

# COMUNE DI CASINA

PROVINCIA DI PREGGIO EMILIA  
REGIONE EMILIA ROMAGNA

LAVORO:

## PIANO OPERATIVO COMUNALE 2014

### AREA ATR21

### LOCALITÀ ROVETTO - LEGUIGNO

TITOLO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

COMMESSA N°

G 1 4 G A 0 1 8

DATA

MARZO 2014

ELABORATO

R G 0 1 A

ESTENSORE:

  
geode  
S.C.R.L.

Geode srl  
Via Martinella 50/C  
43124 - PARMA

tel: 0521257057 - fax: 0521921910

e-mail: [geologia@geodeonline.it](mailto:geologia@geodeonline.it)



Dott. Geol. Giancarlo Bonini

COMMITTENTE:

Sig.ra Iori Linda

INDICE

<b>A. Premessa</b>	<b>3</b>
A.1 Normative di riferimento	3
A.2 Localizzazione del sito	4
<b>B. Inquadramento geologico ed idrogeologico</b>	<b>6</b>
B.1 Quadro geologico	6
B.2 Stratigrafia e geologia locale	6
B.2.1 ANT - Marne di Antognola	7
B.2.2 RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari	7
B.2.3 MCS - Flysch di Monte Cassio	7
B.2.4 AVV - Argille Varicolori di Cassio	7
B.2.5 Depositi quaternari continentali	7
B.3 Aspetti geomorfologici	8
B.4 Idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi	12
<b>C. Dati geognostici</b>	<b>13</b>
C.1 Indagini geognostiche	13
C.1.1 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH-DIN)	14
C.1.2 Prove penetrometriche statiche (CPT).	14
C.1.2.1 Grafici prova CPT2	15
C.1.3 Prova sismica tipo HV	16
C.1 Schema litologico e modello geologico-tecnico	17
C.2 Parametri meccanici	19
C.2.1 Coesione non drenata	19
C.2.2 Resistenza al taglio e densità relativa	19
C.2.3 Modulo Edometrico	20
C.2.4 Parametri dell'ammasso roccioso	21
<b>D. Modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione</b>	<b>24</b>
D.1 Sismicità	24
D.1.1 Zonazione sismica e pericolosità	24
D.1.2 Classificazione sismica	25
D.2 Elementi di microzonazione sismica	27
D.2.1 Rischio sismico da PSC di Casina	28
D.2.2 Elementi di Analisi locale di secondo livello	28
D.2.2.1 Il fattore di amplificazione stratigrafico	29
D.2.2.2 Fattore di amplificazione topografico	29
D.2.2.3 Accelerazione massima orizzontale e coefficienti sismici	30
<b>E. Requisiti di sicurezza del terreno e stabilità globale</b>	<b>32</b>
E.1 Analisi geologica di stabilità del pendio	32
E.1.1 Pendio finito	32
E.1.2 Metodo di calcolo equilibrio limite	32
E.1.3 Considerazioni di stabilità	33
E.1.4 Verifiche di stabilità	34
<b>F. Considerazioni finali e giudizio di fattibilità geologico-sismica</b>	<b>38</b>
<b>ALLEGATO 1 Prove penetrometriche statiche e dinamiche</b>	<b>41</b>
<b>ALLEGATO 2 Indagini sismiche passive</b>	<b>46</b>

## A. PREMESSA

Per incarico della proprietà è stato eseguito uno studio geologico-sismico al fine di verificare la fattibilità geologica inerente l'inserimento nel POC dell'area denominata ATR21 posta presso loc. Rovetto, nel settore settentrionale dell'abitato, in comune di Casina (RE) avente una superficie di 3.100 mq circa.

Lo studio svolto ha contemplato:

- Modello geologico di riferimento: in esso vengono descritte le formazioni e le litologie presenti nell'area, l'assetto stratigrafico e strutturale; l'analisi è supportata dalla redazione di una carta geologica;
- Studio geomorfologico di dettaglio costituito da cartografia geomorfologica, analisi dell'acclività, valutazione del rischio di dissesto;
- Indagini geognostiche costituite da Prove penetrometriche statiche (n.1) e dinamiche (1), misure di microtremore sismico (HVSR) per la definizione delle frequenze fondamentali del sito in esame.;
- Definizione del modello stratigrafico e caratterizzazione meccanica del sottosuolo ed analisi di fattibilità delle fondazioni;
- Valutazione sismica locale;
- Verifiche di stabilità delle scarpate;
- Analisi di fattibilità geologica-sismica

Tavole allegate alla relazione:

*Tavola 01: Carta geologica. Scala 1:5.000*

*Tavola 02: Carta geomorfologica. Scala 1:2.000*

### A.1 Normative di riferimento

- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 *Costruzioni in zona sismica*
- D.A.L. 112/2007. *Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, c.1 della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*
- D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*
- L.R. 19 del 30.10.2008. *Norme per la riduzione del rischio sismico.*
- D.G.R. 1373/2011. *Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità di controllo degli stessi ai sensi dell'art. 12, comma 1 e dell'art. 4, comma 1 della L.R. 19 del 2008 per la riduzione del rischio sismico.*

PTCP	Tavola P6	<i>Carta inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)"</i>	Esterno alle aree delimitate
	Tavola P7	<i>Carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)</i>	Esterno alle fasce fluviali
	Tavola P9a	<i>Rischio sismico-carta degli effetti attesi</i>	Categoria H
	Tavola P9b	<i>Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento</i>	Livello di approfondimento I
	Tavola 10a	<i>Carta delle tutele delle acque superficiali e sotterranee</i>	Esterna alle aree di protezione
PSC	Tavola P2	<i>Carta delle tutele ambientali, storico-culturali e dei vincoli sovraordinati</i>	Ambito di trasformazione residenziale da regolare con il POC. Sistema dei crinali.
	Tavola P3	<i>Rispetti e limiti all'edificazione</i>	Ambito di trasformazione residenziale da regolare con il POC. Esterno al sistema degli ambiti interessati da rischi naturali.
	Tavola P6	<i>Carta dell'inventario del dissesto</i>	Esterno alle aree perimetrate.
	Tavola P8	<i>Carta delimitazione fasce fluviali</i>	Esterno alle fasce fluviali
	Tavola P9	<i>Aree soggette ad effetti locali</i>	Aree con depositi del substrato caratterizzati da Vs30 minore di 800m/s, per le quali l'effetto atteso è l'amplificazione.
	Tavola P10	<i>Carta di Microzonazione sismica</i>	5 - Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche.
	Tavola P11	<i>Livelli di approfondimento</i>	livello di approfondimento II
<b>Vincolo idrogeologico</b>		<b>R.D. 3267/23</b>	E' ricompreso nelle aree soggette a vincolo idrogeologico.

*Figura B.1 Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.*

**B.2.1 ANT - Marne di Antognola**

Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere. Stratificazione difficilmente percepibile. Sono presenti livelli torbiditici di arenarie vulcanoclastiche, arcose e quarzoso-feldspatiche, talora selciose. Localmente presente un orizzonte a slumping (sl).

Localmente è stata distinta la litofacies arenacea (ANTa), caratterizzata dalla presenza di torbiditi arenaceo-pelitici con areniti medio-fini, in strati sottili e medi, e areniti grossolane in strati spessi. Il limite inferiore discordante su RAN, netto su LGR; unità in eteropia con MVT. La potenza totale della formazione varia da pochi metri a oltre 200 m. (*Rupeliano terminale - Burdigaliano inf.*)

**B.2.2 RAN3 - Formazione di Ranzano - membro di Varano de' Melegari**

Torbiditi arenaceo-pelitici con  $A/P < 1$ , in strati da sottili a spessi, tabulari o lenticolari; litareniti risedimentate fini o finissime, grigio verdastre, particolarmente ricche di frammenti di rocce carbonatiche, passanti a pelite e pelite marnosa scura. Le peliti possono localmente costituire anche l'intero strato. Nell'area del Foglio 218 sono frequenti gli intervalli caotici, sono presenti anche livelli ricchi di frammenti di serpentinoscisti e altre metamorfiti di alta pressione e strati sottili di vulcanoareniti feldspatiche di composizione andesitica. Passaggio inferiore netto su RAN2. Potenza massima di oltre 600 m. (*Rupeliano medio - sup.*)

**B.2.3 MCS - Flysch di Monte Cassio**

Torbiditi a base calcarenitica fine e media passante a marne calcaree, marne e calcari marnosi grigio-biancastri in strati da spessi a molto spessi, alternate a pacchi di strati torbiditici arenaceo-pelitici da sottili a spessi, grigiastri. Intercalazioni regolari di sottili livelli pelitici grigioverdastri e neri. Contatto inferiore non affiorante o tettonizzato su AVV. Torbiditi e fanghi intrabacinali, in ambiente di piana, sotto la superficie di compensazione dei carbonati. Potenza parziale di un migliaio di metri. (*Campaniano sup. - Maastrichtiano sup.*)

**B.2.4 AVV - Argille Varicolori di Cassio**

Argille e argilliti rosse, violacee, grigio scure e verdastre, fissili, con intercalazioni di strati sottili di arenarie fini e siltiti grigio scure, manganesifere e localmente cloritiche, di calciliti silicizzate grigio-verdine e di calcareniti e arenarie litiche e feldspatiche grossolane. Nell'area del Foglio 218 presenti sporadici strati medio-sottili di arenarie a composizione ofiolitica. Nell'area del Foglio 219 presenti intercalazioni lenticolari metriche di breccie a matrice argillosa con clasti di calciliti e arenarie non cartografabili. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità s.l. e flussi concentrati di locale alimentazione insubrica. Contatti per lo più tettonizzati con le formazioni sottostanti; nell'area del Foglio 219 ipotizzata una eteropia con SCB. Potenza geometrica variabile da qualche decina a qualche centinaio di metri. (*Cenomaniano - Campaniano*)

**B.2.5 Depositi quaternari continentali**

**a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango.** Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

**a1g - Deposito di frana attiva complessa.** Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

L'area in esame risulta esterna ai dissesti censiti nella Tavola P6 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia di cui di seguito si riporta un estratto, sebbene siano presenti a nord ovest (circa 100 m) ed a sud (circa 80 m) frane attive: tali dissesti, attivatisi prevalentemente all'interno dei terreni di natura liguride a dominante presenza argillosa (AVV) non coinvolgono il sito in esame; in adiacenza al bordo ovest è presente una debole scarpata morfologica.

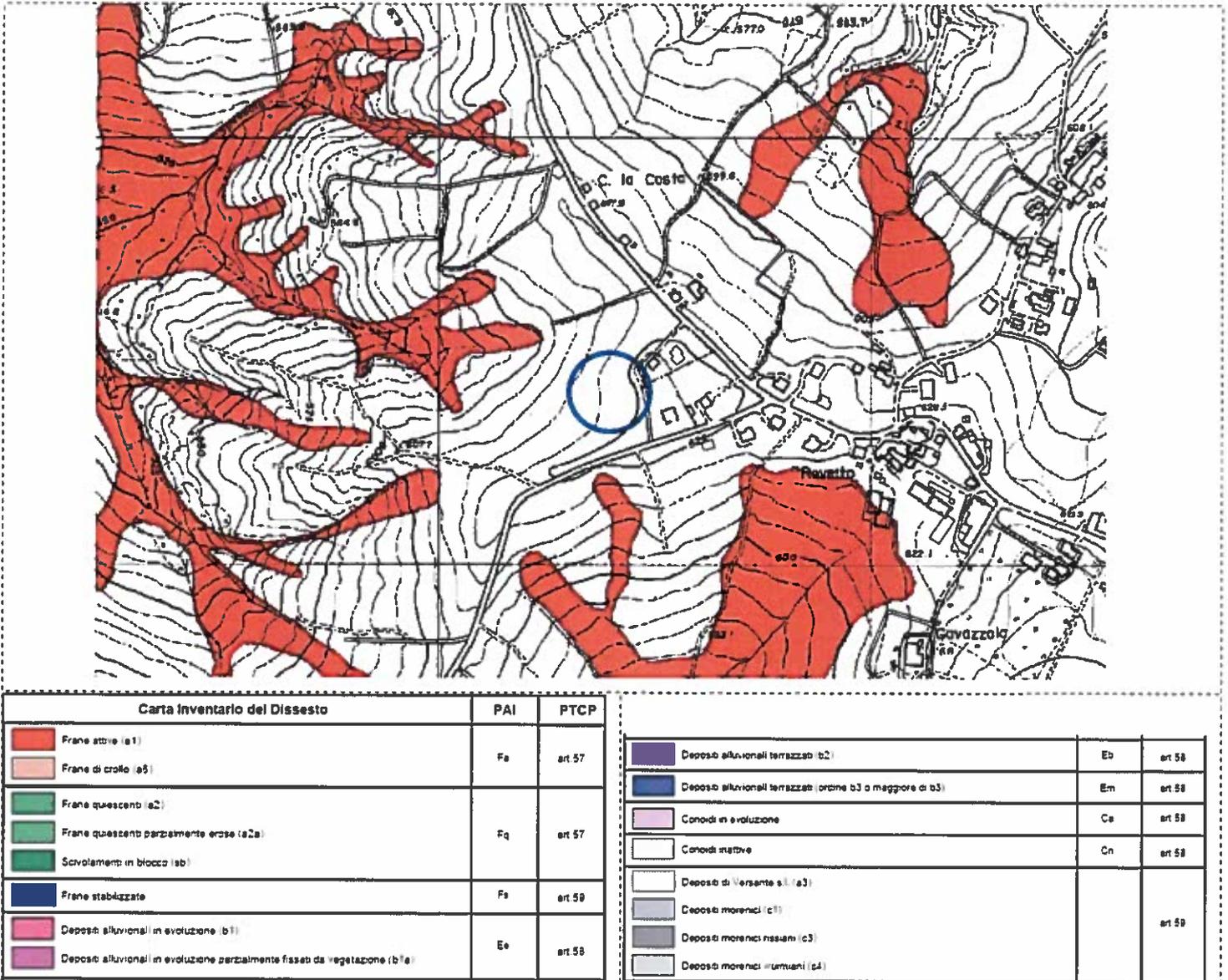


Figura B.4 Estratto dalla tavola P6 "Carta inventario del dissesto" del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Nella Carta inventario del dissesto P6 del PSC associato dei comuni di Baiso-Canossa-Casina-Vetto-Villaminazzo, di cui di seguito si riporta un estratto, per l'area in esame non sono segnalati fenomeni di dissesto.



AGEA 2008



OrtoSat 2003

**C. DATI GEOGNOSTICI**

**C.1 Indagini geognostiche**

Per ottenere informazioni relative alla situazione del sottosuolo sono state eseguite una prova penetrometrica dinamica(DSPH), una prova penetrometrica statica (CPT), due prove sismiche tipo HVSR; l'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente.

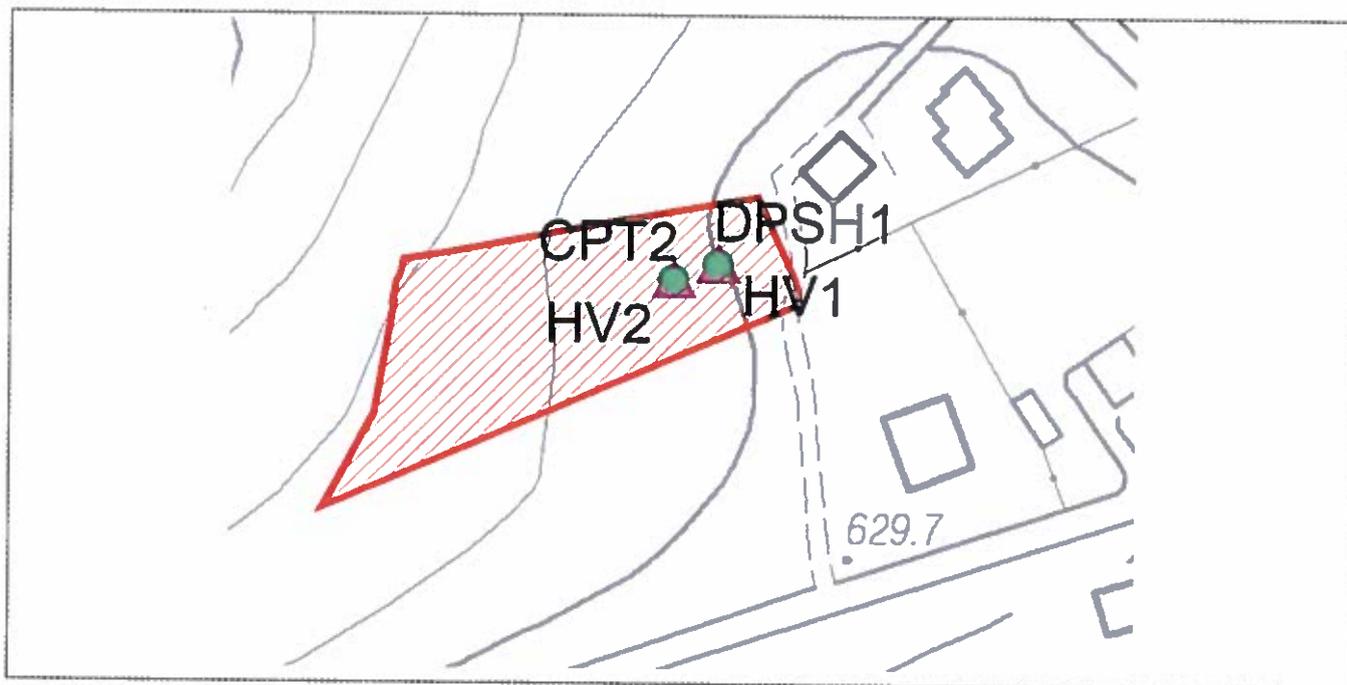


Figura C.1. Ubicazione indagini geognostiche.

SIGLA	TIPO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SOGGIACENZA FALDA (m dal p.c.)	Note
DPSH1	Prova penetrometrica dinamica	15.40	-	Esecuzione il 18/02/2014
CPT2	Prova penetrometrica statica	14.00	-	Esecuzione il 18/02/2014
HV1	Misura microtremore			
HV2	Misura microtremore			

Tabella 1. Elenco indagini geognostiche eseguite.

C.1.2.1 Grafici prova CPT2

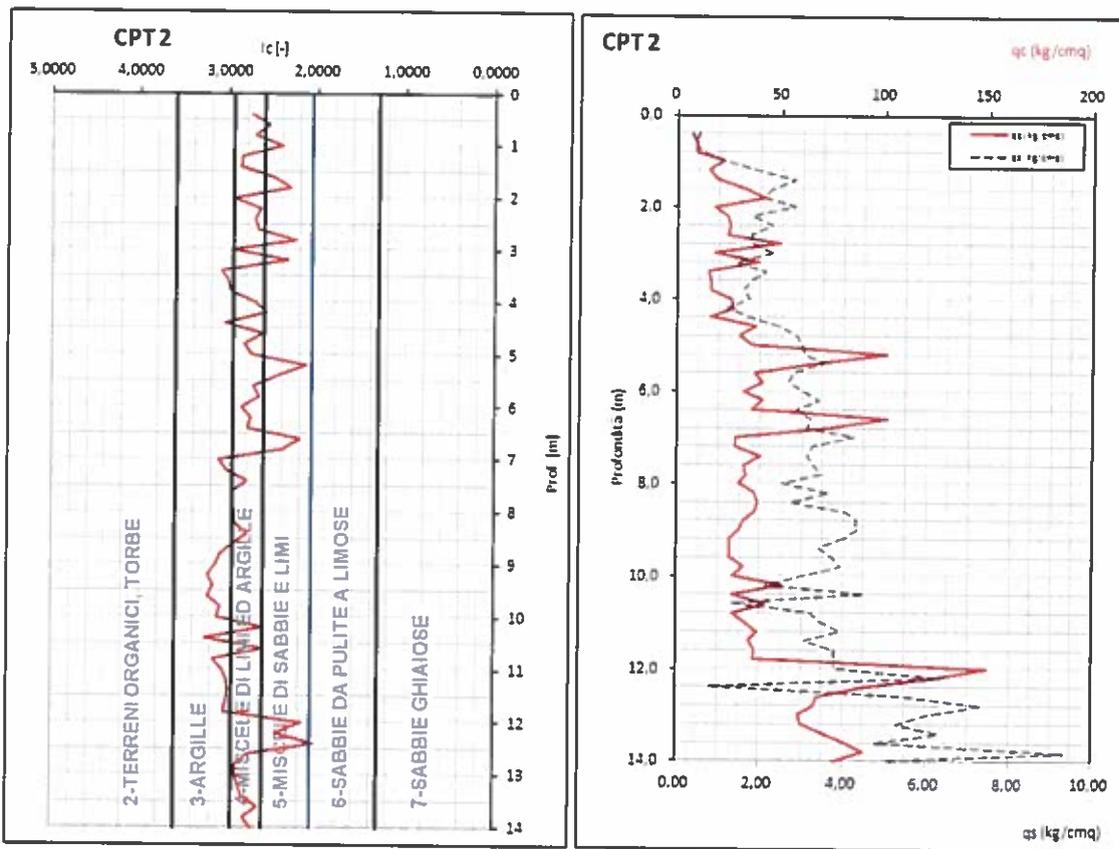


Figura C.3. Variazione  $q_c$  e  $q_s$  in profondità e classificazione terreni sulla base del parametro  $I_c$  (Robertson, 1990) per la prova CPT2

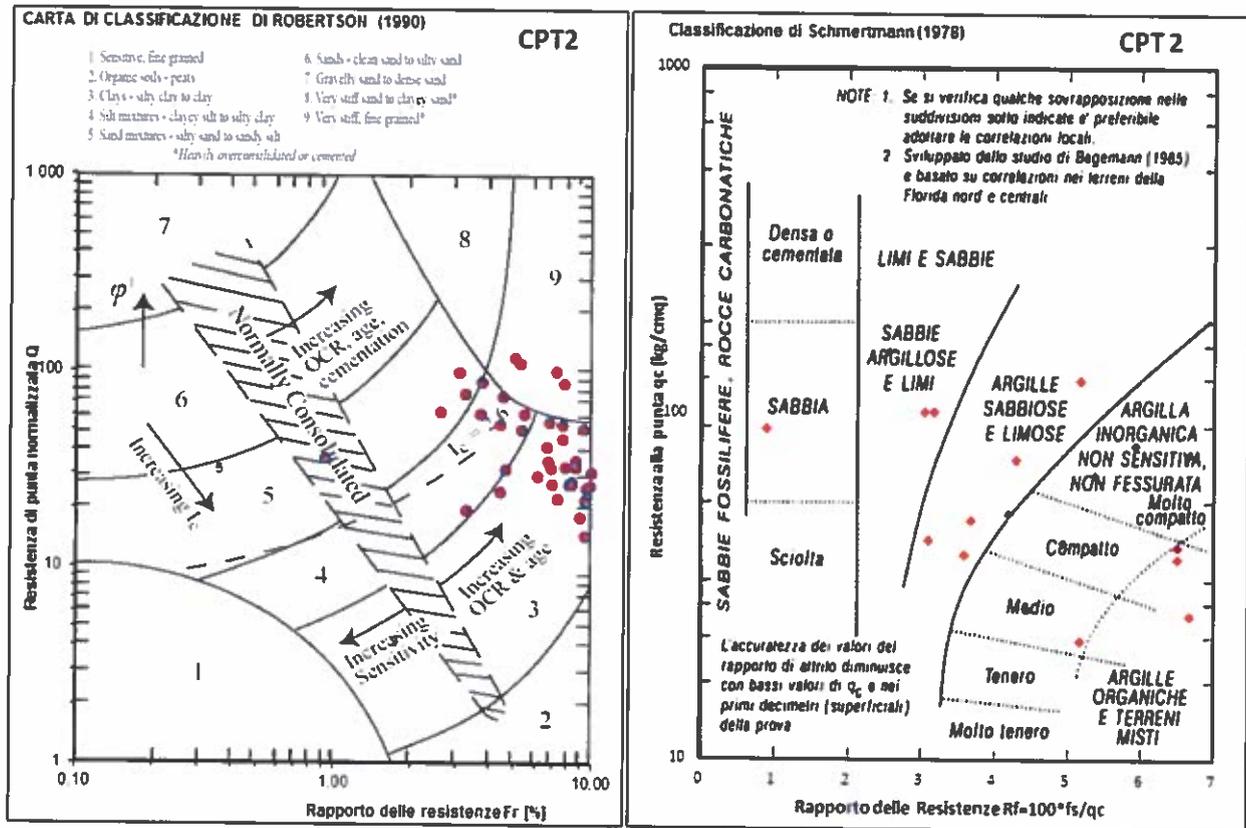


Figura C.4. Classificazioni litologiche secondo Robertson (1990) e Schmertmann (1978) per la prova CPT2.

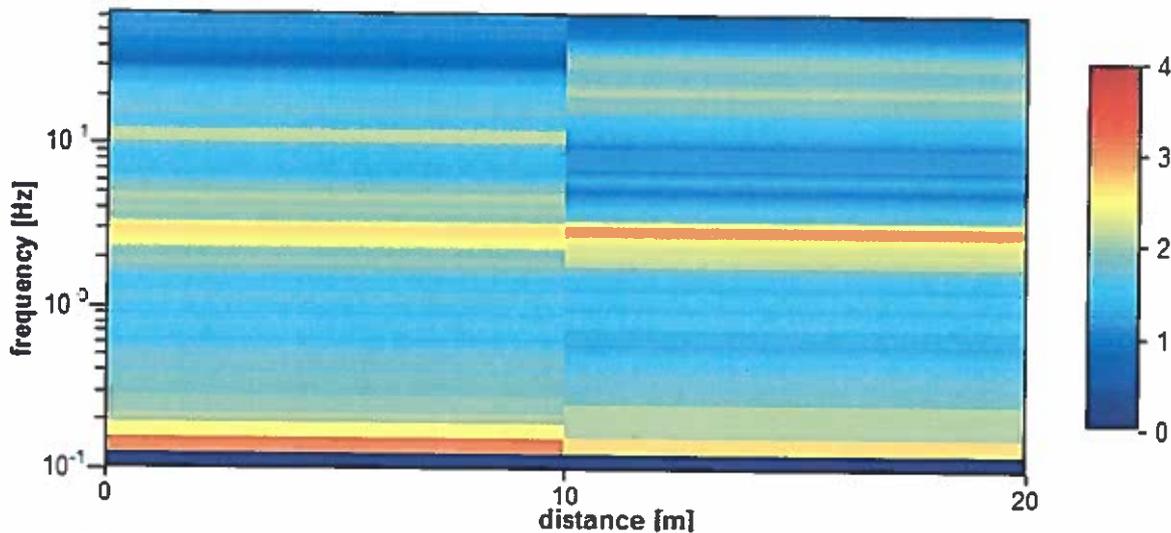


Figura C.7. Sezione HV1- HV2 con evidenza delle amplificazioni (da 0 a 4) in funzione delle frequenze e delle distanze.

### C.1 Schema litologico e modello geologico-tecnico

Il modello geologico e stratigrafico è stato definito in prima fase attraverso la ricostruzione topografica e geologica di dettaglio dell'area eseguendo rilievi geologici e topografici specifici ed in seconda fase effettuando una serie di indagini geognostiche.

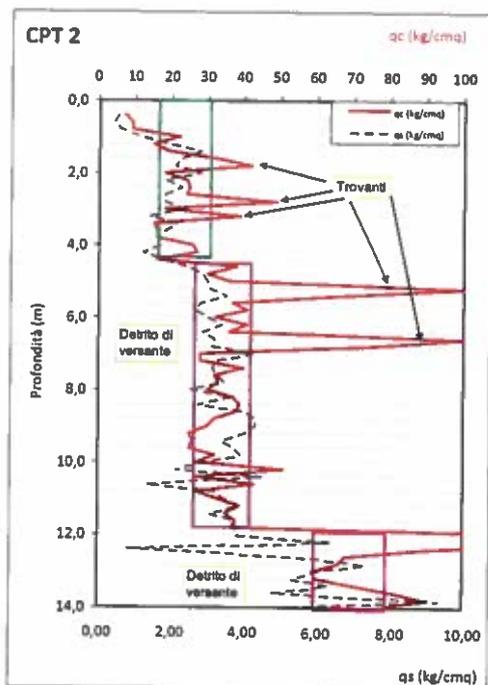
Le indagini hanno consentito di individuare le seguenti unità geotecniche-geomeccaniche:

- Unità L1: suolo Lo spessore è di circa 1 m da p.c.. (Dati caratterizzanti:  $N_{spt} = 0.2$ ,  $q_c = 8 \text{ kg/cm}^2$ ;  $V_s = 110-120 \text{ m/s}$ ).
- Unità L2 (detrito 1): detrito di versante scarsamente addensato, presente fino alla profondità di 9.0-12.0 m da p.c. Dati caratterizzanti:  $N_{spt} = 6$ ,  $q_c = 20-35 \text{ kg/cm}^2$ ;  $V_s = 225 \text{ m/s}$ .
- Unità L3 (detrito 2): detrito di versante maggiormente addensato, presente fino al passaggio al substrato a circa 19-21.5 m da p.c.. Dati caratterizzanti:  $N_{spt} = 11$ ;  $q_c = 60-80 \text{ kg/cm}^2$ ;  $V_s = 225 \text{ m/s}$ .
- Unità L4: Substrato roccioso costituito dalle Argille Varicolori di Cassio (AVV): dal punto di vista litotecnico si tratta di argilliti intensamente tettonizzate - unità costituite in prevalenza da argille consolidate che a causa della loro storia tettonica risultano intensamente piegate e fratturate dalla scala dell'affioramento fino alla scala del campione ("argille scagliose"). Presente dalla profondità di circa 19.0-21.5, come individuato dalle indagini sismiche, si caratterizza per  $V_s > 400 \text{ m/s}$ .

La cartografia regionale indica la presenza in quest'area, al di sopra delle AVV, anche del Flysch del monte Cassio: le indagini ed i rilievi eseguiti non danno riscontro della presenza di tale formazione internamente al sito di interesse. Di seguito per completezza ne verranno comunque descritte le principali caratteristiche geotecniche.

Il modello geologico-tecnico semplificato e la relativa parametrizzazione sono riportati nello schema successivo.

Profondità m dal pc	Litologia	Comportamento	Parametri caratteristici*	
0.0-0.8/1.2	L1. Suolo	Coesivo/granulare	Parametri totali $\gamma_k = 18-19 \text{ kN/m}^3$ $Cu_k = 33-40 \text{ kPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $Mk = 3.0-3.5 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 17-18 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 0-5.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 26-27^\circ$



Nella prova CPT2 si individua anche una porzione più superficiale del detrito 1 che raggiunge i 4.5 m di profondità avente caratteristiche meccaniche di qc media di circa 20 kg/cm<sup>2</sup> al disotto della quale si individuano un orizzonte con valori medi maggiori (qc = 35 kg/cm<sup>2</sup>). Si segnala la presenza di blocchi distribuiti in modo casuale ma più frequenti nei primi 7/8 m.

## C.2 Parametri meccanici

### C.2.1 Coesione non drenata

Per la valutazione della coesione non drenata (Cu), tipica dei terreni coesivi, è stata utilizzata la relazione proposta da Schmertmann (1975)<sup>5</sup>, espressa in funzione della resistenza alla punta qc (o Rp) del penetrometro statico e della pressione geostatica σv;  $Cu = Rp - \sigma_v / N_c$  [Kg/cm<sup>2</sup>]; dove Nc è una costante dipendente dal tipo di terreno in esame. Il valore di Cu è stato discretizzato per i livelli individuati, di seguito si riportano i valori ottenuti.

	L1	L2	L3
media	40,3	163,8	403,3
5° percen	34,9	74,6	279,1
minimo	33,9	70,3	276,8
massimo	43,5	490,2	719,0
Dev stad	5,5	83,8	138,5
COV	0,14	0,51	0,34
Bayesianc	37,53	121,93	334,08
16° Percen	36,94	110,97	299,35

Figura C.9. Valori di Cu (kPa) dalle prove CPT

### C.2.2 Resistenza al taglio e densità relativa

I valori caratteristici della resistenza al taglio drenata (τ) sono rappresentati dalla coesione drenata c' e dall'angolo di attrito φ'. Questo ultimo parametro è stato determinato dalle prove penetrometriche dinamiche utilizzando le seguenti equazioni:

$$\Phi' = (NSPT \cdot 0.3) + 27$$

$$\Phi' = (0.14 \cdot Dr) + 28$$

Shioi & Fukui (1982)<sup>6</sup>  
Schmertmann (1978)<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Schmertmann, J. H. 1975. "Measurement of In-Situ Strength," *Proceedings of the Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties*, American Society of Civil Engineers, pp 55-138.

<sup>6</sup> Shioi Y. & Fukui J. (1982): "Application of N-Value to Design of Foundations in Japan", *2nd European Symposium of penetration Testing*, Vol.1 pp159-164

C.2.4 Parametri dell'ammasso roccioso

I parametri di base delle Argille Varicolori (AVV) sono desunti da Mandrone G. 2004 che rielaborati in relazione alle condizioni litologiche e geometriche locali forniscono i parametri di seguito riportati.

Parametri meccanici caratteristici				
Unità geotecniche	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	C' coesione non drenata (kN/mc)	$\Phi'$ angolo di attrito interno( $^\circ$ )	Caratteristiche litologiche
AVV (Argille varicolori)	21-23	80 (8*)	23-34	Argille varicolori (fascia alterata e deformata)

\*Valore di C' molto cautelativo (1/10) utilizzato nelle verifiche di stabilità.

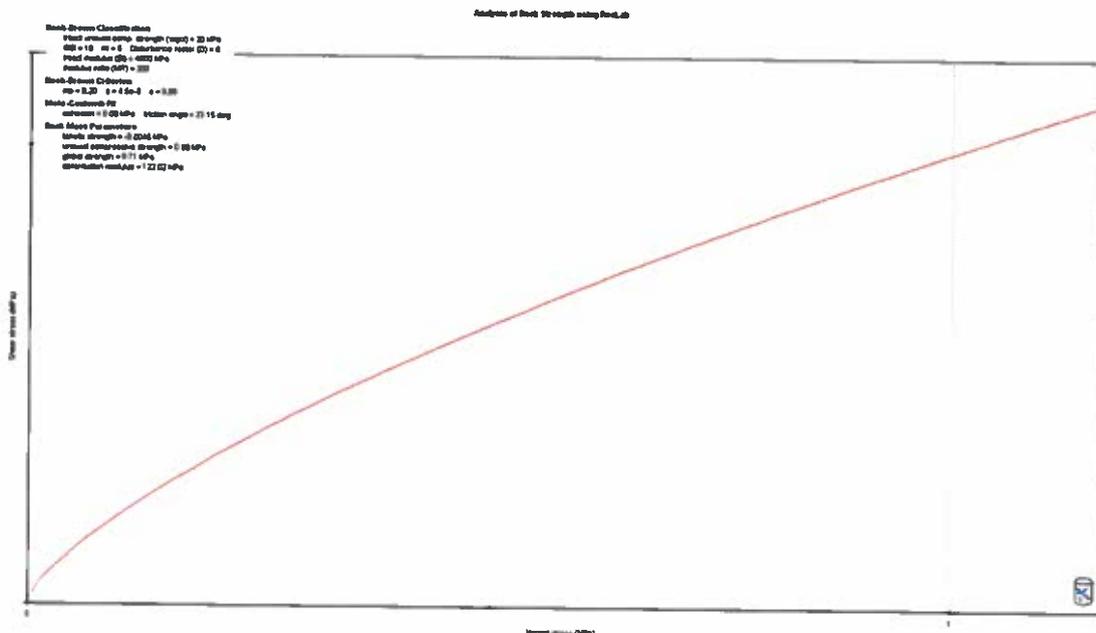
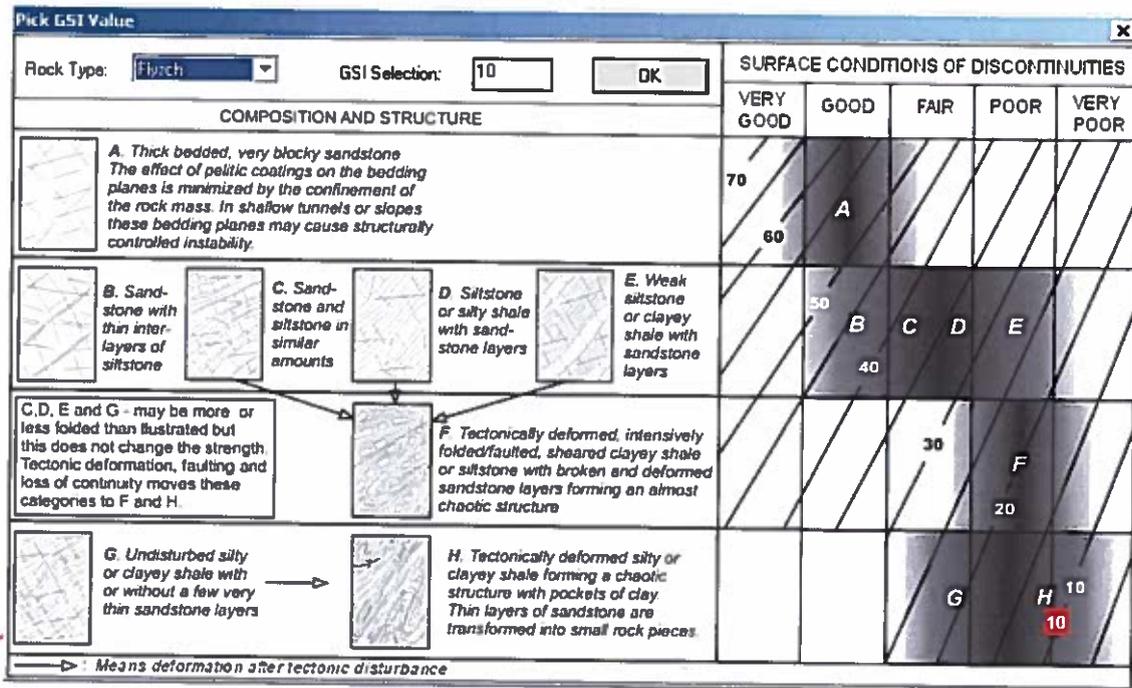


Figura C.13. Inviluppo di rottura Mohr-Coulomb e criterio Hoek e Brown per AVV molto deformato

Parametri meccanici caratteristici				
Unità geotecniche	Peso di volume $\gamma$ (kN/mc)	C' coesione non drenata (kN/mc)	$\Phi'$ angolo di attrito interno(°)	Caratteristiche litologiche
MCS (Flysch di M.te Cassio)	24	0-50 (5)	33-34	Formazione di Monte Cassio (fascia alterata e molto fratturata)

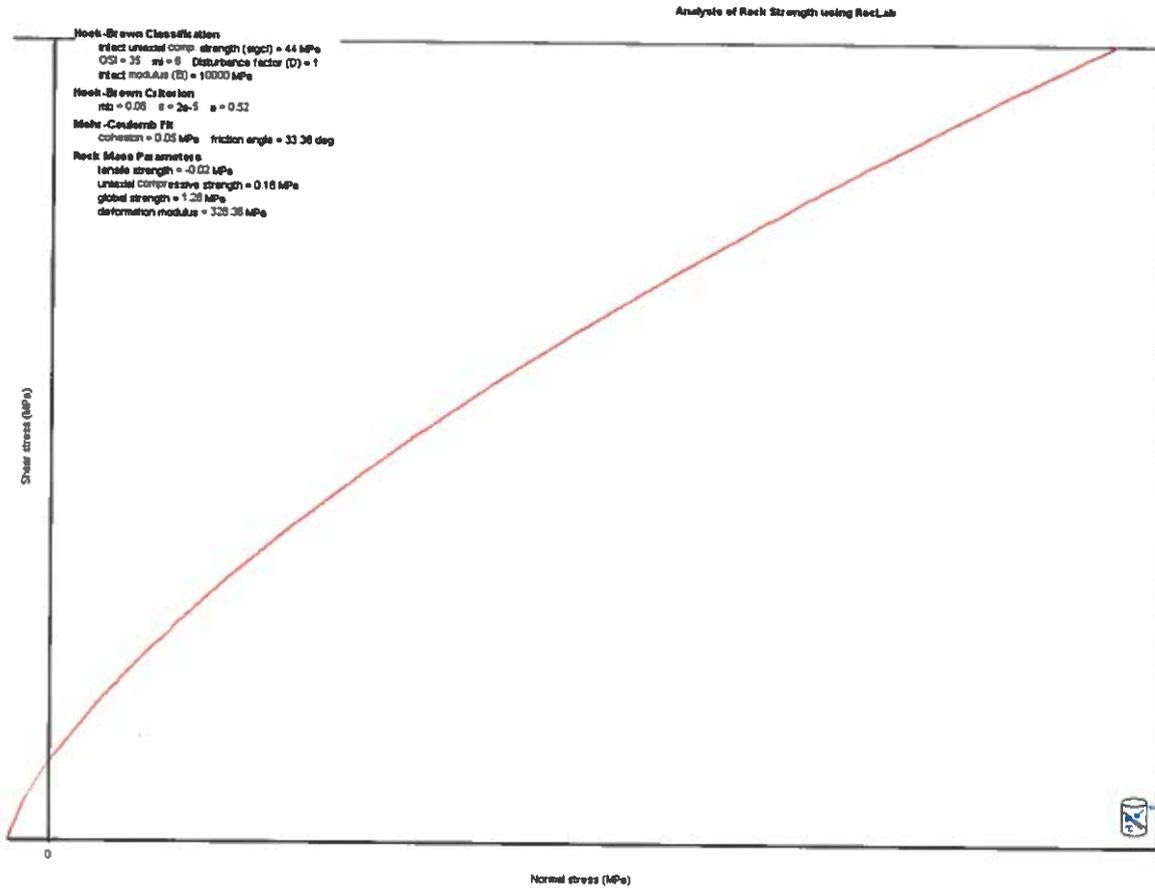
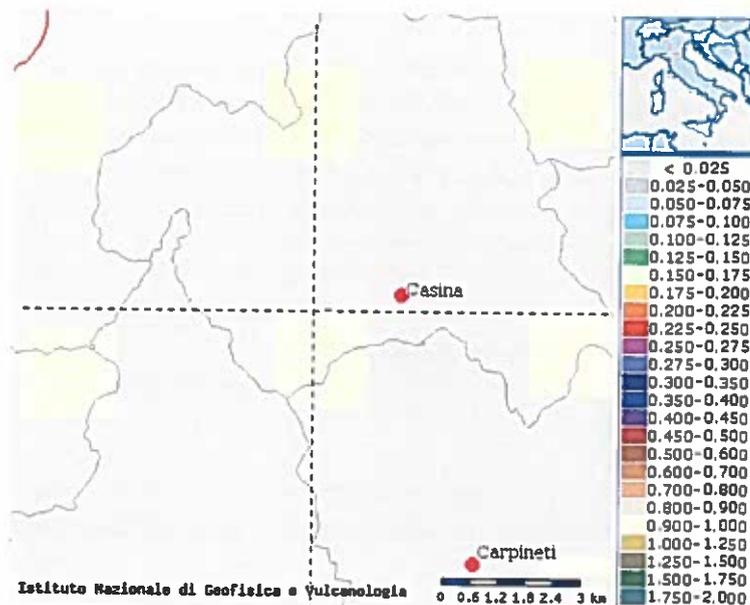


Figura C.14. Involuppo di rottura Mohr-Coulomb e criterio Hoek e Brown per MCS molto fratturato

I dati di disaggregazione riportati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i vertici identificati, per a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (SLV), indicano magnitudo (M) comprese tra 4-6 e distanze (D) comprese tra 0-30 km.

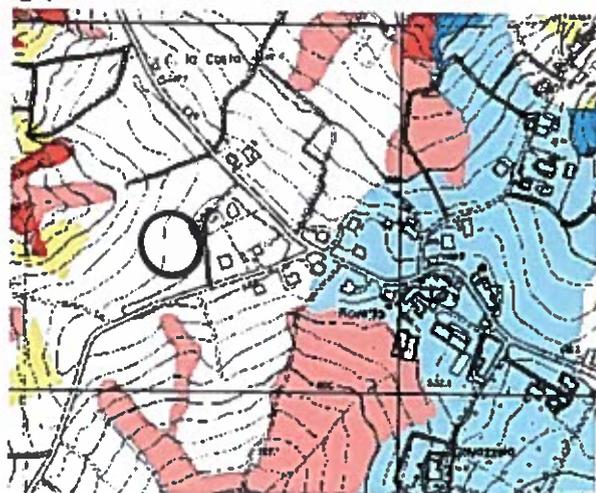


	16718	16717	16495	16496
M	4.88	4.89	4.870	4.870
D	8.520	8.670	8.500	8.56
Epsilon	0.888	0.910	0.891	0.898

Dati di disaggregazione estratti dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i nodi relativi all'area in esame.

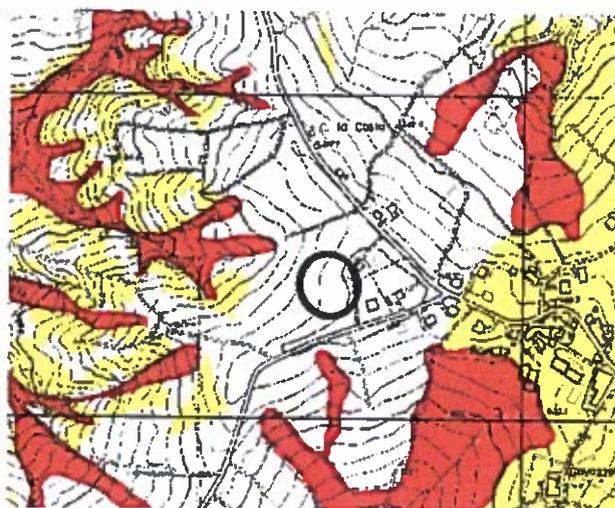
## D.2 Elementi di microzonazione sismica

Nella tavola P9a (218NO) "Rischio sismico-carta degli effetti attesi" del PTCP della provincia di Reggio Emilia, l'area oggetto del presente studio ricade in classe "H" per la quale non sono segnalati effetti attesi. Nella tavola P9b (218NO) "Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento" è indicato un livello di approfondimento "1".



CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X	X	X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X				X
G	X			X (potenziale)	
H					

Figura D.2. Estratto dalla tavola P9a (218 NO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta degli effetti attesi".



LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

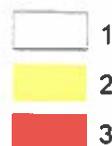


Figura D.3. Estratto dalla tavola P9b (218 NO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento".

Il primo step del calcolo del valore di FA prevede la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato ( $V_{SH}$  e  $V_{S30}$ ) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate.

La velocità delle onde di taglio equivalente nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto delle fondazioni è stata determinata attraverso la seguente formula:

$$V_{S30} = 30 / [\sum_{i=1,n} (h_i / V_{Si})]$$

In modo analogo la velocità delle onde di taglio equivalente fino alla profondità del bedrock si determina nel seguente modo:

$$V_{SH} = H / [\sum_{i=1,n} (h_i / V_{Si})]$$

Due prove sismiche eseguite hanno restituito un valore di  $V_{S30}$  al piano campagna pari a 236-268 m/s.

**D.2.2.1 Il fattore di amplificazione stratigrafico**

Dal momento che l'intervento in esame è ubicato in un ambito di "Appennino e margine appenninico padano" caratterizzato da velocità del substrato <800m/s, si devono usare le tabelle riportate in Figura D.5.

L'analisi delle tabelle ha permesso di ipotizzare per l'area in esame i seguenti fattori di amplificazione: F.A. P.G.A. pari a 2.3, F.A. INTENSITÀ SPETTRALE (0.1s <  $T_0$  < 0.5s) pari a 2.6 e F.A. INTENSITÀ SPETTRALE (0.5s <  $T_0$  < 1.0s) pari a 2.1.

I fattori di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA0) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner ( $S_i/S_{i0}$ ) per prefissati intervalli di periodi (0.1s <  $T_0$  < 0.5s e di 0.5s <  $T_0$  < 1.0s), dove  $PGA_0$  e  $S_{i0}$  sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e PGA e  $S_i$  sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Il valore dell'accelerazione  $a_{refg}$  amplificata vale 0.3634g.

**D.2.2.2 Fattore di amplificazione topografico**

Per quello che riguarda gli effetti topografici sono stati considerati i possibili effetti di amplificazione dell'onda sismica sia sulla base di quanto indicato nell'allegato A2 della DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, sia sulla base di quanto indicato dagli ICMS 2008<sup>18</sup>.

L'analisi eseguita ha permesso di evidenziare che il pendio di interesse [Crinale – Fosso Spessola] ha pendenza di circa 10°, pertanto il fattore di amplificazione topografica sia secondo la DAL 112/2007 sia secondo gli ICMS 2008 è risultato pari a 1 [St=1].

E' stato inoltre verificato che la configurazione topografica esistente non si configuri come cresta (sensu IMCS 2008) ed anche in questo caso è possibile escludere tale eventualità in quanto anche il pendio opposto è risultato con pendenze <10°.

F.A. P.G.A.

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

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

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

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

$V_{SH}$ H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0
10	1.6	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0
15	1.8	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0
20	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.0
25	2.4	2.4	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0
30	2.8	2.5	2.4	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.0
35	3.0	2.9	2.7	2.1	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.0
40	3.1	3.0	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.4	1.0

In caso di substrato marino caratterizzato da  $V_s < 800$  m/s affiorante si devono usare le seguenti tabelle

F.A. P.G.A.

$V_{SH}$ H	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0

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

$V_{SH}$ H	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0

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

$V_{SH}$ H	450	500	600	700	800
F.A.	1.4	1.4	1.3	1.3	1.0

Figura D.5. Valori del Fattore di Amplificazione in caso di substrato caratterizzato da  $V_s < 800$  m/s (estratto dall'appendice A2.1.1 dell'Atto di indirizzo).

<sup>18</sup> Gruppo di Lavoro MS, 2008. "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica". Conferenza delle Regioni e delle Provincie autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma

Dal valore di  $a_{max}$  si ottiene quindi il valore di  $K_h$  con diverse le diverse formulazioni riportate in precedenza. dal valore del coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  si ottiene il coefficiente sismico verticale  $K_v$  dalla seguente formulazione:  $K_v = 0.5 K_h$ .

	$K_h$	$K_v$
EC8 –Linee Guida AGI (2005) <sup>19</sup>	0.1817	0.09085
Marcuson, 1981 <sup>20</sup>	0.1199	0.05996
DAL.RER n°112/2007	0.1817	0.09085
NTC2008	0.1017	0.0509

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

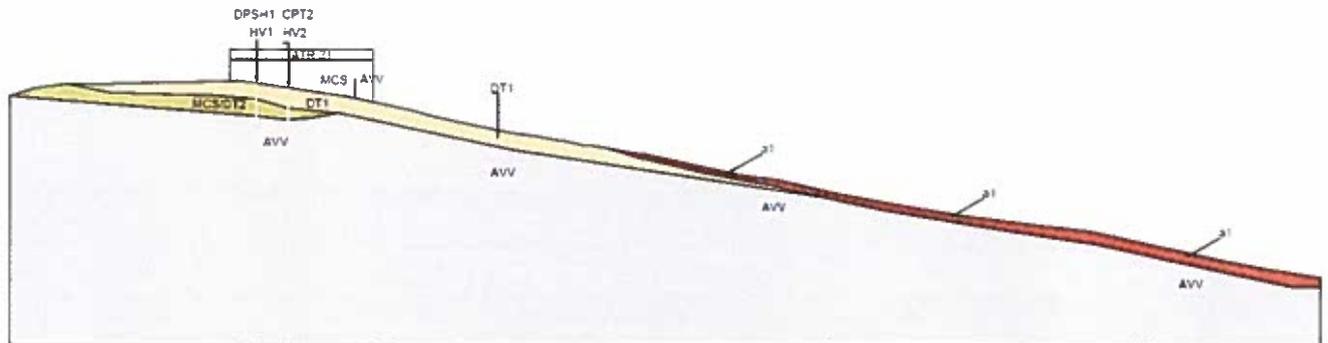
<sup>19</sup> Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore

<sup>20</sup> Marcuson W.F. III (1981): "Moderator's report for session on Earth dams and stability of slopes under dynamic loads" Proc. Of International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and soil Dynamic , St. Louis, vol3.1175

**E.1.3 Considerazioni di stabilità**

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo "Slide 6.0" della Società Canadese Rocscience.

Le verifiche sono state eseguite lungo la sezione trasversale al versante di seguito riportata.



**Figura E.1. Sezione di verifica**

I risultati dello stato di progetto evidenziano una stabilità generalizzata dell'area in esame con individuazione di condizioni di instabilità presenti nella frana sita a valle. Di seguito le disequazioni finale di stabilità del versante.

Condizione statica con saturazione dei terreni e falda a piano campagna:

	Ed (kPa)	Rd (kPa)	Fs	verifica positiva se $F_s \geq 1$
Stabilità interna area ATR21 e zone limitrofe	442.62	659.37	1.498	<b>positiva</b>
Stabilità versante di valle (frana attiva)*	138.72	122.30	0.882	<b>negativa</b>

\* esterna area, cerchio ubicato a valle strada. Nella zona in esame cerchio minimo  $F_s = 1.943$

Condizione sismica (assenza di falda)

	Ed (kPa)	Rd (kPa)	Fs	verifica positiva se $F_s \geq 1$
Stabilità interna area ATR21 e zone limitrofe	3381.19	4209.72	1.245	<b>positiva</b>
Stabilità versante di valle (frana attiva)*	265.08	280.37	1.057	<b>positiva</b>

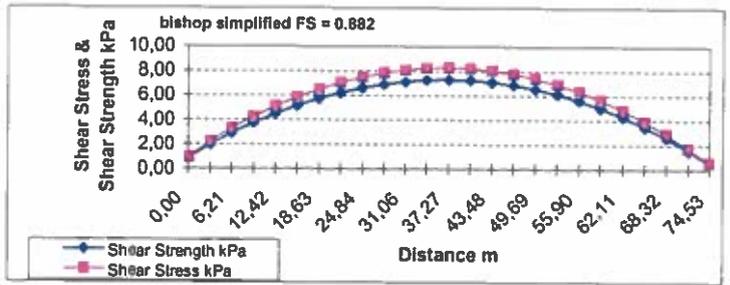
Per ottimizzare e migliorare le condizioni di stabilità locali si suggerisce di:

- prevedere opere di drenaggio superficiali (canali) a monte ed a valle dell'edificio;
- prevedere opere di drenaggio sotterranee lungo il versante;
- Incastrare l'edificio fino al raggiungimento del substrato (1.5-2.0 m di profondità);
- eseguire controlli annuali sulla condizione di stabilità delle opere in esame.

**Versante stabilità condizione statica**

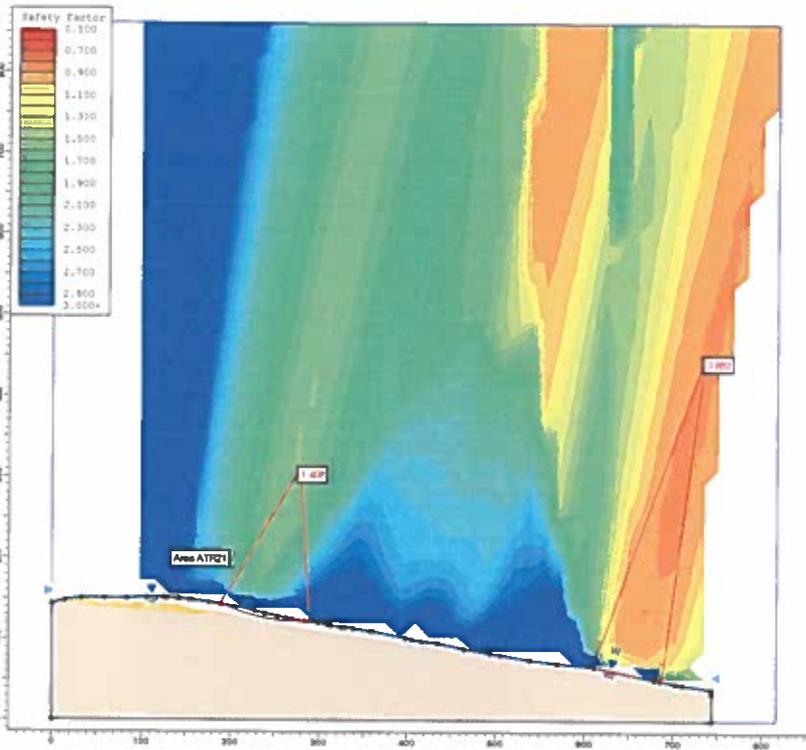
Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	0,881588	
Circle Center	734,50	447,72
Radius	401,04	
Circle Endpoint 1	610,06	66,47
Circle Endpoint 2	687,70	49,41
Surface Intercept 1	610,06	66,47
Surface Intercept 2	687,70	49,41



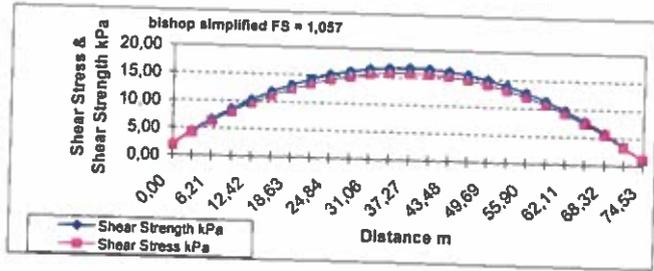
Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0,00	0,78	0,89
3,11	1,95	2,21
6,21	2,87	3,26
9,32	3,71	4,21
12,42	4,46	5,06
15,53	5,12	5,81
18,63	5,70	6,46
21,74	6,18	7,02
24,84	6,58	7,47
27,95	6,89	7,82
31,06	7,11	8,06
34,16	7,24	8,21
37,27	7,27	8,25
40,37	7,22	8,19
43,48	7,07	8,02
46,58	6,84	7,75
49,69	6,51	7,38
52,79	6,08	6,90
55,90	5,56	6,31
59,01	4,95	5,62
62,11	4,24	4,81
65,22	3,44	3,90
68,32	2,53	2,87
71,43	1,51	1,71
74,53	0,48	0,54

Rd 122,30  
Ed 138,72  
Fs = 0,8816



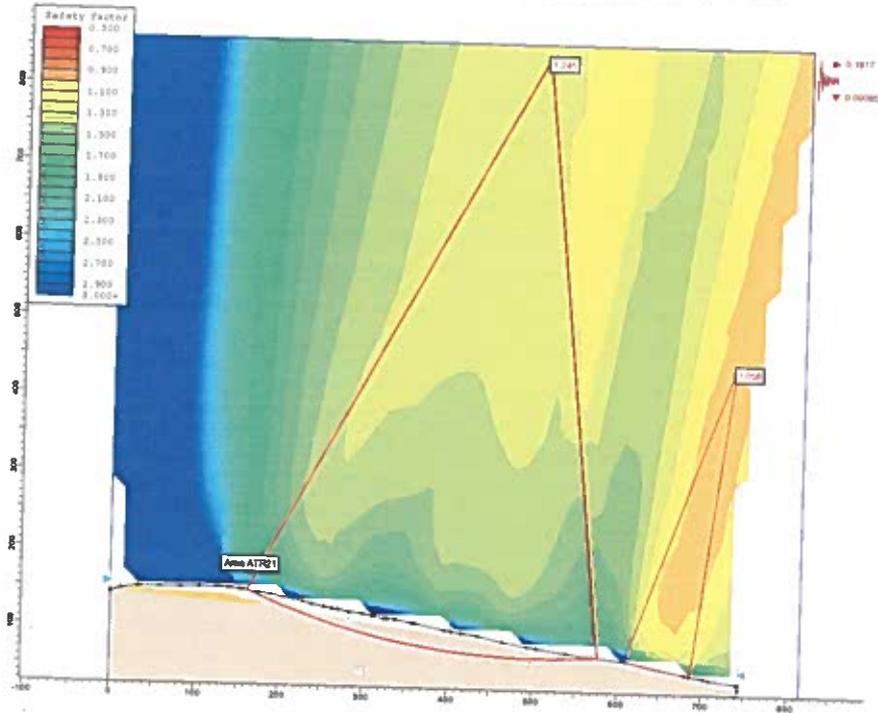
Versante stabilità condizione pseudostatica  
 Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	1,0577	
Circle Center	734,50	447,72
Radius	401,04	
Circle Endpoint 1	610,06	66,47
Circle Endpoint 2	687,70	49,41
Surface Intercept 1	610,06	66,47
Surface Intercept 2	687,70	49,41



Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0,00	1,98	1,88
3,11	4,49	4,24
6,21	6,61	6,25
9,32	8,54	8,07
12,42	10,26	9,70
15,53	11,78	11,14
18,63	13,10	12,38
21,74	14,21	13,43
24,84	15,11	14,29
27,95	15,81	14,95
31,06	16,30	15,41
34,16	16,59	15,68
37,27	16,66	15,75
40,37	16,53	15,63
43,48	16,19	15,31
46,58	15,64	14,78
49,69	14,87	14,06
52,79	13,89	13,14
55,90	12,70	12,01
59,01	11,30	10,68
62,11	9,68	9,15
65,22	7,84	7,41
68,32	5,77	5,45
71,43	3,44	3,25
74,53	1,09	1,03

Rd 280,37  
 Ed 265,08  
 Fs = 1,0577



Profondità m dal pc	Litologia	Comportamento	Parametri caratteristici*	
0.8/1.2-9.0/12.0	<b>L2-DETRITO 1</b> (nella	Coesivo/granulare	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ kN/m}^3$ $Cu_k = 70-80 \text{ KPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $Mk = 5.5-9.5 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 20-21 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 0-30 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 28-30^\circ$
9.0/12.0-19.0/21.5	<b>L3-DETRITO 2</b>	Coesivo/granulare	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ kN/m}^3$ $Cu_k = > 100 \text{ KPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $Mk = 14-15 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 22-23 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 0-45 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 31-33^\circ$
>19.0/21.5	<b>L4- Substrato roccioso Argillite (AVV)</b>	Roccioso		Parametri efficaci $\gamma_k = 21-23 \text{ kN/m}^3$ $c'_k = 80 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 23-24^\circ$

- ✚ Il Comune di Casina in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, viene classificato in prima applicazione in zona 3.
- ✚ Le prove sismiche eseguite hanno evidenziato valori di  $V_{s30}$  pari a 236-268 m/s con categoria di sottosuolo B ai sensi delle NTC 2008. Gli strumenti urbanistici (PSC) prevedono un'analisi di terzo livello per gli effetti topografici e le verifiche di stabilità. Il fattore di amplificazione topografico locale dell'onda sismica pari a 1.00. L'analisi di secondo livello ha evidenziato un fattore di amplificazione topografica di PGA pari a 2.3 individuando quindi un fattore di amplificazione dell'onda sismica locale pari a  $FA = 1.00 \cdot 2.3 = 2.3$ .
- ✚ Sulla base di quanto riportato nell'Allegato A4 dell'Atto di Indirizzo della Regione Emilia Romagna (DAL 112/2007) il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo (con  $T=0$ ) per il comune di Casina è  $ag_{ref} = 0,158g$ ; il valore di PGA calcolato sulla base del fattore di amplificazione stratigrafico e topografico risulta:  $A_{max} = ag_{ref} \cdot Fa_{(stratigrafico)} \cdot Fa_{(topografico)} = 0.158 \cdot 2.3 \cdot 1.00 = 0.3634g$ .
- ✚ I valori del coefficiente sismico orizzontale  $K_h$  e del coefficiente sismico verticale  $K_v$  sono stati calcolati con formulazioni differenti, derivanti da diverse normative (Eurocodice 8, D.A.L. 112/2007, NTC2008) e sono stati ottenuti i seguenti valori.

	$K_{h_{eq}}$	$K_{v_{eq}}$
EC8 -Linee Guida AGI (2005) <sup>21</sup> )	0.1817	0.09085
(Marcuson, 1981) <sup>22</sup> )	0.1199	0.05996
DAL.RER n°112/2007	0.1817	0.09085
NTC2008	0.1017	0.0509

Per le verifiche di stabilità sono stati utilizzati i coefficienti determinati con la DAL 112/2007.

- ✚ Per valutare la stabilità del pendio esaminato è stata adottata la seguente procedura: Fase1: Ricostruzione geometrica e geotecnica del versante esaminato; Fase 2: Verifica di stabilità del versante con metodi pseudo statici. I risultati dello stato di progetto evidenziano una stabilità generalizzata dell'area in esame con individuazione di condizioni di instabilità presenti nella frana sita a valle.

Sulla base delle risultanze delle analisi condotte l'intervento risulta compatibile con le seguenti raccomandazioni:

<sup>21</sup> Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore

<sup>22</sup> Marcuson W.F. III (1981): "Moderator's report for session on Earth dmas and stability of slopes under dynamic loads" Proc. Of International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and soil Dynamic , St. Louis, vol3.1175

**Oggetto:** POC Casina - Linda Iori ATR21

**Mittente:** Giancarlo Bonini - Geode scrl <g.bonini@geodeonline.it>

**Data:** 24/06/2015 10:40

**A:** ambiente.idrogeo@unioneappennino.re.it, Alessandra Curotti  
<ambiente.idrogeo@comunita-montana.re.it>, Geode scrl  
<geologia@geodeonline.it>

24 Giugno 2015

In merito alla relazione geologica dell'area ATR21 di proprietà dell sig.ra Linda Iori si precisa che l'affermazione:

"Incastrare l'edificio fino al raggiungimento del substrato (1.5-2.0 m di profondità)"

Riportata nelle considerazioni finali è da intendersi:

"Incastrare l'edificio fino alla profondità di 1.5-2.0 m dal pc".

Cordiali saluti

Dott. Geol. Giancarlo Bonini

--

---

**Geode s.c.r.l.**

Via Martinella 50/C  
43124 Parma

Tel. 0521/257057 Fax.0521/921910

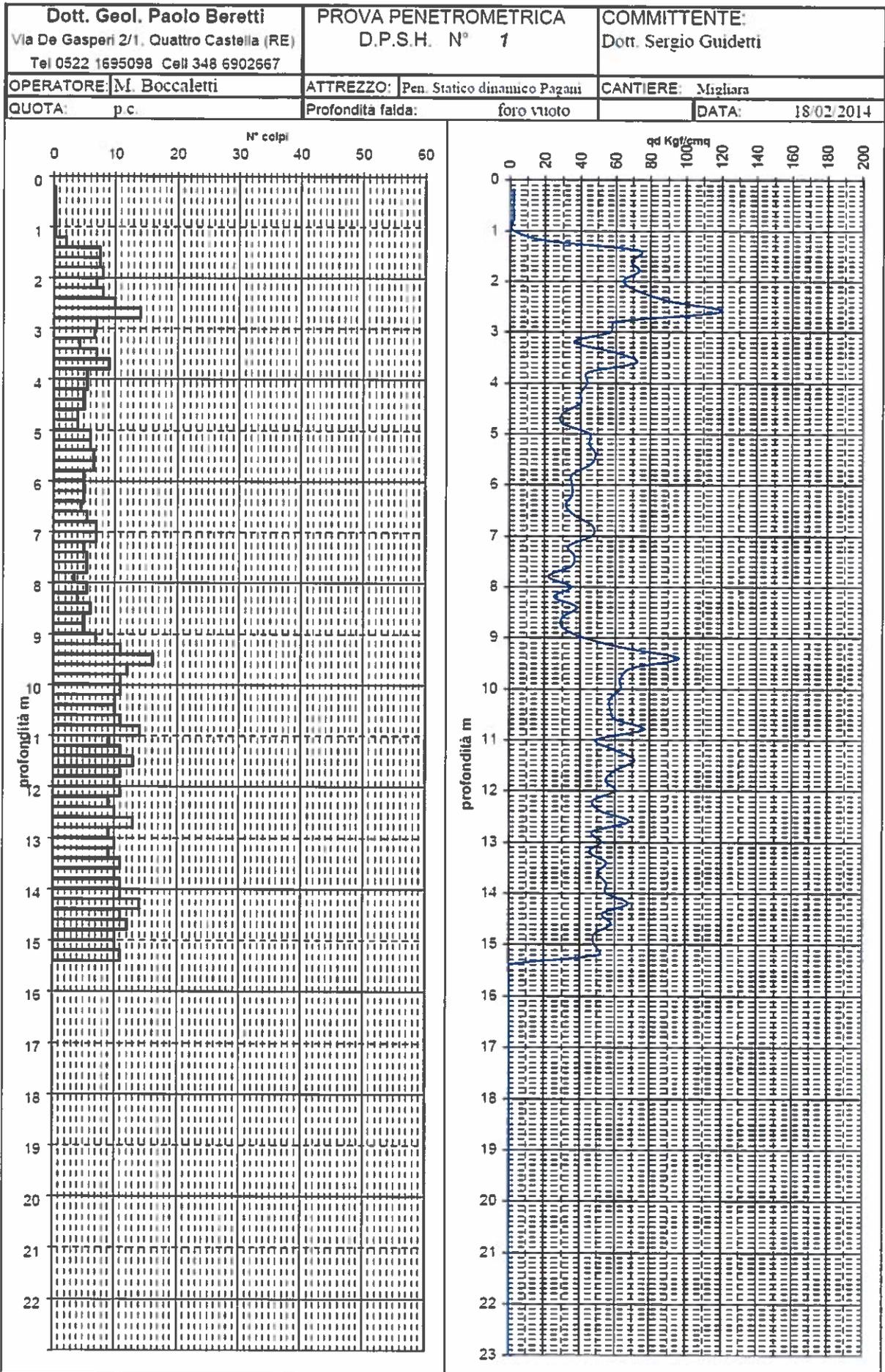
e-mail: [g.bonini@geodeonline.it](mailto:g.bonini@geodeonline.it)

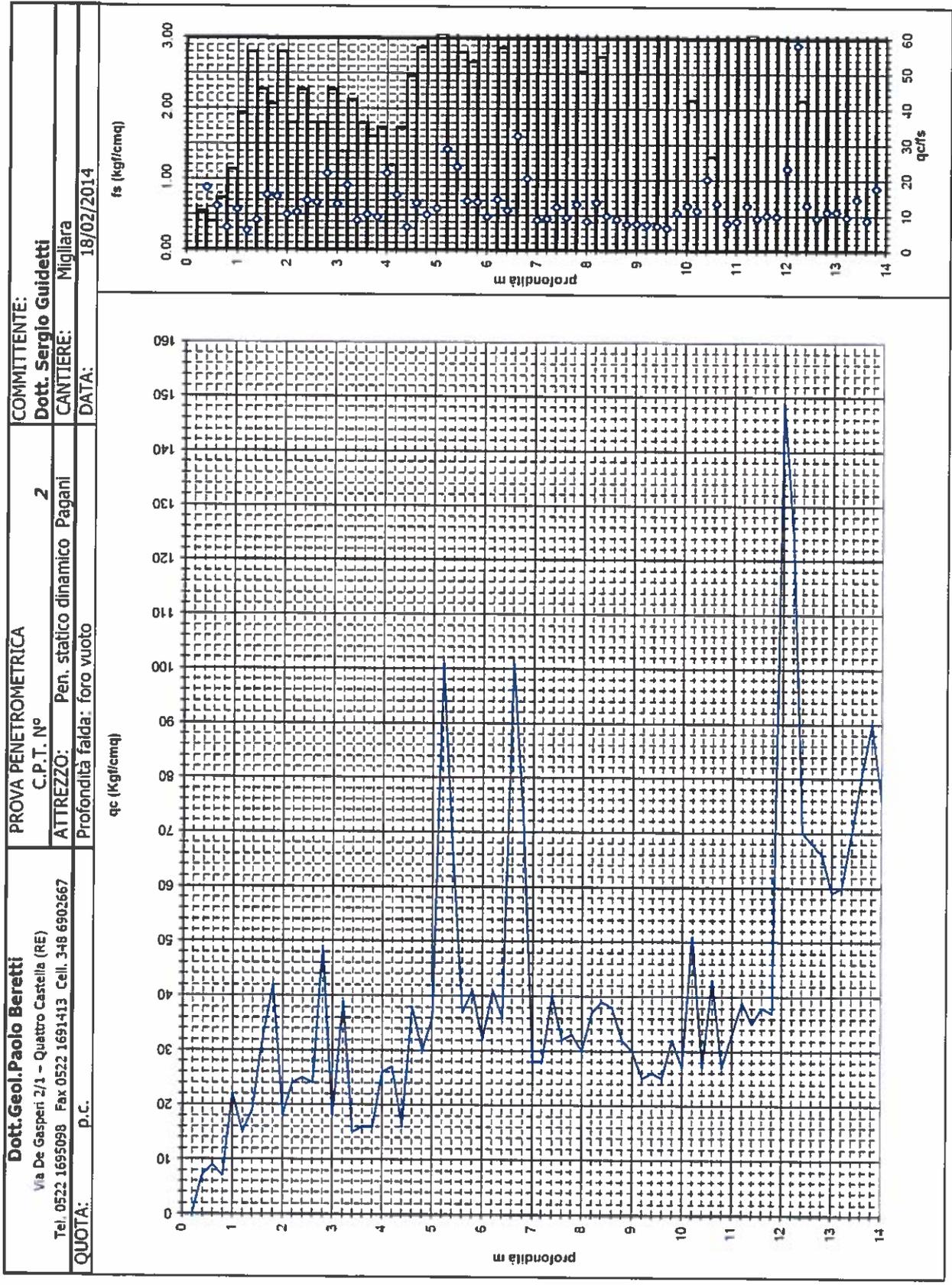
Le informazioni contenute in questa comunicazione sono riservate e per uso esclusivo del destinatario.

Persone diverse dal destinatario non possono copiare o consegnare il testo/documento a terzi ne' trattare i dati qui contenuti.

Se ricevete questa e-mail per errore, vi preghiamo di informarci direttamente e di cancellarne l'originale e distruggere le varie copie o stampe.

**ALLEGATO 1  
PROVE PENETROMETRICHE  
STATICHE E DINAMICHE**





**Premessa**

La prova H/V valuta sperimentalmente i rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno.

Le vibrazioni ambientali sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze  $10^{-4} - 10^{-2}$  mm dovute a diverse sorgenti quali ad esempio onde marine e perturbazioni atmosferiche (campo d'onda a frequenze inferiori a 0.5Hz), vento, traffico veicolare e attività industriali (campo d'onda a frequenze superiori a 0.5Hz).

La struttura del campo d'onde presente sul terreno (microtremore) è pertanto condizionata dalle caratteristiche delle sorgenti ma anche dalle proprietà dei terreni attraversati, infatti in presenza di campo d'onde diffuso (sorgenti distribuite in modo statisticamente omogeneo) la struttura media del segnale risulterà statisticamente indipendente dalla natura e posizione delle sorgenti, ma rifletterà la struttura del sottosuolo. La struttura del segnale registrato in superficie è potenzialmente in grado di fornire informazioni sul mezzo attraversato dalle onde.

Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si può identificare in maniera passiva la frequenza di risonanza del sottosuolo, che risulta in relazione diretta con l'amplificazione sismica.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore principale che determina la curva H/V sperimentale sia dato invece dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

**Strumentazione**

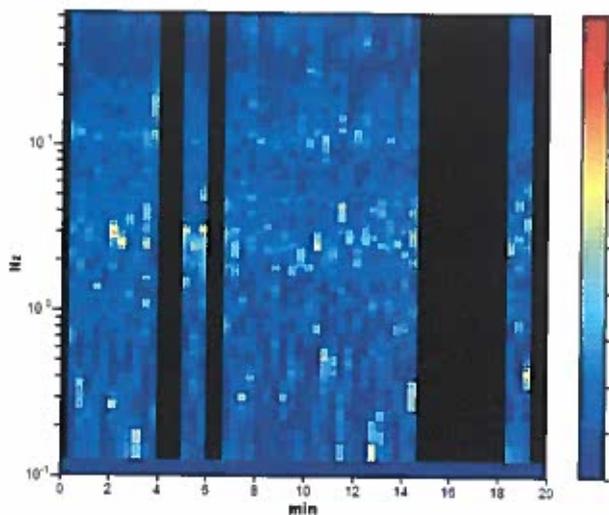
Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo ad una medesima sollecitazione.

Le acquisizioni durano normalmente circa 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

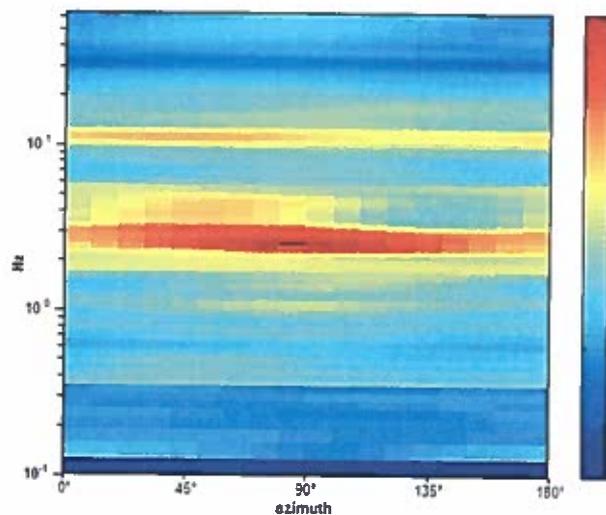
Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo Micromed Tromino Zero 3G con una frequenza di campionamento di 128Hz ed un tempo di registrazione di 20 minuti. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il software Grilla della Micromed, impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamento con finestra triangolare di ampiezza 10%.



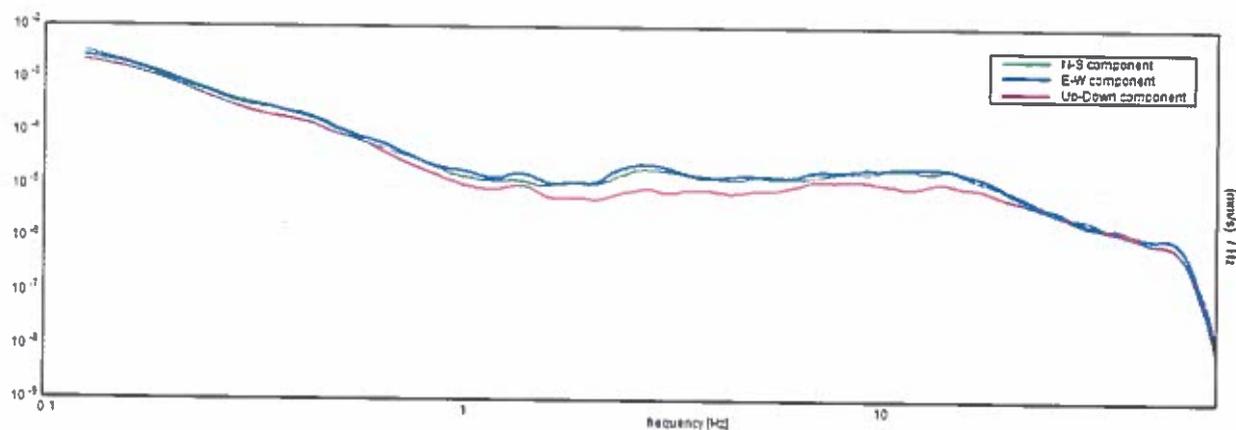
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Griffa* prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $2.5 \pm 3.21$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	2.50 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2050.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 121	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

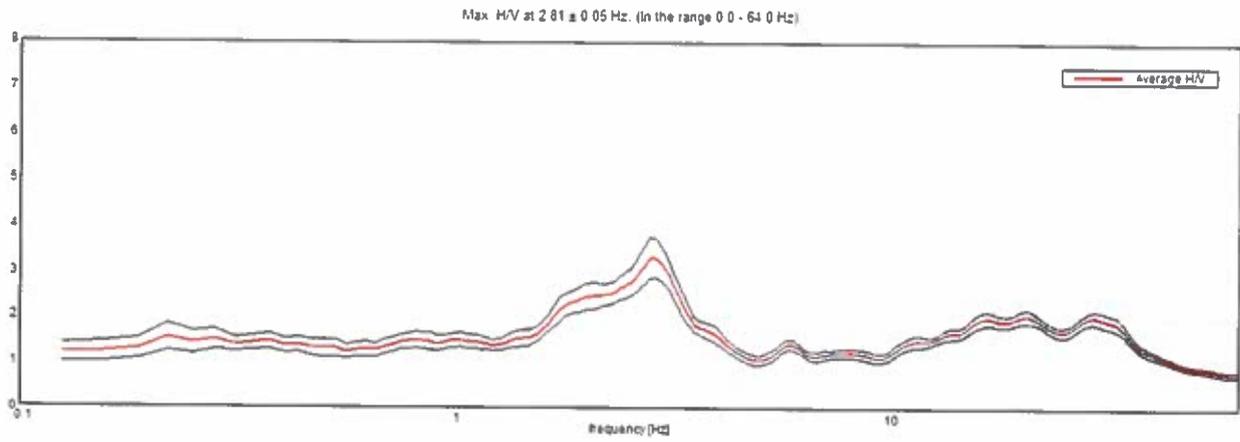
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.688 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.86 > 2	OK	
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 1.28477  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.21192 < 0.125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3644 < 1.58$	OK	

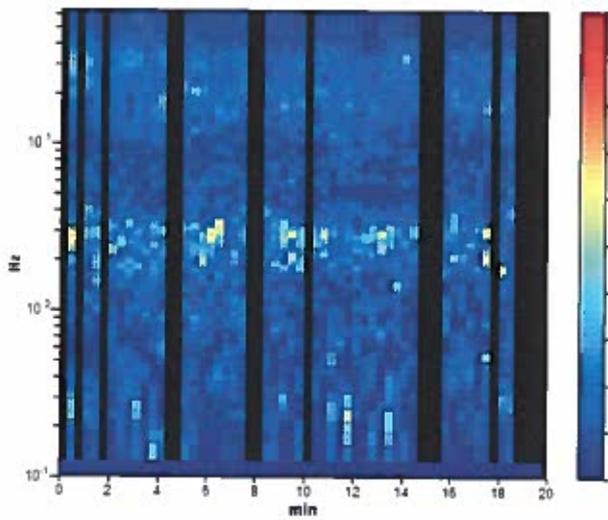
$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

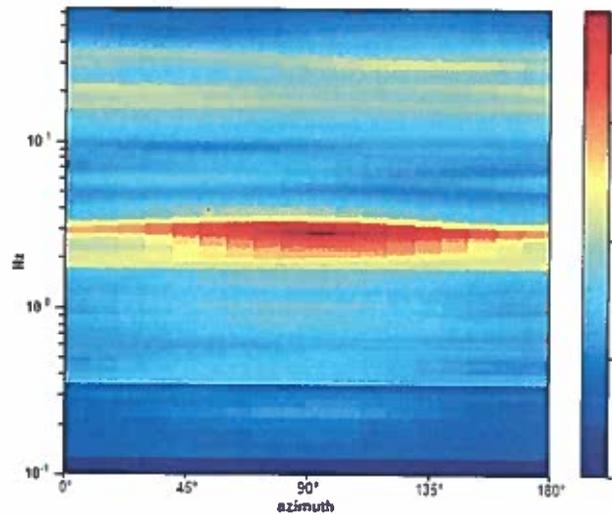
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



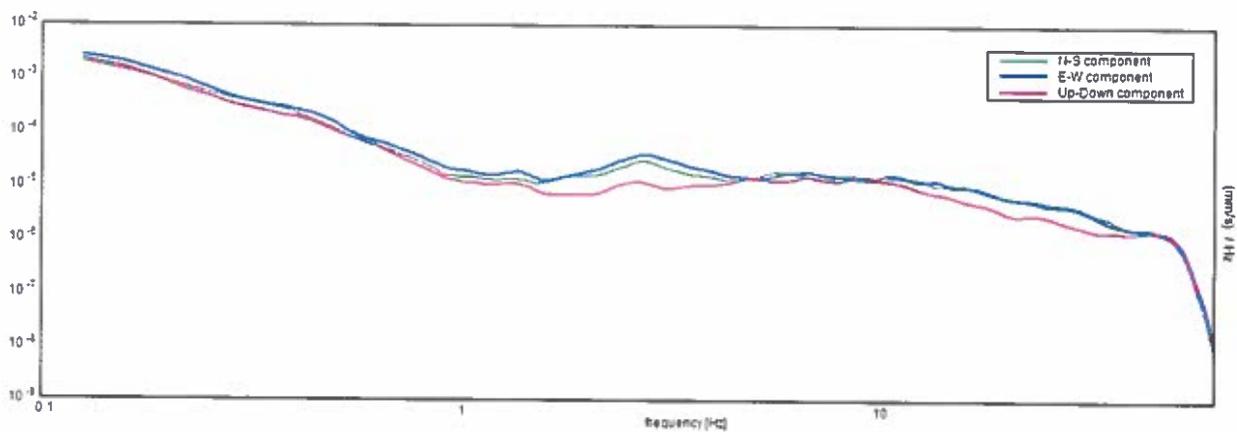
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di *Griffa* prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $2.81 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2475.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 136	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.30 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01624  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04568 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4571 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

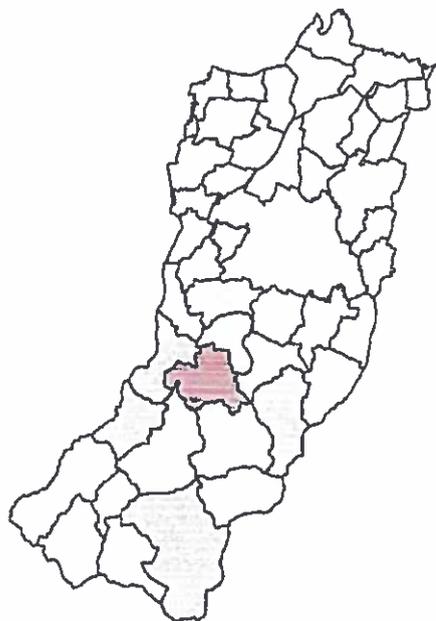
COMUNITA' MONTANA DELL'APPENNINO REGGIANO

Provincia di Reggio Emilia

PSC associato dei comuni di:  
BAISO - CANOSSA  
CASINA - VETTO  
VILLAMINOZZO



Attuazione degli artt. 48 e 28 della L.R. 20/2000 e s.m.l.



La Presidente della Comunità Montana  
dell'Appennino Reggiano  
**LEONILDE MONTEMERLI**

Il Vicepresidente della Comunità  
Montana dell'Appennino Reggiano  
**ALBERTO OVI**

La Dirigente del Servizio  
Programmazione Tutela e  
Valorizzazione  
Responsabile del procedimento  
**Arch. M. LEONARDA LIVIERATO**

Progettati  
Urbanistica - Arch Aldo Catti  
VALSAT - Dott. Stefano Baroni, Dott. Tania Tellini  
Geologia e caratterizzazione sismica - Dott. Geol. Gian Pietro Mazzetti  
Dr. Stefano Gilli - Dr. Luca Martelli  
Consulenza socio-economica - PEGroup

adottato con D.C.C. n°46 del 04-11-2008

IL RESPONSABILE  
SETTORE 3°  
USO E ASSETTO DEL TERRITORIO  
(Geom. Fabio Ruffini)

**CENTROGEO SURVEY**  
Studio Geologico  
P.zza S. Quirino, 6  
42015 Correggio, RE  
tel 0522 641001 fax 0522 632162

Il Progettista  
Dr Geol GIAN PIETRO MAZZETTI



Il Sindaco del Comune di  
CASINA



Il Sindaco



LIVELLI DI  
APPROFONDIMENTO

**P11**

TAVOLA SUD

