



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Prove tomografiche HVSR

Regione Emilia–Romagna  
Comune di Calestano



<p>Regione Emilia–Romagna</p>	<p>Soggetto realizzatore</p>  <p>Direzione tecnica Dott. Geol. Carlo Caleffi Dott. Geol. Francesco Cerutti Collaboratori Dott. Geol. Matteo Baisi Dott. Geol. Alessandro Ferrari Dott.ssa Giulia Mainardi</p>	<p>Data Marzo 2018</p>
-----------------------------------	--	----------------------------

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### PROVA HVSR

Comune Calestano	Località Ravarano	
Cantiere	Data 15/06/2018	Ora 11.13
Codice lavoro		
Codice Prova Rav11	File	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Alberto Giuliano		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto						
camion							
passanti							
altro .....		✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

### OSSERVAZIONI:

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	1 di 6

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### Tracce in input

#### Dati riepilogativi:

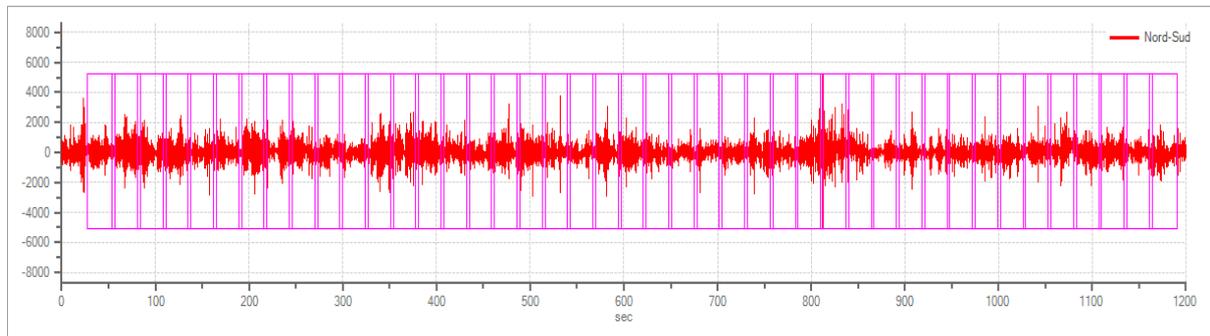
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### Finestre selezionate

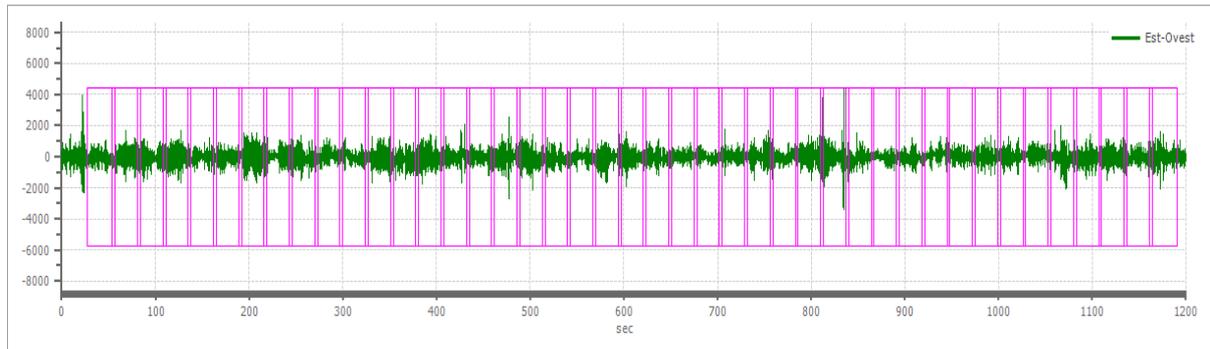
#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 43  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 39  
 Dimensione temporale finestre: 30.000 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

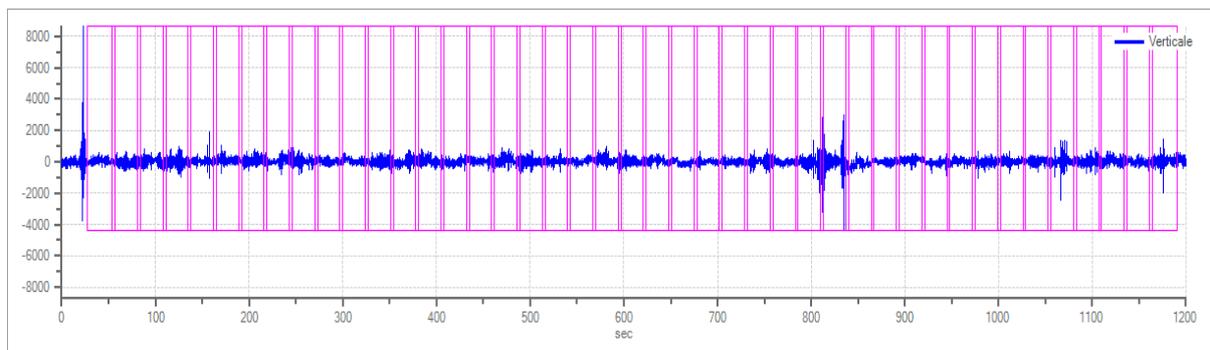
#### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

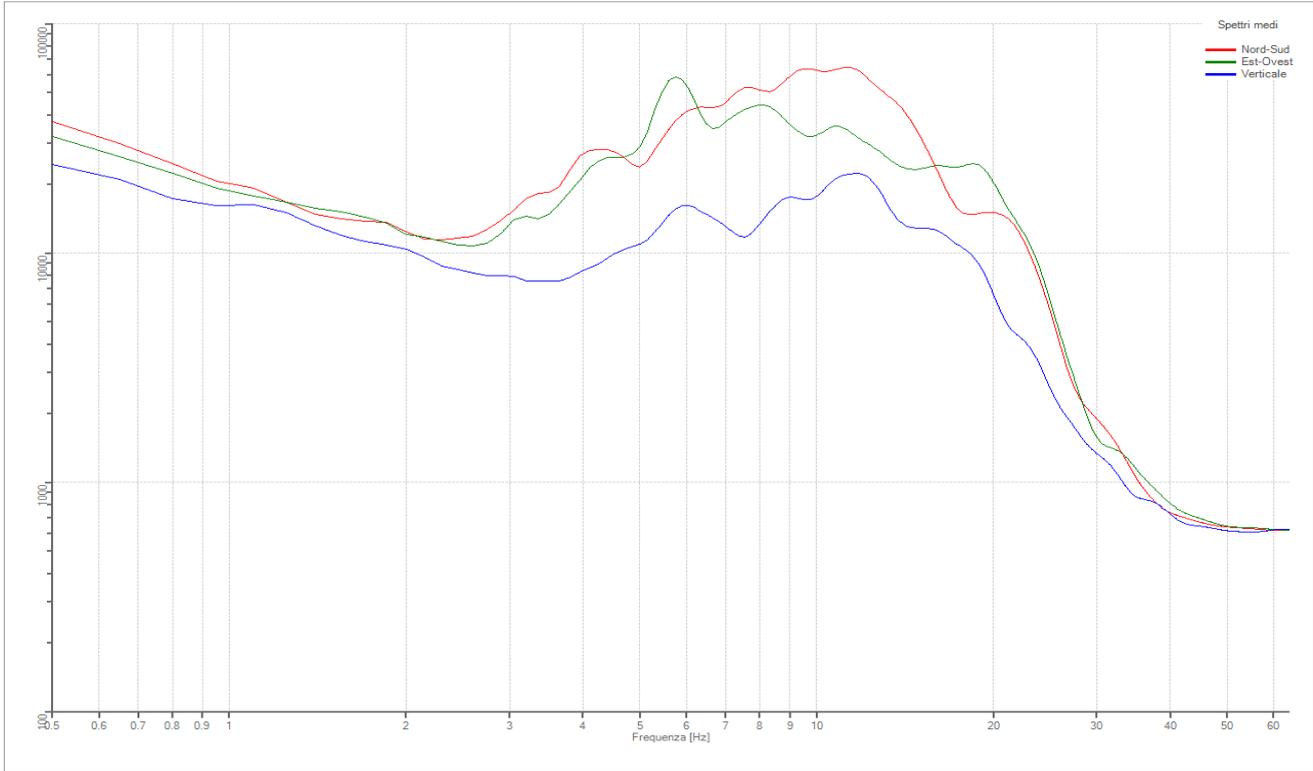


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	2 di 6

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarno

### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

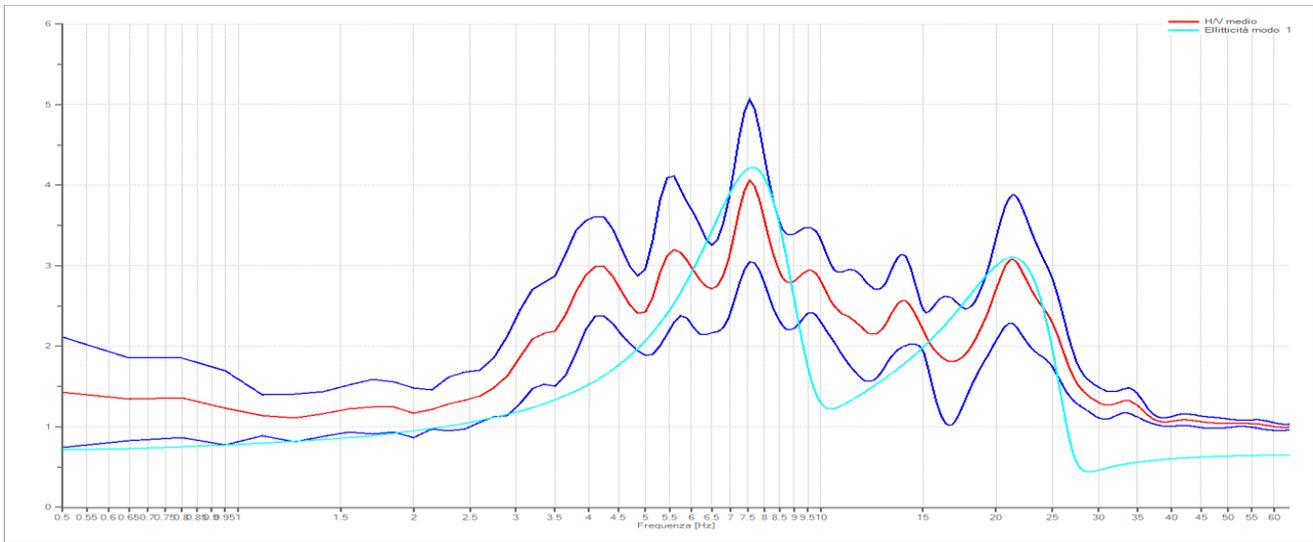
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.05 Hz  
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

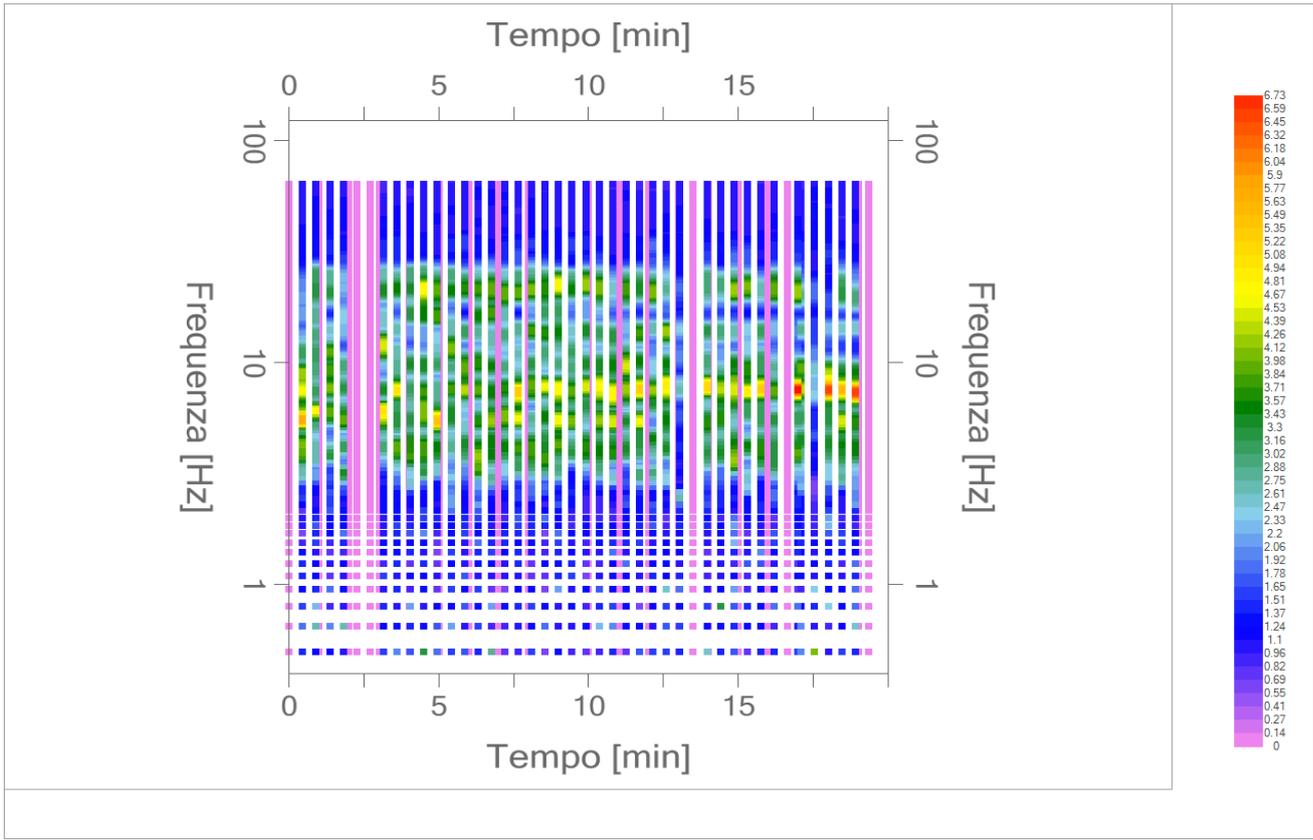
Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.55 Hz ± 0.25 Hz

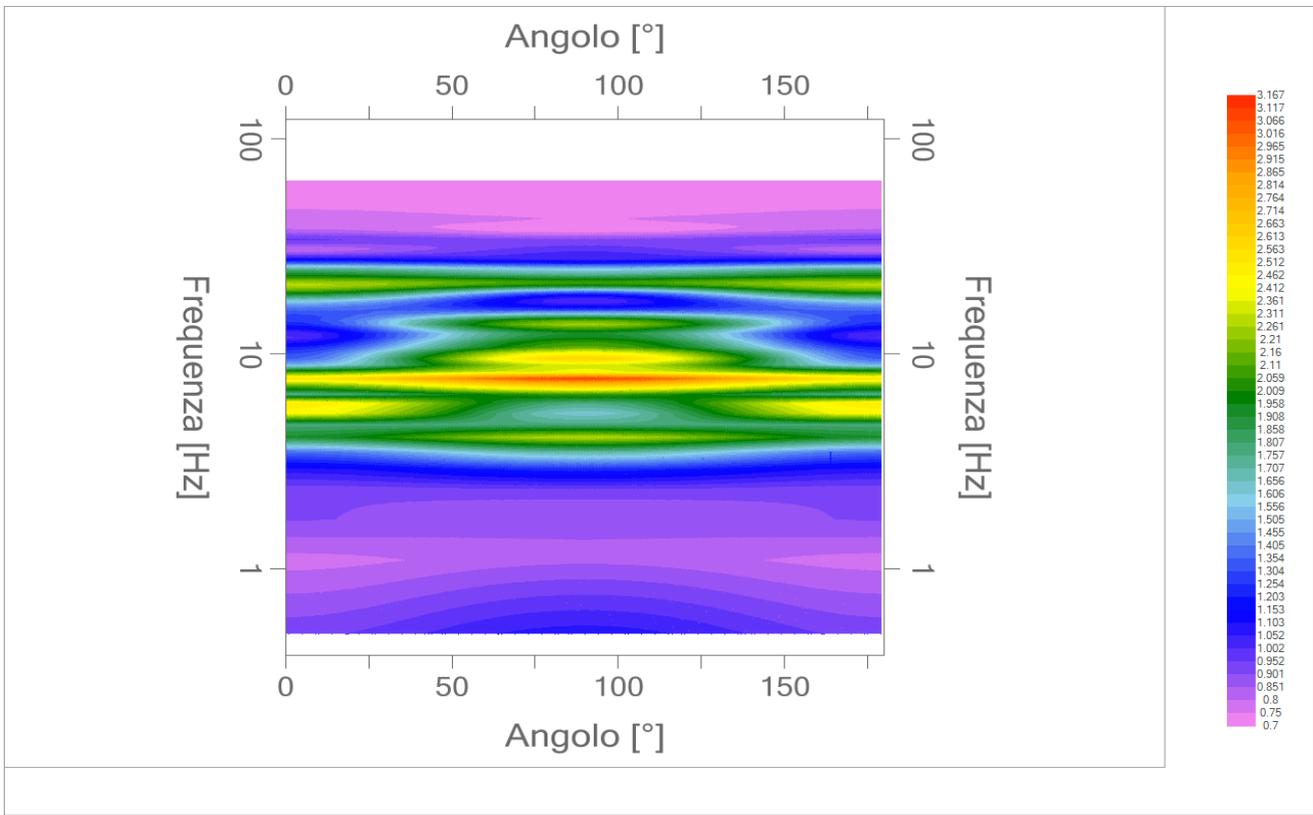
### Grafico rapporto spettrale H/V naturale



PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



*Mappe della stazionarietà degli spettri*



*DIREZIONALITA' H/V*

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

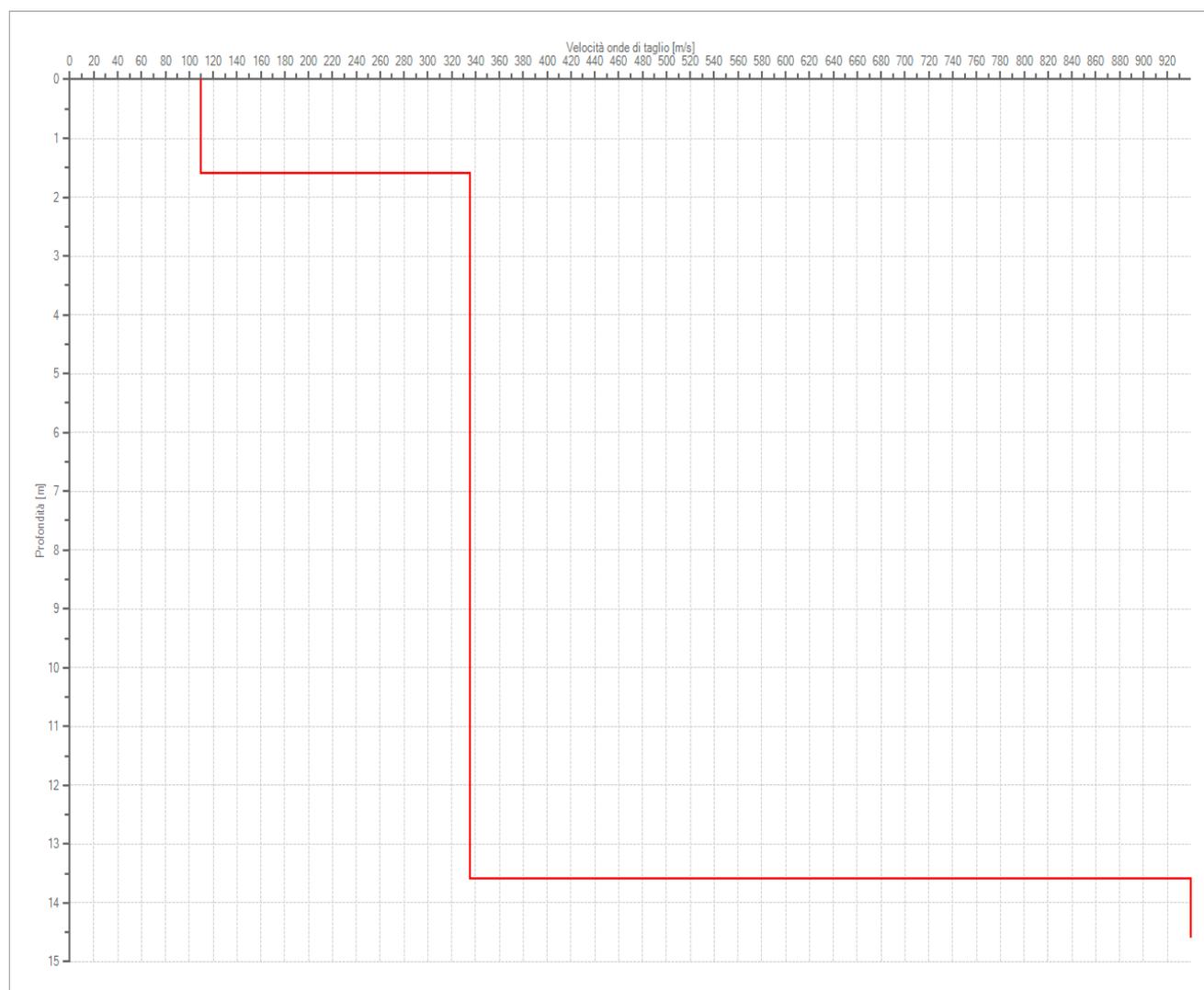
## Modello stratigrafico

### Dati riepilogativi:

Numero strati: 3  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.70 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: **442.39 m/s**

### Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.6	18	0.3	110
2	1.6	12	19	0.3	335
3	13.6	1	20	0.3	940



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.25 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.50– 20.0 Hz).

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

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK

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

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### PROVA HVSR

Comune Calestano	Località Ravarano	
Cantiere	Data 15/06/2018	Ora 11.30
Codice lavoro		
Codice Prova Rav22	File	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Alberto Giuliano		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto						
camion							
passanti							
altro .....		✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> presente:					

### OSSERVAZIONI:

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	1 di 7

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

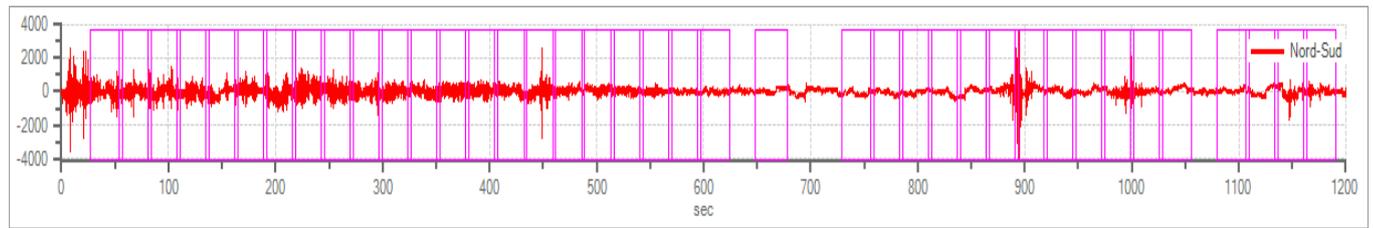
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

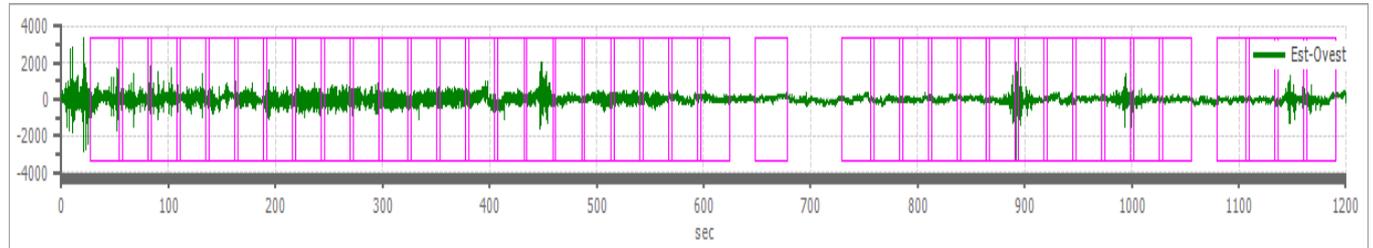
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 39  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 36  
 Dimensione temporale finestre: 30.000 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

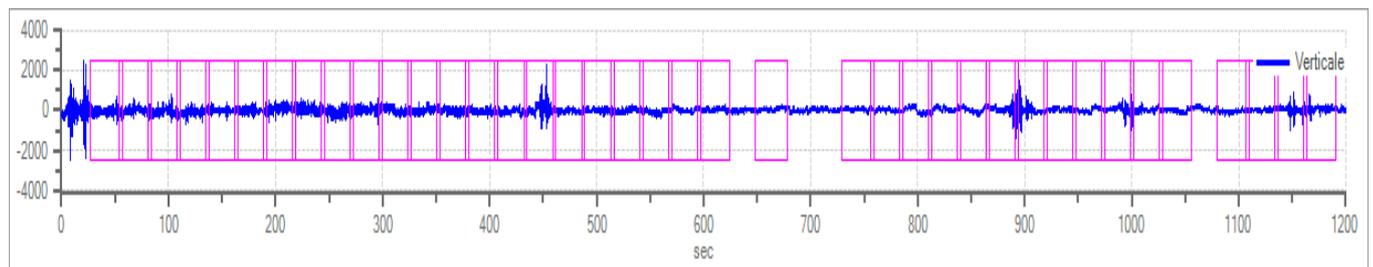
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

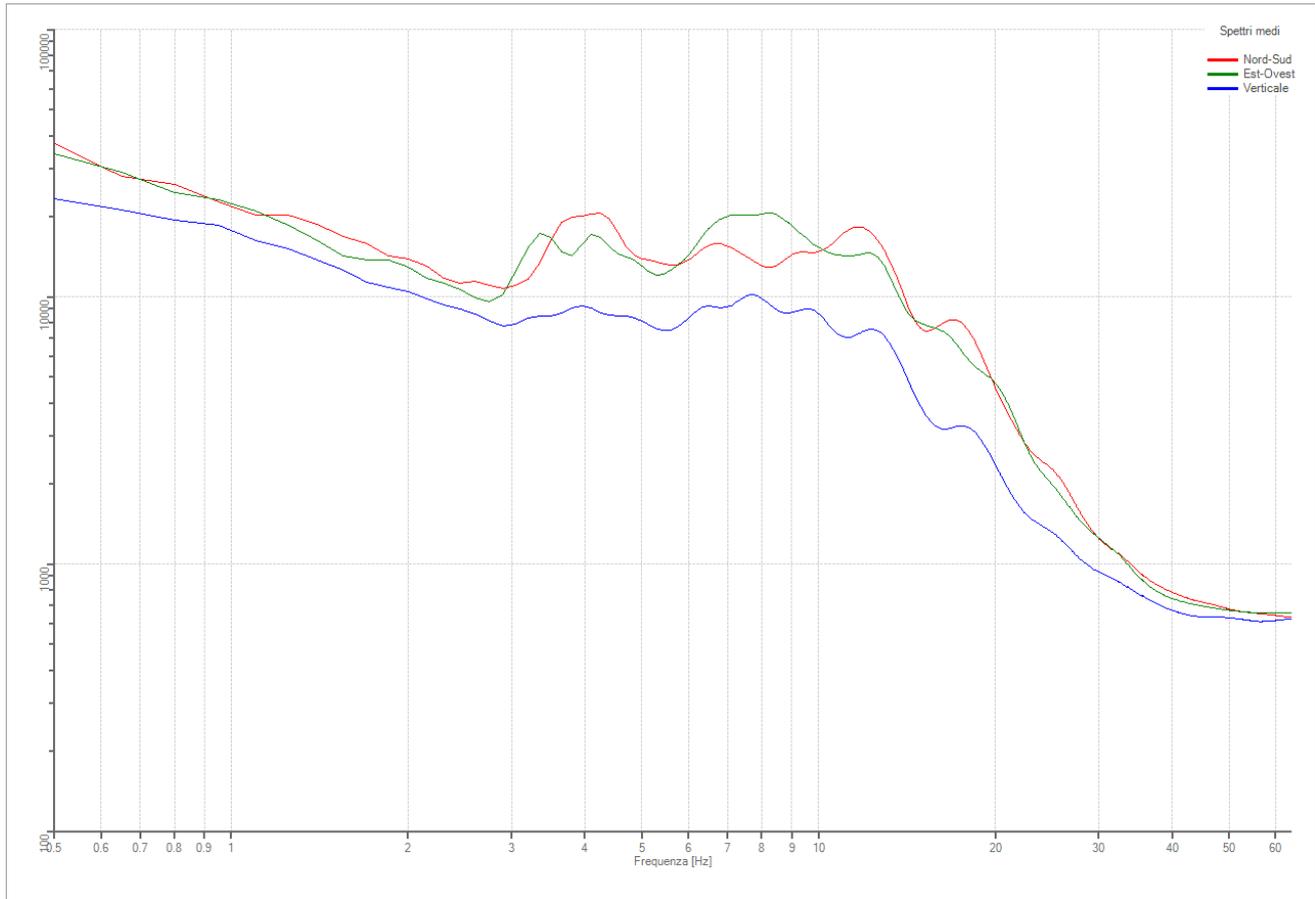


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

 <b>EN GEO S.r.l.</b> <small>ENGINEERING GEOLOGIST</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	2 di 7

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



## Rapporto spettrale H/V

### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

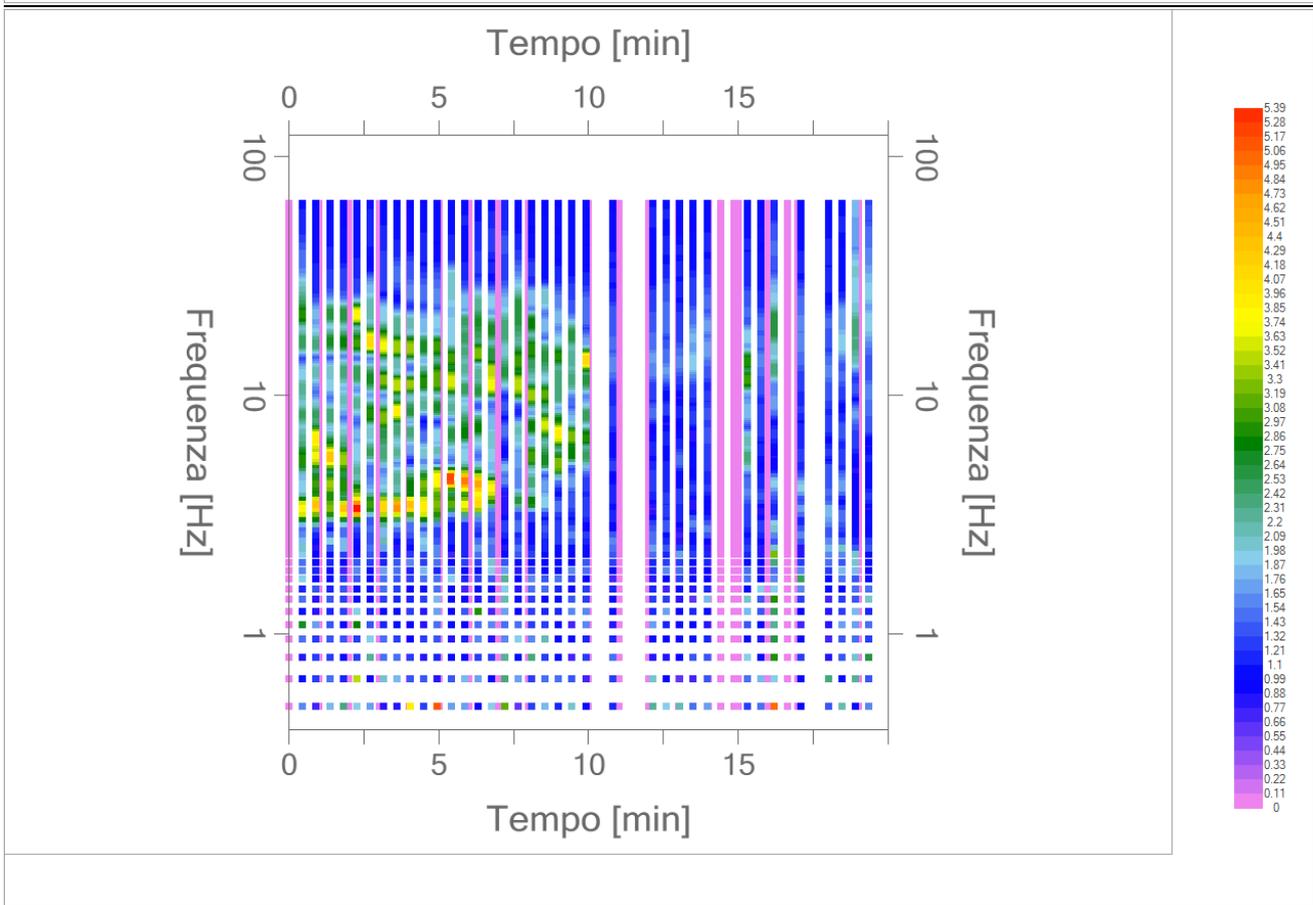
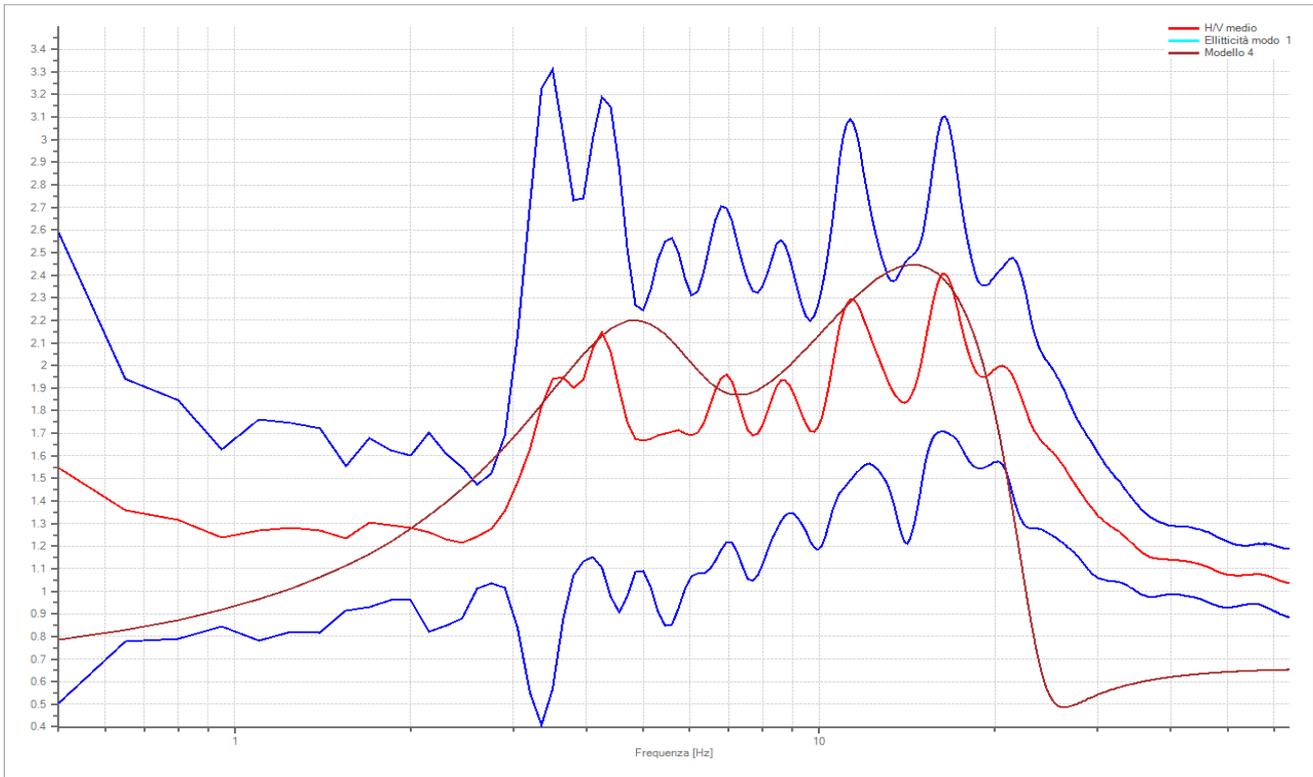
### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 16.40 Hz  $\pm$  0.29 Hz

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	3 di 7

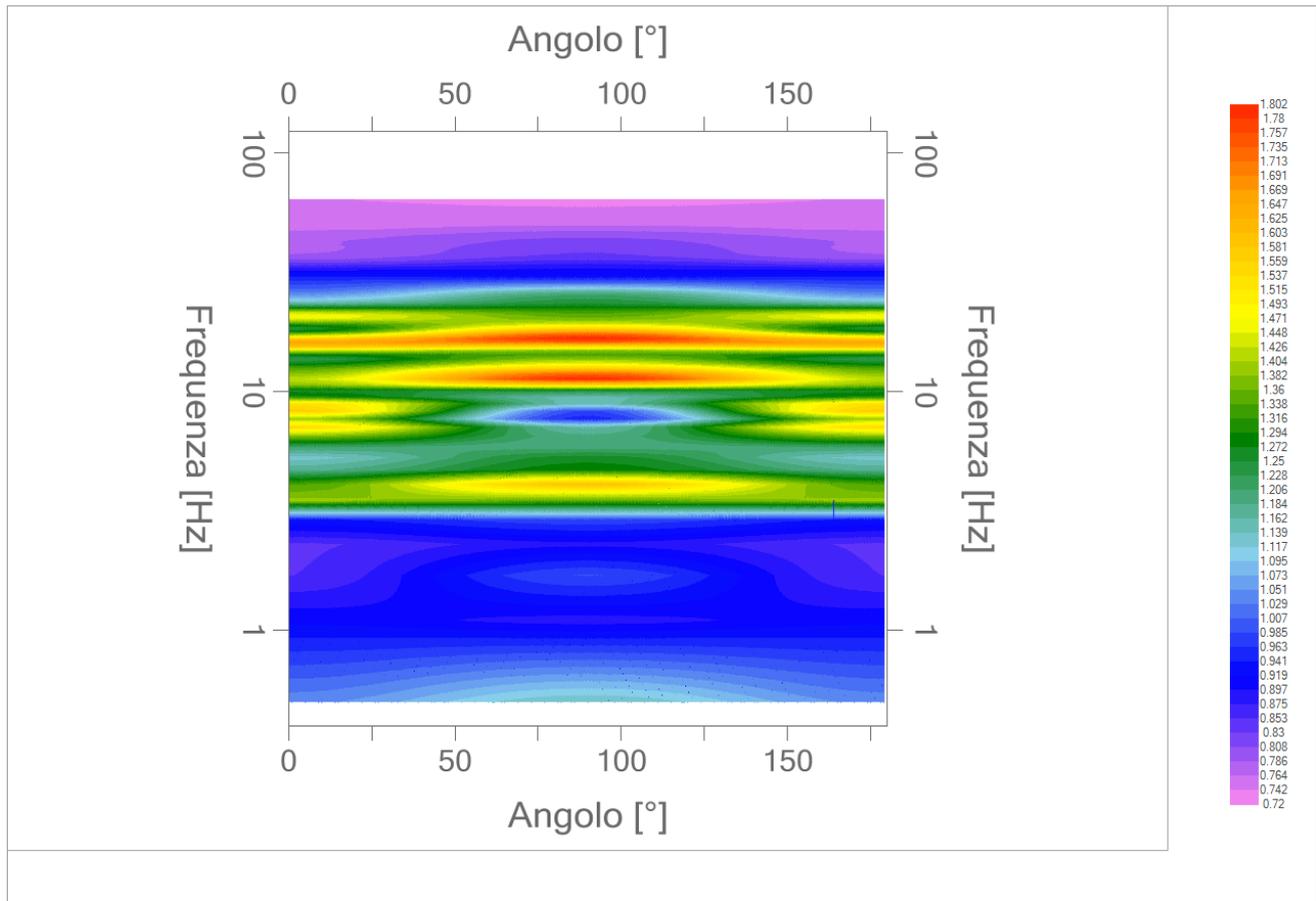
PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

Grafico rapporto spettrale H/V naturale



Mappa della stazionarietà degli spettri

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



DIREZIONALITA' H/V

**Modello stratigrafico**

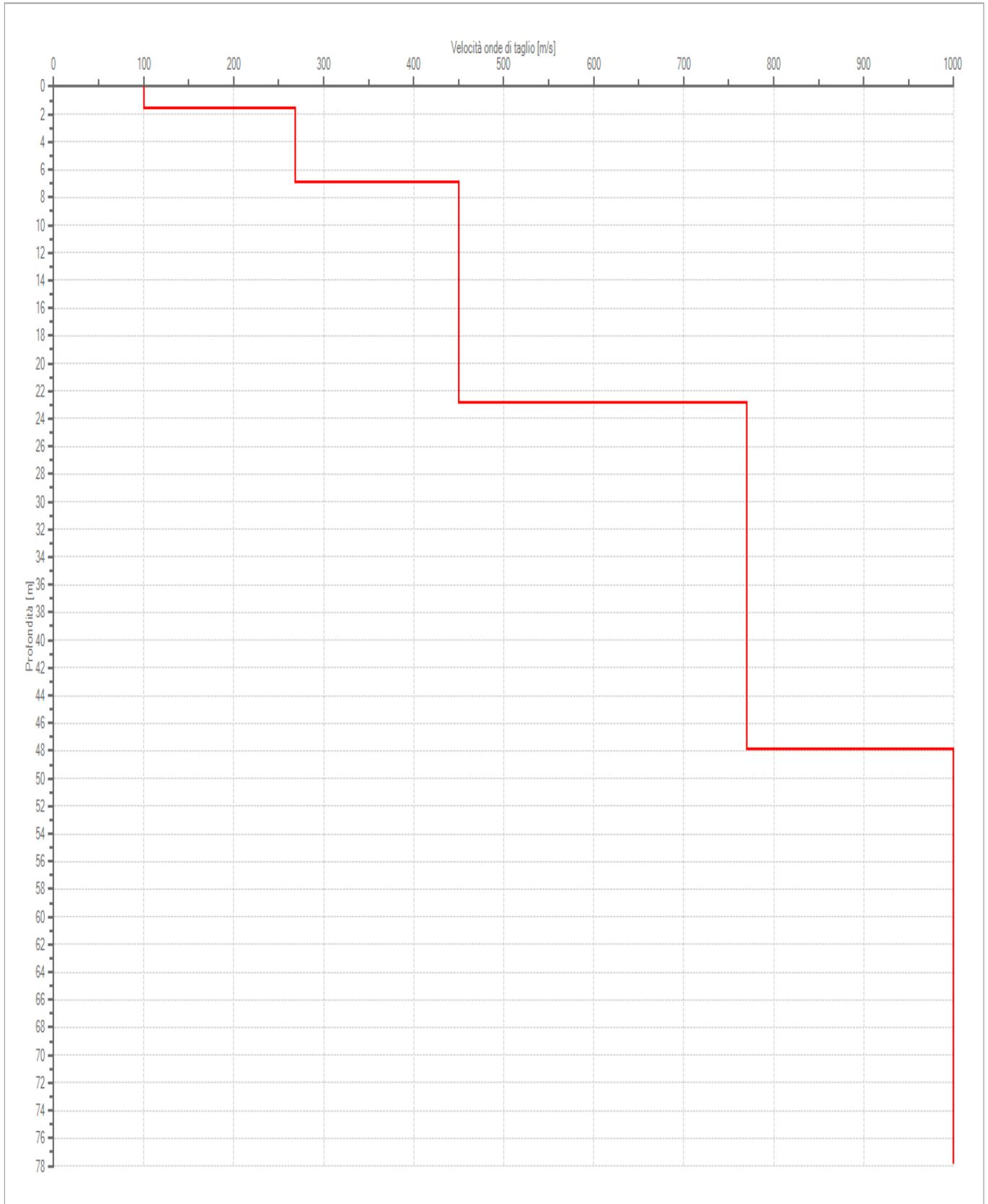
Dati riepilogativi:

Numero strati: 5  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 14.45 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: **372.43 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.6	18	0.3	100
2	1.6	5.3	19	0.3	268
3	6.9	16	20	0.3	450
4	22.9	25	20	0.3	770
5	47.9	30	20	0.3	1000

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



**PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO**

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.25 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.50– 20.0 Hz).

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

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK

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

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### PROVA HVSR

Comune Calestano	Località Ravarano	
Cantiere	Data 15/06/2018	Ora 12:40
Codice lavoro		
Codice Prova Rav44	File	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Alberto Giuliano		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto						
camion							
passanti							
altro .....		✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

### OSSERVAZIONI:

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	1 di 7

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

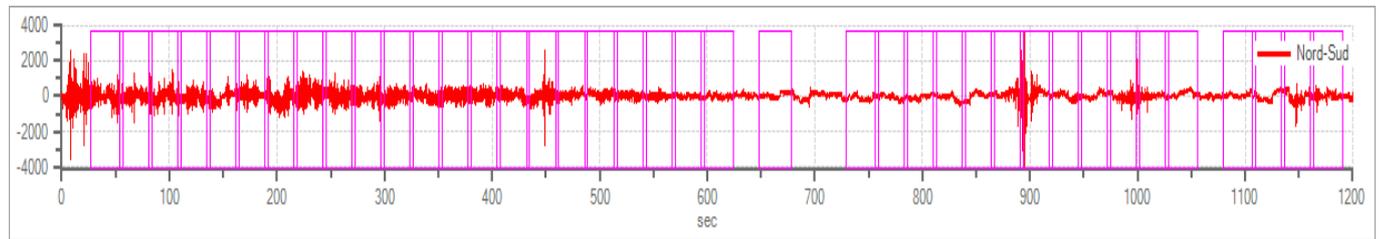
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

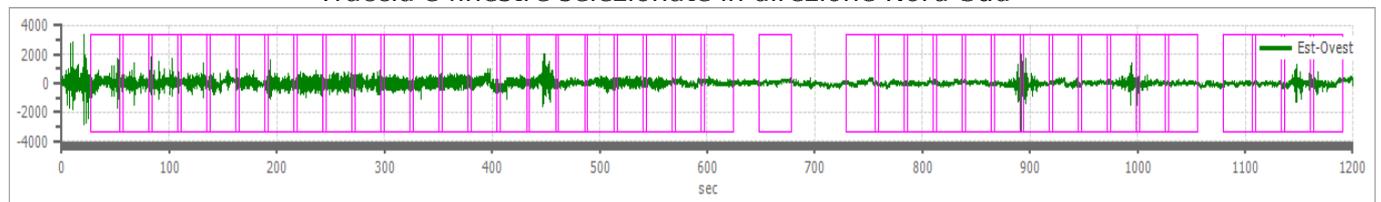
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 43  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 41  
 Dimensione temporale finestre: 30.000 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

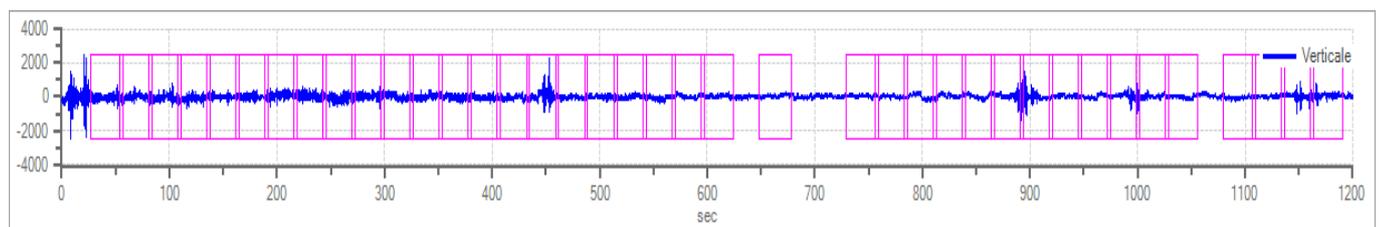
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

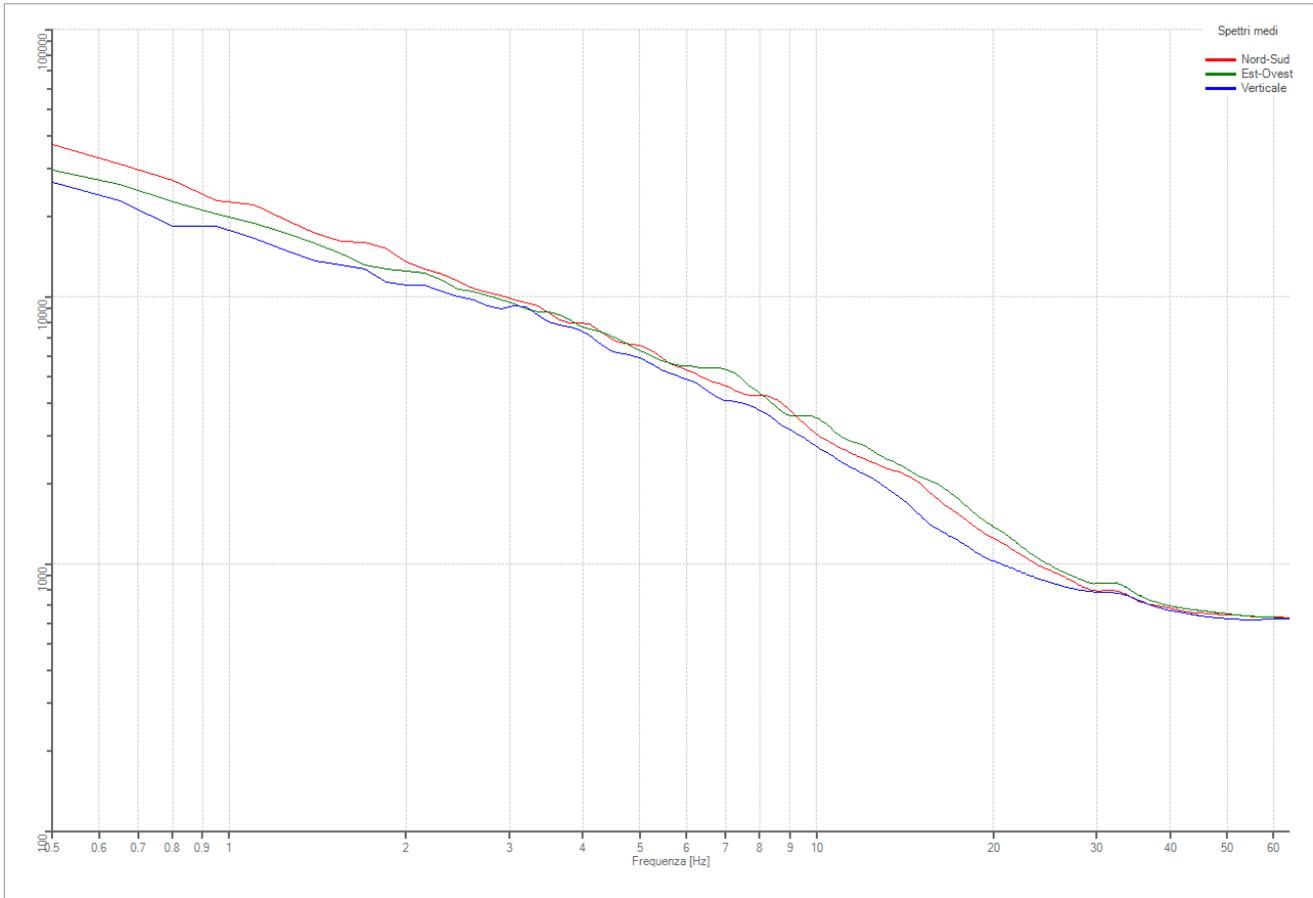


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

 <b>EN GEO S.r.l.</b> <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	2 di 7

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

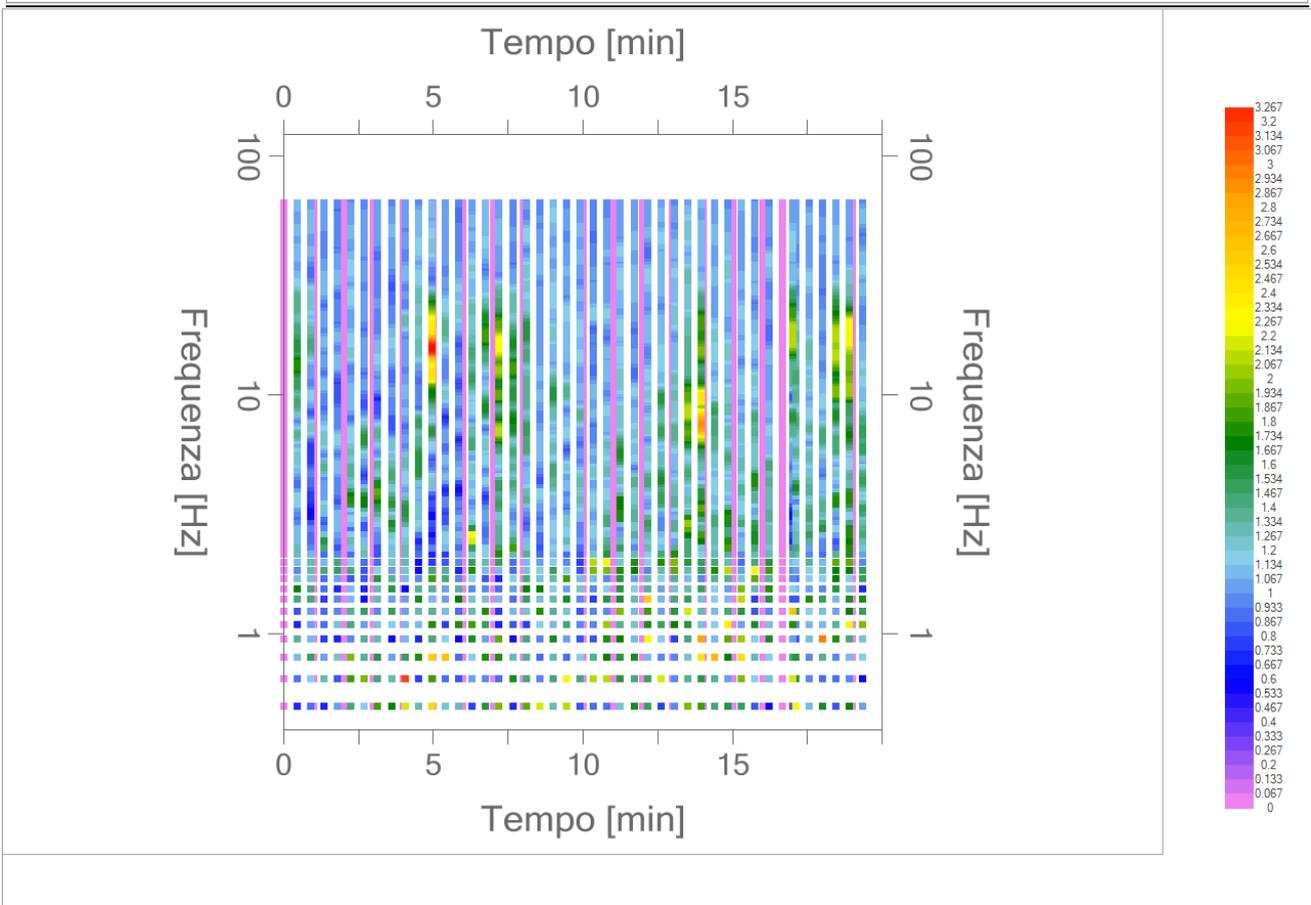
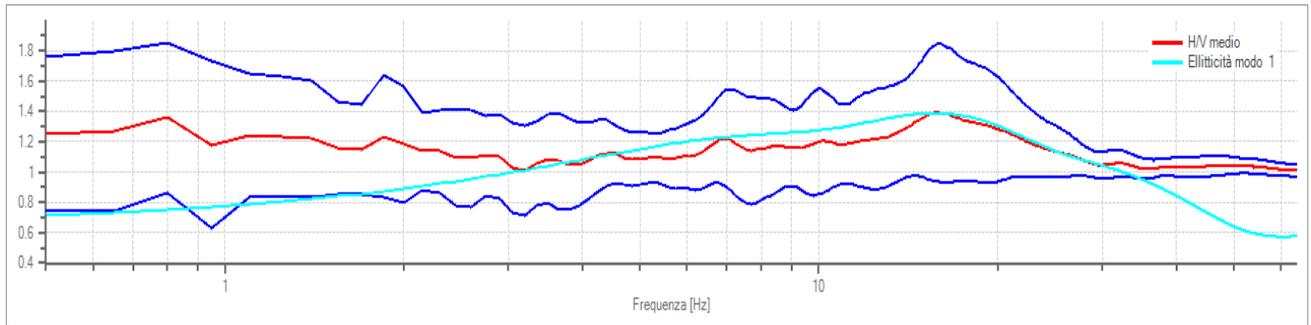
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 15.80 Hz  $\pm$  0.33 Hz

 <b>EN GEO S.r.l.</b> <small>ENGINEERING GEOLOGIST</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	3 di 7

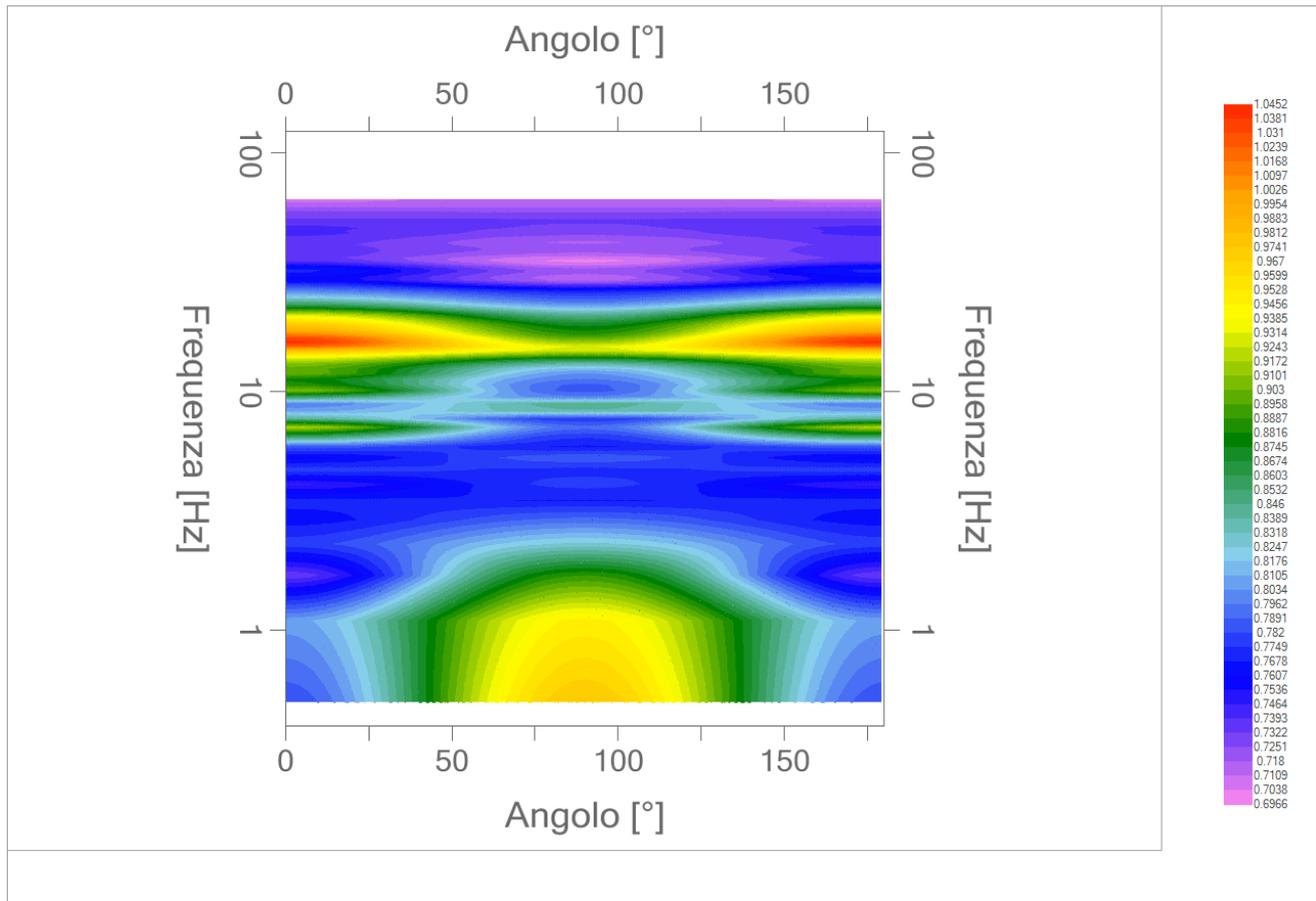
PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

Grafico rapporto spettrale H/V naturale



Mapa della stazionarietà degli spettri

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



DIREZIONALITA' H/V

**Modello stratigrafico**

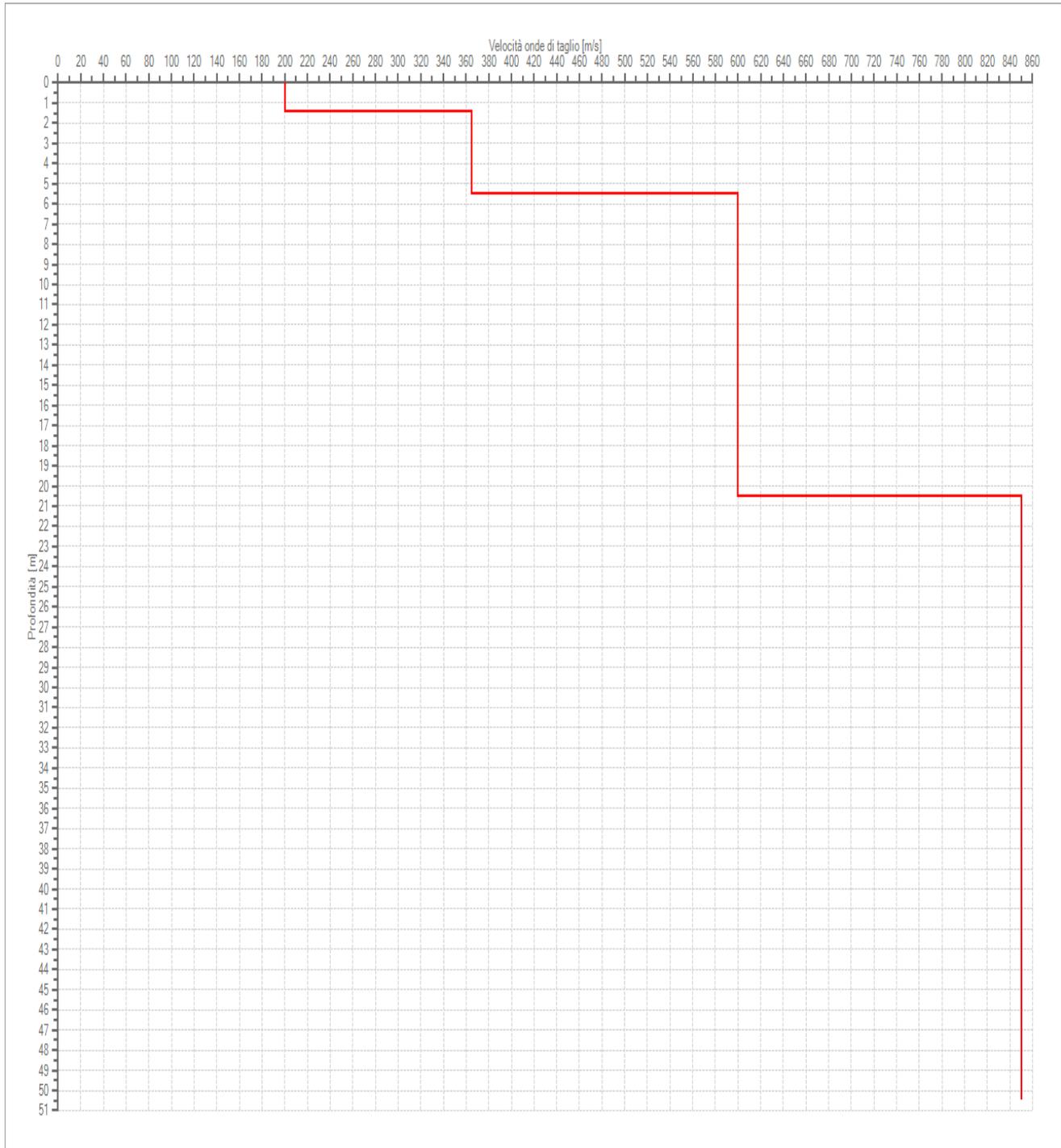
Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 15.65 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: **551.38 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.4	18	0.3	200
2	1.4	4.1	19	0.3	365
3	5.5	15	20	0.3	600
4	20.5	30	20	0.3	850

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.25 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.50– 20.0 Hz).

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

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK

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

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	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

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

### PROVA HVSR

Comune Calestano	Località Ravarano	
Cantiere	Data 15/06/2018	Ora 13:36
Codice lavoro		
Codice Prova Rav55	File	Durata (min) 20
Strumento Echo Tromo HVSR3	Freq.camp. 155 Hz	F. sensore 2.0 Hz
Operatore Dott. Alberto Giuliano		

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

Suolo	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti	
Strutt. sotterranee	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

### SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto						
camion							
passanti							
altro .....		✓					
Disturbo cont.	<input checked="" type="checkbox"/> assente		<input type="checkbox"/> presente:				

### OSSERVAZIONI:

 <b>EN GEO S.r.l.</b> ENGINEERING GEOLOGIST	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	1 di 7

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

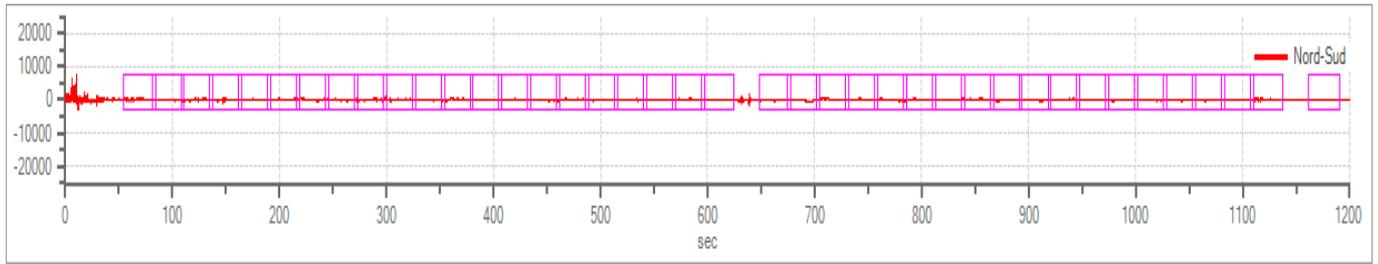
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 155.00Hz  
 Numero campioni: 186000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

## Finestre selezionate

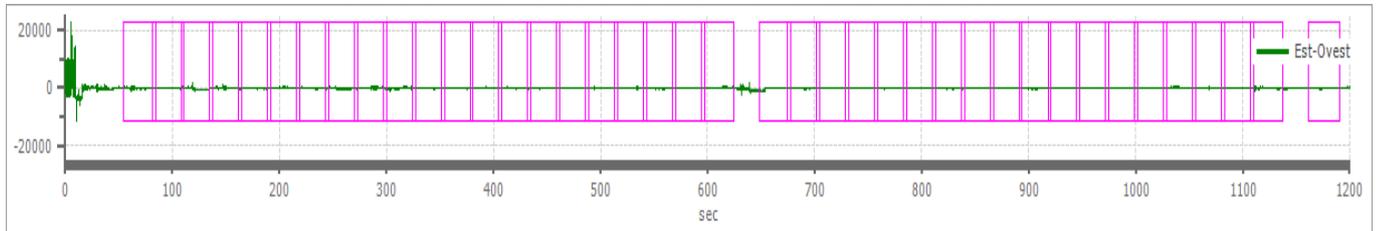
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 40  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 39  
 Dimensione temporale finestre: 30.000 s  
 Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Percentuale di lisciamento: 40.00

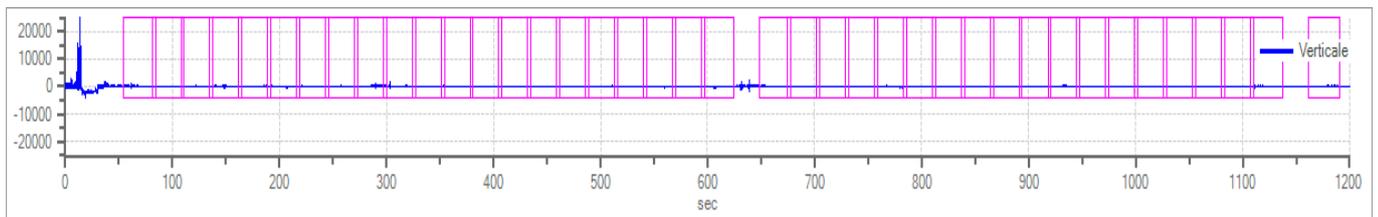
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



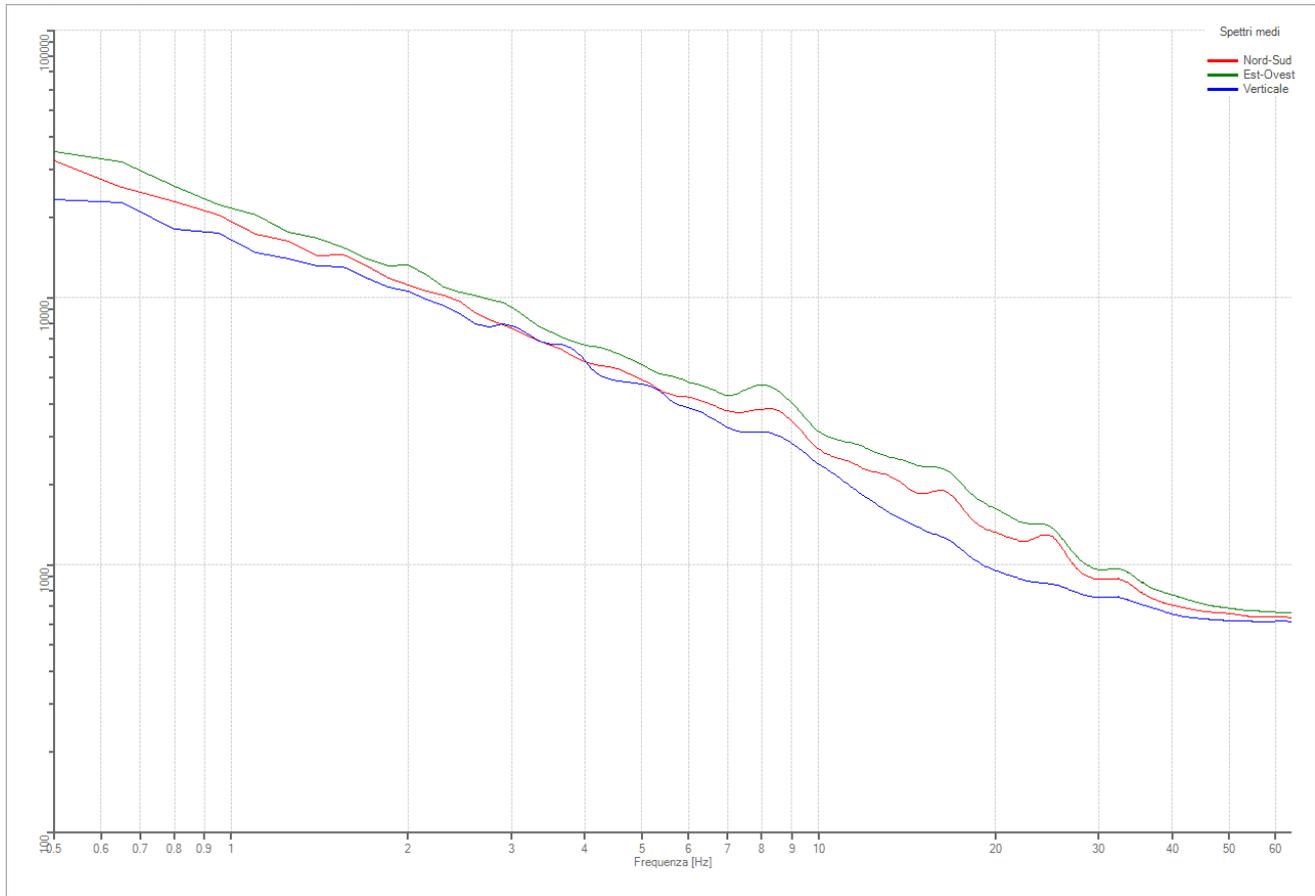
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media quadratica

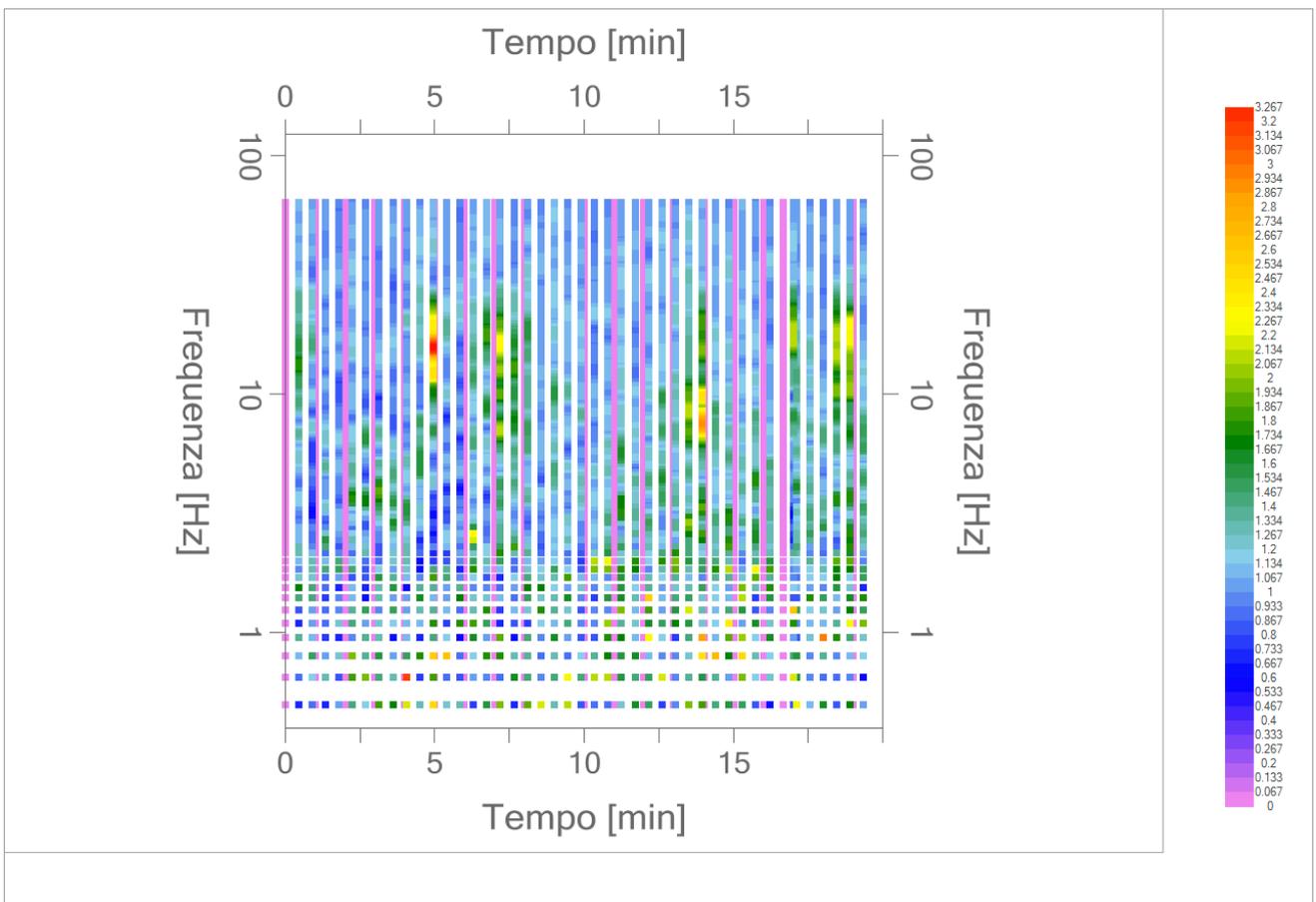
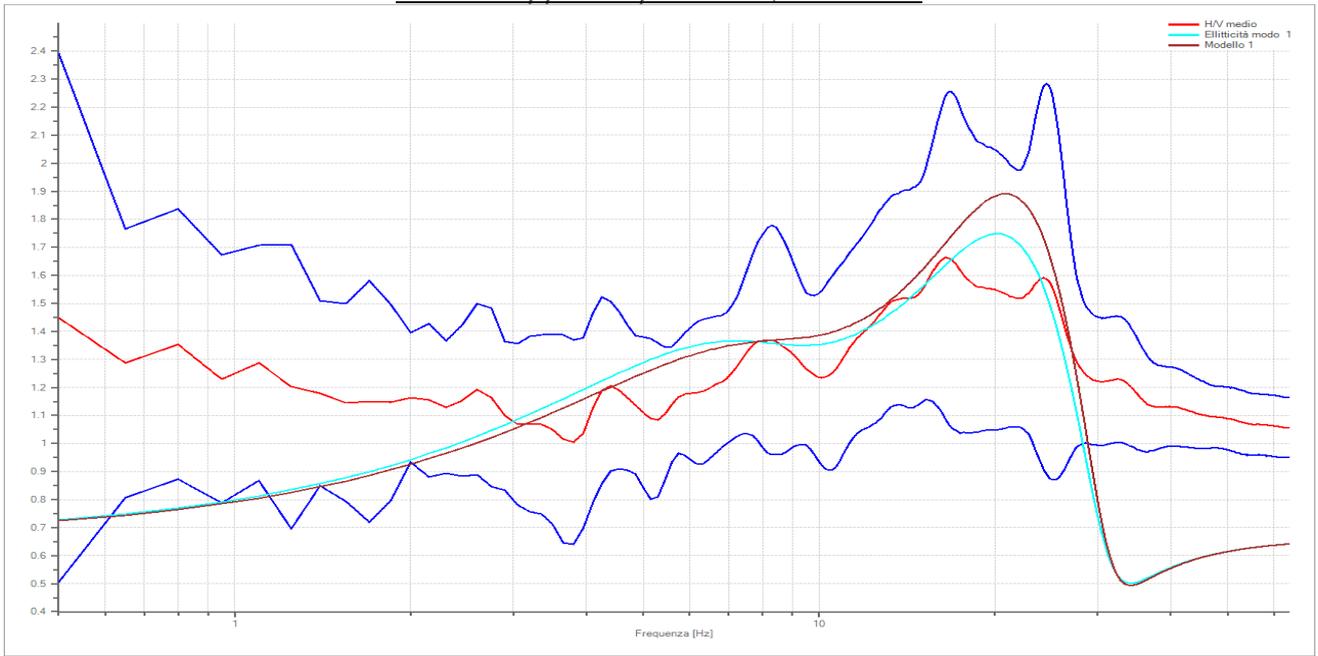
#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 16.55 Hz  $\pm$  0.35Hz

 <b>EN GEO</b> S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine HVSR	Marzo 2018	0	3 di 7

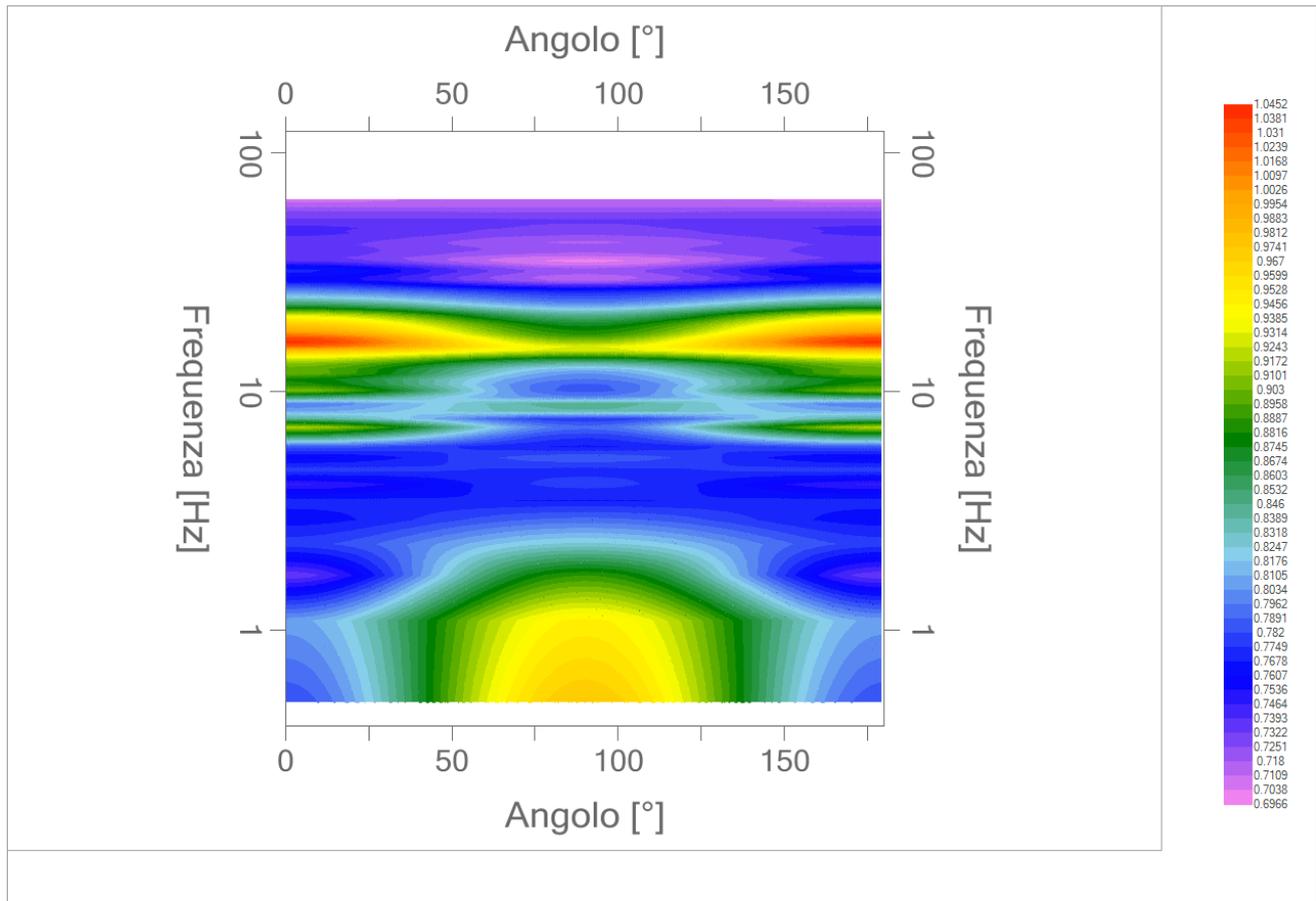
PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano

*Grafico rapporto spettrale H/V naturale*



*Mappa della stazionarietà degli spettri*

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



DIREZIONALITA' H/V

**Modello stratigrafico**

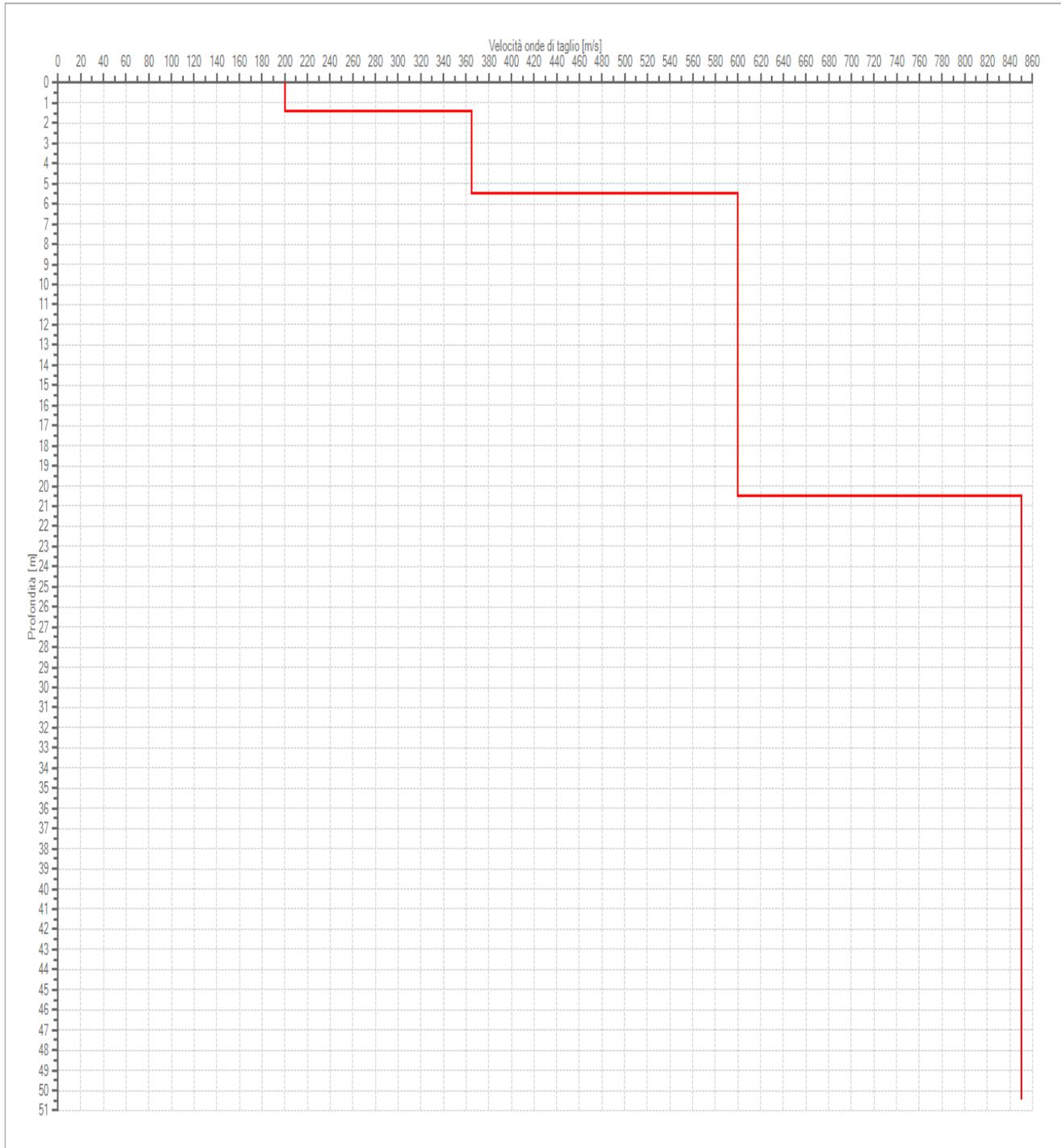
Dati riepilogativi:

Numero strati: 4  
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 15.65 Hz  
 Valore di disadattamento: -1.00  
 Valore Vs30: **551.38 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.4	18	0.3	200
2	1.4	4.1	19	0.3	365
3	5.5	15	20	0.3	600
4	20.5	30	20	0.3	850

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravarano



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO:	Studio di Micro zonazione Sismica del territorio comunale di Calestano
LOCALITA':	Ravaraano

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

**Picco H/V a  $2.25 \pm 0.33$  Hz (nell'intervallo 0.50– 20.0 Hz).**

<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b> [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	<b>OK</b>	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b> [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	<b>NO</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	<b>NO</b>	
$A_0 > 2$	<b>NO</b>	
$f_{\text{picco}} [ A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f) ] = f_0 \pm 5\%$	<b>NO</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	<b>NO</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	<b>OK</b>	

$L_w$	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