.03	0.00	50.52	20.54	0.00	0.00	
19	54.26	0.00	52.18	23.10	0.00	20.54	6.42	0.00	0.00	
20	20.83	0.00	19.89	9.66	0.00	6.42	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 29.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 18.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 45.94	Y _m [m]= 18.50



Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	18.03	14.99	14.99	19.73	14.99	14.20	19.16	14.72	1.88	-24.91	0.00	14
2	19.73	14.99	14.20	21.27	14.99	13.61	20.57	14.43	1.65	-20.87	0.00	14
3	21.27	15.69	13.61	22.79	15.91	13.14	22.07	14.58	1.59	-17.15	0.00	14
4	22.79	15.91	13.14	24.31	16.13	12.77	23.58	14.48	1.57	-13.53	0.00	14
5	24.31	16.13	12.77	25.84	16.36	12.51	25.09	14.43	1.55	-9.96	0.00	14
6	25.84	16.36	12.51	27.36	16.58	12.33	26.61	14.42	1.53	-6.44	0.00	14
7	27.36	16.58	12.33	28.82	16.79	12.26	28.10	14.47	1.46	-3.00	0.00	14
8	28.82	16.79	12.26	30.28	17.01	12.27	29.56	14.56	1.46	0.35	0.00	14
9	30.28	17.01	12.27	31.75	17.22	12.36	31.02	14.69	1.47	3.71	0.00	14
10	31.75	17.22	12.36	33.21	17.44	12.54	32.48	14.87	1.47	7.07	0.00	14
11	33.21	17.44	12.54	34.67	17.65	12.81	33.94	15.09	1.49	10.47	0.00	14
12	34.67	17.65	12.81	34.92	17.69	12.87	34.79	15.23	0.26	12.46	0.00	14
13	34.92	17.69	12.87	36.30	17.89	13.22	35.61	15.40	1.43	14.39	0.00	14
14	36.30	17.89	13.22	37.69	18.09	13.66	36.99	15.70	1.45	17.69	0.00	14
15	37.69	18.09	13.66	39.07	18.30	14.19	38.37	16.05	1.48	21.05	0.00	14
16	39.07	18.30	14.19	40.45	18.50	14.82	39.75	16.45	1.52	24.49	0.00	14
17	40.45	18.50	14.82	41.68	18.50	15.47	41.05	16.82	1.39	27.83	0.00	14
18	41.68	18.50	15.47	43.10	18.50	16.34	42.35	17.19	1.66	31.32	0.00	14
19	43.10	18.50	16.34	44.52	18.50	17.34	43.74	17.64	1.74	35.22	17.81	6
20	44.52	18.50	17.34	45.94	18.50	18.50	44.99	18.11	1.83	39.31	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	12.82	0.00	25.41	23.24	0.00	0.00	30.91	0.00	0.00	
2	31.75	0.00	42.90	20.38	0.00	30.91	63.08	0.00	0.00	
3	70.21	0.00	82.05	19.70	0.00	63.08	101.33	0.00	0.00	
4	89.33	0.00	99.66	19.36	0.00	101.33	137.42	0.00	0.00	
5	105.54	0.00	114.14	19.11	0.00	137.42	168.83	0.00	0.00	
6	118.78	0.00	125.72	18.94	0.00	168.83	193.70	0.00	0.00	
7	123.88	0.00	129.21	18.10	0.00	193.70	210.14	0.00	0.00	
8	130.97	0.00	135.30	18.08	0.00	210.14	218.50	0.00	0.00	
9	135.54	0.00	139.26	18.11	0.00	218.50	218.39	0.00	0.00	
10	137.60	0.00	141.10	18.21	0.00	218.39	209.76	0.00	0.00	
11	137.09	0.00	140.75	18.38	0.00	209.76	192.97	0.00	0.00	
12	23.24	0.00	23.91	3.17	0.00	192.97	189.33	0.00	0.00	
13	126.07	0.00	130.04	17.65	0.00	189.33	165.55	0.00	0.00	
14	120.53	0.00	125.08	17.94	0.00	165.55	136.45	0.00	0.00	
15	112.55	0.00	117.63	18.31	0.00	136.45	103.66	0.00	0.00	
16	102.17	0.00	107.52	18.78	0.00	103.66	69.25	0.00	0.00	
17	78.31	0.00	82.47	17.20	0.00	69.25	40.65	0.00	0.00	
18	69.93	0.00	72.15	20.53	0.00	40.65	15.94	0.00	0.00	
19	44.80	0.00	42.44	20.20	0.00	15.94	4.93	0.00	0.00	
20	15.65	0.00	14.97	7.26	0.00	4.93	0.00	0.00	0.00	



CALCOLO DI STABILITA' 2: COMPARTO D3 (AREA 2)

VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1.00	1.00



Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]
 Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto
 Analisi condotta in termini di tensioni efficaci
 Presenza di falda

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.
 Resistenza interventi calcolata dal programma.
 Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 8.40$	$Y_0 = 22.25$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 40$	$N_y = 20$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	1600
Coefficiente di sicurezza minimo	1.687
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	1600	1.687	1	7.222	1600



Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	26.40	37.25	25.00	15.03	14.99	42.94	18.50	82.63	1.687 (J)	[A2M2]
2	25.40	37.25	25.00	14.03	14.99	41.94	18.50	79.13	1.690 (J)	[A2M2]
3	27.40	37.25	25.00	16.03	14.99	43.94	18.50	86.13	1.701 (J)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espresso in kN

Q carico applicato sulla striscia espresso in kN

N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	19	
Coordinate del centro	X[m]= 26.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 15.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 42.94	Y _m [m]= 18.50



Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	15.03	14.99	14.99	16.59	14.99	14.25	16.07	14.74	1.73	-25.08	20.46	0
2	16.59	14.99	14.25	18.16	14.99	13.65	17.45	14.45	1.68	-21.17	20.46	0
3	18.16	14.99	13.65	19.73	14.99	13.16	18.99	14.19	1.64	-17.36	20.46	0
4	19.73	14.99	13.16	21.27	14.99	12.78	20.53	13.97	1.58	-13.66	20.46	0
5	21.27	15.69	12.78	22.79	15.91	12.51	22.05	14.21	1.55	-10.07	20.46	0
6	22.79	15.91	12.51	24.31	16.13	12.34	23.57	14.21	1.53	-6.54	20.46	0
7	24.31	16.13	12.34	25.84	16.36	12.26	25.09	14.25	1.52	-3.04	20.46	0
8	25.84	16.36	12.26	27.36	16.58	12.27	26.61	14.34	1.52	0.46	20.46	0
9	27.36	16.58	12.27	28.87	16.80	12.37	28.12	14.48	1.52	3.94	20.46	0
10	28.87	16.80	12.37	30.38	17.02	12.57	29.63	14.67	1.52	7.42	20.46	0
11	30.38	17.02	12.57	31.90	17.25	12.86	31.14	14.90	1.54	10.93	20.46	0
12	31.90	17.25	12.86	33.41	17.47	13.25	32.65	15.19	1.56	14.49	20.46	0
13	33.41	17.47	13.25	34.92	17.69	13.75	34.15	15.53	1.59	18.10	20.46	0
14	34.92	17.69	13.75	36.30	17.89	14.29	35.60	15.90	1.49	21.63	20.46	0
15	36.30	17.89	14.29	37.69	18.09	14.94	36.98	16.30	1.53	25.08	20.46	0
16	37.69	18.09	14.94	39.07	18.30	15.70	38.35	16.75	1.58	28.64	20.46	0
17	39.07	18.30	15.70	40.45	18.50	16.57	39.72	17.25	1.64	32.32	21.90	0
18	40.45	18.50	16.57	41.69	18.50	17.47	41.01	17.74	1.54	35.95	29.26	0
19	41.69	18.50	17.47	42.94	18.50	18.50	42.11	18.16	1.61	39.56	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	10.93	0.00	13.01	2.88	0.00	0.00	7.38	0.00	0.00	
2	30.92	0.00	35.03	7.74	0.00	7.38	25.15	0.00	0.00	
3	47.27	0.00	51.40	11.36	0.00	25.15	48.13	0.00	0.00	
4	59.48	0.00	58.02	12.83	4.23	48.13	71.26	0.00	0.00	
5	92.19	0.00	83.79	18.52	9.96	71.26	99.63	0.00	0.00	
6	105.52	0.00	90.77	20.07	14.14	99.63	124.36	0.00	0.00	
7	115.96	0.00	96.41	21.31	16.90	124.36	143.79	0.00	0.00	
8	123.55	0.00	100.87	22.30	18.32	143.79	156.76	0.00	0.00	
9	127.46	0.00	103.30	22.84	18.56	156.76	162.53	0.00	0.00	
10	129.42	0.00	105.18	23.25	17.88	162.53	160.91	0.00	0.00	
11	128.54	0.00	106.10	23.46	15.85	160.91	152.10	0.00	0.00	
12	124.74	0.00	106.06	23.45	12.34	152.10	136.71	0.00	0.00	
13	117.87	0.00	105.02	23.22	7.20	136.71	115.92	0.00	0.00	
14	99.13	0.00	94.19	20.82	0.57	115.92	93.62	0.00	0.00	
15	88.65	0.00	85.69	18.94	0.00	93.62	68.44	0.00	0.00	
16	75.56	0.00	74.21	16.41	0.00	68.44	42.15	0.00	0.00	
17	59.48	0.00	59.09	14.08	0.00	42.15	18.42	0.00	0.00	
18	34.90	0.00	33.57	11.14	0.00	18.42	5.37	0.00	0.00	
19	12.13	0.00	11.92	3.96	0.00	5.37	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 25.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 14.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 41.94	Y _m [m]= 18.50



Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	14.03	14.99	14.99	15.45	14.99	14.31	14.98	14.76	1.58	-25.26	20.46	0
2	15.45	14.99	14.31	16.88	14.99	13.75	16.24	14.50	1.53	-21.69	20.46	0
3	16.88	14.99	13.75	18.30	14.99	13.28	17.63	14.24	1.50	-18.21	20.46	0
4	18.30	14.99	13.28	19.73	14.99	12.90	19.04	14.03	1.48	-14.80	20.46	0
5	19.73	14.99	12.90	21.27	14.99	12.59	20.52	13.86	1.57	-11.31	20.46	0
6	21.27	15.69	12.59	22.25	15.83	12.45	21.77	14.13	0.99	-8.37	20.46	0
7	22.25	15.83	12.45	23.53	16.02	12.32	22.90	14.14	1.28	-5.77	20.46	0
8	23.53	16.02	12.32	24.80	16.21	12.26	24.17	14.18	1.28	-2.83	20.46	0
9	24.80	16.21	12.26	26.08	16.39	12.26	25.45	14.26	1.28	0.10	20.46	0
10	26.08	16.39	12.26	27.36	16.58	12.33	26.72	14.37	1.28	3.03	20.46	0
11	27.36	16.58	12.33	28.87	16.80	12.49	28.12	14.53	1.52	6.24	20.46	0
12	28.87	16.80	12.49	30.38	17.02	12.75	29.63	14.75	1.53	9.74	20.46	0
13	30.38	17.02	12.75	31.90	17.25	13.11	31.14	15.01	1.55	13.28	20.46	0
14	31.90	17.25	13.11	33.41	17.47	13.57	32.64	15.33	1.58	16.87	20.46	0
15	33.41	17.47	13.57	34.92	17.69	14.13	34.15	15.71	1.61	20.53	20.46	0
16	34.92	17.69	14.13	36.30	17.89	14.75	35.60	16.11	1.51	24.12	20.46	0
17	36.30	17.89	14.75	37.69	18.09	15.48	36.97	16.55	1.56	27.64	20.46	0
18	37.69	18.09	15.48	39.07	18.30	16.32	38.34	17.03	1.62	31.29	20.46	0
19	39.07	18.30	16.32	40.45	18.50	17.29	39.70	17.58	1.69	35.08	29.15	0
20	40.45	18.50	17.29	41.94	18.50	18.50	40.95	18.10	1.92	39.21	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	9.12	0.00	10.87	2.40	0.00	0.00	6.19	0.00	0.00	
2	25.92	0.00	29.54	6.52	0.00	6.19	21.41	0.00	0.00	
3	39.96	0.00	43.83	9.68	0.00	21.41	41.59	0.00	0.00	
4	51.57	0.00	53.52	11.82	1.13	41.59	63.48	0.00	0.00	
5	66.31	0.00	60.39	13.33	7.61	63.48	85.38	0.00	0.00	
6	61.05	0.00	53.87	11.89	7.49	85.38	101.95	0.00	0.00	
7	87.15	0.00	74.27	16.40	12.01	101.95	121.02	0.00	0.00	
8	94.22	0.00	78.17	17.26	13.82	121.02	136.41	0.00	0.00	
9	99.61	0.00	81.37	17.96	14.83	136.41	147.45	0.00	0.00	
10	103.33	0.00	83.92	18.53	15.07	147.45	153.71	0.00	0.00	
11	124.76	0.00	101.51	22.41	17.29	153.71	154.61	0.00	0.00	
12	124.85	0.00	102.77	22.69	15.72	154.61	148.46	0.00	0.00	
13	122.05	0.00	103.07	22.75	12.72	148.46	135.73	0.00	0.00	
14	116.24	0.00	102.36	22.60	8.13	135.73	117.40	0.00	0.00	
15	107.29	0.00	100.61	22.21	1.75	117.40	95.02	0.00	0.00	
16	87.93	0.00	84.70	18.70	0.00	95.02	71.52	0.00	0.00	
17	75.61	0.00	73.92	16.32	0.00	71.52	46.55	0.00	0.00	
18	60.39	0.00	60.20	13.29	0.00	46.55	22.55	0.00	0.00	
19	41.93	0.00	40.19	13.27	0.00	22.55	7.47	0.00	0.00	
20	17.11	0.00	16.80	5.57	0.00	7.47	0.00	0.00	0.00	



Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	19	
Coordinate del centro	X[m]= 27.40	Y[m]= 37.25
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 16.03	Y _v [m]= 14.99
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 43.94	Y _m [m]= 18.50

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	16.03	14.99	14.99	17.26	14.99	14.40	16.85	14.79	1.37	-25.50	20.46	0
2	17.26	14.99	14.40	18.50	14.99	13.89	17.94	14.55	1.34	-22.40	20.46	0
3	18.50	14.99	13.89	19.73	14.99	13.46	19.15	14.32	1.31	-19.37	20.46	0
4	19.73	14.99	13.46	21.27	14.99	13.01	20.53	14.10	1.60	-16.03	20.46	0
5	21.27	15.69	13.01	22.79	15.91	12.68	22.06	14.31	1.56	-12.41	20.46	0
6	22.79	15.91	12.68	24.31	16.13	12.44	23.57	14.27	1.54	-8.85	20.46	0
7	24.31	16.13	12.44	25.84	16.36	12.30	25.09	14.29	1.53	-5.34	20.46	0
8	25.84	16.36	12.30	27.36	16.58	12.25	26.61	14.35	1.52	-1.84	20.46	0
9	27.36	16.58	12.25	28.87	16.80	12.29	28.12	14.46	1.51	1.64	20.46	0
10	28.87	16.80	12.29	30.38	17.02	12.43	29.63	14.61	1.52	5.12	20.46	0
11	30.38	17.02	12.43	31.90	17.25	12.66	31.14	14.82	1.53	8.61	20.46	0
12	31.90	17.25	12.66	33.41	17.47	12.98	32.65	15.07	1.55	12.13	20.46	0
13	33.41	17.47	12.98	34.92	17.69	13.41	34.16	15.37	1.57	15.71	20.46	0
14	34.92	17.69	13.41	36.30	17.89	13.89	35.60	15.71	1.46	19.18	20.46	0
15	36.30	17.89	13.89	37.69	18.09	14.46	36.98	16.08	1.50	22.58	20.46	0
16	37.69	18.09	14.46	39.07	18.30	15.14	38.36	16.49	1.54	26.06	20.46	0
17	39.07	18.30	15.14	40.45	18.50	15.93	39.74	16.96	1.59	29.64	20.46	0
18	40.45	18.50	15.93	42.19	18.50	17.10	41.24	17.48	2.10	33.87	24.75	0
19	42.19	18.50	17.10	43.94	18.50	18.50	42.77	18.03	2.24	38.84	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	6.91	0.00	8.26	1.81	0.00	0.00	4.72	0.00	0.00	
2	19.79	0.00	22.73	4.99	0.00	4.72	16.65	0.00	0.00	
3	30.85	0.00	34.23	7.51	0.00	16.65	32.99	0.00	0.00	
4	51.40	0.00	55.03	12.07	0.11	32.99	56.33	0.00	0.00	
5	86.13	0.00	82.17	18.02	7.00	56.33	87.25	0.00	0.00	
6	101.40	0.00	90.04	19.75	12.17	87.25	115.62	0.00	0.00	
7	113.73	0.00	96.47	21.16	15.85	115.62	139.42	0.00	0.00	
8	123.19	0.00	101.64	22.29	18.14	139.42	157.18	0.00	0.00	
9	128.93	0.00	104.71	22.96	19.24	157.18	167.84	0.00	0.00	
10	132.75	0.00	107.21	23.51	19.44	167.84	170.97	0.00	0.00	
11	133.76	0.00	108.76	23.85	18.32	170.97	166.46	0.00	0.00	
12	131.90	0.00	109.37	23.99	15.82	166.46	154.66	0.00	0.00	
13	127.07	0.00	109.01	23.91	11.79	154.66	136.35	0.00	0.00	
14	109.37	0.00	98.45	21.59	5.91	136.35	115.04	0.00	0.00	
15	100.33	0.00	96.20	21.10	0.00	115.04	90.78	0.00	0.00	
16	89.16	0.00	86.60	18.99	0.00	90.78	63.76	0.00	0.00	
17	75.27	0.00	74.39	16.31	0.00	63.76	36.04	0.00	0.00	
18	65.86	0.00	64.84	17.57	0.00	36.04	10.02	0.00	0.00	



CALCOLO DI STABILITA' 3: COMPARTO D3-1 (AREA 2)

VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO + SOVRACCARICHI

Descrizione terreno

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Argilla molto Cons - Flysch	19.00	20.00	35.00	40.0	25.00	100.0
2	Rilevato Antropico	19.00	20.00	35.00	0.0	35.00	0.0
3	Argilla da Plastica a Cons	19.00	20.00	25.00	5.0	0.00	40.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	21.99
2	26.84	26.46
3	40.17	27.51
4	48.26	27.80
5	53.88	28.20
6	53.90	28.45
7	53.98	29.66
8	63.62	31.13
9	71.17	32.49
10	113.76	32.49
11	150.00	32.49

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito



Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Argilla molto Cons - Flysch)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	18.36
2	0.00	0.00
3	150.00	0.00
4	150.00	29.03
5	133.86	29.03
6	115.48	28.52
7	84.21	26.77
8	60.44	24.69
9	45.10	23.31
10	31.72	21.81
11	14.08	19.96

Strato N° 2 costituito da terreno n° 2 (Rilevato Antropico)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	113.76	32.49
2	71.17	32.49
3	63.62	31.13
4	53.98	29.66
5	53.90	28.45
6	58.05	28.65
7	70.10	29.54
8	87.59	30.80

Strato N° 3 costituito da terreno n° 3 (Argilla da Plastica a Cons)

Coordinate dei vertici dello strato n° 3

N°	X[m]	Y[m]
1	150.00	29.03
2	150.00	32.49
3	113.76	32.49
4	87.59	30.80
5	70.10	29.54
6	58.05	28.65
7	53.90	28.45
8	53.88	28.20
9	48.26	27.80
10	40.17	27.51
11	26.84	26.46
12	0.00	21.99
13	0.00	18.36
14	14.08	19.96
15	31.72	21.81
16	45.10	23.31
17	60.44	24.69
18	84.21	26.77
19	115.48	28.52



Descrizione falda

Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	20.89
2	8.91	21.35
3	20.29	22.12
4	39.96	22.28
5	47.49	25.19
6	54.25	26.88
7	62.55	27.96
8	72.39	28.73
9	84.23	29.50
10	96.52	30.11
11	110.20	30.72
12	124.65	30.88
13	150.00	31.19

Carichi sul profilo

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra.

Nr.	Identificativo del sovraccarico agente
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in m Per carico concentrato ascissa del punto di applicazione espressa in m
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in m
V_i	Intensità del carico espressa in kN/m per $x=X_i$ Per carico concentrato intensità del carico espressa in kN
V_f	Intensità del carico espressa in kN/m per $x=X_f$

Nr.	Tipo carico	X_i [m]	X_f [m]	V_i	V_f
1	DISTRIBUITO	71.16	130.00	30.00	30.00

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	40.13	m
Altezza paramento	5.00	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	20.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	20.30	m
Spessore fondazione	0.50	m



Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	5.00	m

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	54.21	m
Altezza paramento	1.50	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	1.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	1.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	1.00	m

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00



Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni totali

Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.

Resistenza interventi calcolata dal programma.

Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 32.26$	$Y_0 = 39.12$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 40$	$N_y = 20$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	



Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	2316
Coefficiente di sicurezza minimo	1.293
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	2316	1.293	1	-1.661	2316

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	63.26	50.12	25.00	51.55	28.03	80.99	32.49	128.84	1.293 (J)	[A2M2]
2	64.26	50.12	25.00	52.43	28.10	81.99	32.49	133.22	1.295 (J)	[A2M2]
3	62.26	50.12	25.00	50.67	27.97	79.99	32.49	124.32	1.301 (J)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m



α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m($L=b/\cos\alpha$)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	23	
Coordinate del centro	$X[m]= 63.26$	$Y[m]= 50.12$
Raggio del cerchio	$R[m]= 25.00$	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v[m]= 51.55$	$Y_v[m]= 28.03$
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m[m]= 80.99$	$Y_m[m]= 32.49$

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	51.55	28.03	28.03	52.71	28.12	27.45	52.32	27.87	1.30	-26.45	0.00	29
2	52.71	28.12	27.45	53.88	28.20	26.95	53.36	27.67	1.27	-23.49	0.00	29
3	53.88	28.20	26.95	53.91	28.70	26.93	53.90	27.70	0.04	-21.99	0.00	29
4	53.91	28.70	26.93	54.21	28.70	26.82	54.06	27.78	0.32	-21.59	0.00	29
5	54.21	29.70	26.82	54.25	29.70	26.80	54.23	28.25	0.04	-21.17	0.00	29
6	54.25	29.70	26.80	55.80	29.94	26.26	55.06	28.16	1.64	-19.25	0.00	29
7	55.80	29.94	26.26	57.34	30.17	25.83	56.59	28.03	1.61	-15.53	0.00	29
8	57.34	30.17	25.83	58.89	30.41	25.50	58.13	27.95	1.58	-11.87	0.00	29
9	58.89	30.41	25.50	60.44	30.65	25.28	59.68	27.93	1.56	-8.27	0.00	29
10	60.44	30.65	25.28	62.55	30.97	25.13	61.51	27.97	2.12	-4.05	0.00	29
11	62.55	30.97	25.13	63.62	31.13	25.12	63.09	28.05	1.07	-0.40	0.00	29
12	63.62	31.13	25.12	65.13	31.40	25.19	64.38	28.17	1.51	2.56	0.00	29
13	65.13	31.40	25.19	66.64	31.67	25.35	65.89	28.36	1.52	6.03	0.00	29
14	66.64	31.67	25.35	68.15	31.95	25.60	67.40	28.60	1.53	9.52	0.00	29
15	68.15	31.95	25.60	69.66	32.22	25.95	68.90	28.89	1.55	13.06	0.00	29
16	69.66	32.22	25.95	71.17	32.49	26.40	70.41	29.23	1.58	16.64	0.00	29
17	71.17	32.49	26.40	72.39	32.49	26.85	71.77	29.52	1.30	19.93	0.00	29
18	72.39	32.49	26.85	73.82	32.49	27.46	73.09	29.79	1.56	23.21	0.00	29
19	73.82	32.49	27.46	75.26	32.49	28.19	74.52	30.13	1.61	26.83	0.00	29
20	75.26	32.49	28.19	76.69	32.49	29.03	75.94	30.53	1.66	30.58	0.00	29
21	76.69	32.49	29.03	78.12	32.49	30.02	77.36	30.99	1.74	34.48	0.00	29
22	78.12	32.49	30.02	79.55	32.49	31.16	78.76	31.51	1.83	38.57	26.39	3
23	79.55	32.49	31.16	80.99	32.49	32.49	80.03	32.05	1.96	42.91	29.26	0



Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	7.35	0.00	22.82	28.80	0.00	0.00	35.45	0.00	0.00	
2	21.25	0.00	36.18	28.12	0.00	35.45	74.22	0.00	0.00	
3	0.97	0.00	1.41	0.81	0.00	74.22	75.44	0.00	0.00	
4	10.25	0.00	14.18	7.04	0.00	75.44	86.50	0.00	0.00	
5	2.20	0.00	2.81	0.95	0.00	86.50	88.25	0.00	0.00	
6	97.41	0.00	119.32	36.23	0.00	88.25	155.18	0.00	0.00	
7	119.67	0.00	138.28	35.50	0.00	155.18	218.29	0.00	0.00	
8	138.61	0.00	153.79	34.95	0.00	218.29	274.74	0.00	0.00	
9	154.38	0.00	166.31	34.57	0.00	274.74	322.40	0.00	0.00	
10	230.07	0.00	241.78	46.76	0.00	322.40	370.52	0.00	0.00	
11	123.47	0.00	127.83	23.65	0.00	370.52	386.69	0.00	0.00	
12	179.74	0.00	184.52	33.41	0.00	386.69	399.65	0.00	0.00	
13	184.29	0.00	188.05	33.56	0.00	399.65	400.77	0.00	0.00	
14	186.04	0.00	189.36	33.84	0.00	400.77	390.20	0.00	0.00	
15	184.91	0.00	188.31	34.26	0.00	390.20	368.50	0.00	0.00	
16	180.79	0.30	185.00	34.84	0.00	368.50	336.62	0.00	0.00	
17	138.45	36.60	182.11	28.69	0.00	336.62	289.63	0.00	0.00	
18	147.56	42.98	199.57	34.45	0.00	289.63	229.74	0.00	0.00	
19	128.52	42.98	180.75	35.49	0.00	229.74	168.18	0.00	0.00	
20	106.15	42.98	157.35	36.78	0.00	168.18	109.68	0.00	0.00	
21	80.73	42.98	128.78	38.41	0.00	109.68	60.06	0.00	0.00	
22	51.79	42.98	93.53	39.87	0.00	60.06	26.49	0.00	0.00	
23	18.12	42.98	61.48	26.64	0.00	26.49	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 64.26	Y[m]= 50.12
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 52.43	Y _v [m]= 28.10
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 81.99	Y _m [m]= 32.49

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	52.43	28.10	28.10	53.88	28.20	27.38	53.40	27.89	1.62	-26.39	0.00	29
2	53.88	28.20	27.38	53.91	28.70	27.36	53.90	27.92	0.04	-24.49	0.00	29
3	53.91	28.70	27.36	54.21	28.70	27.23	54.06	27.99	0.32	-24.07	0.00	29
4	54.21	29.70	27.23	54.25	29.70	27.21	54.23	28.46	0.04	-23.65	0.00	29
5	54.25	29.70	27.21	55.80	29.94	26.60	55.06	28.35	1.67	-21.69	0.00	29
6	55.80	29.94	26.60	57.34	30.17	26.10	56.60	28.18	1.63	-17.92	0.00	29
7	57.34	30.17	26.10	58.89	30.41	25.70	58.14	28.07	1.60	-14.23	0.00	29
8	58.89	30.41	25.70	60.44	30.65	25.41	59.68	28.01	1.57	-10.59	0.00	29
9	60.44	30.65	25.41	62.55	30.97	25.18	61.51	28.02	2.12	-6.36	0.00	29



10	62.55	30.97	25.18	63.62	31.13	25.13	63.09	28.06	1.07	-2.69	0.00	29
11	63.62	31.13	25.13	65.13	31.40	25.14	64.38	28.16	1.51	0.26	0.00	29
12	65.13	31.40	25.14	66.64	31.67	25.23	65.89	28.32	1.51	3.73	0.00	29
13	66.64	31.67	25.23	68.15	31.95	25.42	67.40	28.53	1.52	7.21	0.00	29
14	68.15	31.95	25.42	69.66	32.22	25.71	68.90	28.78	1.54	10.71	0.00	29
15	69.66	32.22	25.71	71.17	32.49	26.09	70.41	29.09	1.56	14.26	0.00	29
16	71.17	32.49	26.09	72.39	32.49	26.48	71.77	29.35	1.28	17.51	0.00	29
17	72.39	32.49	26.48	73.99	32.49	27.09	73.17	29.60	1.71	20.94	0.00	29
18	73.99	32.49	27.09	75.59	32.49	27.83	74.77	29.94	1.76	24.92	0.00	29
19	75.59	32.49	27.83	77.19	32.49	28.72	76.36	30.36	1.83	29.04	0.00	29
20	77.19	32.49	28.72	78.79	32.49	29.77	77.94	30.85	1.91	33.33	0.00	29
21	78.79	32.49	29.77	80.39	32.49	31.02	79.51	31.41	2.03	37.85	19.08	10
22	80.39	32.49	31.02	81.99	32.49	32.49	80.92	32.00	2.17	42.66	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	11.35	0.00	30.83	35.73	0.00	0.00	44.94	0.00	0.00	
2	0.69	0.00	1.16	0.82	0.00	44.94	46.13	0.00	0.00	
3	7.88	0.00	12.11	7.15	0.00	46.13	57.07	0.00	0.00	
4	1.88	0.00	2.55	0.96	0.00	57.07	58.84	0.00	0.00	
5	85.95	0.00	110.25	36.74	0.00	58.84	127.91	0.00	0.00	
6	110.36	0.00	131.53	35.88	0.00	127.91	195.03	0.00	0.00	
7	131.43	0.00	149.12	35.22	0.00	195.03	256.91	0.00	0.00	
8	149.23	0.00	163.46	34.73	0.00	256.91	310.97	0.00	0.00	
9	226.22	0.00	240.56	46.83	0.00	310.97	368.81	0.00	0.00	
10	122.89	0.00	128.31	23.63	0.00	368.81	390.11	0.00	0.00	
11	180.48	0.00	186.45	33.31	0.00	390.11	410.32	0.00	0.00	
12	186.87	0.00	191.44	33.38	0.00	410.32	418.51	0.00	0.00	
13	190.48	0.00	194.27	33.58	0.00	418.51	414.53	0.00	0.00	
14	191.27	0.00	194.85	33.90	0.00	414.53	398.65	0.00	0.00	
15	189.14	0.30	193.36	34.37	0.00	398.65	371.49	0.00	0.00	
16	146.72	36.60	189.84	28.22	0.00	371.49	328.84	0.00	0.00	
17	176.54	47.98	234.09	37.77	0.00	328.84	265.23	0.00	0.00	
18	155.04	47.98	213.38	38.90	0.00	265.23	196.82	0.00	0.00	
19	129.12	47.98	187.03	40.35	0.00	196.82	129.30	0.00	0.00	
20	98.60	47.98	153.61	42.22	0.00	129.30	70.23	0.00	0.00	
21	63.66	47.98	111.05	45.20	0.00	70.23	30.21	0.00	0.00	
22	22.39	47.98	70.74	30.59	0.00	30.21	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 62.26	Y[m]= 50.12
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 50.67	Y _v [m]= 27.97
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 79.99	Y _m [m]= 32.49



Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	50.67	27.97	27.97	52.27	28.09	27.20	51.74	27.75	1.78	-25.59	0.00	29
2	52.27	28.09	27.20	53.88	28.20	26.57	53.16	27.50	1.73	-21.57	0.00	29
3	53.88	28.20	26.57	53.91	28.70	26.55	53.90	27.50	0.04	-19.54	0.00	29
4	53.91	28.70	26.55	54.21	28.70	26.45	54.06	27.59	0.31	-19.14	0.00	29
5	54.21	29.70	26.45	54.25	29.70	26.44	54.23	28.06	0.04	-18.74	0.00	29
6	54.25	29.70	26.44	55.80	29.94	25.97	55.05	27.99	1.62	-16.83	0.00	29
7	55.80	29.94	25.97	57.34	30.17	25.61	56.59	27.90	1.59	-13.16	0.00	29
8	57.34	30.17	25.61	58.89	30.41	25.35	58.13	27.85	1.57	-9.54	0.00	29
9	58.89	30.41	25.35	60.44	30.65	25.19	59.68	27.86	1.56	-5.96	0.00	29
10	60.44	30.65	25.19	62.55	30.97	25.12	61.51	27.94	2.11	-1.76	0.00	29
11	62.55	30.97	25.12	63.62	31.13	25.16	63.09	28.06	1.07	1.89	0.00	29
12	63.62	31.13	25.16	65.13	31.40	25.29	64.38	28.21	1.52	4.86	0.00	29
13	65.13	31.40	25.29	66.64	31.67	25.51	65.89	28.43	1.53	8.34	0.00	29
14	66.64	31.67	25.51	68.15	31.95	25.82	67.39	28.70	1.54	11.86	0.00	29
15	68.15	31.95	25.82	69.66	32.22	26.24	68.90	29.02	1.57	15.42	0.00	29
16	69.66	32.22	26.24	71.17	32.49	26.76	70.41	29.39	1.60	19.05	0.00	29
17	71.17	32.49	26.76	72.39	32.49	27.26	71.77	29.72	1.32	22.39	0.00	29
18	72.39	32.49	27.26	73.91	32.49	28.00	73.13	30.03	1.69	25.84	0.00	29
19	73.91	32.49	28.00	75.43	32.49	28.87	74.64	30.44	1.75	29.78	0.00	29
20	75.43	32.49	28.87	76.95	32.49	29.89	76.15	30.92	1.83	33.88	0.00	29
21	76.95	32.49	29.89	78.47	32.49	31.08	77.63	31.46	1.93	38.19	25.37	4
22	78.47	32.49	31.08	79.99	32.49	32.49	78.97	32.02	2.07	42.78	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	13.50	0.00	34.22	39.14	0.00	0.00	49.17	0.00	0.00	
2	38.48	0.00	57.78	37.96	0.00	49.17	103.10	0.00	0.00	
3	1.22	0.00	1.62	0.79	0.00	103.10	104.30	0.00	0.00	
4	12.43	0.00	15.99	6.88	0.00	104.30	115.21	0.00	0.00	
5	2.49	0.00	3.03	0.93	0.00	115.21	116.89	0.00	0.00	
6	107.50	0.00	126.87	35.51	0.00	116.89	180.34	0.00	0.00	
7	127.60	0.00	143.64	34.91	0.00	180.34	238.38	0.00	0.00	
8	144.47	0.00	157.26	34.47	0.00	238.38	288.63	0.00	0.00	
9	158.24	0.00	168.06	34.18	0.00	288.63	329.34	0.00	0.00	
10	232.22	0.00	241.62	46.37	0.00	329.34	367.34	0.00	0.00	
11	123.19	0.00	126.66	23.52	0.00	367.34	378.31	0.00	0.00	
12	177.78	0.00	181.64	33.29	0.00	378.31	384.04	0.00	0.00	
13	180.48	0.00	183.68	33.52	0.00	384.04	378.33	0.00	0.00	
14	180.33	0.00	183.40	33.89	0.00	378.33	361.58	0.00	0.00	
15	177.24	0.00	180.60	34.41	0.00	361.58	334.70	0.00	0.00	
16	171.06	0.30	175.31	35.09	0.00	334.70	299.03	0.00	0.00	
17	128.99	36.60	173.23	28.98	0.00	299.03	248.61	0.00	0.00	
18	141.95	45.57	197.46	37.07	0.00	248.61	183.20	0.00	0.00	
19	117.72	45.57	172.52	38.44	0.00	183.20	119.81	0.00	0.00	
20	89.79	45.57	141.59	40.19	0.00	119.81	65.06	0.00	0.00	
21	57.82	45.57	102.25	42.92	0.00	65.06	28.56	0.00	0.00	
22	20.29	45.57	66.34	28.57	0.00	28.56	0.00	0.00	0.00	



CALCOLO DI STABILITA' 4: COMPARTO D3-1 (AREA 2)

VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO + SOVRACCARICHI

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito		$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace		$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata		γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale		γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume		γ_{γ}	1.00	1.00



Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * S_t * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di falda

Presenza di carichi distribuiti

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.

Resistenza interventi calcolata dal programma.

Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 32.26$	$Y_0 = 39.12$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 40$	$N_y = 20$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m

- freccia inferiore a 0.50 m

- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	2316
Coefficiente di sicurezza minimo	1.303
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
JANBU	2316	1.303	1	-0.705	2316



Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	39.26	48.12	25.00	40.13	23.14	56.54	30.05	44.39	1.303 (J)	[A2M2]
2	39.26	48.12	25.00	40.13	23.14	56.54	30.05	44.39	1.304 (J)	[A2M2]
3	58.26	50.12	25.00	47.08	27.76	75.99	32.49	105.77	1.402 (J)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa

L sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa

W peso della striscia espresso in kN

Q carico applicato sulla striscia espresso in kN

N sforzo normale alla base della striscia espresso in kN

T sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN

U pressione neutra alla base della striscia espressa in kN

E_s, E_d forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

X_s, X_d forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN

ID Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 39.26	Y[m]= 48.12
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 40.13	Y _v [m]= 23.14
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 56.54	Y _m [m]= 30.05
Coefficiente di sicurezza senza interventi	C _s = 1.226	



Superficie

1
2

Resistenza

392.29
15.26

C_s

99999996.884
1.303

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	40.13	27.51	23.14	40.17	27.51	23.14	40.15	25.32	0.04	2.04	20.46	4
2	40.17	27.51	23.14	40.98	27.54	23.18	40.58	25.34	0.81	3.02	20.46	4
3	40.98	27.54	23.18	41.80	27.57	23.25	41.39	25.38	0.82	4.89	20.46	4
4	41.80	27.57	23.25	42.61	27.60	23.35	42.20	25.44	0.82	6.76	20.46	4
5	42.61	27.60	23.35	43.42	27.63	23.47	43.02	25.51	0.82	8.64	20.46	4
6	43.42	27.63	23.47	44.24	27.66	23.62	43.83	25.59	0.83	10.53	20.46	4
7	44.24	27.66	23.62	45.05	27.68	23.80	44.64	25.68	0.83	12.44	20.46	4
8	45.05	27.68	23.80	45.86	27.71	24.01	45.45	25.79	0.84	14.35	20.46	4
9	45.86	27.71	24.01	46.68	27.74	24.25	46.27	25.91	0.85	16.29	20.46	4
10	46.68	27.74	24.25	47.49	27.77	24.51	47.08	26.05	0.86	18.24	20.46	4
11	47.49	27.77	24.51	48.26	27.80	24.80	47.87	26.21	0.82	20.16	20.46	4
12	48.26	27.80	24.80	49.06	27.86	25.12	48.66	26.38	0.87	22.09	20.46	4
13	49.06	27.86	25.12	49.87	27.91	25.48	49.46	26.58	0.88	24.09	20.46	4
14	49.87	27.91	25.48	50.67	27.97	25.87	50.26	26.80	0.89	26.13	20.46	4
15	50.67	27.97	25.87	51.47	28.03	26.31	51.06	27.04	0.91	28.20	20.46	4
16	51.47	28.03	26.31	52.27	28.09	26.77	51.85	27.29	0.93	30.30	20.46	4
17	52.27	28.09	26.77	53.08	28.14	27.29	52.65	27.56	0.95	32.46	20.46	4
18	53.08	28.14	27.29	53.88	28.20	27.84	53.42	27.85	0.98	34.67	20.46	4
19	53.88	28.20	27.84	53.91	28.70	27.87	53.90	28.17	0.04	35.84	20.46	4
20	53.91	28.70	27.87	54.21	28.70	28.08	54.05	28.33	0.37	36.31	20.46	4
21	54.21	29.70	28.08	54.25	29.70	28.11	54.23	28.90	0.05	36.78	20.46	4
22	54.25	29.70	28.11	55.01	29.82	28.71	54.61	29.07	0.97	37.95	23.72	3
23	55.01	29.82	28.71	55.77	29.93	29.35	55.35	29.43	1.00	40.20	29.26	0
24	55.77	29.93	29.35	56.54	30.05	30.05	56.03	29.78	1.03	42.53	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	3.32	0.00	3.23	-0.44	0.00	392.29	391.51	0.00	0.00	1
2	67.48	0.00	65.75	-8.92	0.00	391.51	374.56	0.00	0.00	
3	67.06	0.00	65.79	-8.92	0.00	374.56	355.52	0.00	0.00	
4	66.23	0.00	65.48	-8.89	0.00	355.52	334.49	0.00	0.00	
5	65.03	0.00	64.44	-8.77	0.44	334.49	311.66	0.00	0.00	
6	63.49	0.00	62.10	-8.50	1.87	311.66	287.31	0.00	0.00	
7	61.51	0.00	59.56	-8.20	3.10	287.31	261.64	0.00	0.00	
8	59.06	0.00	56.79	-7.88	4.12	261.64	234.90	0.00	0.00	
9	56.14	0.00	53.79	-7.53	4.92	234.90	207.40	0.00	0.00	
10	52.74	0.00	50.51	-7.15	5.49	207.40	179.51	0.00	0.00	
11	46.30	0.00	44.93	-6.43	5.08	179.51	153.10	0.00	0.00	
12	44.19	0.00	44.23	-6.41	4.45	153.10	125.86	0.00	0.00	
13	39.73	0.00	41.47	-6.09	3.29	125.86	99.33	0.00	0.00	
14	34.71	0.00	38.36	-5.74	1.81	99.33	74.13	0.00	0.00	
15	29.16	0.00	34.82	-5.34	0.00	74.13	51.00	0.00	0.00	
16	23.14	0.00	28.60	-4.62	0.00	51.00	31.01	0.00	0.00	



17	16.54	0.00	21.34	-3.78	0.00	31.01	15.25	0.00	0.00
18	9.28	0.00	12.83	-2.79	0.00	15.25	5.03	0.00	0.00
19	0.38	0.00	0.54	-0.12	0.00	5.03	4.59	0.00	0.00
20	4.06	0.00	5.71	-1.16	0.00	4.59	0.00	0.00	0.00
21	1.22	0.00	1.11	0.47	0.00	12.59	12.22	0.00	0.00
22	19.54	0.00	17.80	7.87	0.00	12.22	6.15	0.00	0.00
23	12.26	0.00	11.37	4.89	0.00	6.15	1.71	0.00	0.00
24	4.22	0.00	3.97	1.71	0.00	1.71	0.00	0.00	0.00

2

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	24	
Coordinate del centro	X[m]= 39.26	Y[m]= 48.12
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 40.13	Y _v [m]= 23.14
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 56.54	Y _m [m]= 30.05

Coefficiente di sicurezza senza interventi	C _s = 1.231	
Superficie	Resistenza	C_s
1	392.29	99999996.268
2	15.26	1.304

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	40.13	27.51	23.14	40.17	27.51	23.14	40.15	25.32	0.04	2.04	20.46	4
2	40.17	27.51	23.14	40.98	27.54	23.18	40.58	25.34	0.81	3.02	20.46	4
3	40.98	27.54	23.18	41.80	27.57	23.25	41.39	25.38	0.82	4.89	20.46	4
4	41.80	27.57	23.25	42.61	27.60	23.35	42.20	25.44	0.82	6.76	20.46	4
5	42.61	27.60	23.35	43.42	27.63	23.47	43.02	25.51	0.82	8.64	20.46	4
6	43.42	27.63	23.47	44.24	27.66	23.62	43.83	25.59	0.83	10.53	20.46	4
7	44.24	27.66	23.62	45.05	27.68	23.80	44.64	25.68	0.83	12.44	20.46	4
8	45.05	27.68	23.80	45.86	27.71	24.01	45.45	25.79	0.84	14.35	20.46	4
9	45.86	27.71	24.01	46.68	27.74	24.25	46.27	25.91	0.85	16.29	20.46	4
10	46.68	27.74	24.25	47.49	27.77	24.51	47.08	26.05	0.86	18.24	20.46	4
11	47.49	27.77	24.51	48.26	27.80	24.80	47.87	26.21	0.82	20.16	20.46	4
12	48.26	27.80	24.80	49.06	27.86	25.12	48.66	26.38	0.87	22.09	20.46	4
13	49.06	27.86	25.12	49.87	27.91	25.48	49.46	26.58	0.88	24.09	20.46	4
14	49.87	27.91	25.48	50.67	27.97	25.87	50.26	26.80	0.89	26.13	20.46	4
15	50.67	27.97	25.87	51.47	28.03	26.31	51.06	27.04	0.91	28.20	20.46	4
16	51.47	28.03	26.31	52.27	28.09	26.77	51.85	27.29	0.93	30.30	20.46	4
17	52.27	28.09	26.77	53.08	28.14	27.29	52.65	27.56	0.95	32.46	20.46	4
18	53.08	28.14	27.29	53.88	28.20	27.84	53.42	27.85	0.98	34.67	20.46	4
19	53.88	28.20	27.84	53.91	28.70	27.87	53.90	28.17	0.04	35.84	20.46	4
20	53.91	28.70	27.87	54.21	28.70	28.08	54.05	28.33	0.37	36.31	20.46	4
21	54.21	29.70	28.08	54.25	29.70	28.11	54.23	28.90	0.05	36.78	20.46	4
22	54.25	29.70	28.11	55.01	29.82	28.71	54.61	29.07	0.97	37.95	23.72	3
23	55.01	29.82	28.71	55.77	29.93	29.35	55.35	29.43	1.00	40.20	29.26	0
24	55.77	29.93	29.35	56.54	30.05	30.05	56.03	29.78	1.03	42.53	29.26	0



Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	3.32	0.00	3.45	-0.39	0.00	392.29	391.55	0.00	0.00	1
2	67.48	0.00	70.28	-7.90	0.00	391.55	375.39	0.00	0.00	
3	67.06	0.00	70.26	-7.90	0.00	375.39	356.98	0.00	0.00	
4	66.23	0.00	69.89	-7.86	0.00	356.98	336.45	0.00	0.00	
5	65.03	0.00	68.75	-7.75	0.44	336.45	313.98	0.00	0.00	
6	63.49	0.00	66.29	-7.51	1.87	313.98	289.83	0.00	0.00	
7	61.51	0.00	63.62	-7.25	3.10	289.83	264.21	0.00	0.00	
8	59.06	0.00	60.70	-6.97	4.12	264.21	237.38	0.00	0.00	
9	56.14	0.00	57.50	-6.66	4.92	237.38	209.68	0.00	0.00	
10	52.74	0.00	54.00	-6.32	5.49	209.68	181.49	0.00	0.00	
11	46.30	0.00	48.00	-5.68	5.08	181.49	154.73	0.00	0.00	
12	44.19	0.00	47.15	-5.64	4.45	154.73	127.10	0.00	0.00	
13	39.73	0.00	44.09	-5.35	3.29	127.10	100.17	0.00	0.00	
14	34.71	0.00	40.63	-5.02	1.81	100.17	74.63	0.00	0.00	
15	29.16	0.00	36.69	-4.64	0.00	74.63	51.22	0.00	0.00	
16	23.14	0.00	30.05	-4.00	0.00	51.22	31.03	0.00	0.00	
17	16.54	0.00	22.34	-3.25	0.00	31.03	15.18	0.00	0.00	
18	9.28	0.00	13.31	-2.38	0.00	15.18	5.02	0.00	0.00	
19	0.38	0.00	0.56	-0.10	0.00	5.02	4.58	0.00	0.00	
20	4.06	0.00	5.93	-0.99	0.00	4.58	0.00	0.00	0.00	
21	1.22	0.00	1.20	0.50	0.00	13.45	13.04	0.00	0.00	2
22	19.54	0.00	19.14	8.31	0.00	13.04	6.51	0.00	0.00	
23	12.26	0.00	12.17	5.23	0.00	6.51	1.81	0.00	0.00	
24	4.22	0.00	4.25	1.82	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00	

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	22	
Coordinate del centro	X[m]= 58.26	Y[m]= 50.12
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 47.08	Y _v [m]= 27.76
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 75.99	Y _m [m]= 32.49

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	47.08	27.76	27.76	48.26	27.80	27.21	47.87	27.59	1.30	-25.07	20.46	4
2	48.26	27.80	27.21	49.66	27.90	26.64	49.05	27.37	1.51	-21.84	20.46	4
3	49.66	27.90	26.64	51.07	28.00	26.18	50.41	27.17	1.48	-18.41	20.46	4
4	51.07	28.00	26.18	52.48	28.10	25.80	51.80	27.01	1.45	-15.05	20.46	4
5	52.48	28.10	25.80	53.88	28.20	25.51	53.20	26.88	1.43	-11.73	20.46	4
6	53.88	28.20	25.51	53.91	28.70	25.50	53.90	26.96	0.03	-10.05	20.46	4
7	53.91	28.70	25.50	54.21	28.70	25.45	54.06	27.07	0.30	-9.67	20.46	4
8	54.21	29.70	25.45	54.25	29.70	25.44	54.23	27.55	0.04	-9.28	20.46	4
9	54.25	29.70	25.44	55.80	29.94	25.24	55.04	27.55	1.56	-7.44	20.46	4
10	55.80	29.94	25.24	57.34	30.17	25.14	56.58	27.59	1.55	-3.88	20.46	4
11	57.34	30.17	25.14	58.89	30.41	25.13	58.13	27.68	1.55	-0.32	20.46	4
12	58.89	30.41	25.13	60.44	30.65	25.22	59.67	27.82	1.55	3.23	20.46	4
13	60.44	30.65	25.22	62.55	30.97	25.49	61.50	28.04	2.13	7.44	20.46	4



14	62.55	30.97	25.49	63.62	31.13	25.70	63.08	28.29	1.09	11.13	20.46	4
15	63.62	31.13	25.70	65.13	31.40	26.08	64.37	28.54	1.56	14.17	20.46	4
16	65.13	31.40	26.08	66.64	31.67	26.57	65.88	28.90	1.59	17.77	20.46	4
17	66.64	31.67	26.57	68.15	31.95	27.16	67.39	29.31	1.62	21.44	20.46	4
18	68.15	31.95	27.16	69.66	32.22	27.87	68.89	29.77	1.67	25.22	20.46	4
19	69.66	32.22	27.87	71.17	32.49	28.71	70.40	30.31	1.73	29.11	20.46	4
20	71.17	32.49	28.71	72.39	32.49	29.50	71.76	30.79	1.45	32.75	20.46	4
21	72.39	32.49	29.50	74.19	32.49	30.85	73.20	31.30	2.25	37.00	27.76	1
22	74.19	32.49	30.85	75.99	32.49	32.49	74.79	31.94	2.43	42.37	29.26	0

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d	ID
1	6.63	0.00	10.06	6.38	0.00	0.00	9.60	0.00	0.00	
2	24.68	0.00	30.69	12.48	0.00	9.60	30.93	0.00	0.00	
3	41.11	0.00	47.47	16.86	0.00	30.93	59.13	0.00	0.00	
4	55.45	0.00	56.75	19.25	3.90	59.13	89.70	0.00	0.00	
5	68.02	0.00	57.65	19.43	13.50	89.70	118.59	0.00	0.00	
6	1.94	0.00	1.56	0.51	0.44	118.59	119.31	0.00	0.00	
7	18.51	0.00	14.97	4.84	4.00	119.31	126.01	0.00	0.00	
8	3.29	0.00	2.79	0.86	0.57	126.01	127.18	0.00	0.00	
9	134.16	0.00	110.04	33.73	25.07	127.18	169.03	0.00	0.00	
10	146.16	0.00	113.56	34.64	30.31	169.03	203.40	0.00	0.00	
11	155.16	0.00	115.94	35.27	34.16	203.40	228.99	0.00	0.00	
12	161.20	0.00	117.29	35.63	36.68	228.99	244.97	0.00	0.00	
13	223.82	0.00	160.17	48.69	51.54	244.97	250.65	0.00	0.00	
14	113.42	0.00	81.09	24.69	25.73	250.65	246.56	0.00	0.00	
15	157.52	0.00	114.38	34.88	33.77	246.56	233.44	0.00	0.00	
16	152.44	0.00	113.99	34.85	29.49	233.44	212.51	0.00	0.00	
17	144.16	0.00	112.56	34.58	23.49	212.51	185.18	0.00	0.00	
18	132.45	0.00	109.99	34.03	15.42	185.18	153.56	0.00	0.00	
19	117.01	0.30	106.38	33.24	4.82	153.56	120.54	0.00	0.00	
20	78.49	36.60	110.62	33.57	0.00	120.54	81.12	0.00	0.00	
21	79.12	53.93	124.82	47.95	0.00	81.12	35.28	0.00	0.00	
22	28.00	53.93	78.51	31.37	0.00	35.28	0.00	0.00	0.00	



CALCOLO DI STABILITA' 5: COMPARTO D3-2 (AREA 3)

VERIFICA A BREVE TERMINE—STATO DI PROGETTO + SOVRACCARICHI

Descrizione terreno

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Argilla molto Cons - Flysch	19.00	20.00	35.00	40.0	25.00	100.0
3	Argilla da Plastica a Cons	19.00	20.00	25.00	5.0	0.00	40.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

<i>Nr.</i>	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	20.57
2	33.22	25.15
3	56.75	28.73
4	88.82	32.94
5	120.48	33.36
6	125.84	41.19
7	150.00	40.90

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Argilla molto Cons - Flysch)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	15.60
2	0.00	0.00
3	150.00	0.00
4	150.00	35.91



5	126.54	34.15
6	104.74	30.46
7	67.60	24.92
8	51.56	22.61
9	19.03	18.58

Strato N° 2 costituito da terreno n° 3 (Argilla da Plastica a Cons)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	150.00	35.91
2	150.00	40.90
3	125.84	41.19
4	120.48	33.36
5	88.82	32.94
6	56.75	28.73
7	33.22	25.15
8	0.00	20.57
9	0.00	15.60
10	19.03	18.58
11	51.56	22.61
12	67.60	24.92
13	104.74	30.46
14	126.54	34.15

Descrizione falda

Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	16.90
2	20.60	19.35
3	39.96	21.81
4	62.09	24.89
5	90.22	29.34
6	122.19	34.26
7	150.00	36.71

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	35.18	m
Altezza paramento	5.00	m



Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	20.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	20.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	5.00	m

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	89.03	m
Altezza paramento	5.00	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	20.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	20.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	5.00	m

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30



Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$

Coefficiente di sicurezza richiesto 1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni totali

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.

Resistenza interventi calcolata dal programma.

Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25



Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 75.54$	$Y_0 = 46.74$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 60$	$N_y = 15$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	

Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	2352
Coefficiente di sicurezza minimo	1.048
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS_{min}	S_{min}	FS_{max}	S_{max}
JANBU	2352	1.048	1	-1.435	2352

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C_x	C_y	R	x_v	y_v	x_m	y_m	V	C_s	caso
1	120.54	58.74	25.00	120.74	33.74	138.20	41.04	69.97	1.048 (J)	[A2M2]
2	119.54	58.74	25.00	120.76	33.77	137.21	41.05	62.68	1.048 (J)	[A2M2]
3	121.54	58.74	25.00	120.75	33.75	139.18	41.03	77.26	1.057 (J)	[A2M2]



Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N°	numero d'ordine della striscia
X _s	ascissa sinistra della striscia espressa in m
Y _{ss}	ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m
Y _{si}	ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m
X _g	ascissa del baricentro della striscia espressa in m
Y _g	ordinata del baricentro della striscia espressa in m
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
φ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m(L=b/cosα)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E _s , E _d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X _s , X _d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 120.54	Y[m]= 58.74
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 120.74	Y _v [m]= 33.74
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 138.20	Y _m [m]= 41.04
Coefficiente di sicurezza	C _S = 1.048	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	120.74	33.74	33.74	121.47	34.80	33.76	121.22	34.09	0.72	1.29	0.00	29
2	121.47	34.80	33.76	122.19	35.86	33.79	121.87	34.57	0.73	2.95	0.00	29
3	122.19	35.86	33.79	123.10	37.19	33.87	122.68	35.20	0.92	4.83	0.00	29
4	123.10	37.19	33.87	124.02	38.52	33.98	123.58	35.90	0.92	6.94	0.00	29
5	124.02	38.52	33.98	124.93	39.86	34.13	124.49	36.63	0.92	9.05	0.00	29
6	124.93	39.86	34.13	125.84	41.19	34.31	125.40	37.37	0.93	11.17	0.00	29
7	125.84	41.19	34.31	126.54	41.18	34.47	126.19	37.78	0.72	13.06	0.00	29
8	126.54	41.18	34.47	127.44	41.17	34.71	126.99	37.88	0.93	14.95	0.00	29
9	127.44	41.17	34.71	128.33	41.16	34.99	127.88	38.01	0.94	17.09	0.00	29
10	128.33	41.16	34.99	129.23	41.15	35.30	128.78	38.15	0.95	19.25	0.00	29
11	129.23	41.15	35.30	130.13	41.14	35.65	129.67	38.31	0.96	21.44	0.00	29
12	130.13	41.14	35.65	131.02	41.13	36.04	130.57	38.49	0.98	23.67	0.00	29
13	131.02	41.13	36.04	131.92	41.12	36.48	131.46	38.69	1.00	25.93	0.00	29
14	131.92	41.12	36.48	132.82	41.11	36.96	132.36	38.91	1.02	28.24	0.00	29
15	132.82	41.11	36.96	133.71	41.10	37.49	133.25	39.16	1.04	30.60	0.00	29
16	133.71	41.10	37.49	134.61	41.08	38.07	134.15	39.43	1.07	33.02	0.00	29
17	134.61	41.08	38.07	135.51	41.07	38.71	135.04	39.73	1.10	35.51	0.00	29
18	135.51	41.07	38.71	136.40	41.06	39.42	135.93	40.06	1.14	38.08	0.00	29
19	136.40	41.06	39.42	137.30	41.05	40.19	136.80	40.41	1.18	40.74	0.00	29
20	137.30	41.05	40.19	138.20	41.04	41.04	137.60	40.76	1.24	43.51	0.00	29



Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	7.39	0.33	7.53	19.76	0.00	0.00	19.56	0.00	0.00
2	21.69	0.00	21.44	19.78	0.00	19.56	36.74	0.00	0.00
3	47.09	0.00	46.75	24.96	0.00	36.74	54.49	0.00	0.00
4	68.56	0.00	68.35	25.06	0.00	54.49	66.46	0.00	0.00
5	89.40	0.00	89.59	25.19	0.00	66.46	71.18	0.00	0.00
6	109.61	0.00	110.51	25.36	0.00	71.18	67.20	0.00	0.00
7	90.55	0.00	91.56	19.59	0.00	67.20	59.45	0.00	0.00
8	112.28	0.00	113.40	25.30	0.00	59.45	47.03	0.00	0.00
9	107.62	0.00	108.55	25.57	0.00	47.03	32.27	0.00	0.00
10	102.42	0.00	103.13	25.89	0.00	32.27	15.77	0.00	0.00
11	96.57	0.00	96.96	26.26	0.00	15.77	-1.79	0.00	0.00
12	90.04	0.00	89.95	26.69	0.00	-1.79	-19.56	0.00	0.00
13	82.79	0.00	81.97	27.18	0.00	-19.56	-36.59	0.00	0.00
14	74.79	0.00	72.88	27.75	0.00	-36.59	-51.70	0.00	0.00
15	65.99	0.00	62.47	28.40	0.00	-51.70	-63.54	0.00	0.00
16	56.32	0.00	50.50	29.15	0.00	-63.54	-70.44	0.00	0.00
17	45.72	0.00	36.65	30.03	0.00	-70.44	-70.38	0.00	0.00
18	34.10	0.00	20.47	31.05	0.00	-70.38	-60.88	0.00	0.00
19	21.36	0.00	1.36	32.26	0.00	-60.88	-38.77	0.00	0.00
20	7.34	0.00	-21.53	33.70	0.00	-38.77	0.00	0.00	0.00

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 119.54	Y[m]= 58.74
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 120.76	Y _v [m]= 33.77
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 137.21	Y _m [m]= 41.05
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.048	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	120.76	33.77	33.77	121.48	34.81	33.82	121.24	34.13	0.72	3.62	0.00	29
2	121.48	34.81	33.82	122.19	35.86	33.88	121.87	34.61	0.72	5.26	0.00	29
3	122.19	35.86	33.88	123.10	37.19	34.00	122.68	35.25	0.92	7.14	0.00	29
4	123.10	37.19	34.00	124.02	38.52	34.14	123.58	35.98	0.92	9.25	0.00	29
5	124.02	38.52	34.14	124.93	39.86	34.33	124.49	36.72	0.93	11.38	0.00	29
6	124.93	39.86	34.33	125.84	41.19	34.55	125.40	37.49	0.94	13.52	0.00	29
7	125.84	41.19	34.55	126.65	41.18	34.77	126.24	37.92	0.84	15.56	0.00	29
8	126.65	41.18	34.77	127.46	41.17	35.03	127.06	38.04	0.85	17.50	0.00	29
9	127.46	41.17	35.03	128.28	41.16	35.32	127.87	38.17	0.86	19.47	0.00	29
10	128.28	41.16	35.32	129.09	41.15	35.64	128.68	38.31	0.87	21.45	0.00	29
11	129.09	41.15	35.64	129.90	41.14	35.99	129.49	38.48	0.89	23.47	0.00	29
12	129.90	41.14	35.99	130.71	41.13	36.38	130.30	38.66	0.90	25.51	0.00	29
13	130.71	41.13	36.38	131.52	41.12	36.80	131.11	38.86	0.92	27.59	0.00	29
14	131.52	41.12	36.80	132.34	41.11	37.26	131.92	39.07	0.93	29.72	0.00	29
15	132.34	41.11	37.26	133.15	41.10	37.77	132.73	39.31	0.96	31.88	0.00	29



16	133.15	41.10	37.77	133.96	41.09	38.32	133.54	39.57	0.98	34.10	0.00	29
17	133.96	41.09	38.32	134.77	41.08	38.92	134.35	39.85	1.01	36.38	0.00	29
18	134.77	41.08	38.92	135.58	41.07	39.57	135.15	40.15	1.04	38.73	0.00	29
19	135.58	41.07	39.57	136.40	41.06	40.28	135.95	40.48	1.08	41.16	0.00	29
20	136.40	41.06	40.28	137.21	41.05	41.05	136.67	40.80	1.12	43.68	0.00	29

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	6.97	0.27	6.26	19.52	0.00	0.00	19.02	0.00	0.00
2	20.46	0.00	19.44	19.57	0.00	19.02	35.33	0.00	0.00
3	45.17	0.00	43.93	25.07	0.00	35.33	51.68	0.00	0.00
4	65.96	0.00	64.99	25.20	0.00	51.68	61.63	0.00	0.00
5	86.11	0.00	85.71	25.37	0.00	61.63	63.76	0.00	0.00
6	105.62	0.00	106.16	25.58	0.00	63.76	56.65	0.00	0.00
7	100.68	0.00	101.65	22.98	0.00	56.65	44.68	0.00	0.00
8	96.80	0.00	97.62	23.21	0.00	44.68	30.89	0.00	0.00
9	92.46	0.00	93.09	23.48	0.00	30.89	15.73	0.00	0.00
10	87.63	0.00	88.01	23.78	0.00	15.73	-0.26	0.00	0.00
11	82.30	0.00	82.29	24.13	0.00	-0.26	-16.48	0.00	0.00
12	76.44	0.00	75.87	24.53	0.00	-16.48	-32.20	0.00	0.00
13	70.03	0.00	68.64	24.98	0.00	-32.20	-46.61	0.00	0.00
14	63.03	0.00	60.49	25.49	0.00	-46.61	-58.74	0.00	0.00
15	55.41	0.00	51.25	26.07	0.00	-58.74	-67.43	0.00	0.00
16	47.12	0.00	40.73	26.73	0.00	-67.43	-71.32	0.00	0.00
17	38.11	0.00	28.68	27.49	0.00	-71.32	-68.79	0.00	0.00
18	28.32	0.00	14.77	28.37	0.00	-68.79	-57.82	0.00	0.00
19	17.67	0.00	-1.44	29.40	0.00	-57.82	-35.93	0.00	0.00
20	6.06	0.00	-20.57	30.61	0.00	-35.93	0.00	0.00	0.00

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	21	
Coordinate del centro	X[m]= 121.54	Y[m]= 58.74
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 120.75	Y _v [m]= 33.75
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 139.18	Y _m [m]= 41.03
Coefficiente di sicurezza	C _s = 1.057	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	120.75	33.75	33.75	121.47	34.81	33.74	121.23	34.09	0.72	-0.99	0.00	29
2	121.47	34.81	33.74	122.19	35.86	33.75	121.87	34.56	0.72	0.66	0.00	29
3	122.19	35.86	33.75	123.10	37.19	33.79	122.68	35.16	0.91	2.54	0.00	29
4	123.10	37.19	33.79	124.02	38.52	33.86	123.58	35.85	0.92	4.63	0.00	29
5	124.02	38.52	33.86	124.93	39.86	33.97	124.49	36.55	0.92	6.73	0.00	29
6	124.93	39.86	33.97	125.84	41.19	34.11	125.40	37.28	0.92	8.85	0.00	29
7	125.84	41.19	34.11	126.54	41.18	34.25	126.19	37.67	0.71	10.72	0.00	29



8	126.54	41.18	34.25	127.44	41.17	34.45	126.99	37.75	0.93	12.60	0.00	29
9	127.44	41.17	34.45	128.35	41.16	34.68	127.89	37.86	0.93	14.73	0.00	29
10	128.35	41.16	34.68	129.25	41.15	34.96	128.79	37.99	0.94	16.88	0.00	29
11	129.25	41.15	34.96	130.15	41.14	35.27	129.70	38.13	0.96	19.06	0.00	29
12	130.15	41.14	35.27	131.06	41.13	35.62	130.60	38.29	0.97	21.26	0.00	29
13	131.06	41.13	35.62	131.96	41.12	36.01	131.50	38.47	0.98	23.50	0.00	29
14	131.96	41.12	36.01	132.86	41.11	36.45	132.40	38.67	1.00	25.78	0.00	29
15	132.86	41.11	36.45	133.77	41.09	36.93	133.31	38.89	1.02	28.10	0.00	29
16	133.77	41.09	36.93	134.67	41.08	37.46	134.21	39.14	1.05	30.48	0.00	29
17	134.67	41.08	37.46	135.57	41.07	38.05	135.11	39.41	1.08	32.91	0.00	29
18	135.57	41.07	38.05	136.47	41.06	38.69	136.01	39.71	1.11	35.41	0.00	29
19	136.47	41.06	38.69	137.38	41.05	39.40	136.90	40.04	1.15	38.00	0.00	29
20	137.38	41.05	39.40	138.28	41.04	40.17	137.78	40.40	1.19	40.68	0.00	29
21	138.28	41.04	40.17	139.18	41.03	41.03	138.58	40.75	1.24	43.47	0.00	29

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	7.51	0.31	8.41	19.49	0.00	0.00	19.57	0.00	0.00
2	22.07	0.00	22.59	19.48	0.00	19.57	37.29	0.00	0.00
3	48.26	0.00	48.86	24.69	0.00	37.29	56.52	0.00	0.00
4	70.41	0.00	71.03	24.75	0.00	56.52	70.68	0.00	0.00
5	91.93	0.00	92.78	24.84	0.00	70.68	78.24	0.00	0.00
6	112.84	0.00	114.18	24.97	0.00	78.24	77.70	0.00	0.00
7	93.50	0.00	94.74	19.26	0.00	77.70	72.66	0.00	0.00
8	117.51	0.00	118.90	25.02	0.00	72.66	63.17	0.00	0.00
9	113.43	0.00	114.62	25.25	0.00	63.17	50.76	0.00	0.00
10	108.71	0.00	109.71	25.52	0.00	50.76	35.95	0.00	0.00
11	103.46	0.00	104.25	25.83	0.00	35.95	19.31	0.00	0.00
12	97.58	0.00	98.06	26.20	0.00	19.31	1.55	0.00	0.00
13	91.01	0.00	91.03	26.63	0.00	1.55	-16.51	0.00	0.00
14	83.71	0.00	83.02	27.12	0.00	-16.51	-33.87	0.00	0.00
15	75.64	0.00	73.88	27.68	0.00	-33.87	-49.38	0.00	0.00
16	66.76	0.00	63.41	28.33	0.00	-49.38	-61.65	0.00	0.00
17	56.99	0.00	51.37	29.08	0.00	-61.65	-69.01	0.00	0.00
18	46.28	0.00	37.41	29.96	0.00	-69.01	-69.41	0.00	0.00
19	34.53	0.00	21.10	30.98	0.00	-69.41	-60.32	0.00	0.00
20	21.63	0.00	1.82	32.19	0.00	-60.32	-38.56	0.00	0.00
21	7.44	0.00	-21.29	33.64	0.00	-38.56	0.00	0.00	0.00



CALCOLO DI STABILITA' 6: COMPARTO D3-2 (AREA 3)

VERIFICA A LUNGO TERMINE—STATO DI PROGETTO + SOVRACCARICHI

Descrizione terreno

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in kN/mc
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in kN/mc
ϕ	Angolo d'attrito interno 'efficace' del terreno espresso in gradi
c	Coesione 'efficace' del terreno espressa in kPa
ϕ_u	Angolo d'attrito interno 'totale' del terreno espresso gradi
c_u	Coesione 'totale' del terreno espressa in kPa

Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ'	c'	ϕ_u	c_u
1	Argilla molto Cons - Flysch	19.00	20.00	35.00	40.0	25.00	100.0
3	Argilla da Plastica a Cons	19.00	20.00	25.00	5.0	0.00	40.0

Profilo del piano campagna

Simbologia e convenzioni di segno adottate

L'ascissa è intesa positiva da sinistra verso destra e l'ordinata positiva verso l'alto.

Nr.	Identificativo del punto
X	Ascissa del punto del profilo espressa in m
Y	Ordinata del punto del profilo espressa in m

Nr.	X [m]	Y [m]
1	0.00	20.57
2	33.22	25.15
3	56.75	28.73
4	88.82	32.94
5	120.48	33.36
6	125.84	41.19
7	150.00	40.90

Descrizione stratigrafia

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Gli strati sono descritti mediante i punti di contorno (in senso antiorario) e l'indice del terreno di cui è costituito

Strato N° 1 costituito da terreno n° 1 (Argilla molto Cons - Flysch)

Coordinate dei vertici dello strato n° 1

N°	X[m]	Y[m]
1	0.00	15.60
2	0.00	0.00
3	150.00	0.00
4	150.00	35.91
5	126.54	34.15



6	104.74	30.46
7	67.60	24.92
8	51.56	22.61
9	19.03	18.58

Strato N° 2 costituito da terreno n° 3 (Argilla da Plastica a Cons)

Coordinate dei vertici dello strato n° 2

N°	X[m]	Y[m]
1	150.00	35.91
2	150.00	40.90
3	125.84	41.19
4	120.48	33.36
5	88.82	32.94
6	56.75	28.73
7	33.22	25.15
8	0.00	20.57
9	0.00	15.60
10	19.03	18.58
11	51.56	22.61
12	67.60	24.92
13	104.74	30.46
14	126.54	34.15

Descrizione falda

Livello di falda

Nr.	X[m]	Y[m]
1	0.00	16.90
2	20.60	19.35
3	39.96	21.81
4	62.09	24.89
5	90.22	29.34
6	122.19	34.26
7	150.00	36.71

Interventi inseriti

Numero interventi inseriti 2

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	35.18	m
Altezza paramento	2.30	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	20.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m



Lunghezza fondazione totale	20.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	2.50	m

Muro di sostegno - Muro di sostegno

Grado di sicurezza desiderato a monte	1.30	
Ascissa sul profilo (quota testa muro)	89.03	m
Altezza paramento	5.00	m
Spessore in testa	0.30	m
Inclinazione esterna	0.000	°
Inclinazione interna	0.000	°
Spessore alla base	0.30	m
Lunghezza mensola fondazione valle	20.00	m
Lunghezza mensola fondazione monte	0.00	m
Lunghezza fondazione totale	20.30	m
Spessore fondazione	0.50	m
Resistenza caratteristica a compressione del cls (Rbk)	24517	kPa
Percentuale di armatura	6.00	%
Altezza di scavo	5.00	m

Risultati analisi

Per l'analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi di calcolo :
Metodo di JANBU (J)

Impostazioni analisi

Normativa :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione caso statico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00



Coefficienti di partecipazione caso sismico

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00

Sisma

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.585 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.46
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione (β_s)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_s * St * S) = 6.78$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 3.39$
Coefficiente di sicurezza richiesto	1.10

Le superfici sono state analizzate per i casi: [PC] [A2M2]

Sisma verticale: verso il basso - verso l'alto

Analisi condotta in termini di tensioni efficaci

Presenza di falda

Impostazioni interventi

Influenza interventi: Variazione forze di interstriscia.

Resistenza interventi calcolata dal programma.

Coefficiente sicurezza resistenza interventi 1.25

Impostazioni delle superfici di rottura

Si considerano delle superfici di rottura circolari generate tramite la seguente maglia dei centri

Origine maglia [m]:	$X_0 = 75.54$	$Y_0 = 46.74$
Passo maglia [m]:	$dX = 1.00$	$dY = 1.00$
Numero passi :	$N_x = 60$	$N_y = 15$
Raggio [m]:	$R = 25.00$	



Sono state escluse dall'analisi le superfici aventi:

- lunghezza di corda inferiore a 1.00 m
- freccia inferiore a 0.50 m
- volume inferiore a 2.00 mc

Numero di superfici analizzate	2352
Coefficiente di sicurezza minimo	0.716
Superficie con coefficiente di sicurezza minimo	1

Quadro sintetico coefficienti di sicurezza

Metodo	Nr. superfici	FS _{min}	S _{min}	FS _{max}	S _{max}
JANBU	2352	0.716	1	-1.012	2352

Caratteristiche delle superfici analizzate

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

N° numero d'ordine della superficie cerchio

C_x ascissa x del centro [m]

C_y ordinata y del centro [m]

R raggio del cerchio espresso in m

x_v, y_v ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (valle) espresse in m

x_m, y_m ascissa e ordinata del punto di intersezione con il profilo (monte) espresse in m

V volume interessato dalla superficie espresso [cmq]

C_s coefficiente di sicurezza

caso caso di calcolo

N°	C _x	C _y	R	x _v	y _v	x _m	y _m	V	C _s	caso
1	112.54	58.74	25.00	122.02	35.61	130.29	41.14	15.85	0.716 (J)	[A2M2]
2	112.54	58.74	25.00	122.02	35.61	130.29	41.14	15.85	0.725 (J)	[A2M2]
3	113.54	58.74	25.00	121.67	35.10	131.28	41.12	21.63	0.728 (J)	[A2M2]

Analisi della superficie critica

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso destra

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Le strisce sono numerate da valle verso monte

N° numero d'ordine della striscia

X_s ascissa sinistra della striscia espressa in m

Y_{ss} ordinata superiore sinistra della striscia espressa in m

Y_{si} ordinata inferiore sinistra della striscia espressa in m

X_g ascissa del baricentro della striscia espressa in m

Y_g ordinata del baricentro della striscia espressa in m



α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso °(positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in kPa
L	sviluppo della base della striscia espressa in m($L=b/\cos\alpha$)
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in kPa
W	peso della striscia espresso in kN
Q	carico applicato sulla striscia espresso in kN
N	sforzo normale alla base della striscia espresso in kN
T	sforzo tangenziale alla base della striscia espresso in kN
U	pressione neutra alla base della striscia espressa in kN
E_s, E_d	forze orizzontali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
X_s, X_d	forze verticali sulla striscia a sinistra e a destra espresse in kN
ID	Indice della superficie interessata dall'intervento

Analisi della superficie 1 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	$X[m]= 112.54$	$Y[m]= 58.74$
Raggio del cerchio	$R[m]= 25.00$	
Intersezione a valle con il profilo topografico	$X_v[m]= 122.02$	$Y_v[m]= 35.61$
Intersezione a monte con il profilo topografico	$X_m[m]= 130.29$	$Y_m[m]= 41.14$
Coefficiente di sicurezza	$C_s= 0.716$	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X_s	Y_{ss}	Y_{si}	X_d	Y_{ds}	Y_{di}	X_g	Y_g	L	α	ϕ	c
1	122.02	35.61	35.61	122.44	36.23	35.78	122.30	35.87	0.46	22.81	20.46	4
2	122.44	36.23	35.78	122.87	36.85	35.97	122.68	36.23	0.46	23.87	20.46	4
3	122.87	36.85	35.97	123.29	37.47	36.17	123.09	36.63	0.47	24.94	20.46	4
4	123.29	37.47	36.17	123.72	38.09	36.38	123.51	37.04	0.47	26.01	20.46	4
5	123.72	38.09	36.38	124.14	38.71	36.59	123.94	37.45	0.48	27.10	20.46	4
6	124.14	38.71	36.59	124.57	39.33	36.82	124.36	37.87	0.48	28.20	20.46	4
7	124.57	39.33	36.82	124.99	39.95	37.06	124.78	38.30	0.49	29.31	20.46	4
8	124.99	39.95	37.06	125.42	40.57	37.31	125.21	38.73	0.49	30.43	20.46	4
9	125.42	40.57	37.31	125.84	41.19	37.57	125.63	39.16	0.50	31.57	20.46	4
10	125.84	41.19	37.57	126.24	41.19	37.83	126.04	39.44	0.48	32.69	20.46	4
11	126.24	41.19	37.83	126.65	41.18	38.10	126.44	39.57	0.49	33.80	20.46	4
12	126.65	41.18	38.10	127.05	41.18	38.38	126.85	39.71	0.49	34.92	20.46	4
13	127.05	41.18	38.38	127.46	41.17	38.68	127.25	39.85	0.50	36.06	20.46	4
14	127.46	41.17	38.68	127.86	41.17	38.99	127.66	40.00	0.51	37.22	20.46	4
15	127.86	41.17	38.99	128.27	41.16	39.31	128.06	40.15	0.52	38.39	20.46	4
16	128.27	41.16	39.31	128.67	41.16	39.64	128.46	40.31	0.53	39.59	20.46	4
17	128.67	41.16	39.64	129.08	41.15	39.99	128.87	40.48	0.53	40.80	20.46	4
18	129.08	41.15	39.99	129.48	41.15	40.36	129.27	40.66	0.54	42.04	20.46	4
19	129.48	41.15	40.36	129.89	41.14	40.74	129.66	40.84	0.56	43.30	20.46	4
20	129.89	41.14	40.74	130.29	41.14	41.14	130.02	41.00	0.57	44.59	20.46	4



Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	1.78	0.00	0.75	2.97	0.00	0.00	2.32	0.00	0.00
2	5.31	0.00	3.95	4.65	0.00	2.32	4.62	0.00	0.00
3	8.76	0.00	7.06	6.30	0.00	4.62	6.76	0.00	0.00
4	12.14	0.00	10.10	7.91	0.00	6.76	8.61	0.00	0.00
5	15.43	0.00	13.07	9.48	0.00	8.61	10.04	0.00	0.00
6	18.64	0.00	15.96	11.01	0.00	10.04	10.94	0.00	0.00
7	21.77	0.00	18.78	12.51	0.00	10.94	11.17	0.00	0.00
8	24.80	0.00	21.53	13.97	0.00	11.17	10.63	0.00	0.00
9	27.75	0.00	24.21	15.40	0.00	10.63	9.20	0.00	0.00
10	26.81	0.00	23.39	14.87	0.00	9.20	7.26	0.00	0.00
11	24.73	0.00	21.46	13.90	0.00	7.26	5.20	0.00	0.00
12	22.56	0.00	19.45	12.89	0.00	5.20	3.11	0.00	0.00
13	20.31	0.00	17.35	11.84	0.00	3.11	1.09	0.00	0.00
14	17.95	0.00	15.16	10.74	0.00	1.09	-0.75	0.00	0.00
15	15.50	0.00	12.86	9.58	0.00	-0.75	-2.27	0.00	0.00
16	12.95	0.00	10.44	8.37	0.00	-2.27	-3.35	0.00	0.00
17	10.28	0.00	7.90	7.11	0.00	-3.35	-3.83	0.00	0.00
18	7.50	0.00	5.23	5.77	0.00	-3.83	-3.56	0.00	0.00
19	4.59	0.00	2.41	4.36	0.00	-3.56	-2.35	0.00	0.00
20	1.55	0.00	-0.58	2.87	0.00	-2.35	0.00	0.00	0.00

Analisi della superficie 2 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso l'alto

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 112.54	Y[m]= 58.74
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 122.02	Y _v [m]= 35.61
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 130.29	Y _m [m]= 41.14
Coefficiente di sicurezza	C _s = 0.725	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	122.02	35.61	35.61	122.44	36.23	35.78	122.30	35.87	0.46	22.81	20.46	4
2	122.44	36.23	35.78	122.87	36.85	35.97	122.68	36.23	0.46	23.87	20.46	4
3	122.87	36.85	35.97	123.29	37.47	36.17	123.09	36.63	0.47	24.94	20.46	4
4	123.29	37.47	36.17	123.72	38.09	36.38	123.51	37.04	0.47	26.01	20.46	4
5	123.72	38.09	36.38	124.14	38.71	36.59	123.94	37.45	0.48	27.10	20.46	4
6	124.14	38.71	36.59	124.57	39.33	36.82	124.36	37.87	0.48	28.20	20.46	4
7	124.57	39.33	36.82	124.99	39.95	37.06	124.78	38.30	0.49	29.31	20.46	4
8	124.99	39.95	37.06	125.42	40.57	37.31	125.21	38.73	0.49	30.43	20.46	4
9	125.42	40.57	37.31	125.84	41.19	37.57	125.63	39.16	0.50	31.57	20.46	4
10	125.84	41.19	37.57	126.24	41.19	37.83	126.04	39.44	0.48	32.69	20.46	4
11	126.24	41.19	37.83	126.65	41.18	38.10	126.44	39.57	0.49	33.80	20.46	4
12	126.65	41.18	38.10	127.05	41.18	38.38	126.85	39.71	0.49	34.92	20.46	4
13	127.05	41.18	38.38	127.46	41.17	38.68	127.25	39.85	0.50	36.06	20.46	4
14	127.46	41.17	38.68	127.86	41.17	38.99	127.66	40.00	0.51	37.22	20.46	4
15	127.86	41.17	38.99	128.27	41.16	39.31	128.06	40.15	0.52	38.39	20.46	4
16	128.27	41.16	39.31	128.67	41.16	39.64	128.46	40.31	0.53	39.59	20.46	4
17	128.67	41.16	39.64	129.08	41.15	39.99	128.87	40.48	0.53	40.80	20.46	4



18	129.08	41.15	39.99	129.48	41.15	40.36	129.27	40.66	0.54	42.04	20.46	4
19	129.48	41.15	40.36	129.89	41.14	40.74	129.66	40.84	0.56	43.30	20.46	4
20	129.89	41.14	40.74	130.29	41.14	41.14	130.02	41.00	0.57	44.59	20.46	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	1.78	0.00	0.66	2.88	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00
2	5.31	0.00	3.65	4.44	0.00	2.28	4.50	0.00	0.00
3	8.76	0.00	6.56	5.96	0.00	4.50	6.55	0.00	0.00
4	12.14	0.00	9.41	7.45	0.00	6.55	8.30	0.00	0.00
5	15.43	0.00	12.19	8.91	0.00	8.30	9.62	0.00	0.00
6	18.64	0.00	14.90	10.33	0.00	9.62	10.42	0.00	0.00
7	21.77	0.00	17.54	11.71	0.00	10.42	10.57	0.00	0.00
8	24.80	0.00	20.11	13.07	0.00	10.57	9.97	0.00	0.00
9	27.75	0.00	22.62	14.39	0.00	9.97	8.51	0.00	0.00
10	26.81	0.00	21.85	13.90	0.00	8.51	6.59	0.00	0.00
11	24.73	0.00	20.04	13.00	0.00	6.59	4.57	0.00	0.00
12	22.56	0.00	18.16	12.07	0.00	4.57	2.54	0.00	0.00
13	20.31	0.00	16.19	11.09	0.00	2.54	0.60	0.00	0.00
14	17.95	0.00	14.13	10.08	0.00	0.60	-1.14	0.00	0.00
15	15.50	0.00	11.97	9.01	0.00	-1.14	-2.57	0.00	0.00
16	12.95	0.00	9.70	7.89	0.00	-2.57	-3.55	0.00	0.00
17	10.28	0.00	7.32	6.72	0.00	-3.55	-3.94	0.00	0.00
18	7.50	0.00	4.81	5.48	0.00	-3.94	-3.60	0.00	0.00
19	4.59	0.00	2.16	4.18	0.00	-3.60	-2.35	0.00	0.00
20	1.55	0.00	-0.65	2.80	0.00	-2.35	0.00	0.00	0.00

Analisi della superficie 3 - coefficienti parziali caso A2M2 e sisma verso il basso

Numero di strisce	20	
Coordinate del centro	X[m]= 113.54	Y[m]= 58.74
Raggio del cerchio	R[m]= 25.00	
Intersezione a valle con il profilo topografico	X _v [m]= 121.67	Y _v [m]= 35.10
Intersezione a monte con il profilo topografico	X _m [m]= 131.28	Y _m [m]= 41.12
Coefficiente di sicurezza	C _s = 0.728	

Geometria e caratteristiche strisce

N°	X _s	Y _{ss}	Y _{si}	X _d	Y _{ds}	Y _{di}	X _g	Y _g	L	α	φ	c
1	121.67	35.10	35.10	122.19	35.86	35.28	122.02	35.41	0.55	19.61	20.46	4
2	122.19	35.86	35.28	122.65	36.52	35.46	122.44	35.80	0.49	20.80	20.46	4
3	122.65	36.52	35.46	123.10	37.19	35.64	122.89	36.22	0.49	21.93	20.46	4
4	123.10	37.19	35.64	123.56	37.86	35.84	123.34	36.64	0.50	23.06	20.46	4



5	123.56	37.86	35.84	124.02	38.52	36.04	123.79	37.07	0.50	24.20	20.46	4
6	124.02	38.52	36.04	124.47	39.19	36.26	124.25	37.51	0.50	25.35	20.46	4
7	124.47	39.19	36.26	124.93	39.86	36.48	124.70	37.95	0.51	26.51	20.46	4
8	124.93	39.86	36.48	125.38	40.52	36.72	125.16	38.40	0.52	27.69	20.46	4
9	125.38	40.52	36.72	125.84	41.19	36.98	125.62	38.86	0.52	28.88	20.46	4
10	125.84	41.19	36.98	126.33	41.18	37.26	126.08	39.15	0.57	30.13	20.46	4
11	126.33	41.18	37.26	126.83	41.18	37.56	126.58	39.30	0.58	31.45	20.46	4
12	126.83	41.18	37.56	127.32	41.17	37.88	127.07	39.45	0.59	32.78	20.46	4
13	127.32	41.17	37.88	127.82	41.17	38.22	127.57	39.61	0.60	34.14	20.46	4
14	127.82	41.17	38.22	128.31	41.16	38.57	128.06	39.78	0.61	35.52	20.46	4
15	128.31	41.16	38.57	128.81	41.15	38.94	128.55	39.95	0.62	36.93	20.46	4
16	128.81	41.15	38.94	129.30	41.15	39.33	129.05	40.14	0.63	38.36	20.46	4
17	129.30	41.15	39.33	129.80	41.14	39.75	129.54	40.34	0.64	39.82	20.46	4
18	129.80	41.14	39.75	130.29	41.14	40.18	130.03	40.55	0.66	41.31	20.46	4
19	130.29	41.14	40.18	130.79	41.13	40.64	130.51	40.76	0.67	42.84	20.46	4
20	130.79	41.13	40.64	131.28	41.12	41.12	130.95	40.96	0.69	44.41	20.46	4

Forze applicate sulle strisce [JANBU]

N°	W	Q	N	T	U	E _s	E _d	X _s	X _d
1	2.83	0.00	1.72	3.91	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00
2	7.11	0.00	5.73	5.62	0.00	2.91	5.65	0.00	0.00
3	11.34	0.00	9.58	7.61	0.00	5.65	8.36	0.00	0.00
4	15.48	0.00	13.33	9.55	0.00	8.36	10.88	0.00	0.00
5	19.53	0.00	16.99	11.45	0.00	10.88	13.04	0.00	0.00
6	23.48	0.00	20.56	13.31	0.00	13.04	14.67	0.00	0.00
7	27.34	0.00	24.04	15.12	0.00	14.67	15.61	0.00	0.00
8	31.09	0.00	27.44	16.89	0.00	15.61	15.71	0.00	0.00
9	34.74	0.00	30.75	18.62	0.00	15.71	14.81	0.00	0.00
10	38.22	0.00	33.82	20.47	0.00	14.81	12.95	0.00	0.00
11	35.40	0.00	31.18	19.16	0.00	12.95	10.62	0.00	0.00
12	32.43	0.00	28.42	17.79	0.00	10.62	7.99	0.00	0.00
13	29.30	0.00	25.51	16.35	0.00	7.99	5.22	0.00	0.00
14	26.01	0.00	22.45	14.84	0.00	5.22	2.49	0.00	0.00
15	22.55	0.00	19.21	13.24	0.00	2.49	0.00	0.00	0.00
16	18.91	0.00	15.79	11.55	0.00	0.00	-2.02	0.00	0.00
17	15.08	0.00	12.15	9.76	0.00	-2.02	-3.32	0.00	0.00
18	11.04	0.00	8.29	7.86	0.00	-3.32	-3.64	0.00	0.00
19	6.79	0.00	4.16	5.84	0.00	-3.64	-2.65	0.00	0.00
20	2.30	0.00	-0.26	3.67	0.00	-2.65	0.00	0.00	0.00