



**Studio Geologico**  
**dott. Stefano Marabini**  
Via San Martino, 1  
48018 FAENZA (RA)  
tel. : 348 2680965  
e-mail: stemarabini@libero.it

**FERRERO COSTRUZIONI**  
**s.r.l.**

**P.U.A.**  
**(Piano Urbanistico Attuativo)**  
**relativo alla**  
**Scheda RUE n.49**  
**“AREA IL MOLINONE”-**  
**(Comune di Brisighella - Ra)**

**INTEGRAZIONE**

**alla**

**RELAZIONE GEOLOGICA 22/12/2021**

(D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015):

- 1 - GENERALITA'.
- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.
- 5.1 integr - CARATTERIZZAZIONE SISMICA
- 5.2 integr - ANALISI DI STABILITA'



**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



**FIG. A –** Panoramica attuale dell'“AREA IL MOLINONE” (*ex area Gessi Lago d’Iseo*), posta nella fascia interna della piana terrazzata di Brisighella e al piede del versante vallivo.

## **1 - GENERALITA'.**

Su incarico di **Ferrero Costruzioni s.r.l.** è stata effettuata una analisi geologico-tecnica e del rischio sismico a supporto del **P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE” a Brisighella (Ra)**, il quale prevede edificazione di tipo residenziale nell'*ex area industriale Gessi Lago d’Iseo* dismessa nei passati anni '90 (v. **Relazione Geologica 22 dicembre 2021**).

A tale scopo, in considerazione dei caratteri geologici generali noti per l'area in oggetto posta alla periferia sud dell'abitato di Brisighella (v. **Studi Geologici PRG/PSC del Comune di Brisighella**), e in riferimento alle Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, OCDPC 293/2015 e succ.**), per definire la fattibilità geologica dell'intervento urbanistico-edilizio sono stati criticamente acquisiti, ad integrazione delle osservazioni geologiche di superficie, i risultati delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche *in situ* (v. **Relazione Geologica 22 dicembre 2022**):

- **n. 3 penetrometrie statiche (CPT1, CPT 2, CPT 3)** effettuate all'interno dell'area antropizzata di studio nell'aprile 2007 in occasione di un precedente studio urbanistico, che furono spinte a profondità massima di -15m (da: **Relazione Variante Parziale PRG di Brisighella – Area Stabilimento “Gessi Lago d’Iseo”, a firma geologo Alessandro Poggiali, gennaio 2007**).
- **n. 1 penetrometria statica (CPT3/09) e n. 1 carotaggio Ø10cm (S1/09)** effettuati in passato a cura dello scrivente a poca distanza (*zona Asilo Cicognani*) nel medesimo contesto morfologico di studio.

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

- **n. 2 misure geofisiche con Tromografo (HVSR)** per la determinazione preliminare della **Categoria sismica dei terreni** a partire dalla **frequenza di risonanza del terreno**.

L'analisi del rischio sismico è stata inoltre integrata con l'acquisizione critica dei risultati del più recente aggiornamento dello **Studio di microzonazione sismica di "livello 3"** acquisito dal **Comune di Brisighella** (ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e conforme alla DGR 630/2019).

Nella presente **Integrazione alla Relazione Geologica 22 dicembre 2022** sono ulteriormente prodotti, a seguito della **Richiesta del Servizio Programmazione Territoriale della Provincia di Ravenna** inoltrata dall'**Unione della Romagna Faentina**, i seguenti paragrafi integrativi di analisi:

- **5.1 integr - CARATTERIZZAZIONE SISMICA.**

In questo paragrafo *ex novo* sono in particolare evidenziati (con colore) considerazioni e valori sismici di FA adeguati in riferimento alla suddetta **Richiesta del Servizio Programmazione Territoriale della Provincia di Ravenna**, oltre che riproposti i tabulati delle **n. 2 misure geofisiche con Tromografo (HVSR)** (v. **Relazione Geologica 22 dicembre 2021**).

- **5.2 integr – ANALISI DI STABILITA'.**

In questo paragrafo è prodotto un approfondimento delle condizioni generali di stabilità della zona, consistente in una **verifica analitica di stabilità** appositamente effettuata in corrispondenza della **Sezione Geologica di Progetto** (v. **Relazione Geologica 22 dicembre 2021**), la quale conferma sufficienti condizioni di stabilità con riferimento ai seguenti **valori minimi del coefficiente di sicurezza (Fs) nei diversi scenari:**

CONDIZIONI PRE-SISMA     $F_s = 1,51$

CONDIZIONI DI SISMA      $F_s = 1,45$

CONDIZIONI POST-SISMA  $F_s = 1,29$

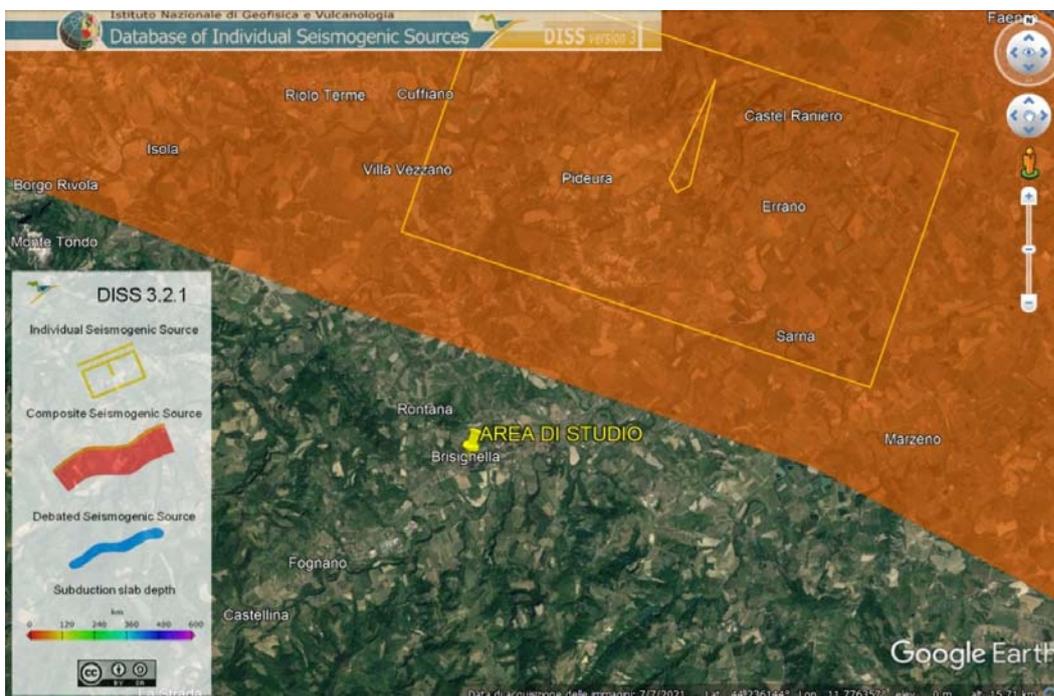
**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**5.1 integr - CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

**5.1.1 Pericolosità sismica di base**

L'ultima zonazione sismogenica del territorio nazionale è nota con la semplice sigla "ZS9" (2004), prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questa zonazione rappresenta il più recente riferimento per gli studi di pericolosità sismica del territorio italiano, elaborata riferendosi anche ai più recenti background informativi sui terremoti e in particolare alle ultime banche dati relative alle sorgenti sismogeniche italiane DISS<sup>1</sup> e il catalogo CPTI<sup>2</sup>.

L'area di studio ricade nella macrozona sismogenica 914 (ZS9), con magnitudo massima attribuita  $M = 6,14$ ; la sismicità è correlabile alla tettonica attiva del fronte compressivo della catena appenninica. Più nel dettaglio (**figura 1**) la banca dati DISS 3.2.1 indica che l'area studiata è situata poco a sud dell'ampia sorgente sismogenica complessa denominata ITCS001 - Castel San Pietro Terme-Meldola (con profondità ipocentrali comprese tra 2 e 8 km di profondità e "slip rate" compreso tra 0,24 e 0,63 mm/anno) e alla quale è associata una magnitudo massima  $M_w = 5.8$  (derivata dalla sorgente individuale ITIS093 - Faenza, associata proprio al terremoto del 1781, così come definito nella versione 04 del catalogo CPTI).



**Figura 1** - Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.2.1 (foto aerea: Google Earth)

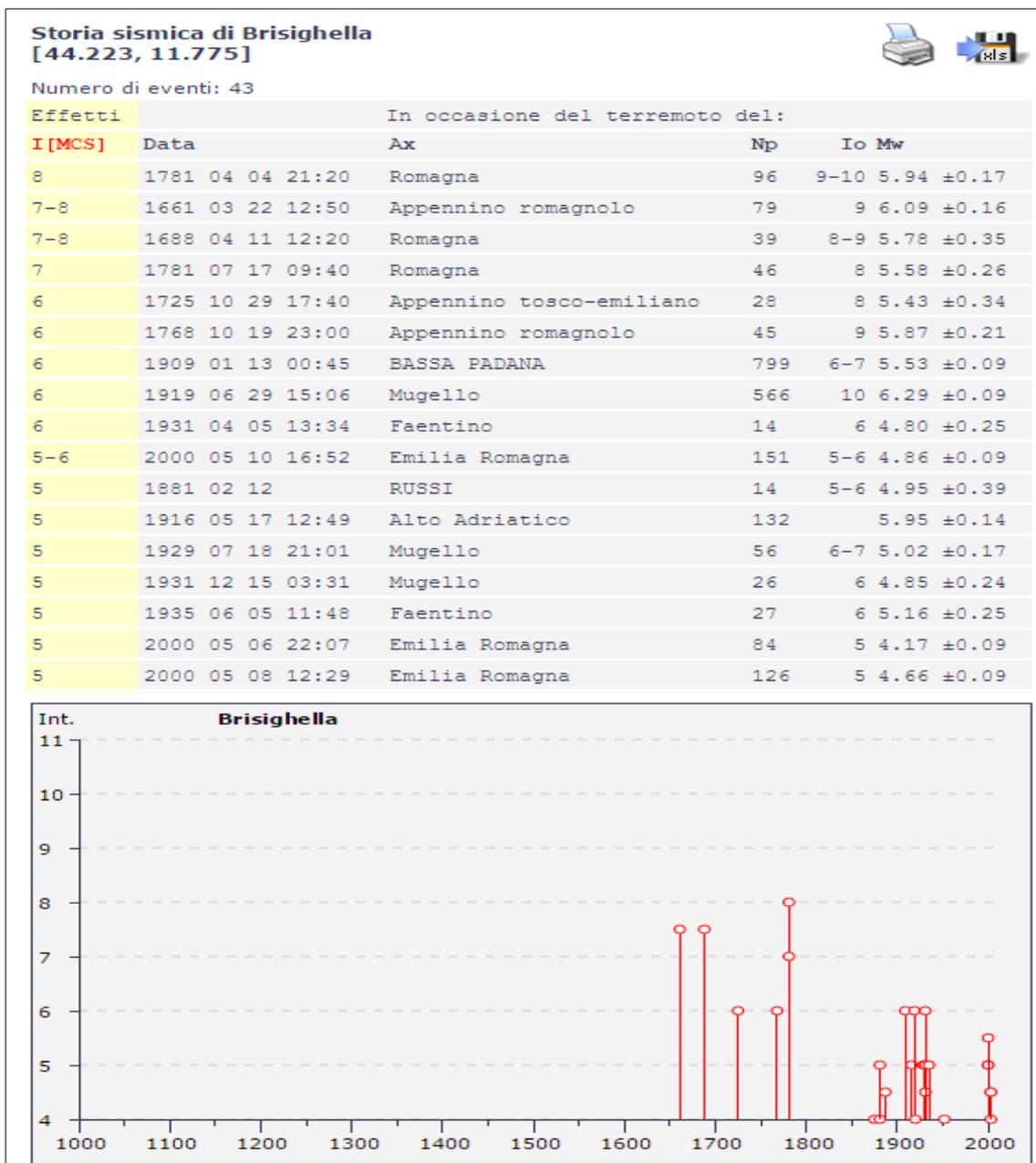
<sup>1</sup> <<Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy">> (Valensise e Pantosti, 2001)

<sup>2</sup> <<Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani", Gruppo di lavoro CPTI, 1999-2002">>

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

Dai cataloghi storici e dalla Banca Dati delle intensità macrosismiche elaborato da INGV (DBMI, 2015), per il Capoluogo sono documentati 43 eventi sismici con  $I \geq 3$  (figura 2).



**Figura 2** - Diagramma temporale dei principali eventi sismici che hanno interessato il Capoluogo con attribuzione delle rispettive intensità macrosismiche (fonte: DBMI15 – scaricabile dal sito internet INGV)

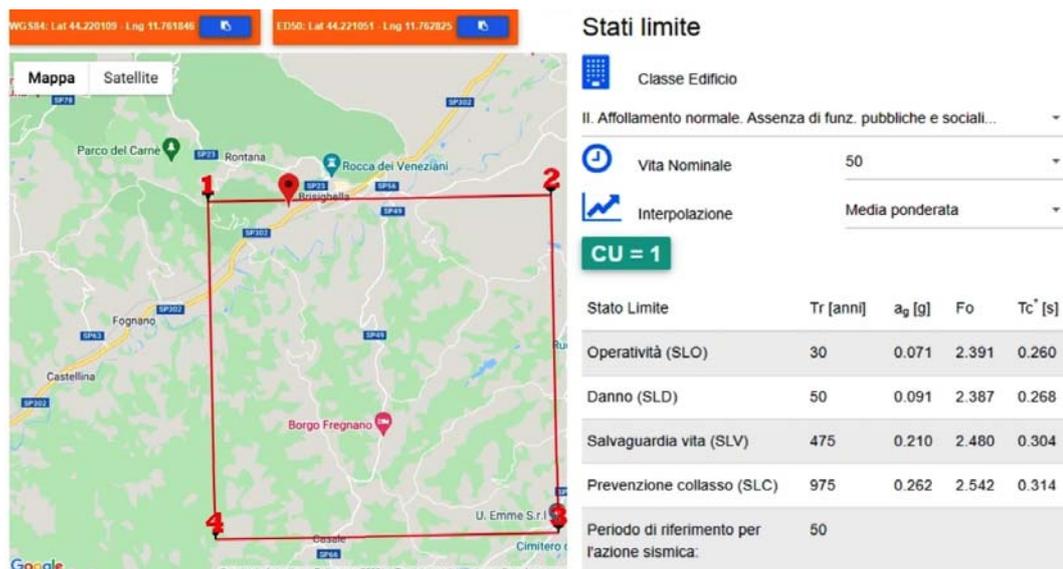
**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE”  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

Ai fini dell'analisi del rischio sismico per la pianificazione e per la progettazione di costruzioni, la pericolosità sismica di base viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e basata su una “griglia di riferimento” costruita per l'intero territorio nazionale: ad ogni punto della griglia vengono attribuiti, a seconda del periodo di ritorno atteso per il terremoto, valori di  $a_g$  e dei principali parametri “spettrali” da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica.

La griglia riferimento ed i dati di pericolosità sismica sono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://es1.mi.ingv.it/>. Nello specifico, la pericolosità di base sito specifica è determinata sulla base delle coordinate attribuibili all'incirca al baricentro dell'area di studio (Lat. 44°,221051 Long. 11°,762825 in coordinate ED50), ricavate con il supporto della georeferenziazione proposto dal programma on-line <<GeoStru Parametri Sismici>>.

Si rammenta che i parametri sismici di base relativi calcolati secondo tempi di ritorno del terremoto di riferimento pari a  $TR = 475$  anni sono equivalenti alle condizioni di pericolosità sismica di riferimento per la pianificazione (cfr. DGR 476/2021). In questo senso, la  $a_{refg}$  attribuibile all'area di studio risulta pari a 0,210g.



**Figura 3** - Punti del reticolo INGV di riferimento per la definizione della pericolosità di base ai sensi delle NTC 2018 e DGR 476/2021 e parametri sismici di base associati

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**5.1.2 Pericolosità sismica locale**

**Gli studi di pericolosità sismica elaborati per la pianificazione territoriale e urbanistica**

***a) Gli Indirizzi tecnici regionali di riferimento: DGR 476/2021***

La Regione Emilia-Romagna è dotata di indirizzi tecnici di riferimento per gli studi di pericolosità e microzonazione sismica a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica: la DAL 112/2007 e le successive deliberazioni d'aggiornamento (DGR 2193/2015; DGR 630/2019; DGR 476/2021). Con l'emanazione delle Delibere successive alla DAL 112/2007 vengono introdotti sostanziali aggiornamenti agli indirizzi tecnici di riferimento per le analisi sismiche da espletare a supporto della pianificazione territoriale e urbanistica. Tali aggiornamenti hanno infatti tenuto conto delle successive Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/1/2008), delle ulteriori esperienze derivate dall'applicazione della DAL 112/2007 e delle specifiche esperienze seguite agli eventi sismici italiani di L'Aquila 2009 e della pianura emiliana del 2012. In sintesi, le principali novità consistono:

- nelle rimodulazioni degli abachi di microzonazione sismica da considerarsi per le analisi semplificate ("livello 2");
- nella definizione di fattori di amplificazione riferiti all'accelerazione spettrale SA1, SA2, SA3, SA4 (per intervalli di periodo T rispettivamente di 0,1-0,5s, 0,4-0,8s, 0,7-0,11s, 0,5-1,5s);
- nella definizione di un ulteriore fattore di amplificazione riferito all'intensità spettrale di Housner SI3 (per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s);
- nella definizione dell'input sismico (ag al sito di riferimento) che ora è definito in base ai valori di pericolosità sismica elaborati dall'INGV per tutto il territorio nazionale sui punti di una griglia di passo pari a 0,05° (reticolo analogo a quello previsto per le NTC 2008);
- nella predisposizione di cartografie delle frequenze naturali (per gli studi territoriali di "livello 1").

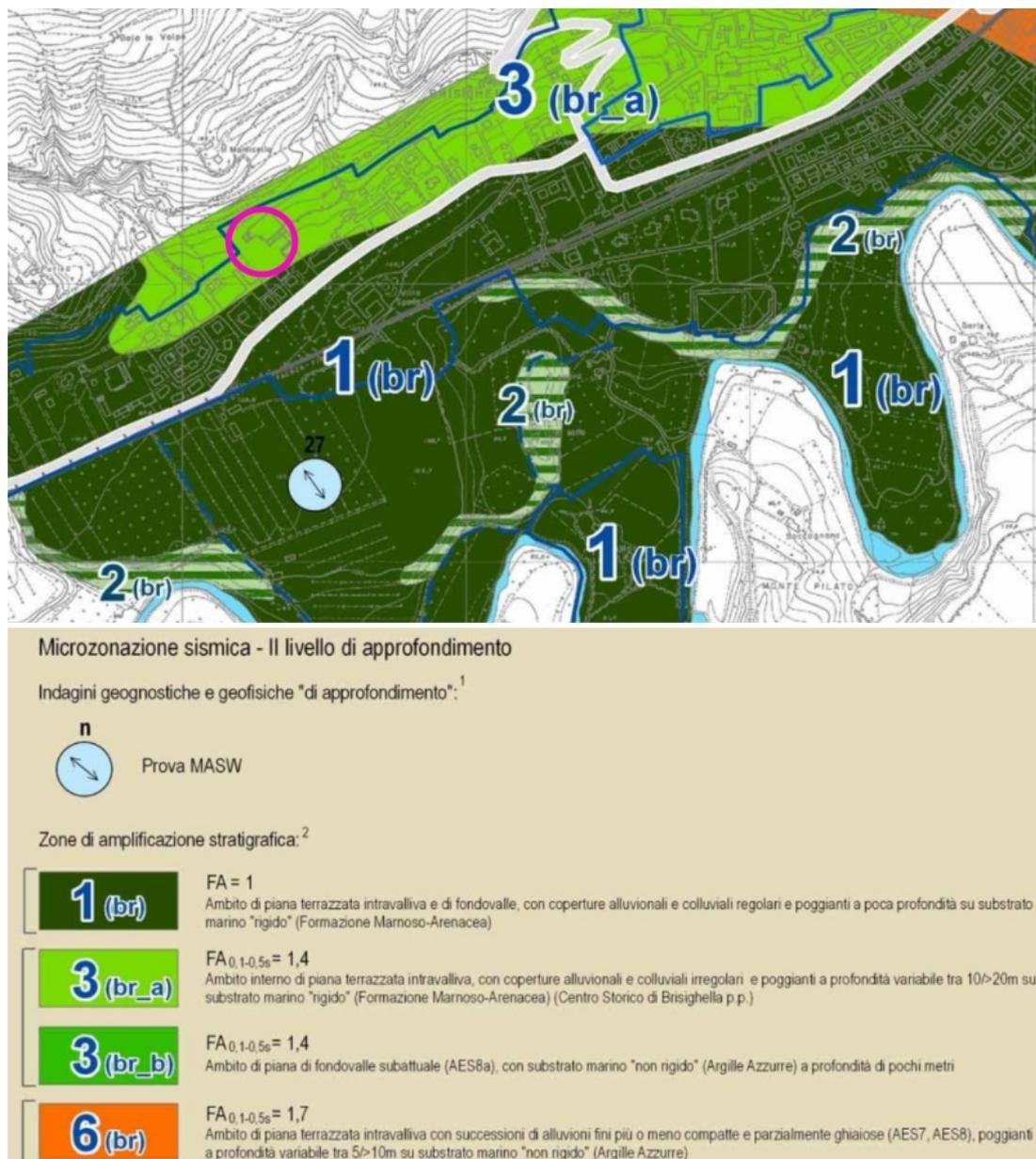
I più recenti aggiornamenti agli indirizzi regionali, apportati con la DGR 476/2021 (e DGR integrativa 564/2021), hanno infine riguardato la selezione di nuovi segnali (accelerogrammi) di riferimento per le analisi di risposta sismica locale negli studi di terzo livello. Rispetto ai precedenti indirizzi, approvati con DGR 630/2019, la differenza consiste nella sostituzione dell'Allegato A4.

***b) La microzonazione sismica comunale e ulteriori approfondimenti sito specifici***

Il Comune di Brisighella dispone di uno studio di microzonazione sismica di livello 2 ai sensi della DAL 112/2007 e recepito nel PSC (MS 2009). La seguente figura riporta uno stralcio della tavola B.3.3.2 "Rischi Naturali: carta di micronanazione sismica del Comune di Brisighella" (scala 1.10.000) e della relativa legenda.

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



**Figura.4** - Stralcio della tavola B.3.3.2 "Rischi Naturali: carta di micronanazione sismica del Comune di Brisighella" (scala 1.10.000) recepita nel PSC

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - “AREA IL MOLINONE”  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

L’area di studio risulta ricadere nella zona omogenea denominata “3 (br\_a)” e risulta un <<*ambito interno di piana terrazzata intravalliva, con coperture alluvionali e colluviali irregolari e poggianti a profondità variabile tra 10 e 20 metri su substrato marino “rigido” (formazione Marnoso-Arenacea)..>>. Si tratta, pertanto di un areale stabile suscettibile di amplificazioni locali ove vengono richiesti approfondimenti sismici fino al “livello 2” ai sensi dell’allora vigente DAL 112/2007.*

Occorre anche precisare che la MS di Brisighella è stata oggetto di due successive revisioni:

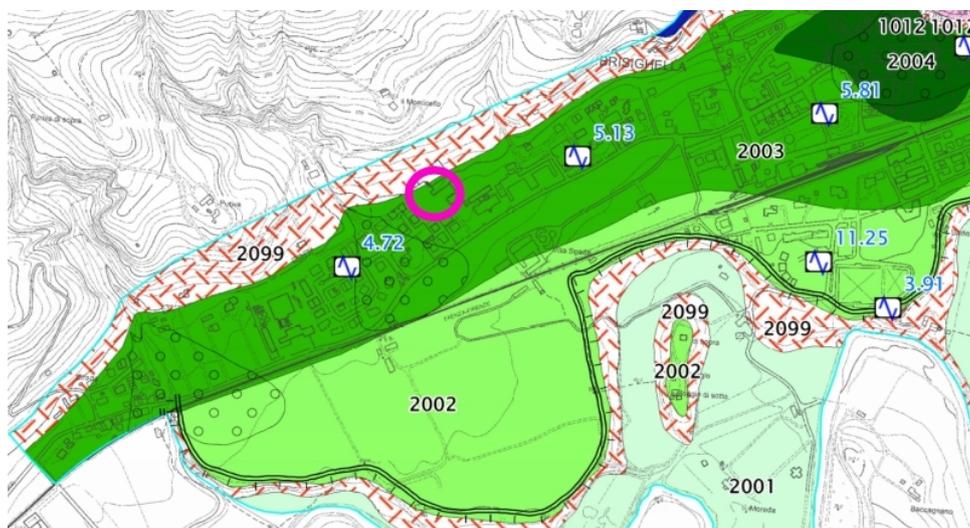
- un aggiornamento della MS di “livello 2” (ai sensi dell’OCDPC 52/2013)
- un ulteriore aggiornamento della MS di “livello 2” con approfondimenti locali di “livello 3” (ai sensi dell’OCDPC 293/2015 e inoltre conforme alla DGR 630/2019). Quest’ultimo studio è stato validato in termini di conformità dalla CTMS nel dicembre 2021.

Il più recente aggiornamento della MS comunale ha dunque consentito di effettuare analisi numeriche della risposta sismica locale estese al territorio urbano del Capoluogo, attraverso specifiche modellazioni con software di calcolo bidimensionale (analisi della RSL 2D). In questo senso, la **figura 5** riporta uno stralcio della cartografia delle MOPS mentre le **figure 6a/b** riportano stralci delle cartografie dei fattori di amplificazione derivati dagli approfondimenti di “livello 3”. Per una lettura integrale degli approfondimenti della MS espletati per il Comune di Brisighella si rimanda agli elaborati completi pubblicati nel portale web “Programma nazionale di soccorso per il rischio sismico dell’Emilia-Romagna” (<https://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs>).

**Occorre tuttavia rammentare che, ai fini della caratterizzazione sismica di “livello 3”, la coerenza rispetto dei criteri d’analisi dettati dalla CTMS (linee guida v.4.2), nonché le ulteriori raccomandazioni del SGSS regionale ai fini della validazione dello studio, hanno comportato anche il calcolo numerico dei FA relativi a SA4 e SI3, usualmente richiesti solo per studi in aree di pianura e costa (per analisi di “livello 2”).**

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



**Zone stabili**

- 1012** Lapideo
- 1041** Alternanza di litotipi stratificato

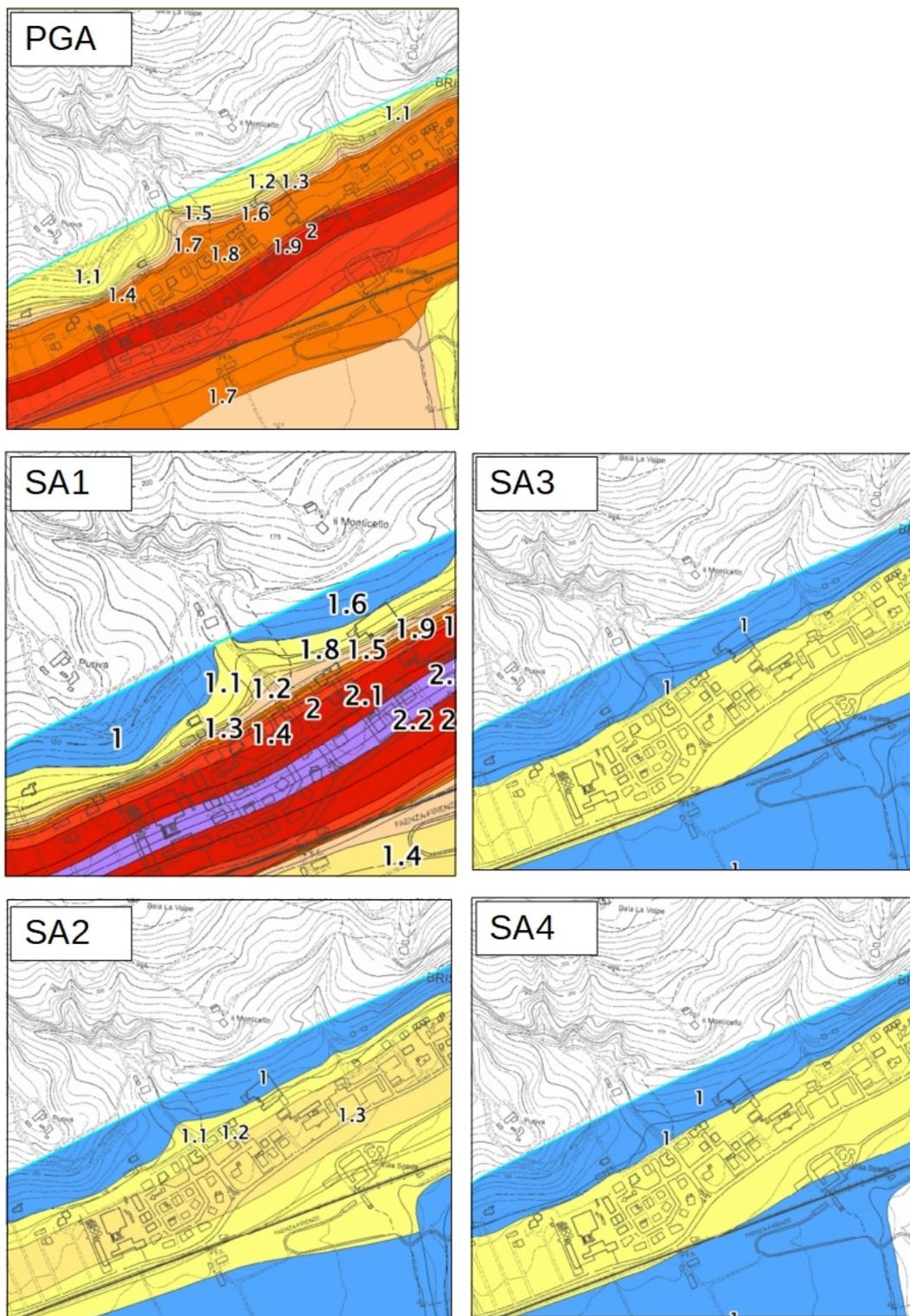
**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

- 2099** Zona 99 - Substrato geologico affiorante molto fratturato o alterato.
- 2001** Zona 1 - Piana terrazzata intravalliva o versante con limitate coperture alluvionali e colluviali fini e ghiaiose (AES7, AES8, AES8a) sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=5 m (limitate alluvioni + bedrock alterato).
- 2002** Zona 2 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea/Formazione della Vena del Gesso). Spessore delle coperture: H=10 m (alluvioni + bedrock alterato).
- 2003** Zona 3 - Piana terrazzata intravalliva con successioni irregolari alluvionali e colluviali fini più o meno consistenti e parzialmente ghiaiose (AES7, AES8, AES8a), sovrastanti substrato marino "rigido", in parte "detensionato" (Formazione Marnoso-Arenacea). Spessore delle coperture: H=20 m (dep. colluviali/alluvioni + bedrock alterato).

**Figura.5 - Stralcio "Carta delle Microzona Omogenee in prospettiva Sismica" (scala 1.10.000) ai sensi dell'OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019**

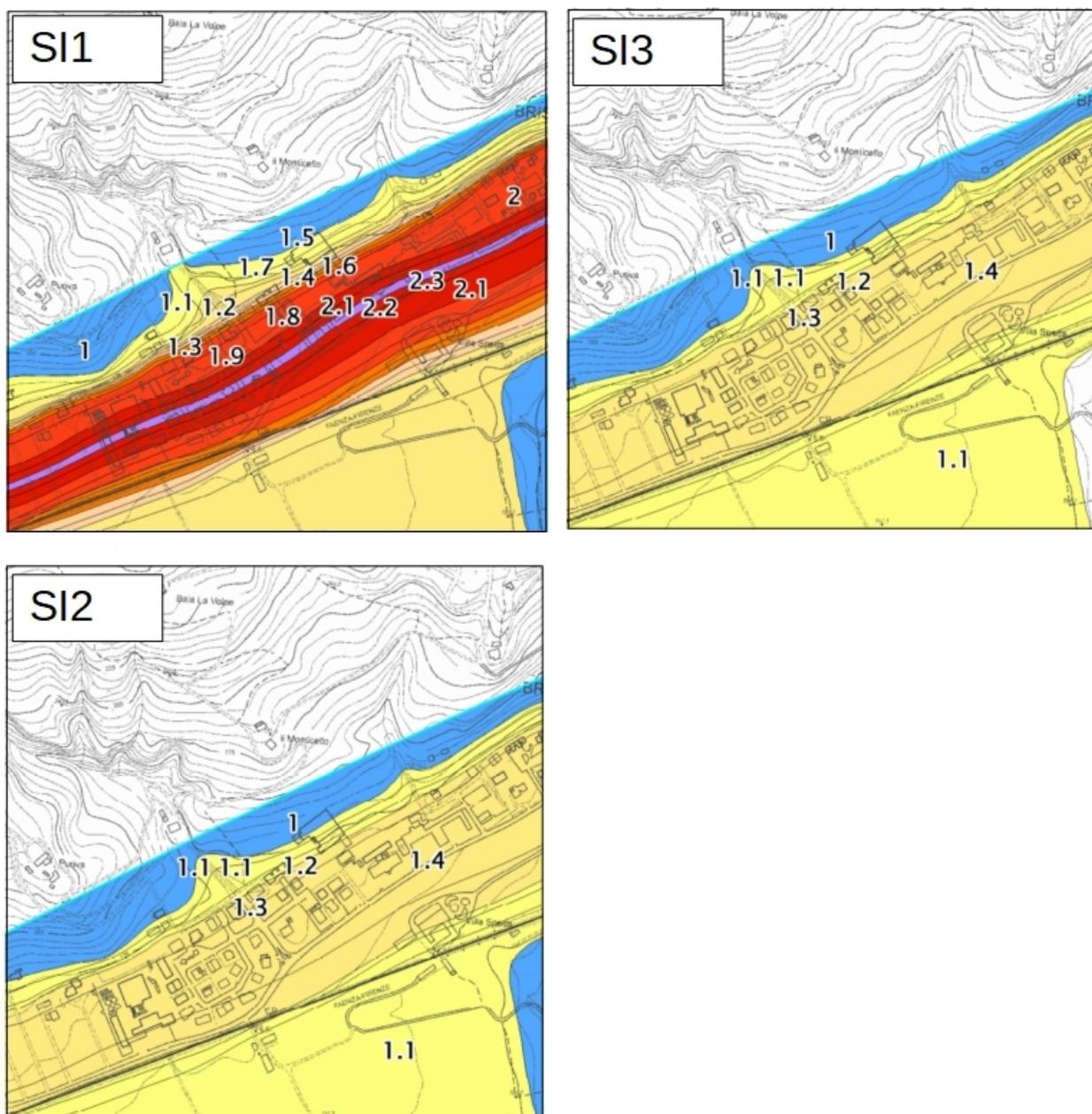
P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



**Figura 6a - Stralcio "Carta di microzonazione sismica – Livello 3" (scala 1.10.000) ai sensi dell' OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



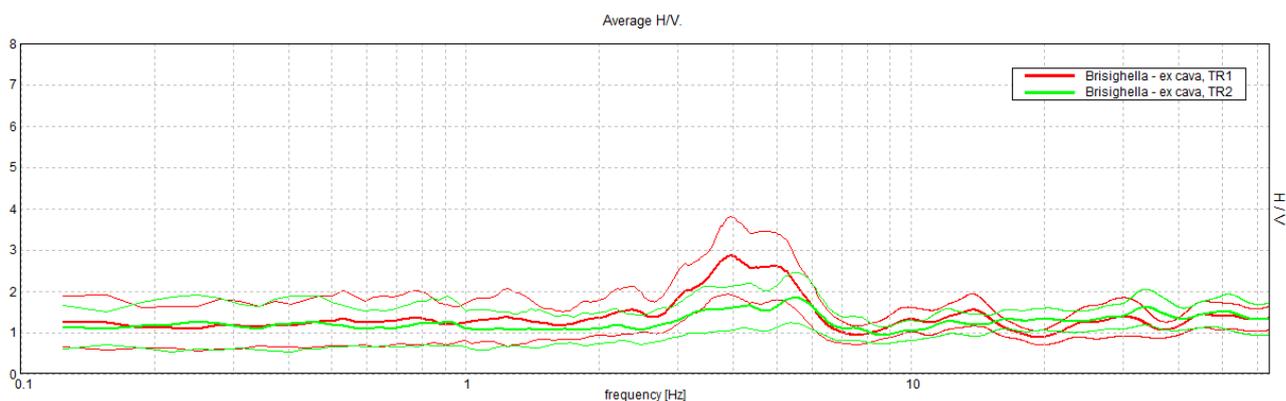
*Figura 6b - Stralcio "Carta di microzonazione sismica - Livello 3" (scala 1.10.000) ai sensi dell' OCDPC 293/2015 e della DGR 630/2019*

**Le n. 2 misure geofisiche con *Tromografo* (HVSR) eseguite rispettivamente in corrispondenza di CPT 2 e CPT 3 (v. allegati) confermano il contesto sismostratigrafico locale, caratterizzato da coperture di spessore variabile sovrastanti**

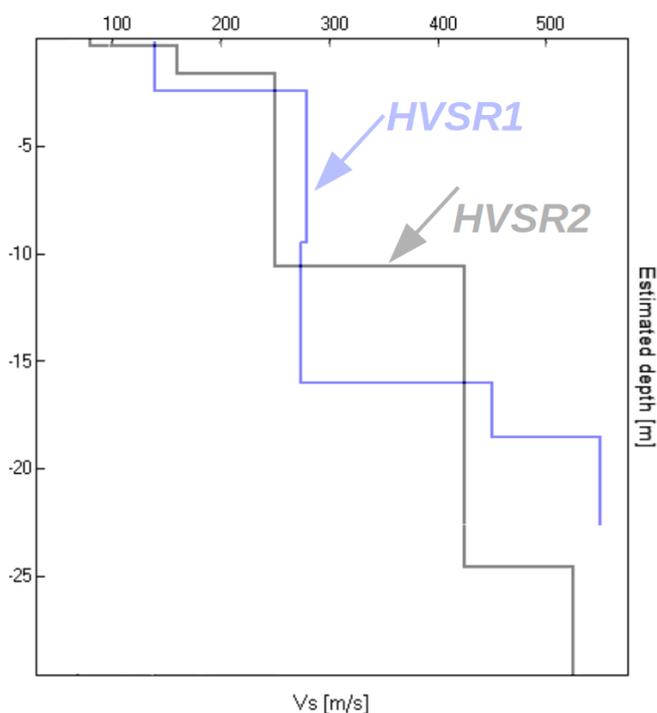
**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**il bed rock sismico (FMA) che superficialmente risulta piu' alterato. La figura 5.7 riporta il confronto delle due tracce spettrali H/V ricavate dalle registrazioni tomografiche, evidenziando picchi di massime amplificazioni a frequenze medio-alte (3,0÷6,0 hz) indotte con evidenza da contrasti di impedenza al tetto del substrato più rigido.**

**La figura 5.8 riporta invece il confronto dei modelli sismostratigrafici derivati dalle due prove sismiche: si evince come lo spessore più superficiale di sedimenti "soffici" risulti effettivamente variabile da circa 10 m a circa 16,0-18,5 metri coerentemente con i risultati delle indagini geognostiche e con gli esiti della MS comunale. Le modellazioni evidenziano, tuttavia, un substrato presumibilmente alterato e/o detensionato e da considerarsi come pseudobedrock (bedrock "non rigido").**



**Figura 7 – Spettri H/V ricavati dalle registrazioni sismiche HVSR eseguite nell'area di studi**



**Figura 8 – Confronto tra i modelli sismostratigrafici ricavati dalle due prove HVSR**

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**La seguente tabella riporta, infine, i fattori di amplificazione ricavabili con approccio semplificato ai sensi della DGR 476/2021 (abachi allegato A2). Visti i risultati delle indagini geognostiche/geofisiche si è cautelativamente considerato il contesto "Appennino" con "coperture su substrato non rigido".**

PUNTO DI CONTROLLO	H (m)	VsH (m/s)	PGA	SA1	SA2	SA3	SI1	SI2
HVSR2	≈200	≈10	2,2	2,3	1,8	1,5	2,3	1,6
HVSR1	≈250	≈20	2,1	2,3	2,3	1,6	2,4	1,9

**Si riportano anche i fattori di amplificazione derivati dalla modellazione di RSL numerica (MS livello 3) e in particolare i valori di FA compresi tra il pendio a monte (valori minimi) e il fondovalle fino alla SP ex SS n.302 (valori massimi).**

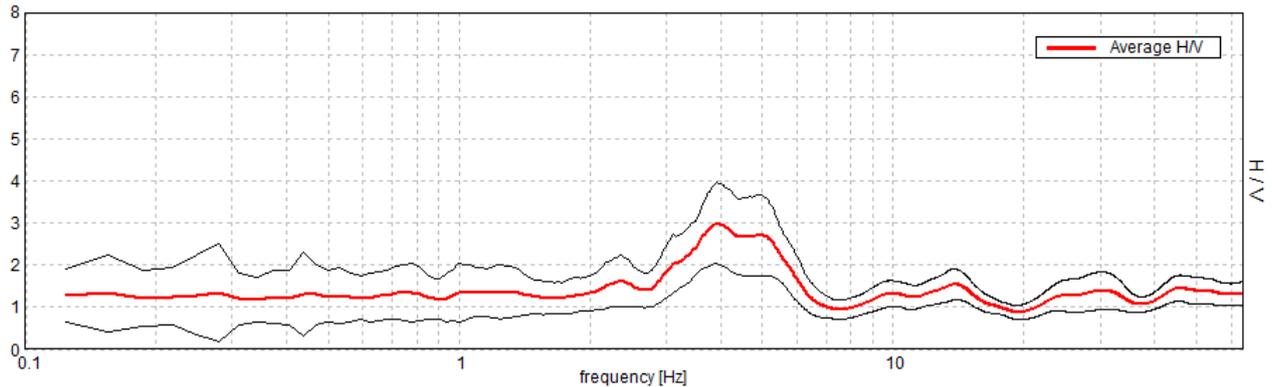
RSL LIVELLO 3	PGA	SA1	SA2	SA3	SI1	SI2
	1,2→1,9	1,6→2,2	1,0→1,3	1,0→1,2	1,5→2,2	1,0→1,4

## BRISIGHELLA – HVSr1

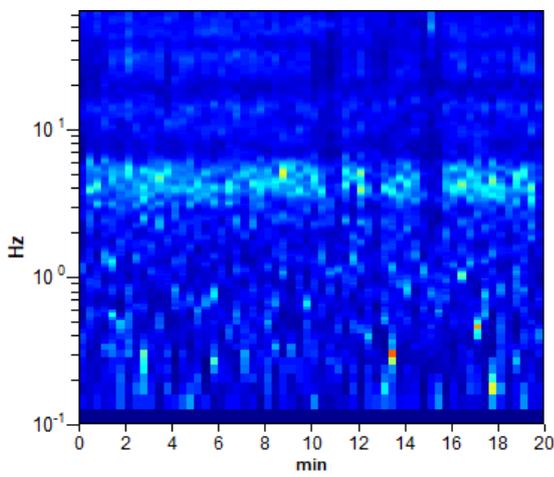
Instrument: TRZ-0108/01-10  
 Start recording: 07/12/01 15:19:32      End recording: 07/12/01 15:39:33  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

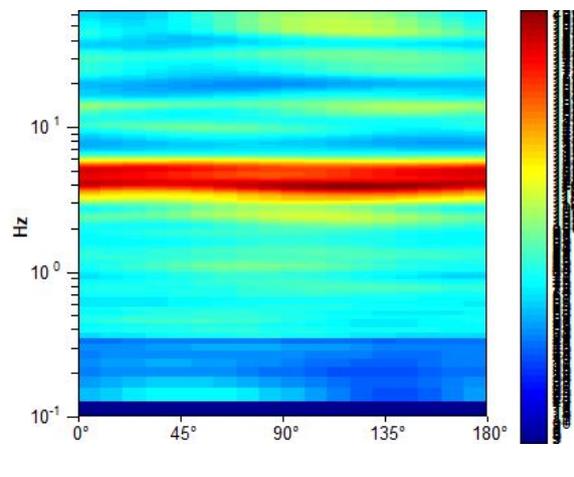
Max. H/V at  $3.94 \pm 0.12$  Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).



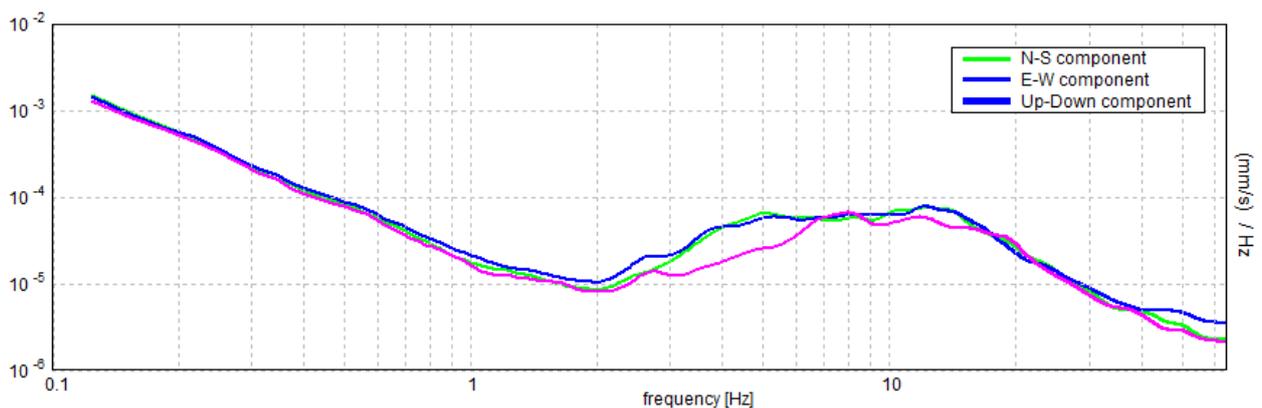
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

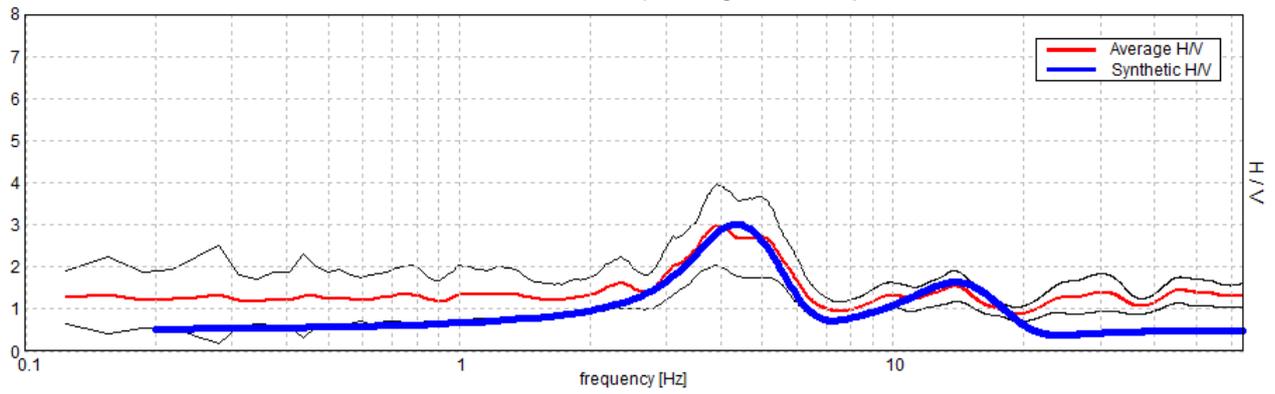


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



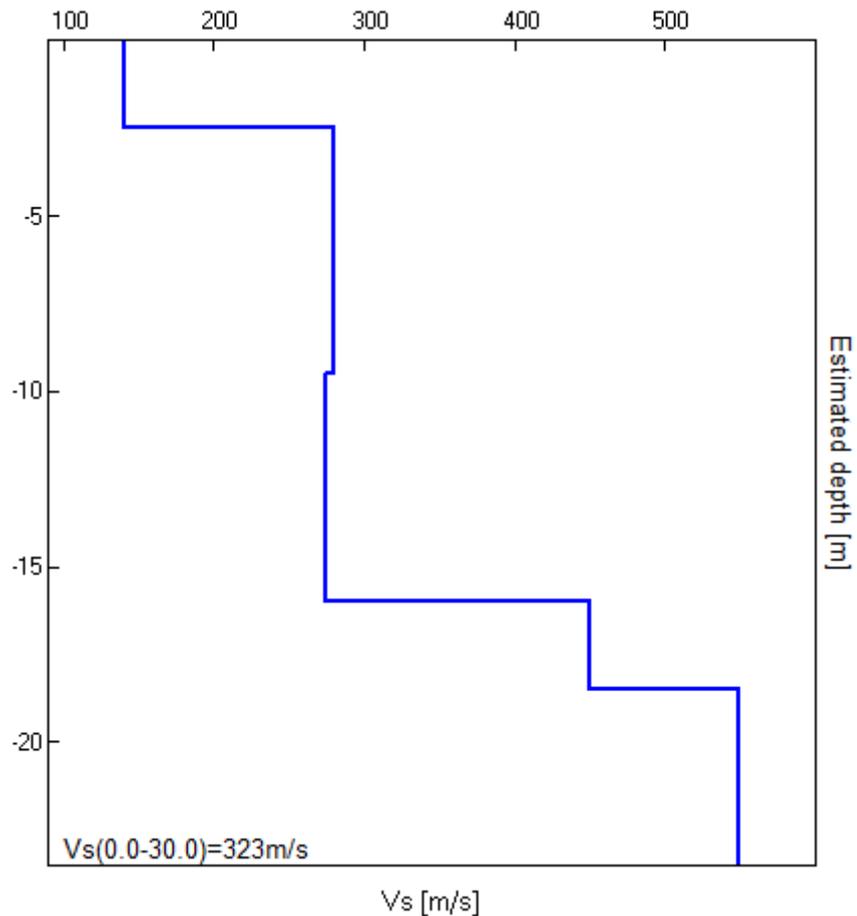
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $3.94 \pm 0.12$  Hz. (In the range 0.5 - 20.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.50	2.50	140	0.35
9.50	7.00	280	0.35
16.00	6.50	275	0.35
18.50	2.50	450	0.30
inf.	inf.	550	0.25

$V_s(0.0-30.0)=323\text{m/s}$



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

**Max. H/V at  $5.47 \pm 0.36$  Hz (in the range 0.1 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5906.3 > 200$	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 264 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.84 > 2$		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03293  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18009 < 0.27344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.303 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$

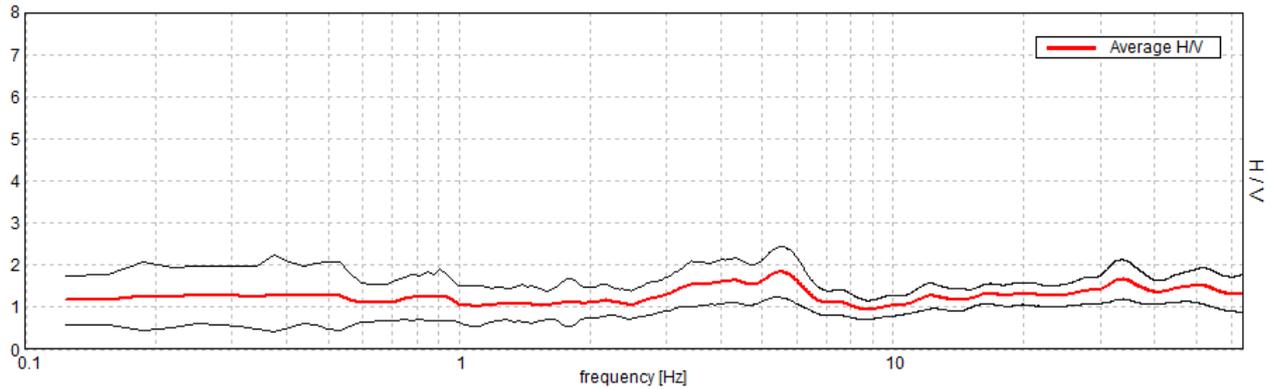
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## BRISIGHELLA – HVSr1

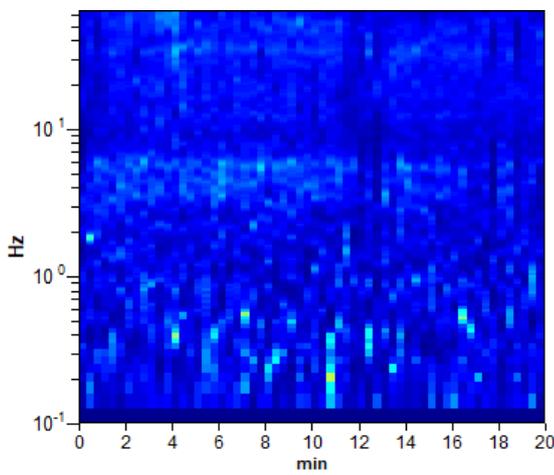
Instrument: TRZ-0108/01-10  
 Start recording: 07/12/01 15:44:03      End recording: 07/12/01 16:04:04  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 Trace length: 0h20'00".      Analysis performed on the entire trace.  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

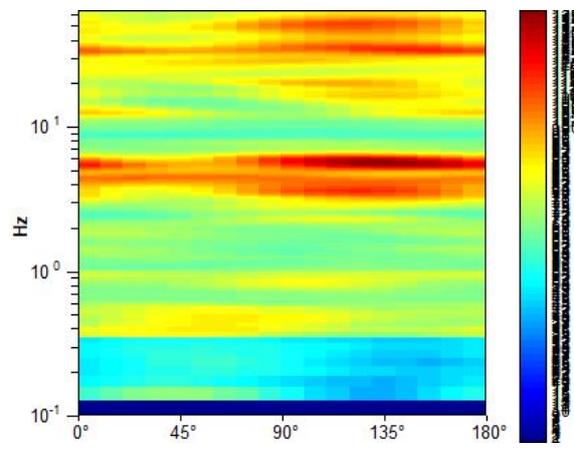
Max. H/V at  $5.47 \pm 0.27$  Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).



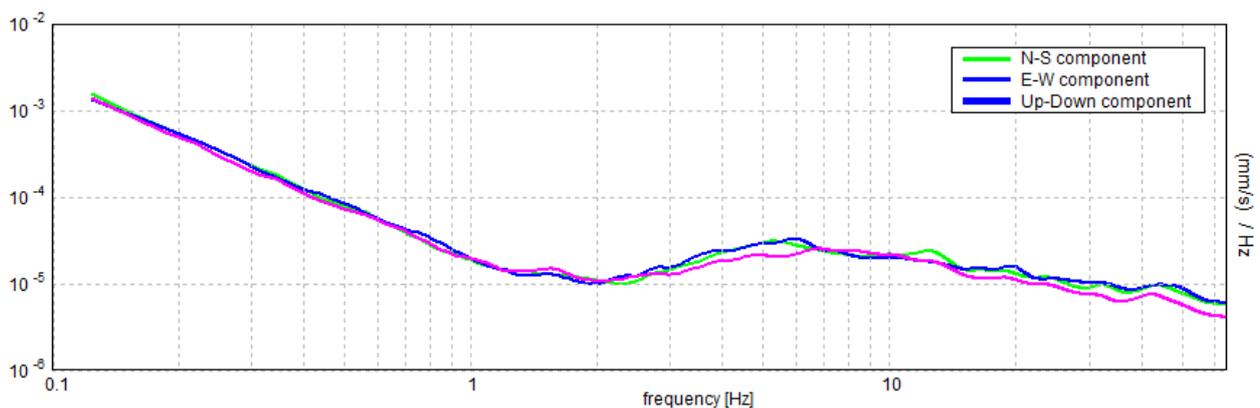
### H/V TIME HISTORY



### DIRECTIONAL H/V

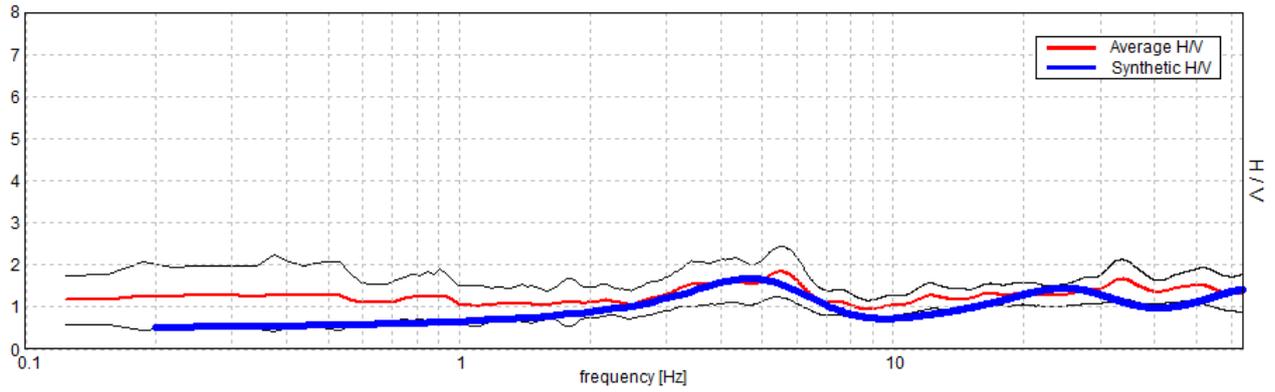


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



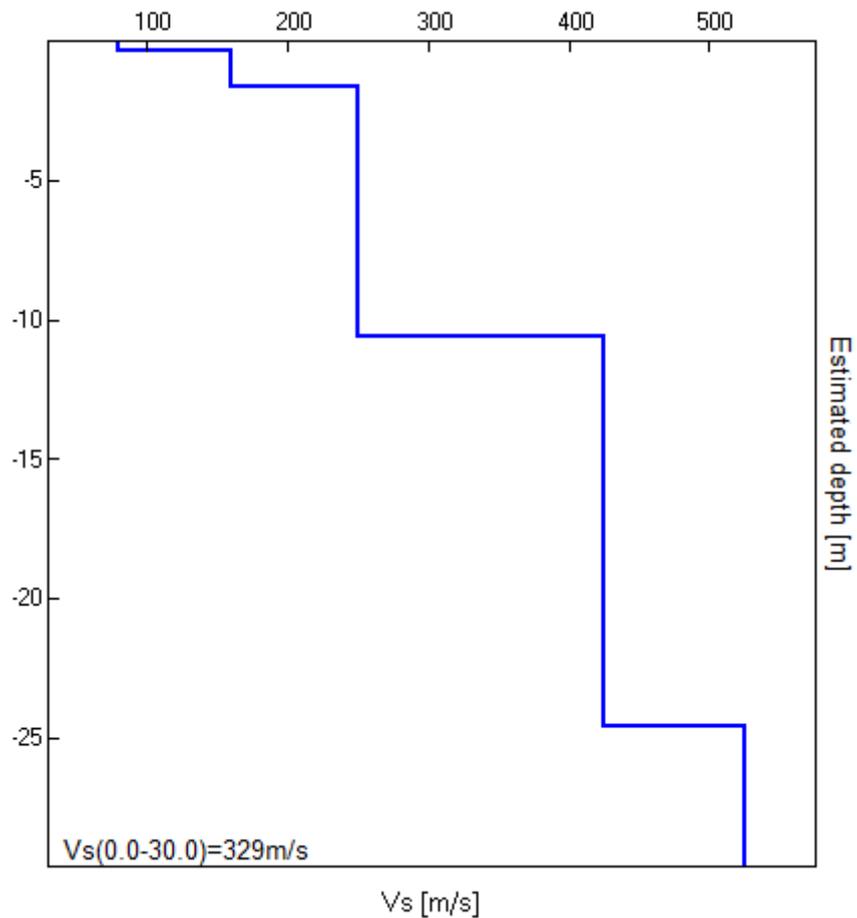
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $5.47 \pm 0.27$  Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	80	0.35
1.60	1.30	160	0.35
10.60	9.00	250	0.30
24.60	14.00	425	0.30
inf.	inf.	525	0.25

$V_s(0.0-30.0)=329\text{m/s}$



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

**Max. H/V at 5.47 ± 0.27 Hz (in the range 0.5 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	5.47 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6562.5 > 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 264 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.84 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02455  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.13427 < 0.27344$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2978 < 1.58$	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
$\sigma_f$	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  $\sigma_f$  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

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**5.2 integr - ANALISI DI STABILITA'**

L'analisi della stabilità del versante in oggetto è stata compiuta in base alle indicazioni contenute al **punto C dell'Allegato A3 alla D.G.R. 476/2021 "Identificazione dei pendii potenzialmente instabili"**, in ossequio alle quali sono state simulate **tre distinte condizioni di verifica**, ciascuna delle quali corrispondente ad uno specifico scenario:

- **Condizioni pre-sisma** – valutazione dello stato di fatto, compiuta assumendo condizioni drenate
- **Condizioni di sisma** – valutazione della situazione durante il sisma, compiuta assumendo condizioni non-drenate.
- **Condizioni post-sisma** – valutazione della situazione dopo il sisma, compiuta assumendo condizioni drenate ed una riduzione del valore dei parametri geotecnici (**coesione efficace, c'**) indotta dal sisma stesso.

Tali verifiche sono state compiute applicando un metodo pseudo-statico per concii (Bishop, 1955), che consente di applicare a ciascun concio un'azione sismica proporzionale al relativo peso (W) suddivisa in componenti orizzontale ( $F_h = K_h * W$ ) e verticale ( $F_v = K_v * W$ ), con  $K_h$  e  $K_v$  che rappresentano i due coefficienti sismici, orizzontale e verticale, calcolati mediante le seguenti formulazioni:

$$K_h = bs * a_{maxs} / g$$

$$K_v = \pm 0,5 * K_h$$

ove,

bs è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima

$a_{maxs}$  è l'accelerazione massima al piano campagna

g è l'accelerazione di gravità

Va sottolineato che il valore di bs è stato tratto dalla Tabella 4 - § C1 dell'Allegato A3 alla D.G.R. 476/2021, che riporta tali valori in funzione dell'accelerazione orizzontale massima attesa al sito in condizioni di campo libero nell'ipotesi di sottosuolo rigido (A) e delle categorie di sottosuolo di riferimento definite dalle NTC2018 (B, C, D ed E).

	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g/g < 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g/g < 0.2$	0.27	0.24
$a_g/g \leq 0.1$	0.20	0.20

Nel caso dell'area in oggetto, che ricade in una zona di raccordo fra un pendio e la sottostante superficie meno acclive attribuita ad un terrazzo alluvionale, il fattore di amplificazione della PGA (Peak Ground Acceleration) è stato posto **FA = 1,5** sulla base dei risultati delle analisi bidimensionali per la caratterizzazione della risposta sismica riportati nella relazione geologica (*v.sopra*). Si ritiene che tale valore sia cautelativo in quanto i fattori di amplificazione della PGA risultano essere inferiori, in corrispondenza delle aree più acclivi e quindi potenzialmente più suscettibili a dissesto di versante.

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

Di conseguenza, il valore di  $ag/g$  è stato assunto pari a **0,315g**.

Con riferimento alla Tabella 4 - § C1 dell'Allegato A3 alla D.G.R. 476/2021, si è assunto un valore di  $bs$  pari a **0,28**.

Pertanto i valori dei coefficienti sismici da considerare in fase di calcolo, risultano essere:

$$\mathbf{K_h = 0,088}$$

$$\mathbf{K_v = \pm 0,044}$$

I risultati delle verifiche condotte secondo tali modalità sono stati, quindi, confrontati con le indicazioni di cui al succitato § C1 dell'Allegato A3, che sancisce:

- Un valore del Fattore di sicurezza  $F_s = 1$  corrisponde ad una condizione di equilibrio limite o di collassi incipiente
- Valori del Fattore di sicurezza  $F_s > 1$  individuano condizioni caratterizzate da un certo margine di sicurezza rispetto al collasso
- Un valore del Fattore di sicurezza  $F_s = 1,2$  può essere ritenuto indicativo di una condizione di stabilità.

La caratterizzazione del modello geotecnico è riportata, per tutti i casi considerati nella relazione di calcolo allegata al presente documento così come l'indicazione grafica della superficie di potenziale scorrimento, corrispondente ai valori minimi del coefficiente di sicurezza ( $F_s$ ) calcolato nei diversi scenari ed i cui risultati sono sintetizzati di seguito:

**CONDIZIONI PRE-SISMA     $F_s = 1,51$**   
**CONDIZIONI DI SISMA      $F_s = 1,45$**   
**CONDIZIONI POST-SISMA  $F_s = 1,29$**

### **5.2.1 Relazione di calcolo**

#### **Definizione**

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

#### **Introduzione all'analisi di stabilità**

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

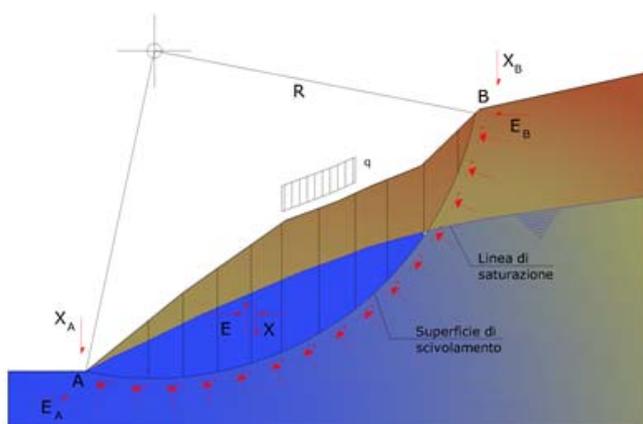
**Metodo equilibrio limite (LEM)**

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



**Metodo dei conci**

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .  
Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

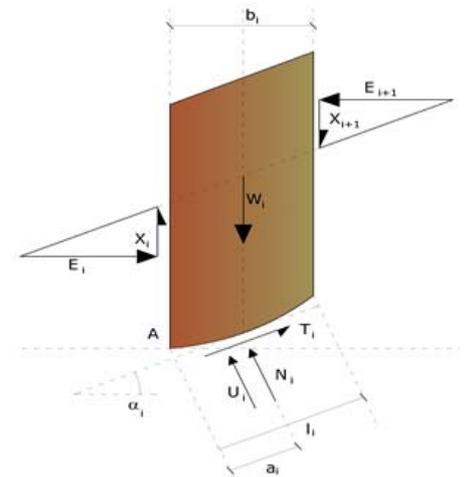
### Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

essendo:

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- $W$  peso concio;
- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

**Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

**CONDIZIONI PRE-SISMA**

**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	44,220125/11,761979
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,2
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	169,61 m
Ordinata vertice destro superiore ys	72,32 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	27,38	2,37
3	48,35	3,94
4	93,9	5,49
5	99,52	6,42
6	108,63	6,55
7	116,72	9,79
8	124,87	17,28
9	144,19	17,25
10	144,81	20,09
11	149,82	20,16
12	167,66	24,62

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-8,89
2	49,2	-8,89
3	49,19	-11,39
4	81,13	-11,43
5	89,73	-9,07
6	95,27	-7,51
7	132,29	6,82
8	139,59	9,51
9	167,66	21,36

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-11,07
2	49,19	-11,43
3	81,13	-11,43
4	89,73	-9,07
5	95,27	-7,51
6	132,29	6,82
7	139,59	9,51
8	167,66	21,44

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"**  
**(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Riduzione parametri geotecnici terreno

No

=

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	15	75	25	19.5	20.5	A	
2	0	0	34	20	21	A1	
3	100	250	40	21	22	B	

**Risultati analisi pendio [Utente]**

**Fs minimo individuato**

**1,51**

Ascissa centro superficie

113,93 m

Ordinata centro superficie

24,01 m

Raggio superficie

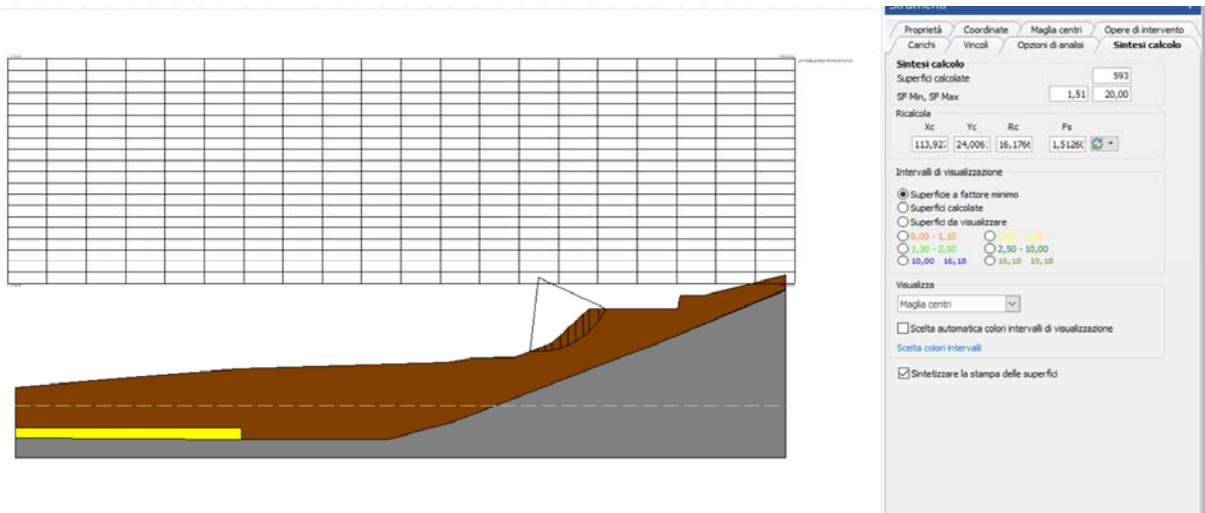
16,18 m

**xc = 113,927 yc = 24,006 Rc = 16,177 Fs=1,513**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,65	-3,6	1,66	13,06	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	14,4	20,9
2	1,65	2,3	1,66	35,06	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	34,0	26,9
3	1,32	7,6	1,33	40,11	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	37,2	24,7
4	1,99	13,6	2,04	93,92	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	85,4	46,6
5	1,65	20,3	1,76	114,38	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	103,7	49,5
6	1,65	26,7	1,85	140,26	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	127,9	57,8
7	1,65	33,5	1,99	158,43	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	147,0	65,0
8	1,2	39,8	1,56	120,59	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	114,6	50,8
9	2,11	48,2	3,17	169,74	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	163,2	81,7
10	1,65	59,6	3,27	50,82	0,0	0,0	15,0	25,0	0,0	29,6	41,6

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



*Superficie di potenziale scorrimento, corrispondente al fattore di sicurezza minimo  
calcolato in condizioni pre-sisma  **$F_s=1,51$***

### CONDIZIONI DI SISMA

#### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	44,220125/11,761979
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,2
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

#### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	169,61 m
Ordinata vertice destro superiore ys	72,32 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Sisma**

<b>Coefficiente azione sismica orizzontale</b>	<b>0,088</b>
<b>Coefficiente azione sismica verticale</b>	<b>0,044</b>

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	27,38	2,37
3	48,35	3,94
4	93,9	5,49
5	99,52	6,42
6	108,63	6,55
7	116,72	9,79
8	124,87	17,28
9	144,19	17,25
10	144,81	20,09
11	149,82	20,16
12	167,66	24,62

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-8,89
2	49,2	-8,89
3	49,19	-11,39
4	81,13	-11,43
5	89,73	-9,07
6	95,27	-7,51
7	132,29	6,82
8	139,59	9,51
9	167,66	21,36

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-11,07
2	49,19	-11,43
3	81,13	-11,43
4	89,73	-9,07
5	95,27	-7,51
6	132,29	6,82
7	139,59	9,51
8	167,66	21,44

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Riduzione parametri geotecnici terreno

No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	15	70	25	19.5	20.5	A	
2	0	0	34	20	21	A1	
3	100	250	40	21	22	B	

**Risultati analisi pendio [Utente]**

**Fs minimo individuato**

**1,45**

Ascissa centro superficie

118,21 m

Ordinata centro superficie

25,25 m

Raggio superficie

22,13 m

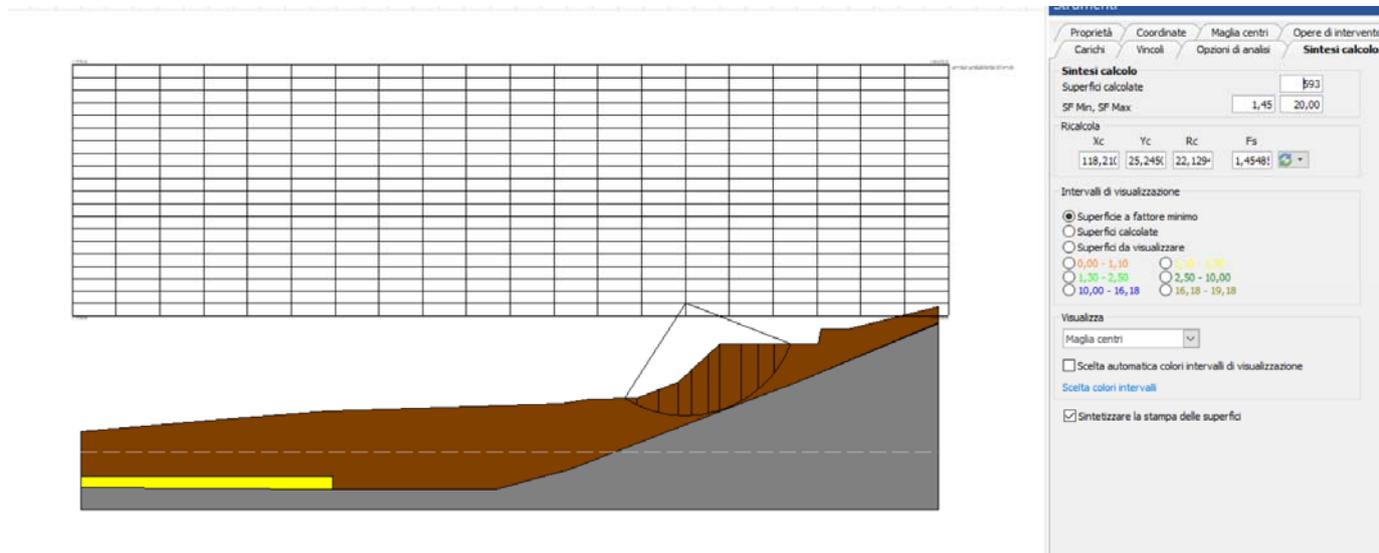
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**xc = 118,211 yc = 25,245 Rc = 22,129 **Fs=1,455****

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	2,21	-28,9	2,52	30,24	2,66	1,33	70,0	0,0	0,0	101,7	121,5
2	4,28	-19,8	4,54	263,07	23,15	11,58	70,0	0,0	0,0	358,1	218,6
3	3,81	-8,9	3,86	441,63	38,86	19,43	70,0	0,0	0,0	476,0	185,7
4	2,67	-0,4	2,67	432,73	38,08	19,04	70,0	0,0	0,0	433,6	128,5
5	3,24	7,3	3,27	694,14	61,08	30,54	70,0	0,0	0,0	679,7	157,3
6	2,24	14,5	2,31	569,76	50,14	25,07	70,0	0,0	0,0	559,8	111,1
7	4,25	23,5	4,64	1075,41	94,64	47,32	70,0	0,0	0,0	1075,8	223,0
8	3,24	34,6	3,94	682,45	60,06	30,03	70,0	0,0	0,0	698,5	189,7
9	3,24	45,8	4,65	501,38	44,12	22,06	70,0	0,0	0,0	489,0	223,8
10	3,24	60,3	6,55	221,6	19,5	9,75	70,0	0,0	0,0	-105,7	315

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



*Superficie di potenziale scorrimento, corrispondente al fattore di sicurezza minimo  
calcolato in condizioni di sisma **Fs=1,45***

### CONDIZIONI POST-SISMA

#### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	44,220125/11,761979
Calcolo eseguito secondo	Utente
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,2
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22,77 m
Ascissa vertice destro superiore xs	169,61 m
Ordinata vertice destro superiore ys	72,32 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

=

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)**

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	27,38	2,37
3	48,35	3,94
4	93,9	5,49
5	99,52	6,42
6	108,63	6,55
7	116,72	9,79
8	124,87	17,28
9	144,19	17,25
10	144,81	20,09
11	149,82	20,16
12	167,66	24,62

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-8,89
2	49,2	-8,89
3	49,19	-11,39
4	81,13	-11,43
5	89,73	-9,07
6	95,27	-7,51
7	132,29	6,82
8	139,59	9,51
9	167,66	21,36

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-11,07
2	49,19	-11,43
3	81,13	-11,43
4	89,73	-9,07
5	95,27	-7,51
6	132,29	6,82
7	139,59	9,51
8	167,66	21,44

**P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"**  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Riduzione parametri geotecnici terreno No

**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	10	75	25	19.5	20.5	A	
2	0	0	34	20	21	A1	
3	100	250	40	21	22	B	

**Risultati analisi pendio [Utente]**

**Fs minimo individuato**

**1,29**

Ascissa centro superficie

113,93 m

Ordinata centro superficie

24,01 m

Raggio superficie

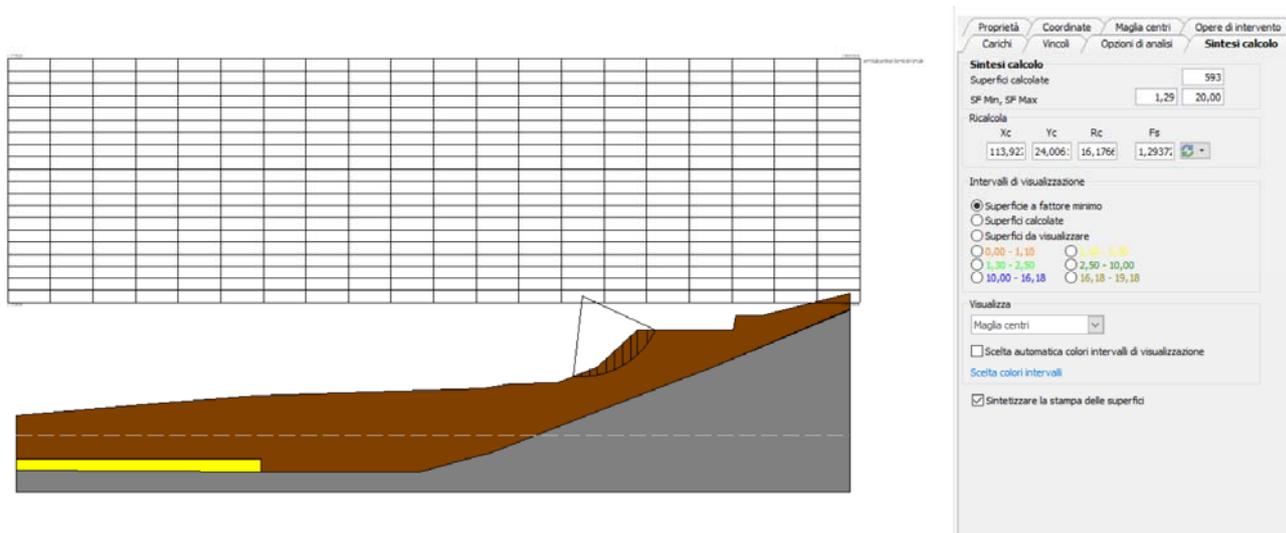
16,18 m

**xc = 113,927 yc = 24,006 Rc = 16,177 Fs=1,294**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,65	-3,6	1,66	13,06	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	14,2	17,9
2	1,65	2,3	1,66	35,06	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	34,1	25,1
3	1,32	7,6	1,33	40,11	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	37,3	23,8
4	1,99	13,6	2,04	93,92	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	85,4	46,6
5	1,65	20,3	1,76	114,38	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	103,1	50,8
6	1,65	26,7	1,85	140,26	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	126,8	60,0
7	1,65	33,5	1,99	158,43	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	145,2	67,7
8	1,2	39,8	1,56	120,59	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	113,0	52,8
9	2,11	48,2	3,17	169,74	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	162,0	82,9
10	1,65	59,6	3,27	50,82	0,0	0,0	10,0	25,0	0,0	35,5	38,1

P.U.A. (Piano Urbanistico Attuativo) relativo alla Scheda RUE n.49 - "AREA IL MOLINONE"  
(Comune di Brisighella – Ra)

**Integrazione alla Relazione Geologica 22/12/2021**



*Superficie di potenziale scorrimento, corrispondente al fattore di sicurezza minimo calcolato in condizioni post-sisma  $F_s=1,29$*





**PROVINCIA DI RAVENNA**  
*Medaglia d'Argento al Merito Civile*

SETTORE LAVORI PUBBLICI  
SERVIZIO Programmazione Territoriale

Class. 07-04-04 Fasc. 2022/19 Prot. Cfr. *Segnatura.xml*

Ravenna, 23/03/2022

Spett.le

UNIONE DELLA ROMAGNA FAENTINA  
PIAZZA DEL POPOLO, 31  
48018 - FAENZA - RA

Oggetto: COMUNE DI BRISIGHELLA. PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA RELATIVO ALLA SCHEDA DI PRG N. 49 DENOMINATA "AREA IL MOLINONE" SITA IN VIA CICOGNANI. RICHIESTA DI DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA E CONTRIBUTO ISTRUTTORIO.

Vista la nota dell'Unione della Romagna Faentina ricevuta da questa Provincia in data 13.03.2022, ns PG 2022/8262 con la quale è stata convocata la Conferenza dei Servizi in modalità asincrona, esaminata la documentazione prodotta si evidenzia quanto segue:

- Si chiede di integrare la Relazione Geologica al fine di chiarire quanto di seguito evidenziato:
  - non è chiaro il valore della velocità equivalente (è presente solo la categoria di sottosuolo, nella caso specifico la categoria E), tale valore è fondamentale per il calcolo dei fattori di amplificazione sismica sulle relative tabelle della DGR 476/21;
  - non è chiaro a che tabella della DGR 476/21 facciano riferimento i valori di amplificazione sismica riportati nella relazione (appennino, margine, pianura, etc.);
  - i valori di amplificazione sismica riportati in relazione non sembrano compatibili con le velocità equivalenti relative ad una categoria di sottosuolo E;
  - i valori di amplificazione sismica SA4 ed SI3 (riportati in relazione) sono richiesti solo per studi in aree di pianura e di costa.

per quanto riguarda la stabilità dell'area dal punto di vista geologico:

  - essendo segnalata in corrispondenza della zona oggetto di studio nella tavola dei vincoli una area a rischio medio di frana (R2) dall'autorità di bacino distrettuale del fiume Po;
  - ricadendo l'intervento in una zona di piede di versante vallivo;

si richiede un approfondimento per la verifica delle condizioni generali di stabilità della zona.

- Con riferimento al documento di Valsat, si evidenzia quanto segue:
  - Relativamente alla compatibilità dell'intervento con il PTCP, nel documento si dichiara che "L'attuazione del piano in oggetto, che prevede la realizzazione di fabbricati a destinazione residenziale pubblica e privata, non altera gli elementi naturalistici esistenti"; al riguardo si chiede di fornire valutazioni più specifiche a sostegno di quanto affermato.
  - Si chiede di fornire riscontro alle disposizioni dell'art. 3.10 "Aree forestali" del vigente PTCP, così come modificato con delibera di G.R. 1109/2007.

*Documento firmato digitalmente*

- Si chiede di esplicitare la conformità del Piano in oggetto con la scheda di P.R.G., con particolare riferimento all'indicazione riguardante gli edifici esistenti B e C;

Resta inteso che la presente costituisce esclusivamente contributo istruttorio; il procedimento posto in capo alla Provincia potrà essere attivato attraverso la trasmissione degli elaborati depositati, delle osservazioni presentate e dei pareri pervenuti da parte dei soggetti ambientalmente competenti.

Distinti saluti.

IL DIRIGENTE DEL SETTORE  
(Ing. Paolo Nobile)

Sede del servizio: Piazza Caduti per la Libertà, 2  
Responsabile del procedimento: NOBILE PAOLO  
Per informazioni contattare: Arch. Fabio Poggioli  
Tel. 0544.258152 - e-mail: fpoggioli@mail.provincia.ra.it

*Documento firmato digitalmente*