



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

## Nuove indagini tromografiche HVSR, MASW e HS (SASW)

Regione Emilia Romagna  
Comune di Valmozzola (PR)

Allegato 1



Regione	Soggetti realizzatori:	Data
Emilia Romagna	Dott. Geol. Domenico Bianco Dott. Geol. Gabriele Oppo	Agosto 2021

## **NUOVE INDAGINI**

*Studio di Microzonazione sismica (II° Livello di approfondimento)*  
**Comune di Valmozzola (PR)**

---

### **1. NUOVE INDAGINI**

---

Nel corso dello studio state realizzate indagini geognostiche di varia natura:

Indagini Geofisiche

- HS - Holisurface
- HVSR - Horizontal to Vertical Spectral Ratio;
- MASW - Multi-channel Analysis of Surface Waves.

Di seguito si riportano in elenco come presentate nel presente allegato

<b>ELENCO INDAGINI</b>		
<b>TIPOLOGIA</b>	<b>UBICAZIONE</b>	<b>DATA ESECUZIONE</b>
HS1	S.P. 42 - Parco Giochi, Mormorola	29 01 2021
HS2	Campo Sportivo, Mormorola	29 01 2021
HS3	S.P. 42, Mormorola	29 01 2021
HS4	S.P. 42, Mormorola	29 01 2021
HS5	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HS6	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HS7	Groppo di S. Siro	22 06 2021
HS8	Stazione - Farmacia	18 11 2021
HS9	Loc. Bondi	07 12 2021
HS10	Campo Sportivo, Pieve di Gusaliggio	07 12 2021
HVSR1	S.P. 42 - Municipio, Mormorola	29 01 2021
HVSR2	Campo Sportivo, Mormorola	29 01 2021
HVSR3	S.P. 42, Mormorola	29 01 2021
HVSR4	S.P. 42, Mormorola	29 01 2021
HVSR5	Via Puccini, Mormorola	29 01 2021
HVSR6	Cimitero, Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HVSR7	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HVSR8	Chiesa, Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HVSR9	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HVSR10	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
HVSR11	Groppo di S. Siro	22 06 2021

**NUOVE INDAGINI***Studio di Microzonazione sismica (II° Livello di approfondimento)***Comune di Valmozzola (PR)**

---

HVSR12	Groppo di S. Siro - Fusina	28 06 2021
HVSR13	Stazione - Farmacia	18 11 2021
HVSR14	Loc. Bondi	07 12 2021
HVSR15	S.P. N. 42 - Stazione	07 12 2021
HVSR16	Campo Sportivo, Pieve di Gusaliggio	07 12 2021
MASW1	S.P. 42 - Municipio, Mormorola	29 01 2021
MASW2	Cimitero, Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
MASW3	Pieve di Gusaliggio	17 03 2021
MASW4	Groppo di S. Siro - Fusina	28 06 2021

## Indagine HS1

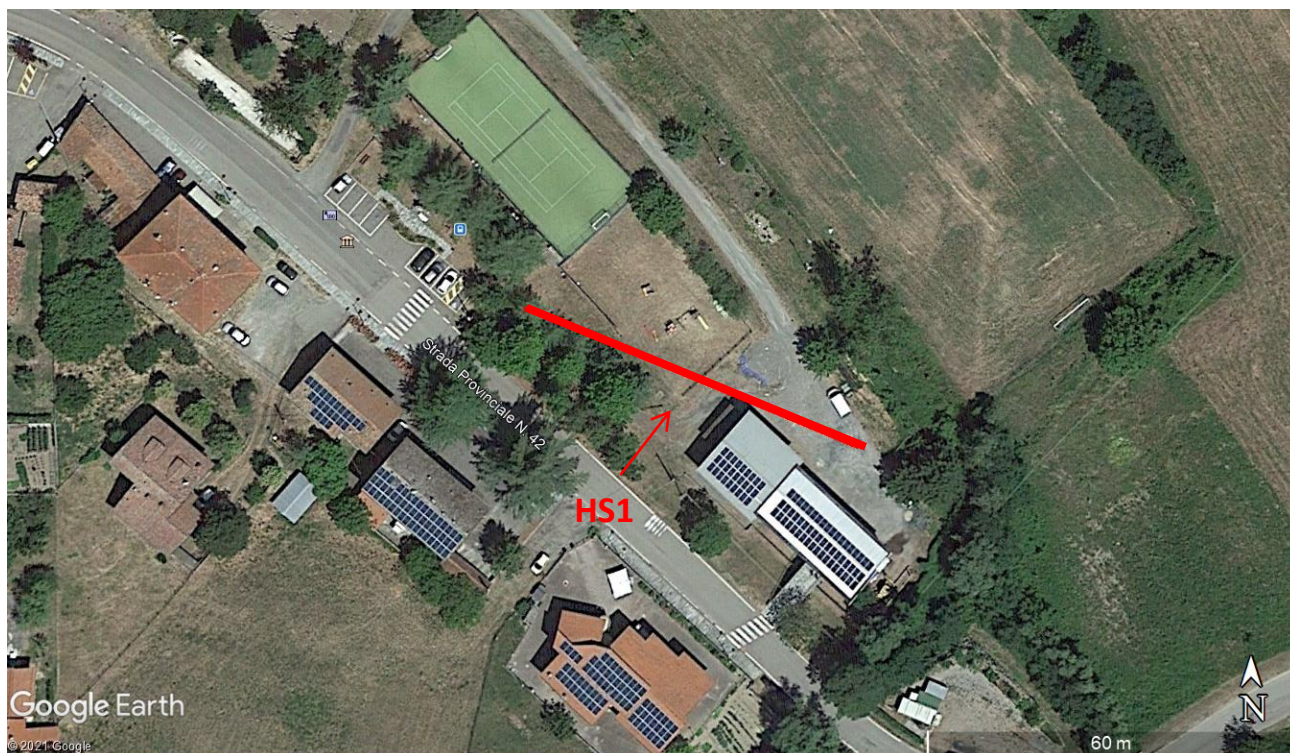
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42 - Parco Giochi, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 12.40

#### COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'6.60"N  
LONG: 9°53'6.26"E  
LAT: 44°34'5.85"N  
LONG: 9°53'8.75"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 65 145 205 315 245 610 1000 1100 1300 1500 2000

Thicknesses (m): 0.3 0.4 0.9 2.4 4.8 6.2 18.0 24.0 40.0 60.0

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa)(appr. Val.): 6 37 78 195 114 797 2276 2786 3968 5371 9865

**V<sub>sH</sub> (m/s): 305**

**H: 15m**

#### CATEGORIA E

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

## Indagine HS1

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

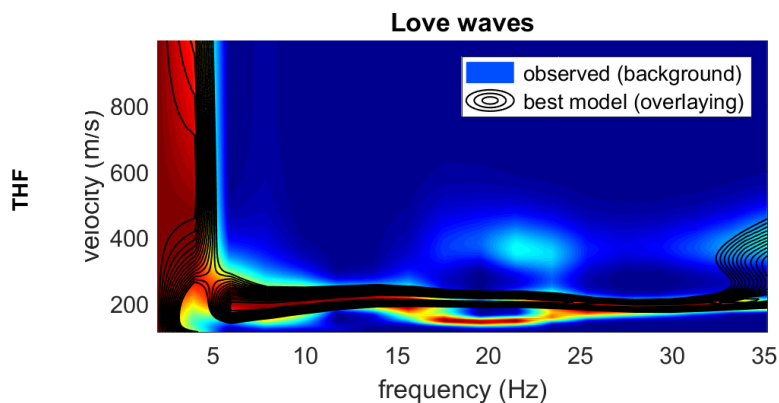
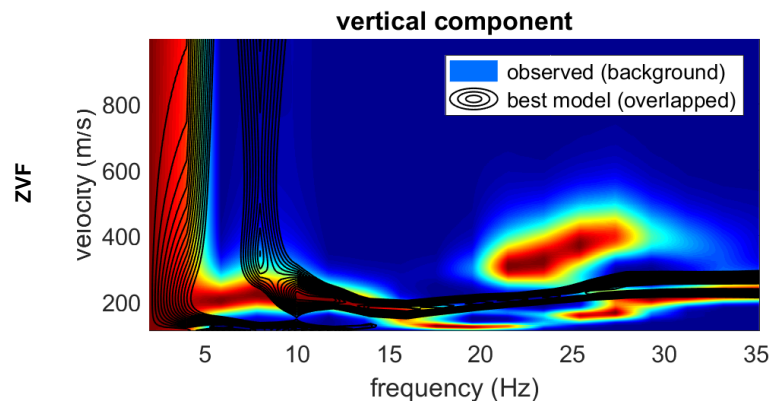
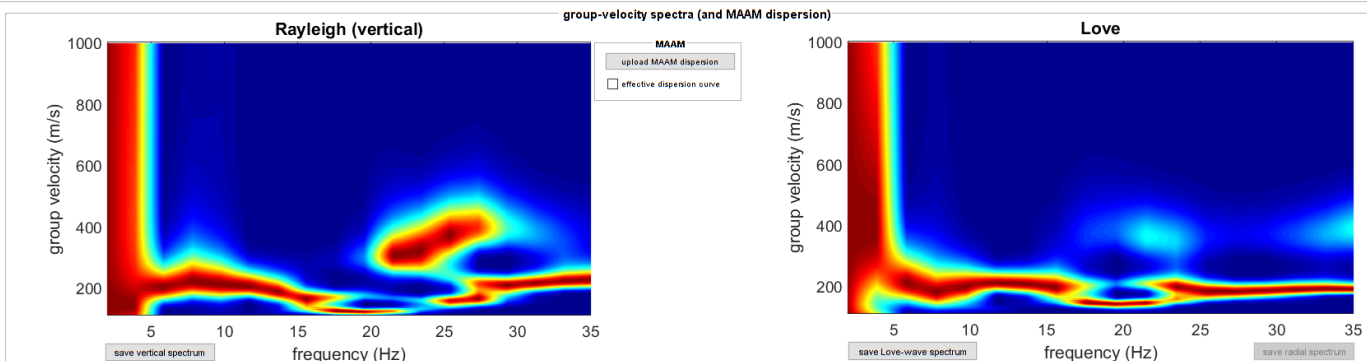
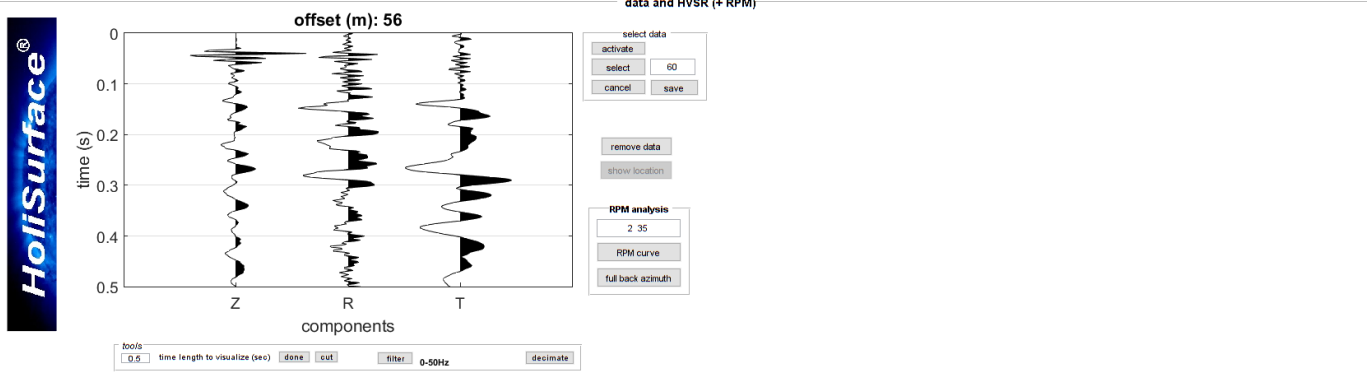
## Indagine HS1

**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.</b>	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	56 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

# Indagine HS1

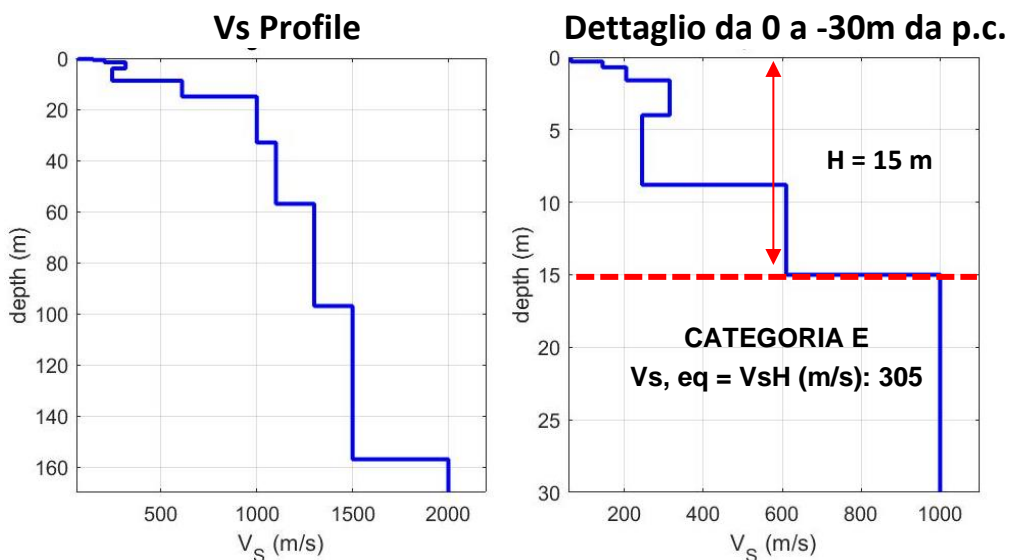
## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF



## Indagine HS1

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	65
2	0,3	0,4	145
3	0,7	0,9	205
4	1,6	2,4	315
5	4,0	4,8	245
6	8,8	6,2	610
7	15,0	18,0	1000
8	33,0	24,0	1100
9	57,0	40,0	1300
10	97,0	60,0	1500
11	157,0	Inf.	2000



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	305	15	C
-0,5m	336	14,5	C
-1,0m	347	14	C
-1,5m	357	13,5	C
-2,0m	360	13	C/B
-2,5m	362	12,5	B



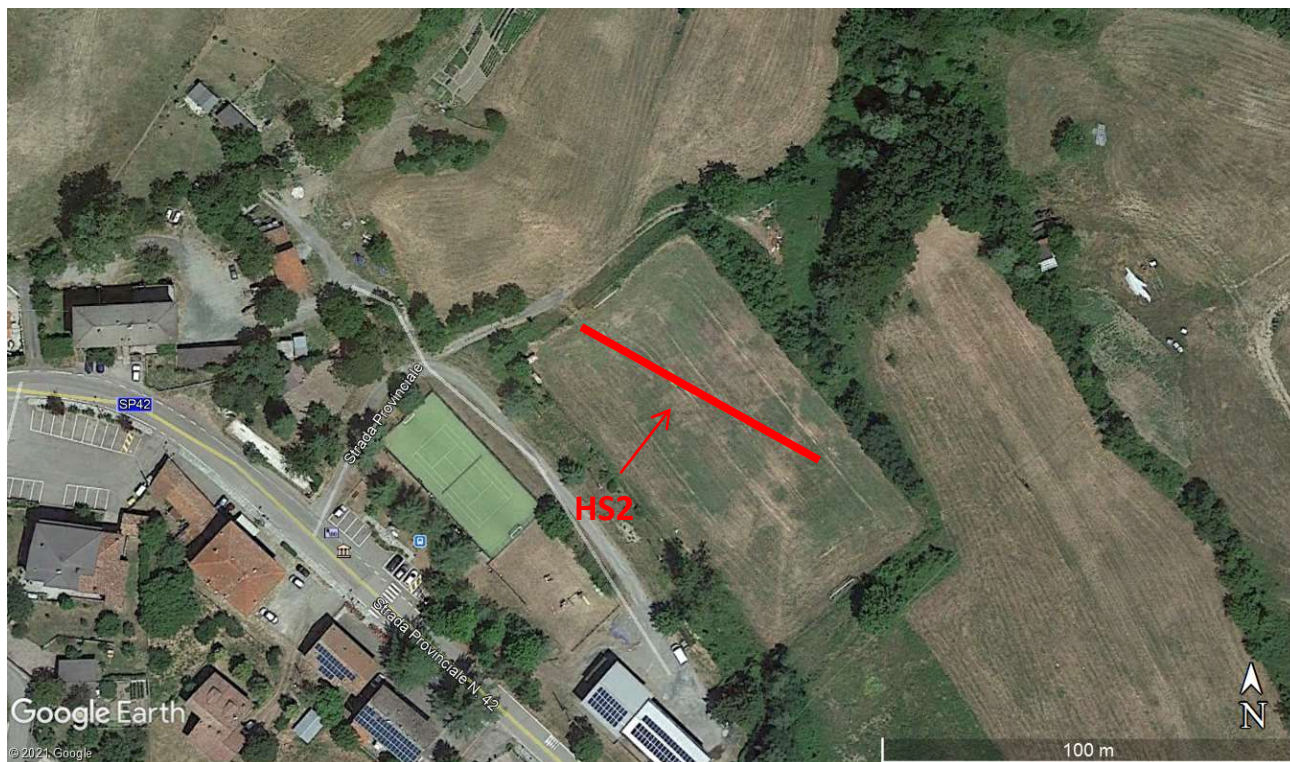
## Indagine HS2

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Campo Sportivo, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 14.20

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'8.68"N  
LONG: 9°53'7.54"E  
LAT: 44°34'7.66"N  
LONG: 9°53'10.05"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 90 120 200 245 345 410 550 700 900 1100 1300

Thicknesses (m): 0.3 0.4 1.5 1.4 3.0 3.4 25.0 20.0 20.0 40.0

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa)(approx. val.): 13 24 74 114 236 342 639 1067 1820 2786 3968

**Vs30 (m/s): 410**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-3 Hz**

**F1 → 2-3 Hz**

**F2 → 8-12 Hz**

## Indagine HS2

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

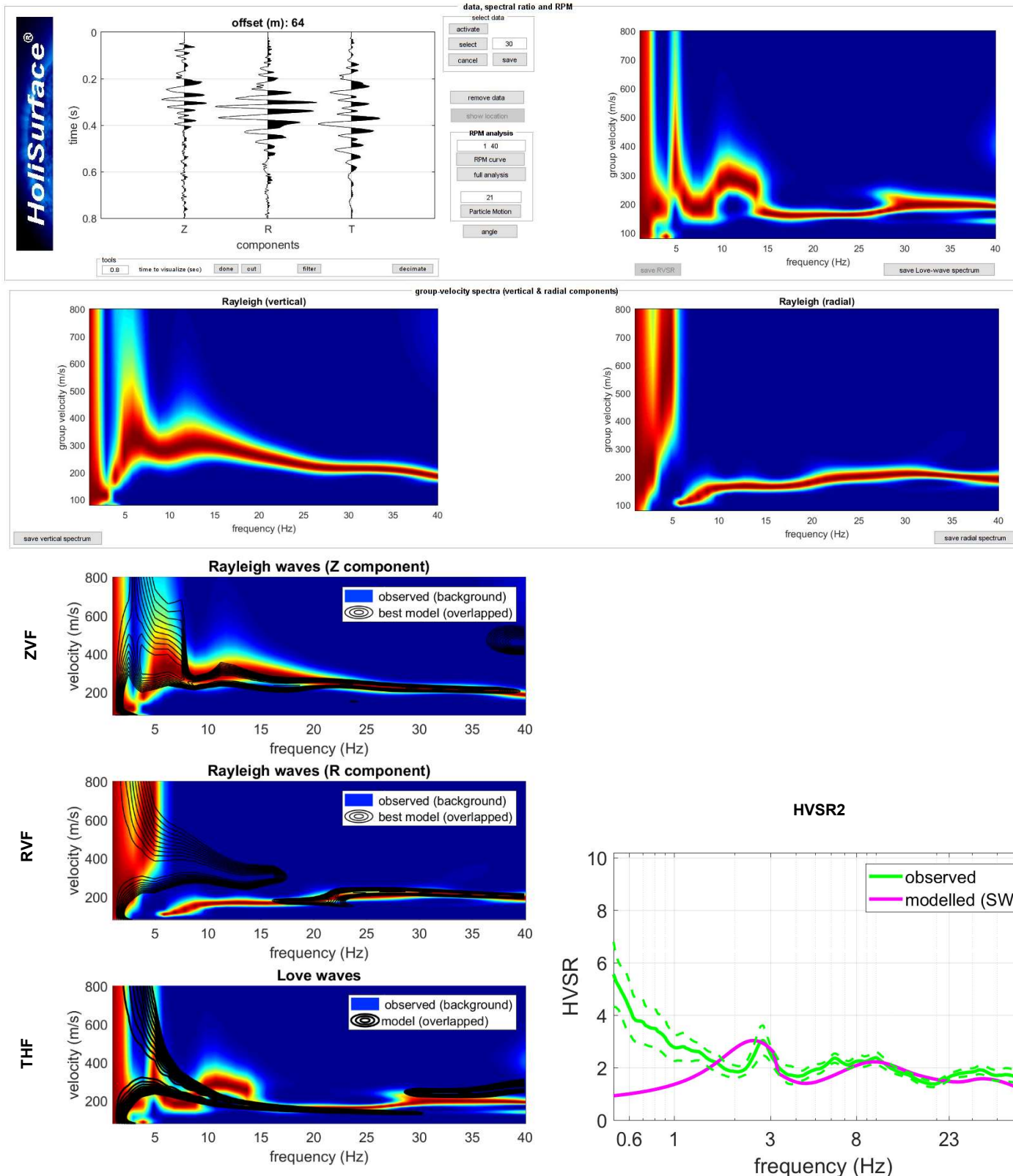
## Indagine HS2

**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.</b>	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	64 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

## Indagine HS2

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF & HVSR

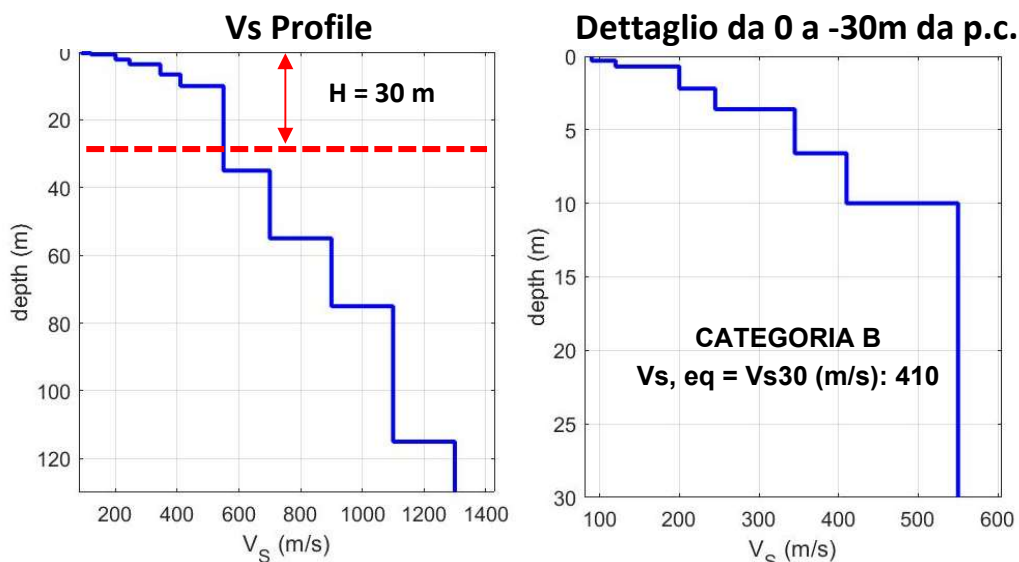


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HS2

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	90
2	0,3	0,4	120
3	0,7	1,5	200
4	2,2	1,4	245
5	3,6	3,0	345
6	6,6	3,4	410
7	10,0	25,0	550
8	35,0	20,0	700
9	55,0	20,0	900
10	75,0	40,0	1100
11	115,0	Inf.	1300



**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	410	B
-0,5m	434	B
-1m	449	B
-1,5m	459	B
-2,0m	471	B
-2,5m	481	B

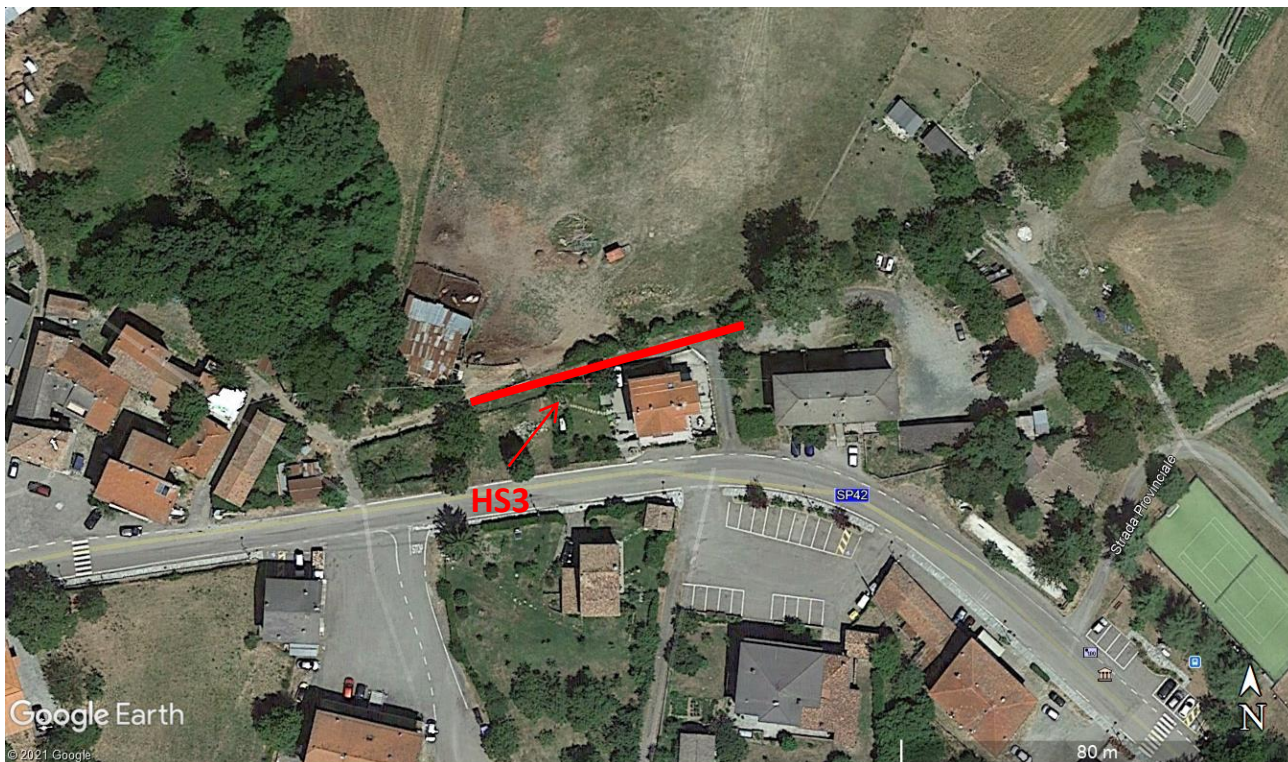
## Indagine HS3

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 15.00

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'9.19"N  
LONG: 9°53'1.74"E  
LAT: 44°34'8.71"N  
LONG: 9°52'59.39"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 60 180 220 235 405 900 1100 1200 1300 1600 2200

Thicknesses (m): 0.2 0.4 0.6 4.7 5.5 9.6 10.0 24.0 44.0 60.0

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa)(approx. val.): 5 59 90 104 333 1820 2786 3349 3968 6156 12063

**V<sub>sH</sub> (m/s): 272**

**H = 11,4m**

#### CATEGORIA E

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 7-8 Hz**

**F1 → 0,5-1 Hz**

Indagine HS3

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS3

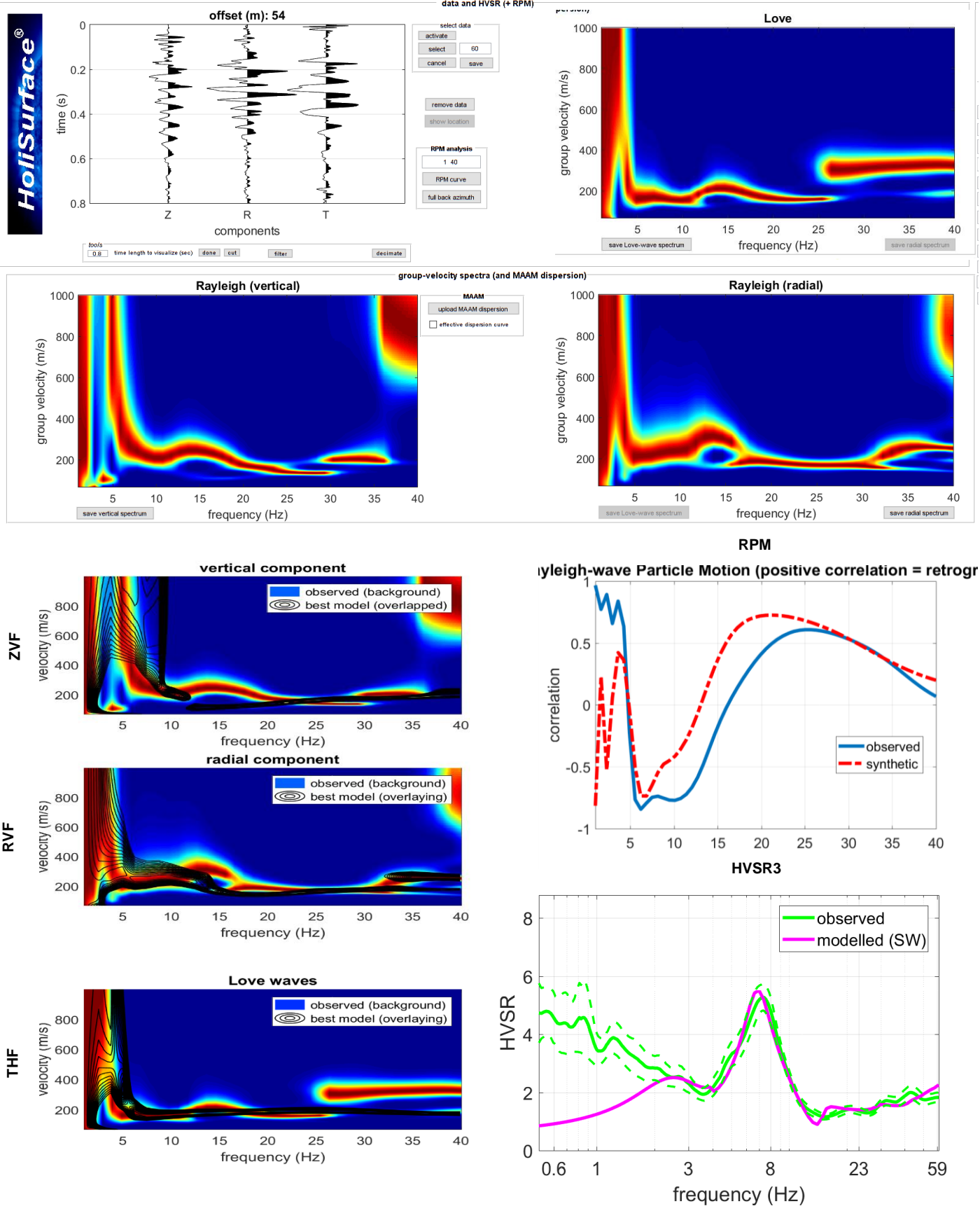
**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.</b>	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	54 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali



## Indagine HS3

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF - RPM & HVSR

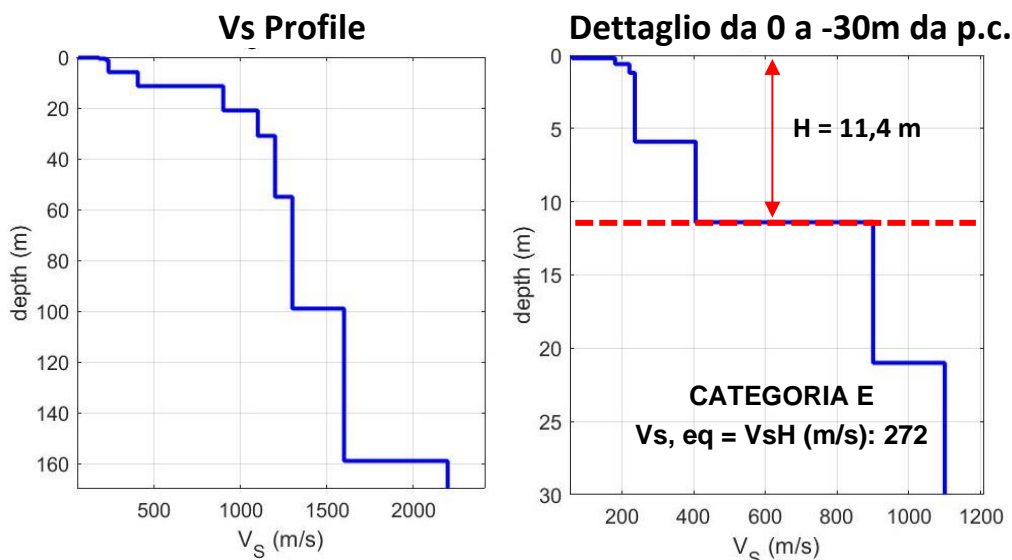


**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS - RPM, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.**

### Indagine HS3

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	60
2	0,2	0,4	180
3	0,6	0,6	220
4	1,2	4,7	235
5	5,9	5,5	405
6	11,4	9,6	900
7	21,0	10,0	1100
8	31,0	24,0	1200
9	55,0	44,0	1300
10	99,0	60,0	1600
11	159,0	Inf.	2200



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	272	11,4	E
-0,5m	296	10,9	E
-1,0m	302	10,4	E
-1,5m	306	9,9	E
-2,0m	312	9,4	E
-2,5m	317	8,9	E

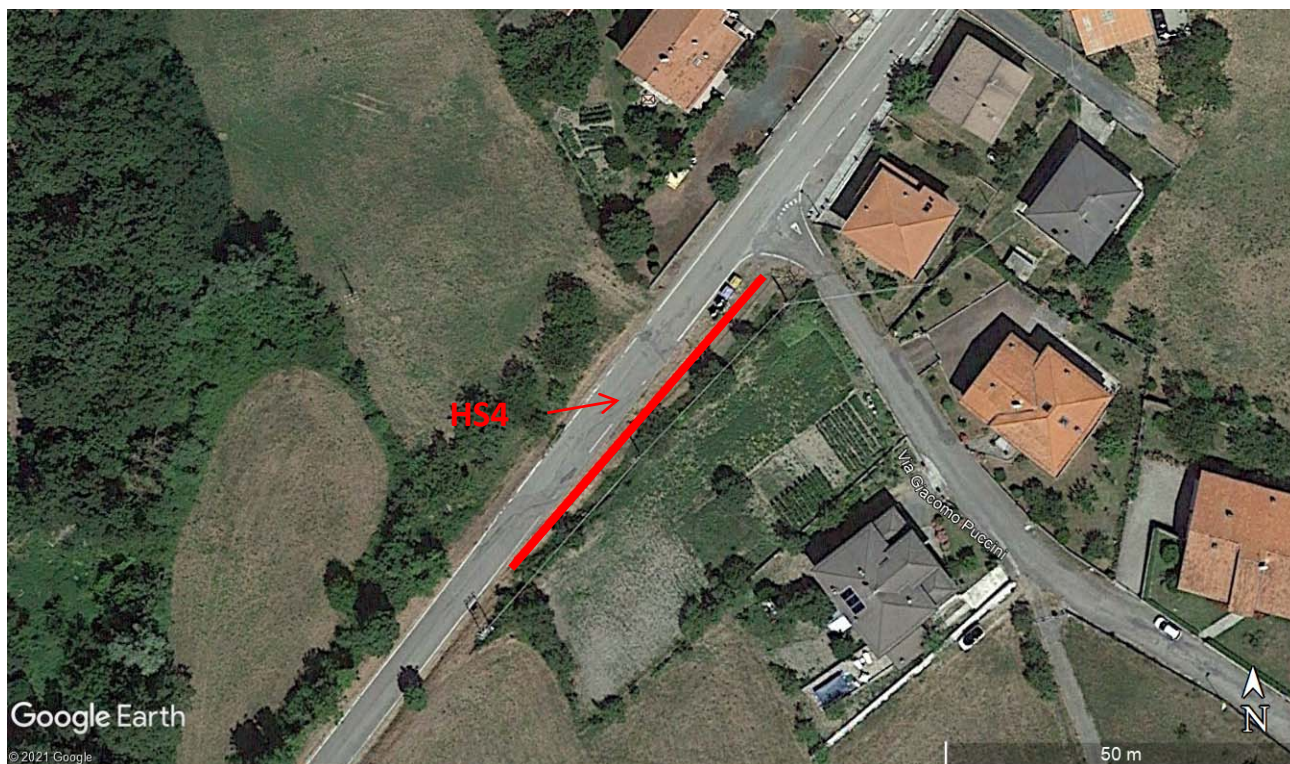
## Indagine HS4

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 16.00

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'5.53"N  
LONG: 9°52'52.87"E  
LAT: 44°34'4.18"N  
LONG: 9°52'51.21"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 95 125 540 385 435 900 1300 1400 1600 2300

Thicknesses (m): 0.3 0.4 0.7 5.3 6.5 3.9 40.0 55.0 50.0

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa) (approx. val.): 15 27 615 299 388 1820 3968 4642 6156 13249

**VsH (m/s): 366**

**H = 13,1m**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

**F1 → 7-8 Hz**

**F2 → 1-2 Hz**

## Indagine HS4

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

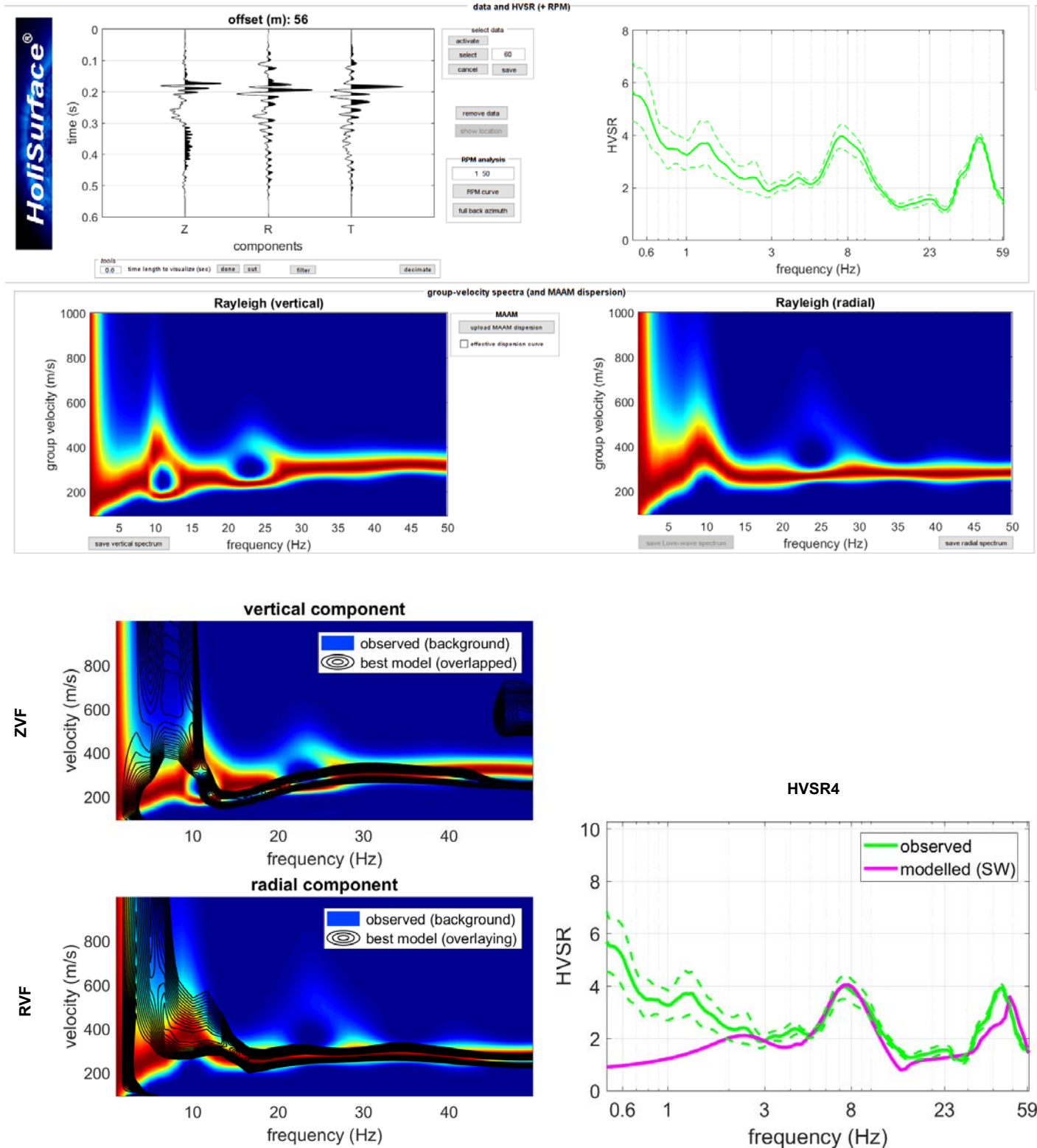
## Indagine HS4

**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.</b>	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	56 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

## Indagine HS4

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVS4

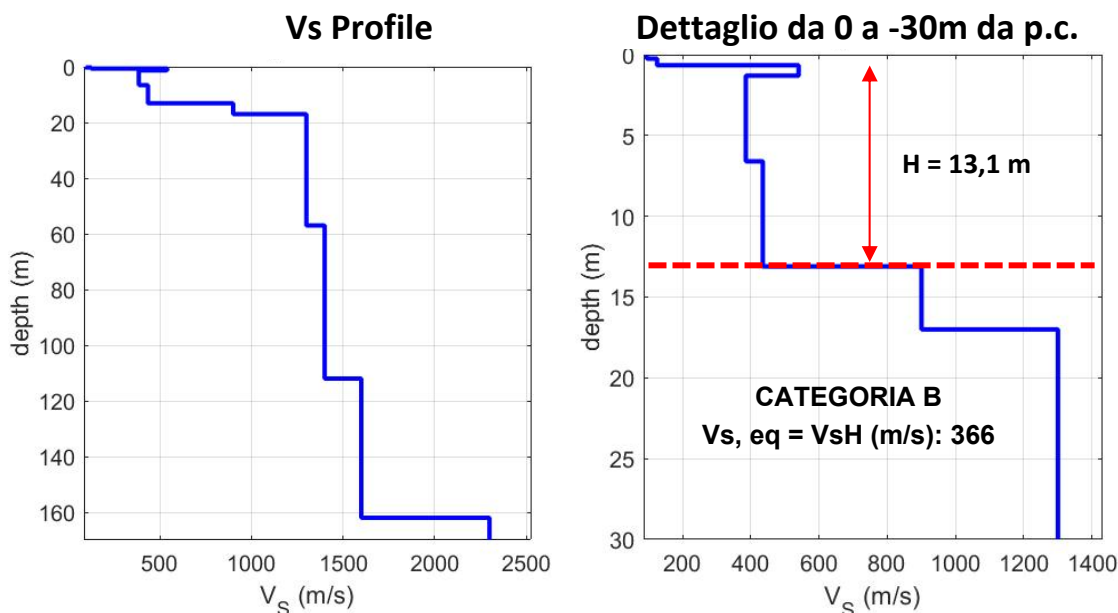


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVS4.

## Indagine HS4

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,25	95
2	0,25	0,40	125
3	0,65	0,65	540
4	1,3	5,3	385
5	6,6	6,5	435
6	13,1	3,9	900
7	17,0	40,0	1300
8	57,0	55,0	1400
9	112,0	50,0	1600
10	162,0	Inf.	2300



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	366	13,1	B
-0,5m	405	12,6	B
-1,0m	413	12,1	B
-1,5m	412	11,6	B
-2,0m	413	11,1	B
-2,5m	414	10,6	B

## Indagine HS5

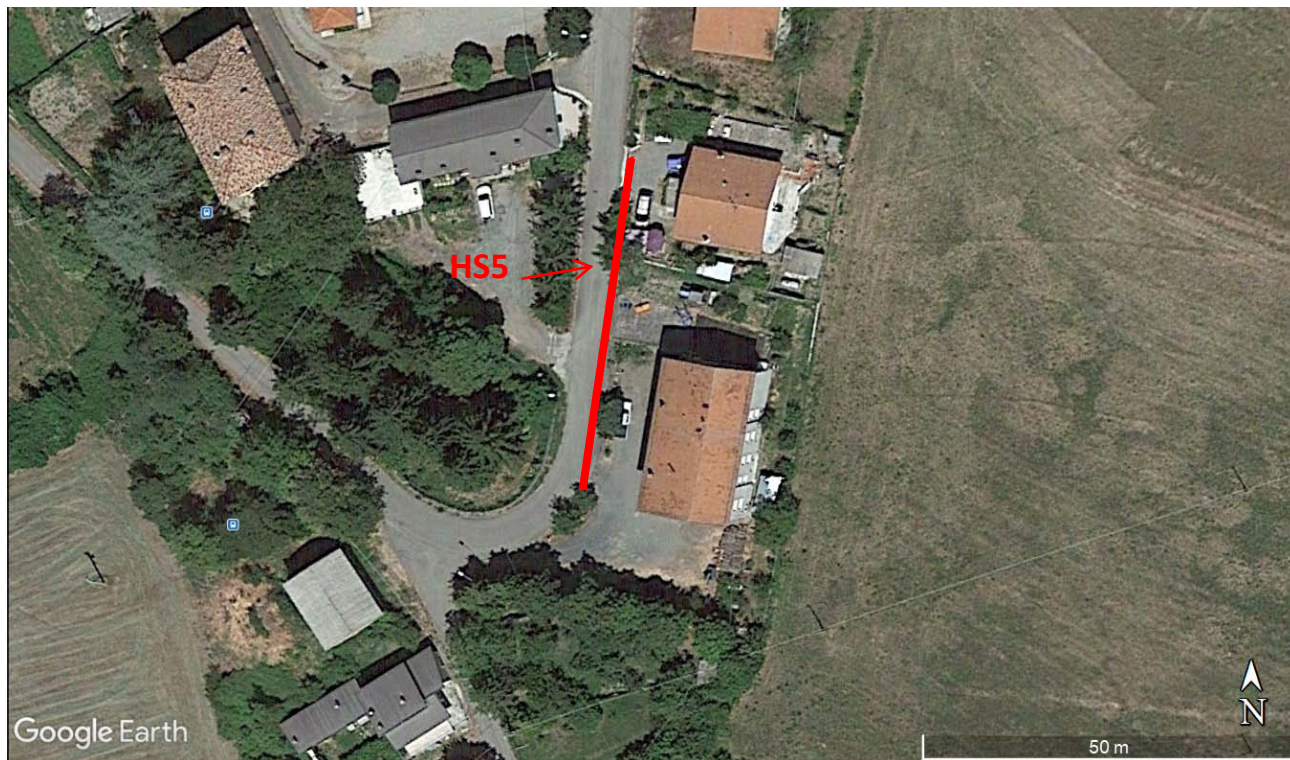
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 15.35

#### COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'48.54"N  
LONG: 9°52'9.15"E  
LAT: 44°34'47.10"N  
LONG: 9°52'8.85"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 120 200 360 400 660 560 760 690 820 1000 1500

Thicknesses (m): 0.3 0.7 4.4 3.9 4.5 5.2 18.0 33.0 27.0 47.0

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa)(approx. val.): 24 74 259 324 942 664 1271 1035 1494 2276 5371

**Vs30 (m/s): 512**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

**F1 → 1-2 Hz**

**F2 → 7-8 Hz**



Indagine HS5

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS5

Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

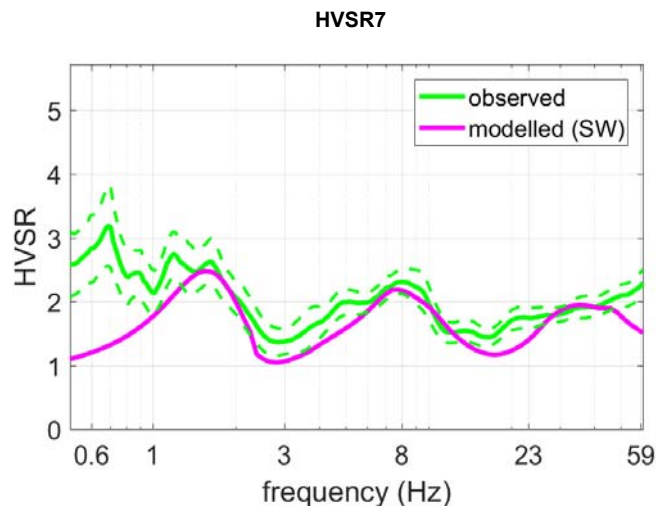
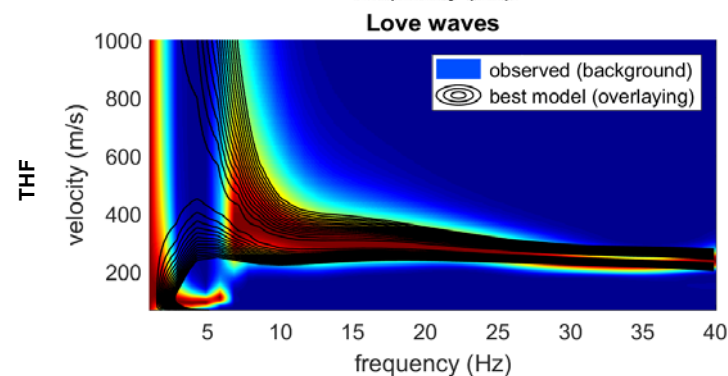
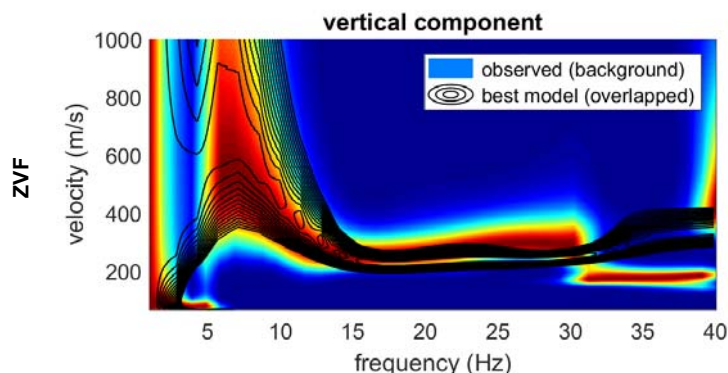
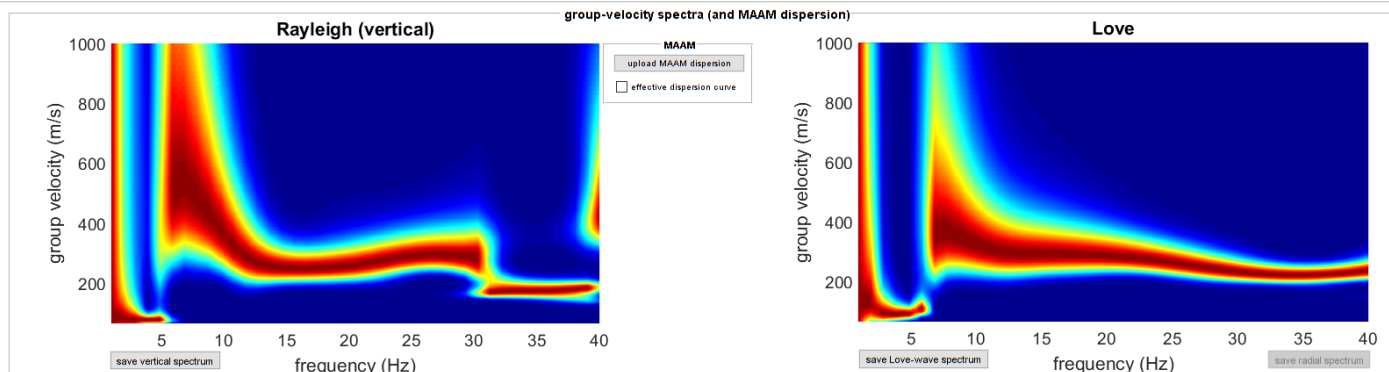
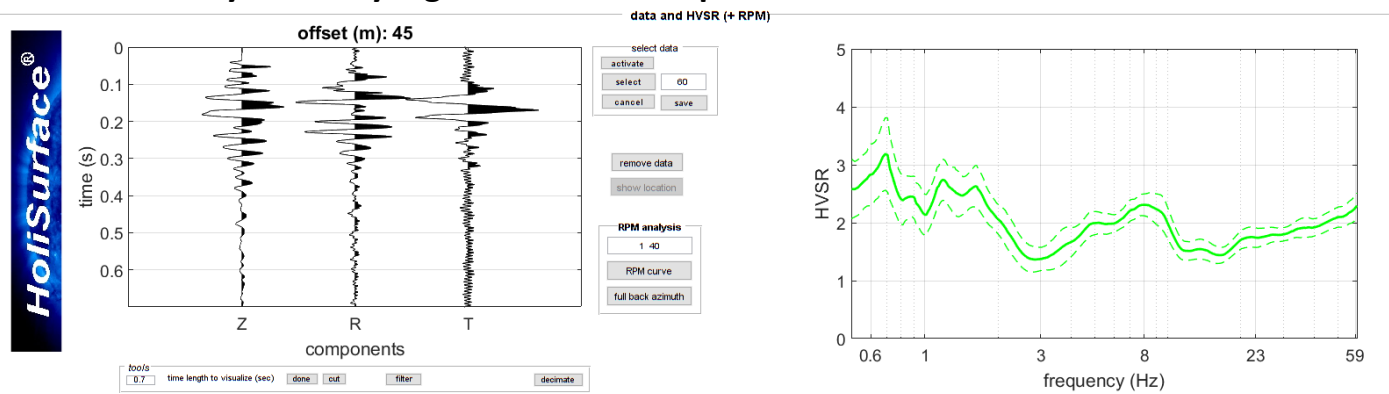
DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	45 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

Tabella C - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	40 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

## Indagine HS5

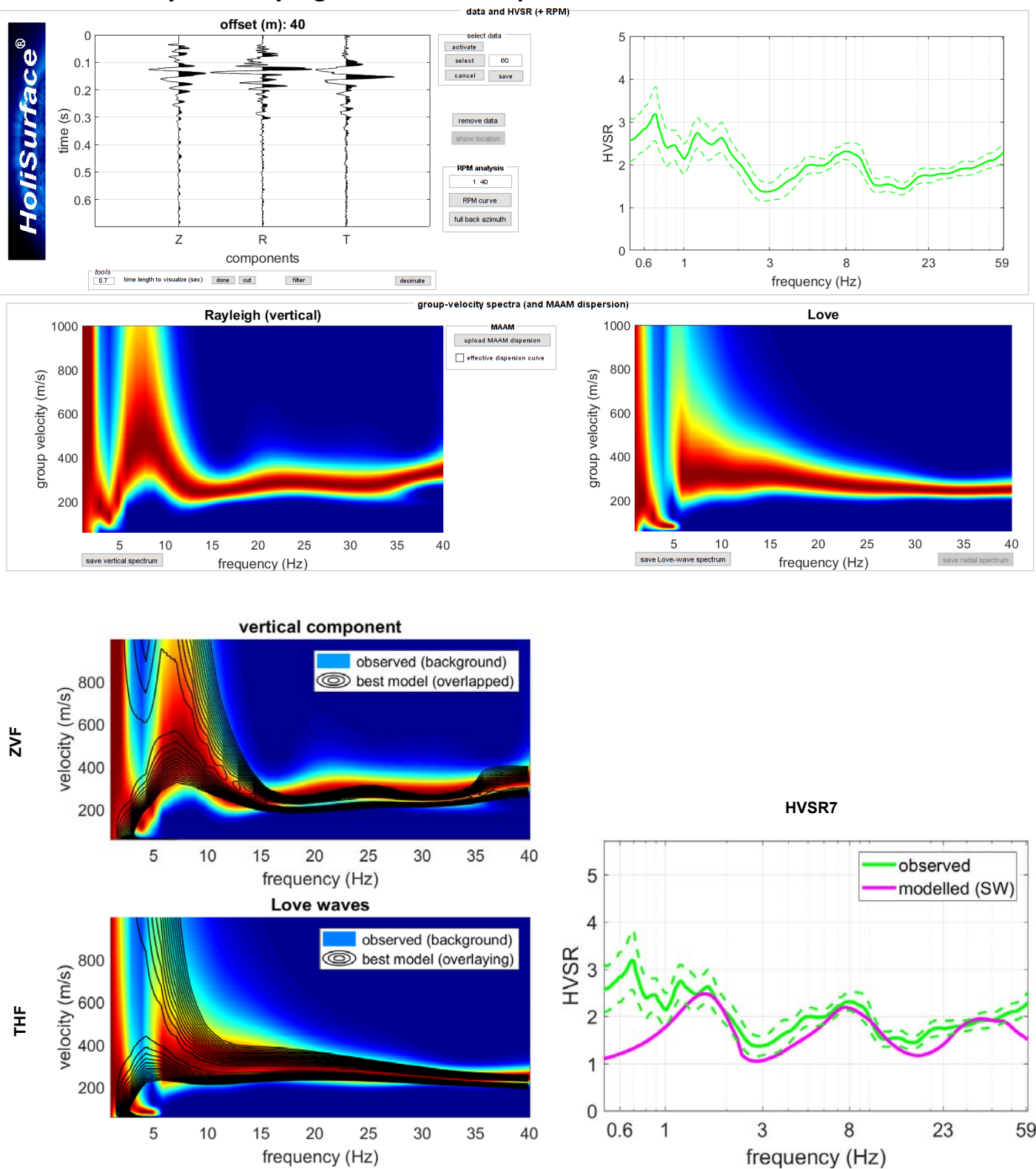
### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF & HVSR - Offset 45m



Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 45m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HS5

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF & HVSR - Offset 40m

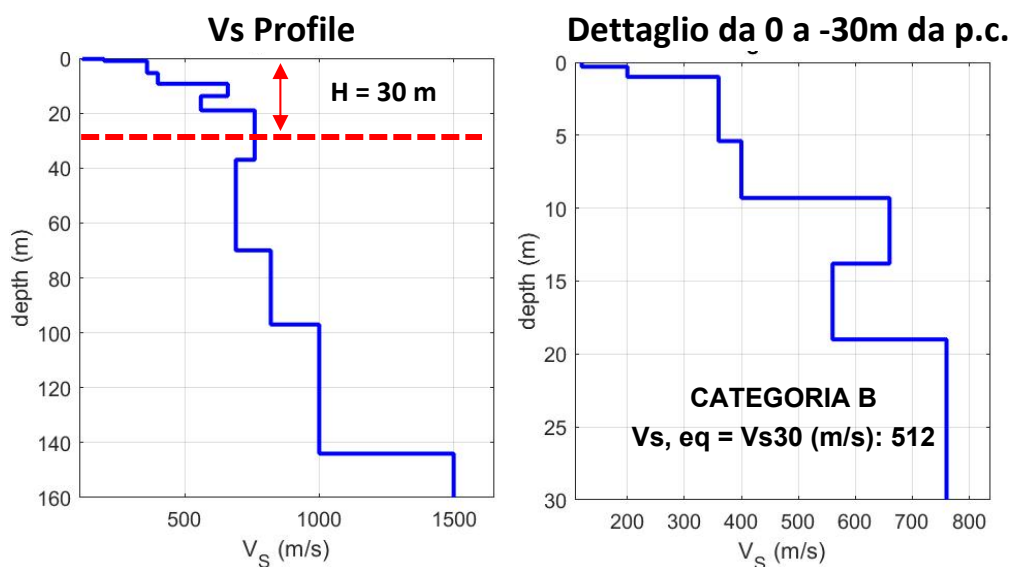


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 40m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HS5

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	120
2	0,3	0,7	200
3	1,0	4,4	360
4	5,4	3,9	400
5	9,3	4,5	660
6	13,8	5,2	560
7	19,0	18,0	760
8	37,0	33,0	690
9	70,0	27,0	820
10	97,0	47,0	1000
11	144,0	Inf.	1500



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	512	C
-0,5m	539	C
-1m	557	C
-1,5m	563	C
-2,0m	572	C
-2,5m	581	C

## Indagine HS6

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 18.20

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'51.21"N  
LONG: 9°52'2.07"E  
LAT: 44°34'49.49"N  
LONG: 9°52'3.74"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 140 240 400 300 600 650 700 800 950 1100 1500

Thicknesses (m): 0.5 0.9 2.0 2.0 7.6 7.0 10.0 20.0 40.0 46.0

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa) (appr. val.): 34 109 324 175 769 912 1067 1418 2041 2786 5371

**VsH (m/s): 529**

**H = 30m**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

**F1 → 10-14 Hz**

## Indagine HS6

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS6

**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	64 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

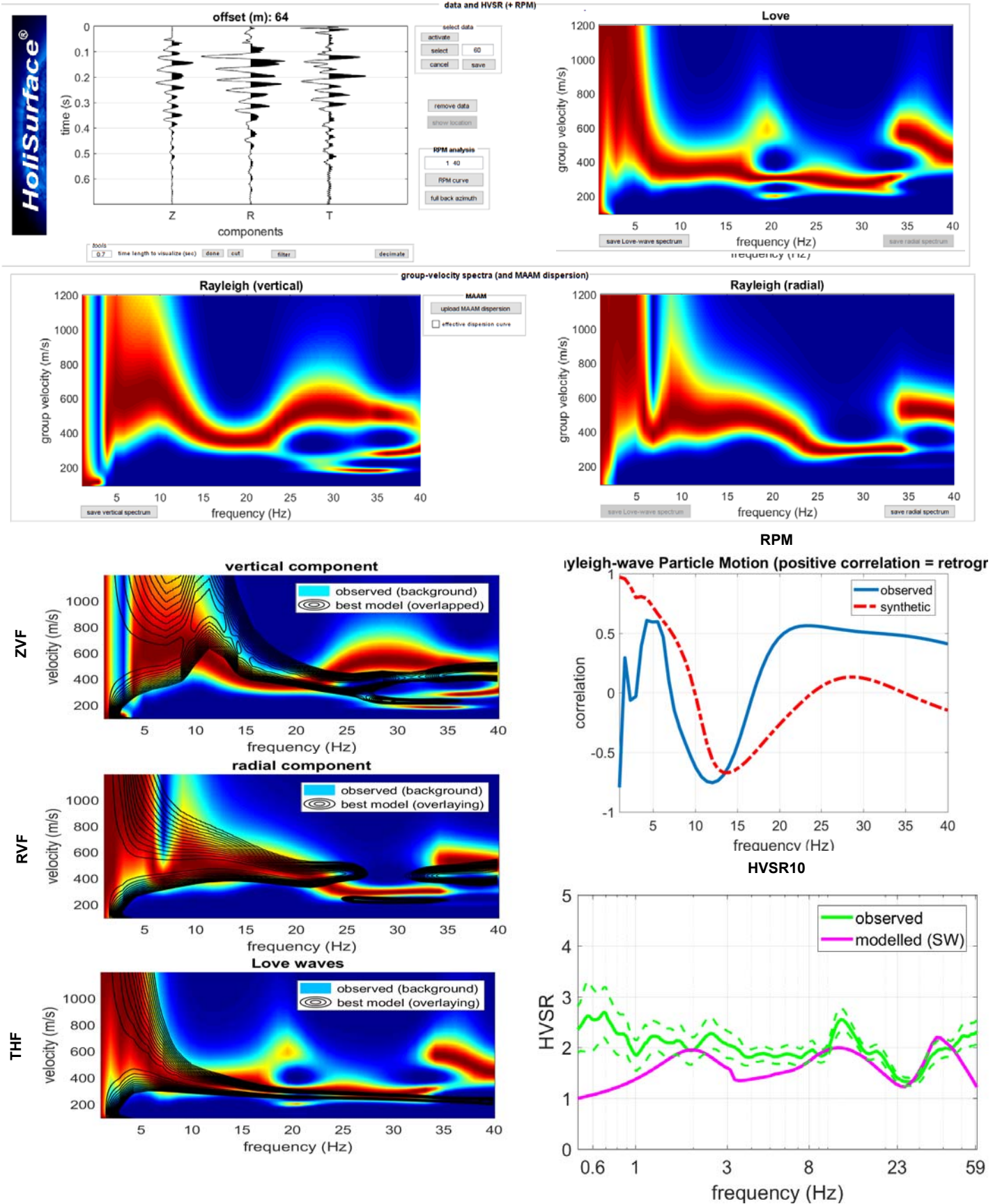
**Tabella C - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	60 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali



Indagine HS6

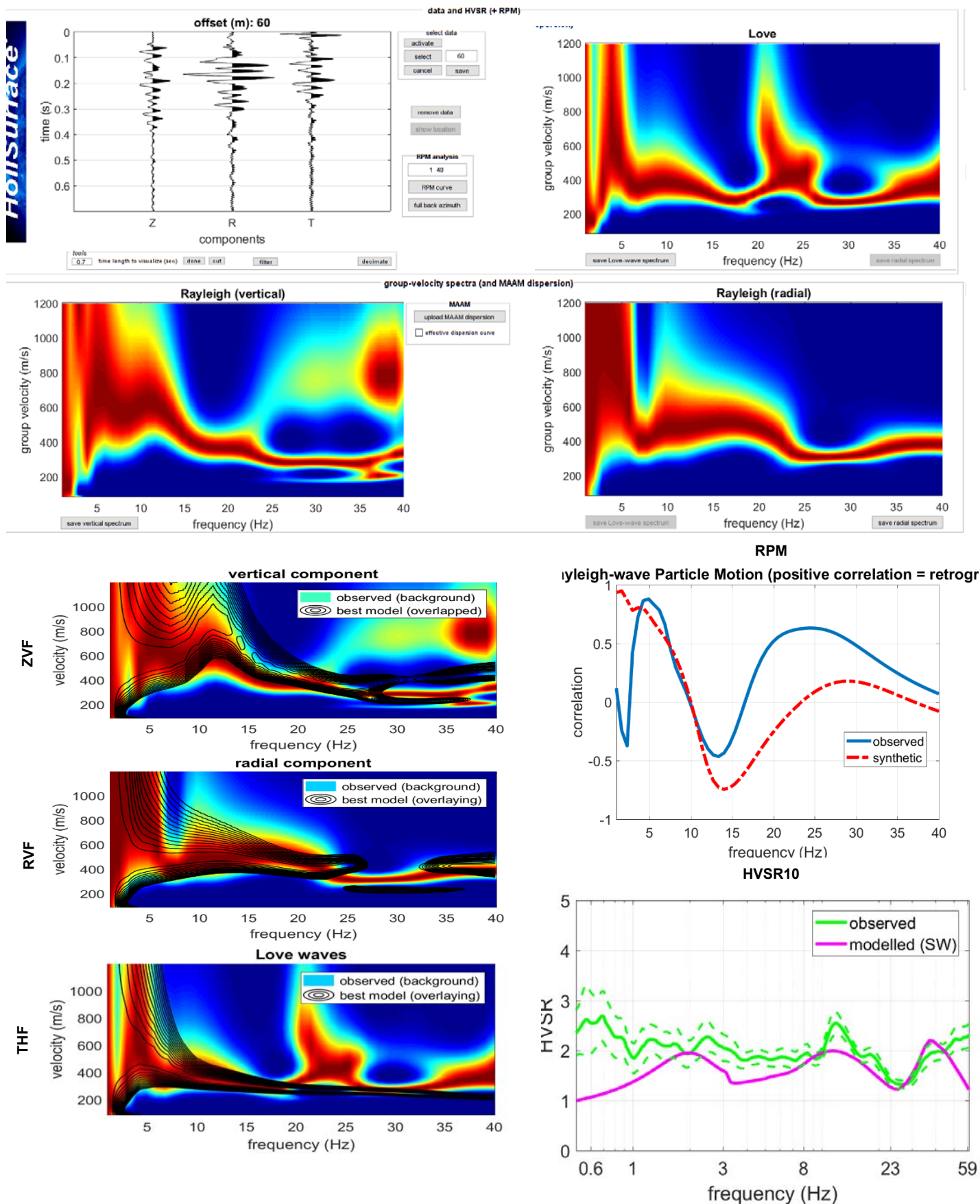
Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF - RPM & HVSR  
Offset 64m



Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 64m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HS6

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF - RPM & HVSR Offset 60m



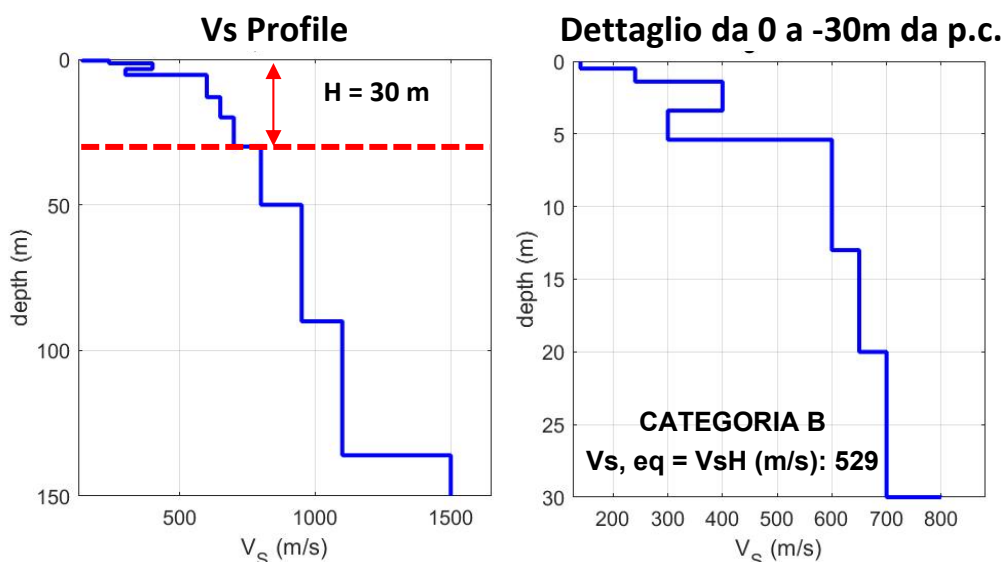
Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 60m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine HS6

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,5	140
2	0,5	0,9	240
3	1,4	2,0	400
4	3,4	2,0	300
5	5,4	7,6	600
6	13,0	7,0	650
7	20,0	10,0	700
8	30,0	20,0	800
9	50,0	40,0	950
10	90,0	46,0	1100
11	136,0	Inf.	1500



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	529	30	C
-0,5m	555	29,5	C
-1,0m	568	29	C
-1,5m	580	28,5	C
-2,0m	585	28	C
-2,5m	590	27,5	C

## Indagine HS7

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Groppo di S. Siro  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 22 06 2021  
ORA: 11.40

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'4.43"N  
LONG: 9°52'36.13"E  
LAT: 44°34'3.43"N  
LONG: 9°52'33.82"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 305 270 380 420 595 420 850 1050 1200 1300 2200

Thicknesses (m): 0.4 0.8 0.8 5.0 12.6 7.6 15.8 27.0 79.0 61.0

Seismic/Dyn. Shear mod. (MPa)(approx. val): 182 140 291 360 756 360 1612 2524 3349 3968 12063

**VsH (m/s): 473**

**H = 27,2m**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 1-2 Hz**

**F1 → 0,6-0,8 Hz**

## Indagine HS7

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS7

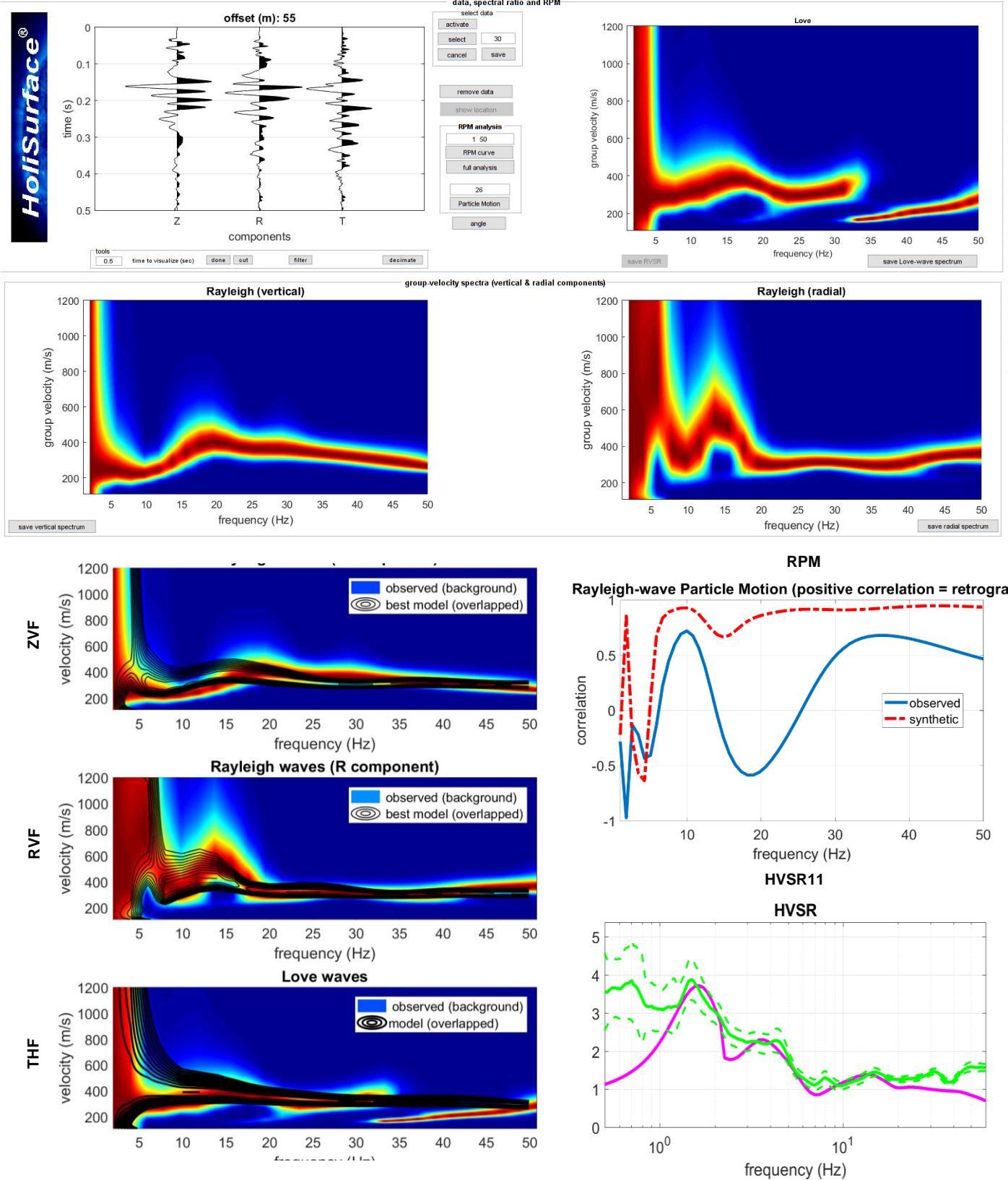
**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

<b>DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.</b>	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	55, 60 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

# Indagine HS7

Offset 55m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF & HVSR

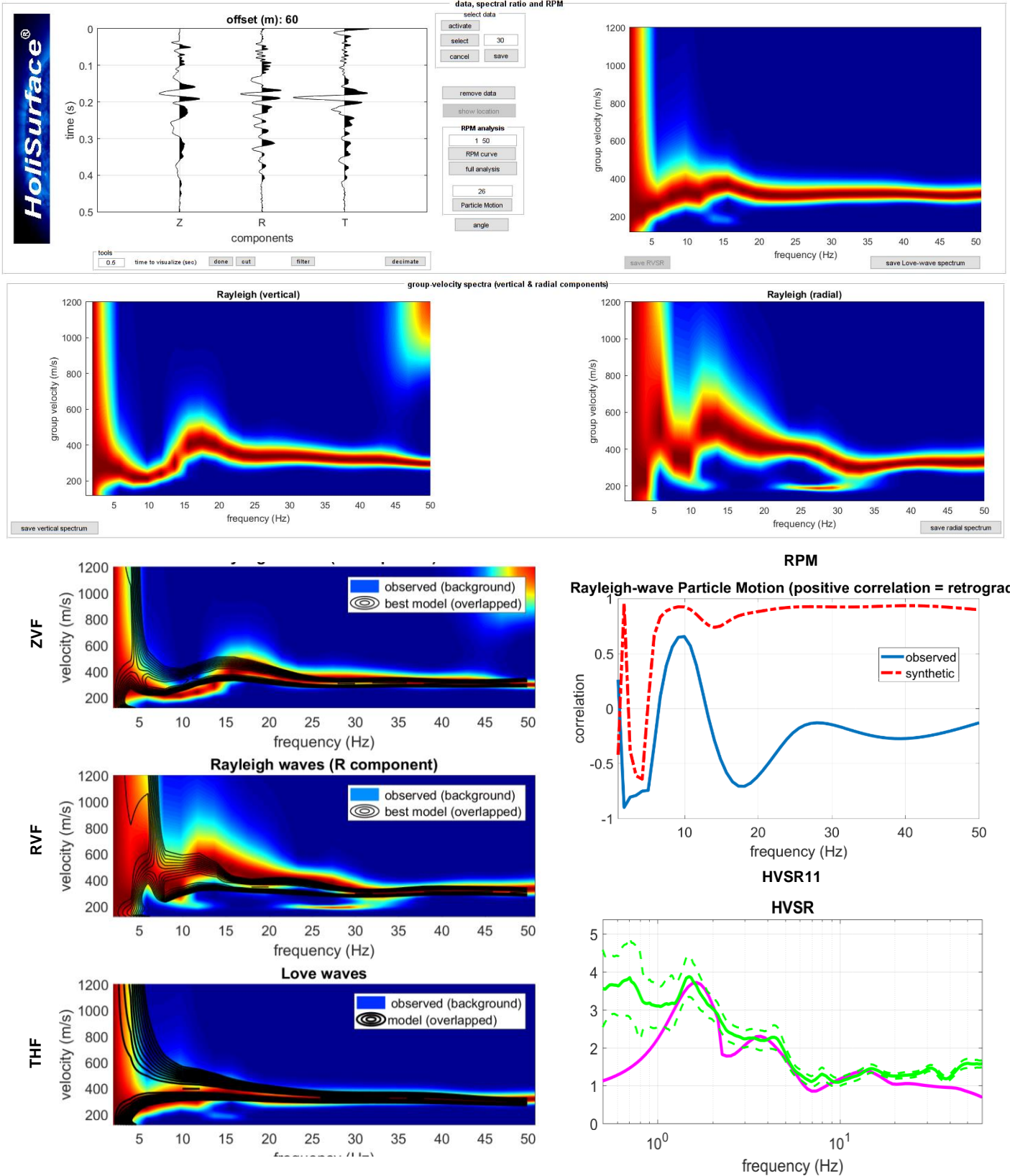


**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.**

# Indagine HS7

Offset 60m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF & HVSR



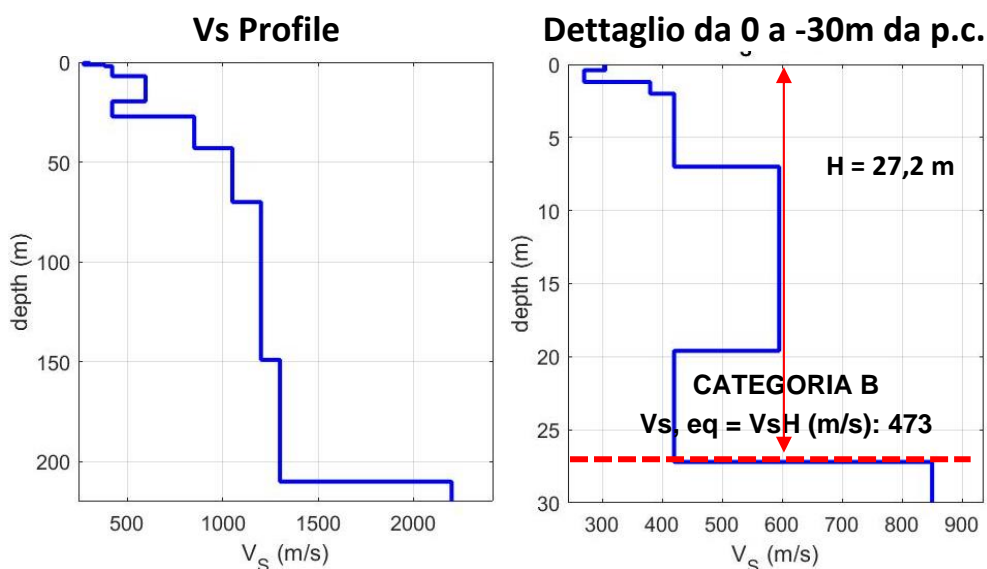
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.**



## Indagine HS7

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	305
2	0,4	0,8	270
3	1,2	0,8	380
4	2,0	5,0	420
5	7,0	12,6	595
6	19,6	7,6	420
7	27,2	15,8	850
8	43,0	27,0	1050
9	70,0	79,0	1200
10	149,0	61,0	1300
11	210,0	Inf.	2200



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo  $V_{s, eq} = V_s H$  per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE $V_{s, eq} = V_s H$			
Profondità appoggio	$V_{s, eq} = V_s H$ [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	473	27,2	B
-0,5m	478	26,7	B
-1,0m	485	26,2	B
-1,5m	490	25,7	B
-2,0m	492	25,2	B
-2,5m	494	24,7	B

## Indagine HS8

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Stazione  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 18 11 2021  
ORA: 17.10

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'50.14"N  
LONG: 9°56'32.14"E  
LAT: 44°34'48.34"N  
LONG: 9°56'33.13"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 60 280 310 305 335 750 800 750 1000 1250

Thicknesses (m): 0.2 0.8 2.6 3.5 4.3 4.6 28.0 52.0 60.0

Seismic/Dyn Shear modulus (MPa) (approx. values): 5 151 188 182 222 1236 1418 1236 2276 3652

**VsH (m/s): 355**

**H = 16,0m**

#### CATEGORIA E

**E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 7-8 Hz**

## Indagine HS8

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine HS8

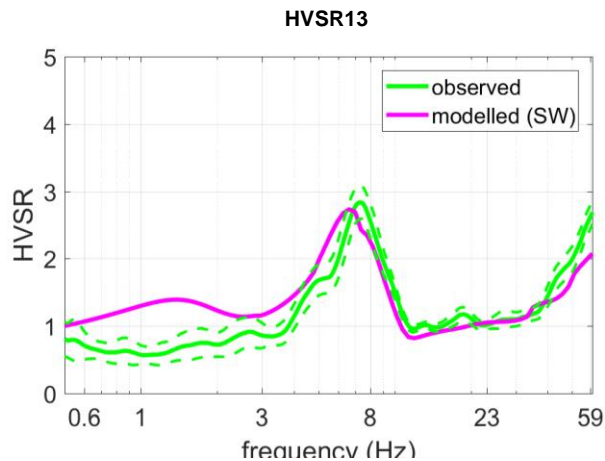
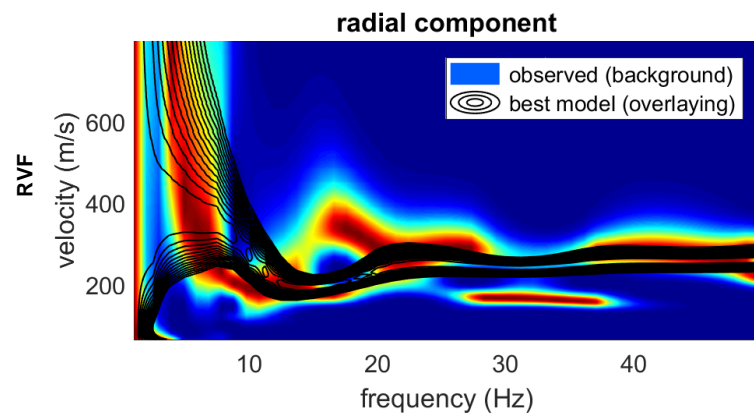
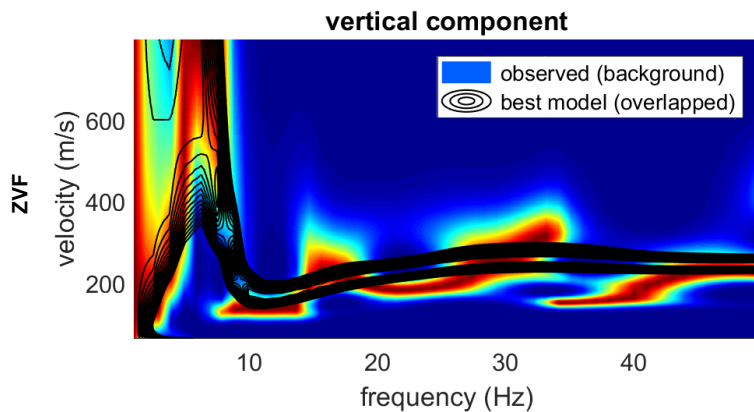
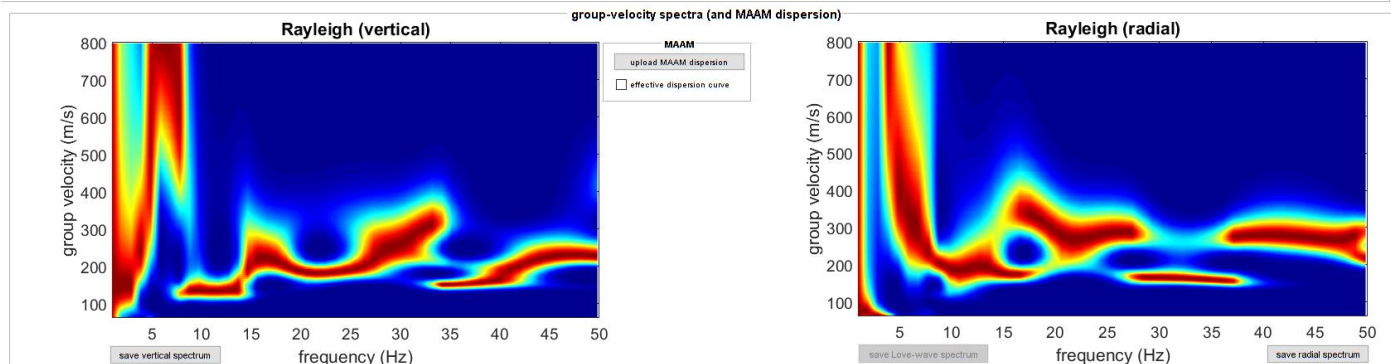
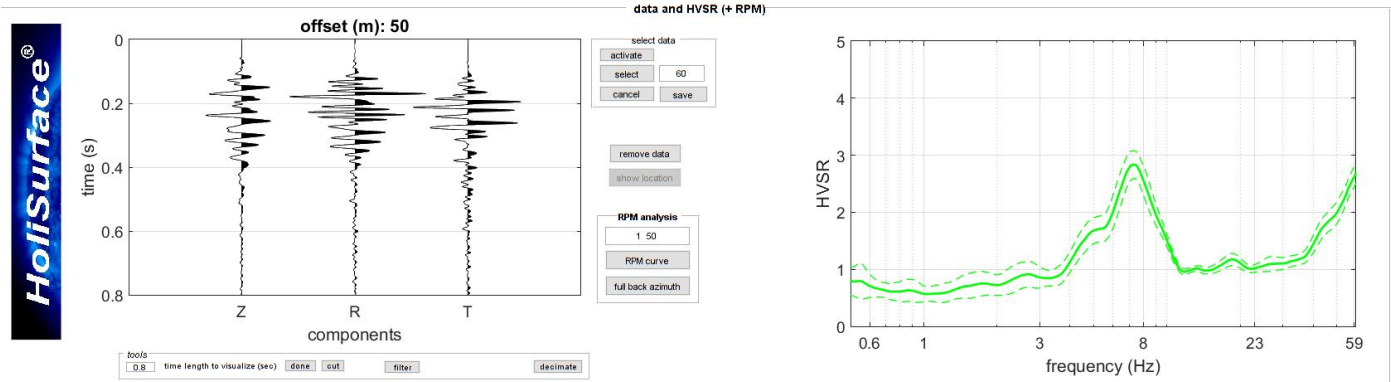
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	50; 60 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.0 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	5 battute per punto sorgente: 5 Verticali

# Indagine HS8

Offset 50m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



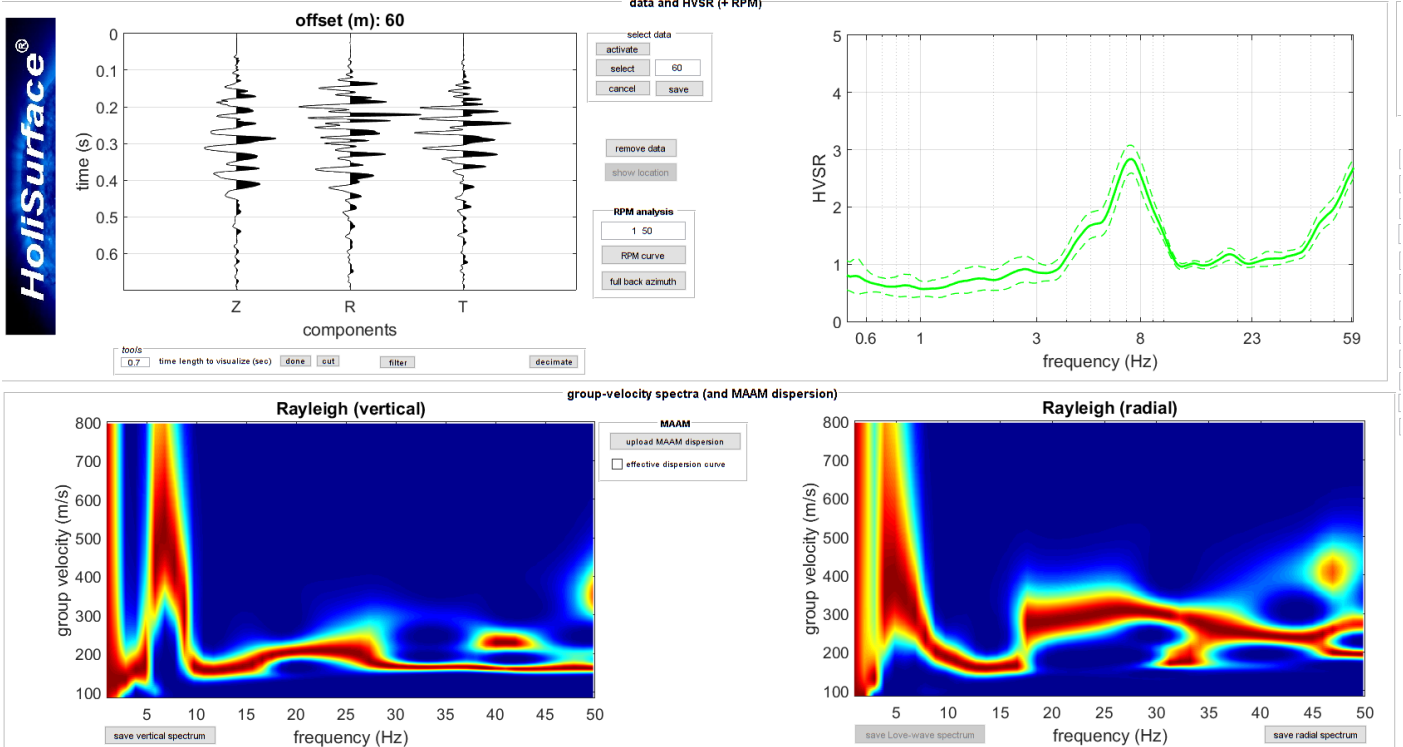
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

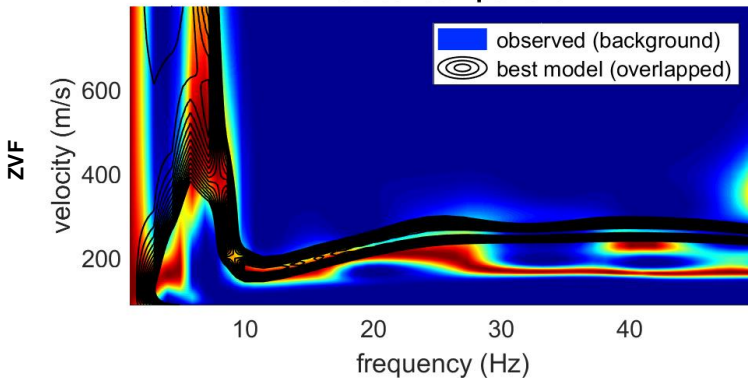
# Indagine HS8

Offset 60m

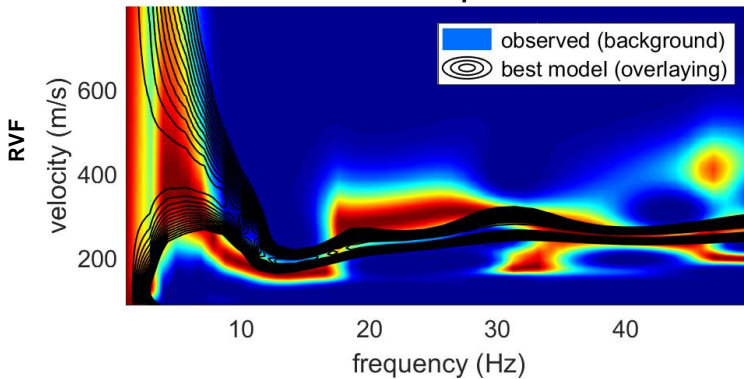
## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



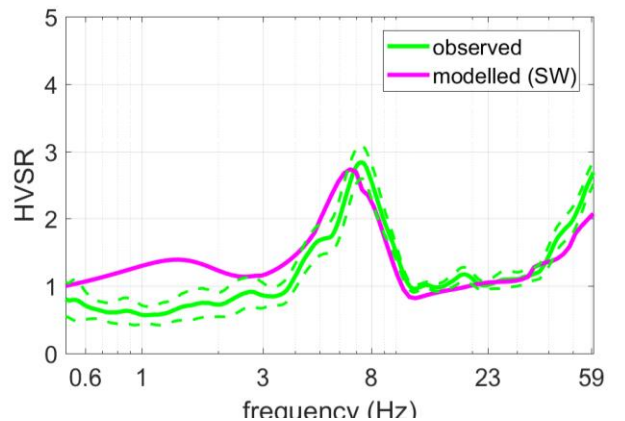
vertical component



radial component



HVSr13



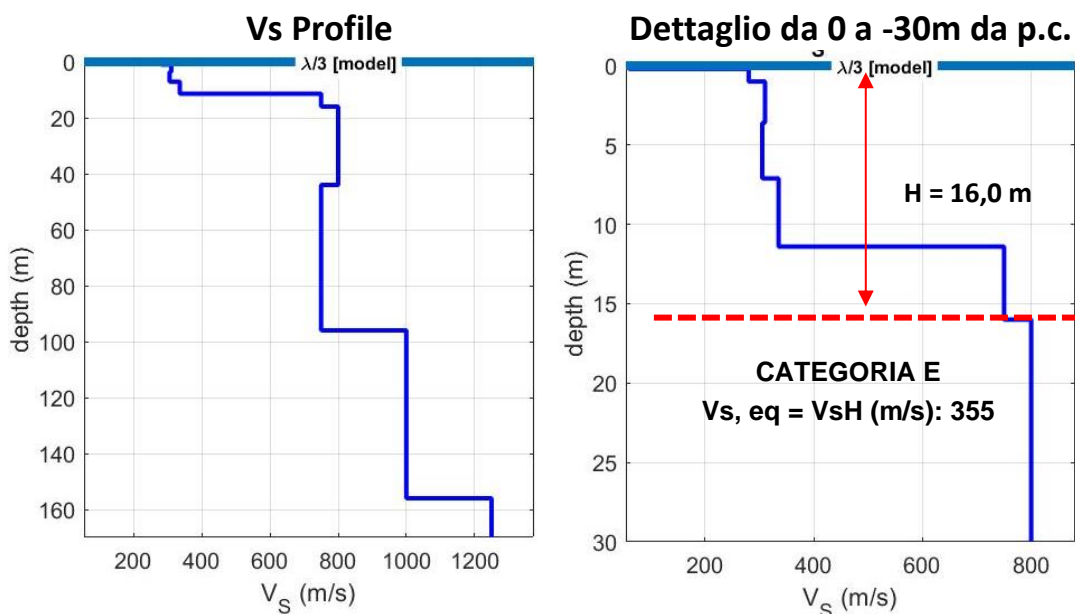
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine HS8

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	60
2	0,2	0,8	280
3	1,0	2,6	310
4	3,6	3,5	305
5	7,1	4,3	335
6	11,4	4,6	750
7	16,0	28,8	800
8	44,0	52,0	750
9	96,0	60,0	1000
10	156,0	Inf.	1250



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella E - Calcolo  $V_{s, eq} = V_s H$  per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE $V_{s, eq} = V_s H$			
Profondità appoggio	$V_{s, eq} = V_s H$ [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	355	16	C
-0,5m	382	15,5	B
-1,0m	386	15	B
-1,5m	390	14,5	B
-2,0m	393	14	B
-2,5m	397	13,5	B

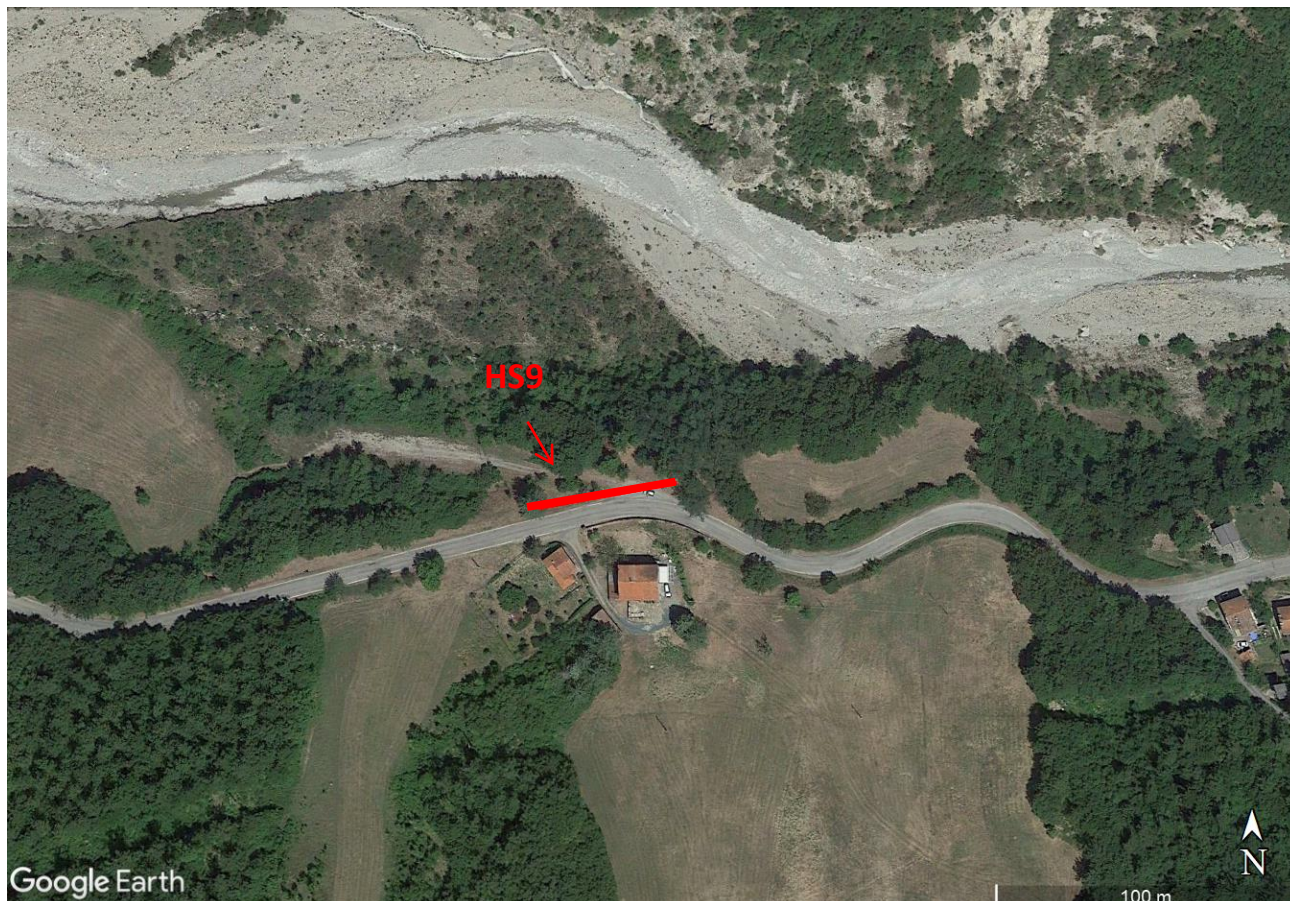
## Indagine HS9

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Bondi  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 07 12 2021  
ORA: 13.50

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'55.08"N  
LONG: 9°56'10.61"E  
LAT: 44°34'54.81"N  
LONG: 9°56'8.37"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 220 280 300 580 600 510 500 720 800 930 1200

Thicknesses (m): 0.4 1.1 4.0 1.4 3.3 3.3 2.8 3.7 5.0 80.0

Seismic/Dyn Shear modulus (MPa) (approx. val): 90 151 175 716 769 544 522 1133 1418 1951 3349

**VsH (m/s): 452**

**H = 20,0m**

**CATEGORIA B**

**C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 6-7 Hz**



Indagine HS9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS9

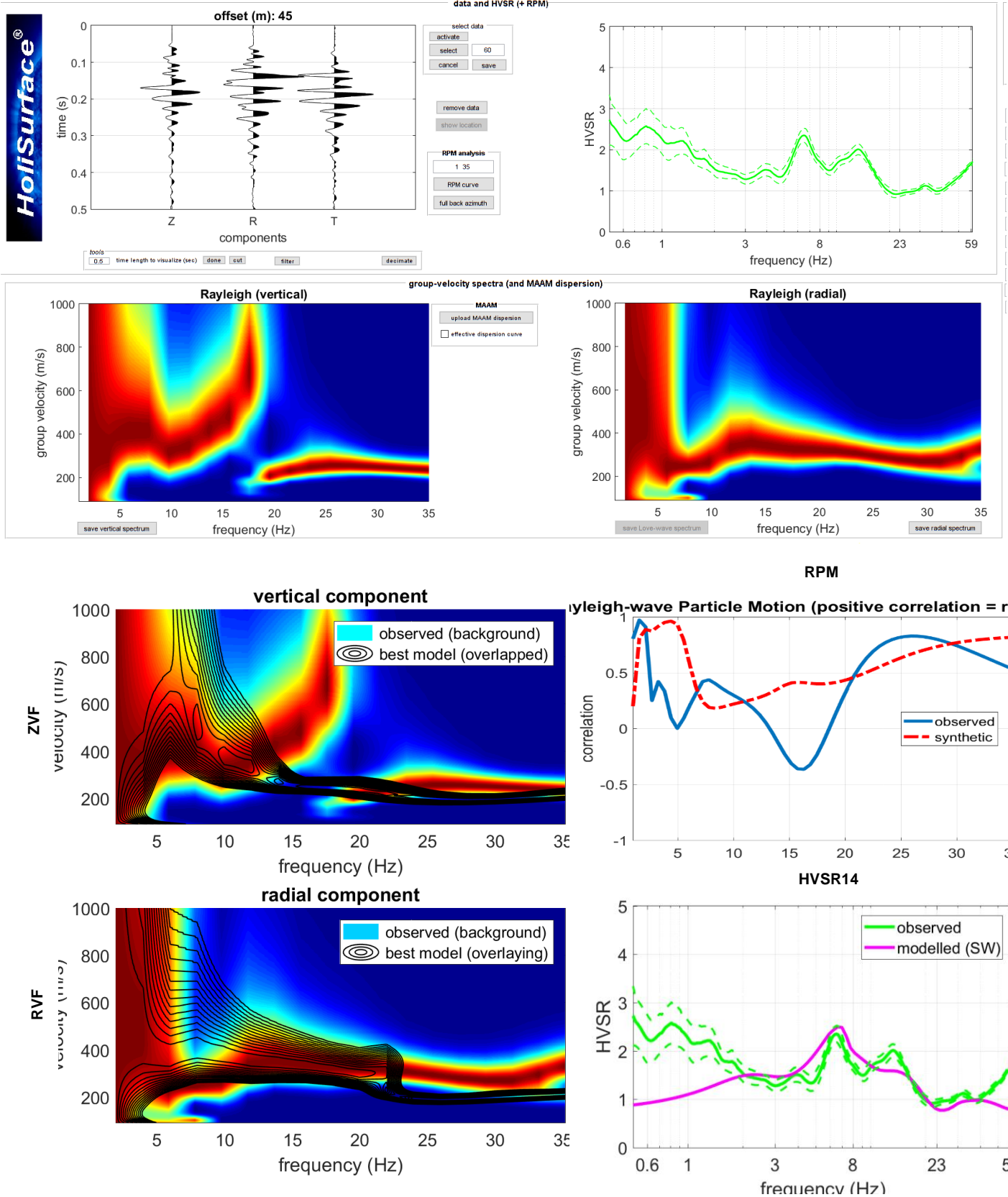
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	45; 50 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.0 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	5 battute per punto sorgente: 5 Verticali

# Indagine HS9

Offset 45m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



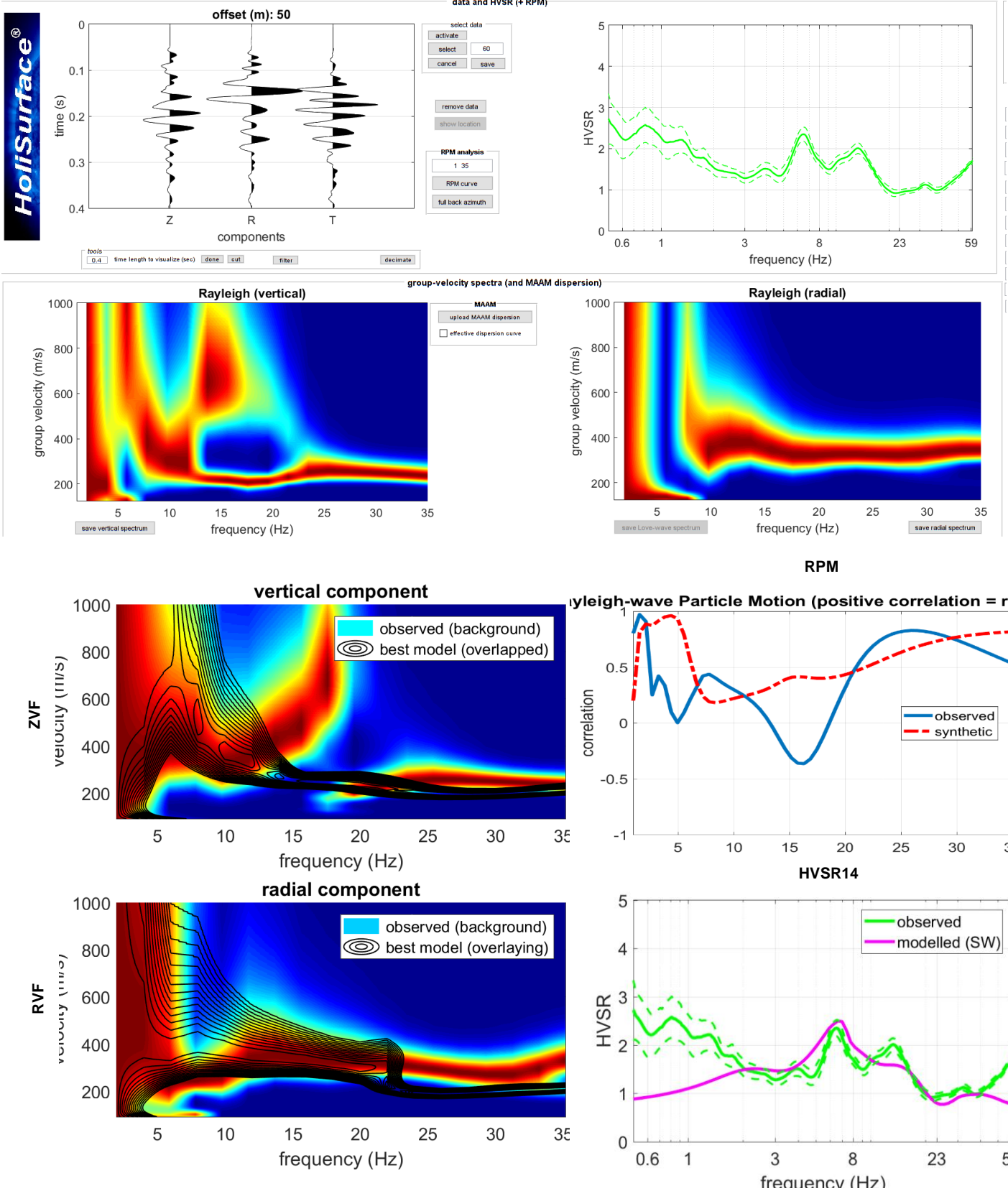
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine HS9

Offset 50m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



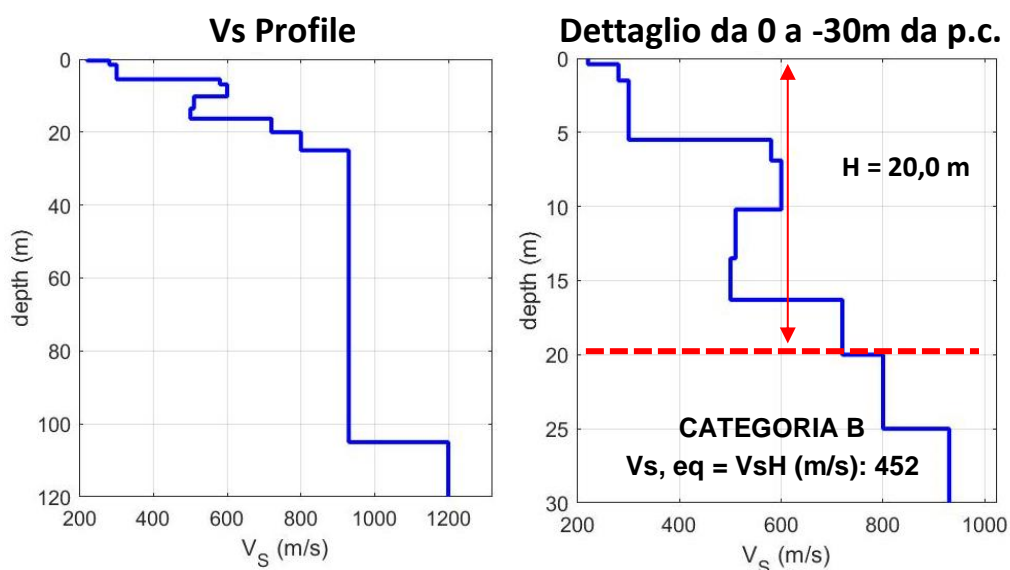
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine HS9

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	220
2	0,4	1,1	280
3	1,5	4,0	300
4	5,5	1,4	580
5	6,9	3,3	600
6	10,2	3,3	510
7	13,5	2,8	500
8	16,3	3,7	720
9	20,0	5,0	800
10	25,0	80,0	930
11	105,0	Inf.	1200



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	452	20	B
-0,5m	464	19,5	B
-1,0m	472	19	B
-1,5m	481	18,5	B
-2,0m	489	18	B
-2,5m	498	17,5	B

## Indagine HS10

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 07 12 2021  
ORA: 12.45

COORDINATE WGS84

LAT: 44°35'22.80"N  
LONG: 9°51'58.11"E  
LAT: 44°35'21.14"N  
LONG: 9°51'56.72"E



#### Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 125 290 445 550 650 700 830 935 1180 1340 1800

Thicknesses (m): 0.4 1.1 4.7 1.9 2.3 3.5 4.1 21.0 39.0 77.0

Seismic/Dyn Shear modulus (MPa)(appr. val.): 27 163 407 639 912 1067 1533 1974 3232 4231 7897

**VsH (m/s): 470**

**H = 13,9m**

**CATEGORIA B**

**C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

Indagine HS10

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Stendimento sismico HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HS10

Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

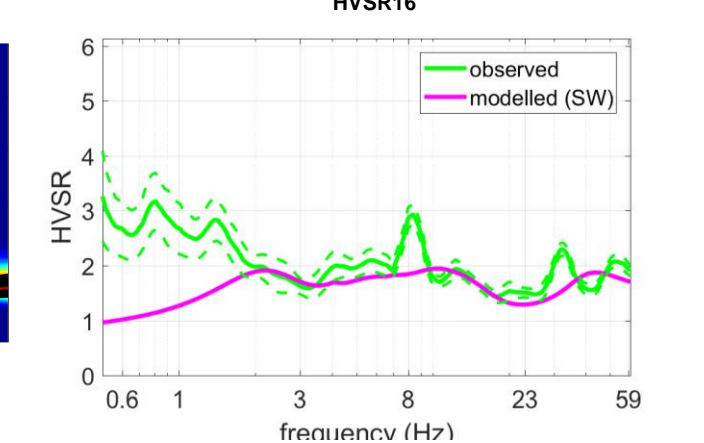
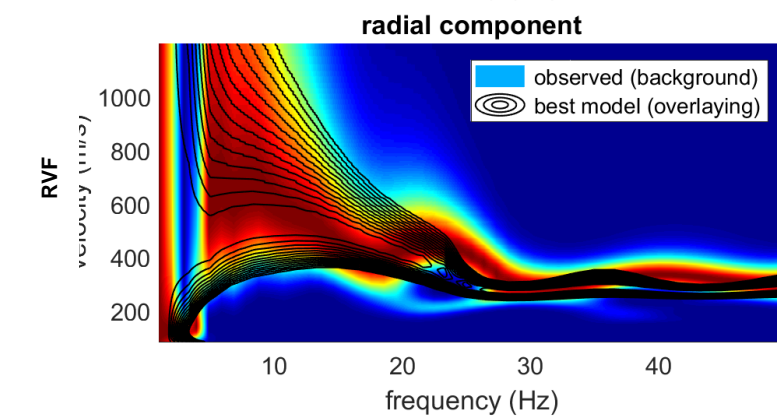
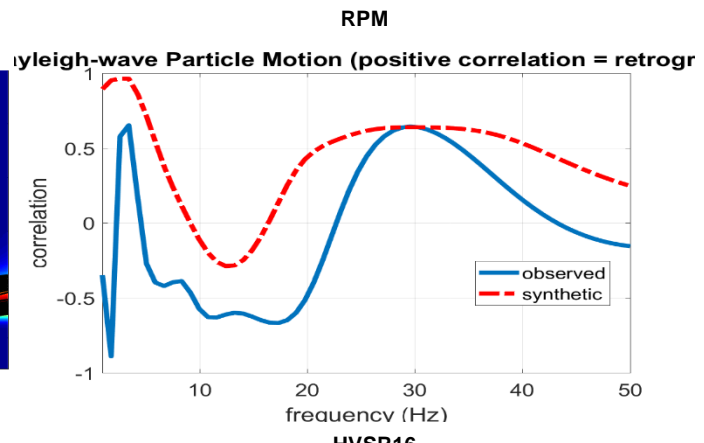
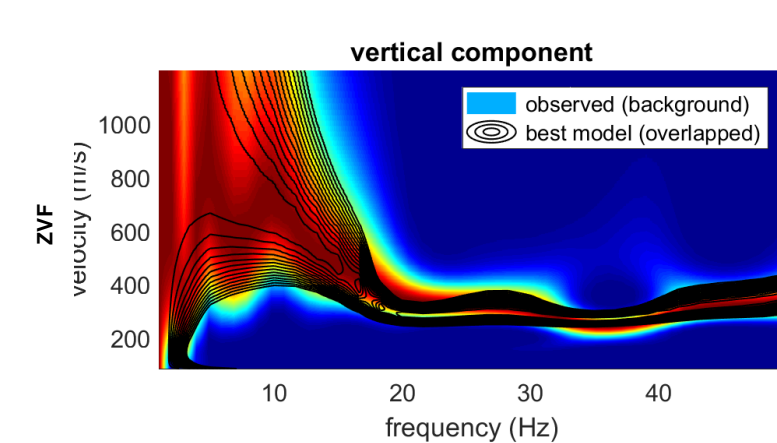
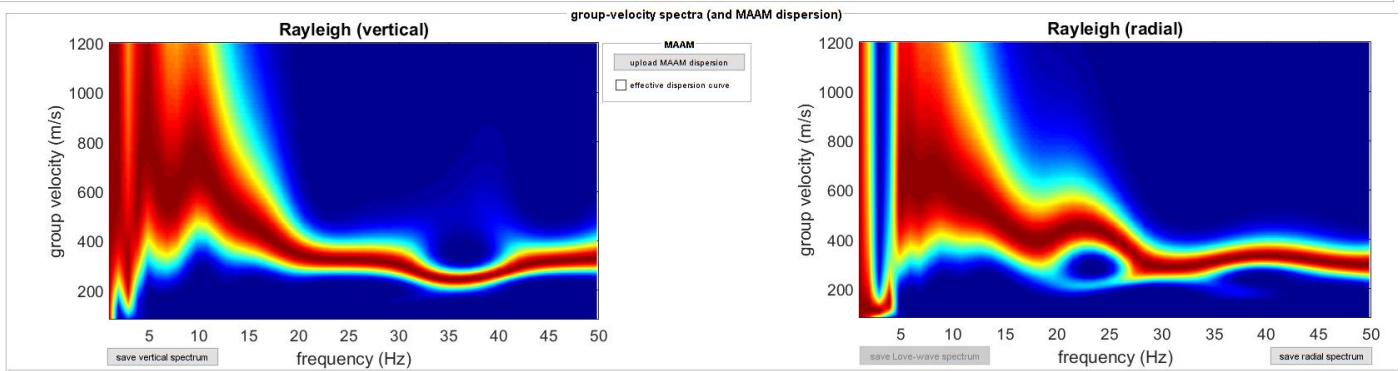
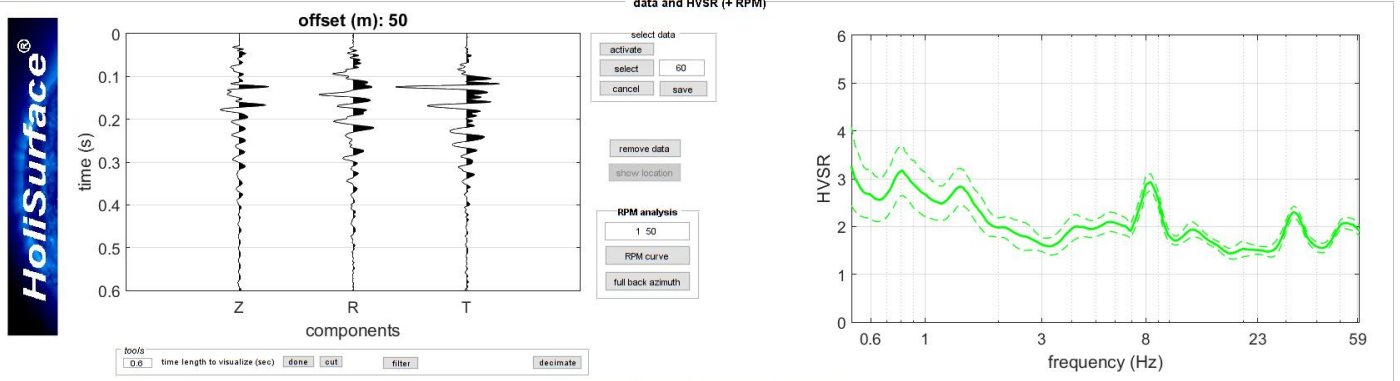
DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	50; 60 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.0 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	5 battute per punto sorgente: 5 Verticali



# Indagine HS10

Offset 50m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



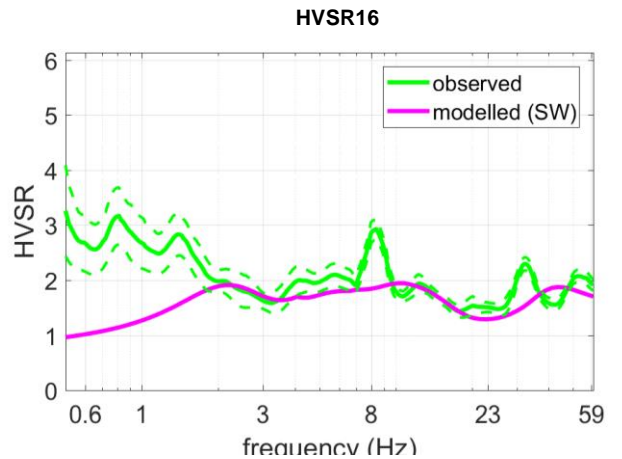
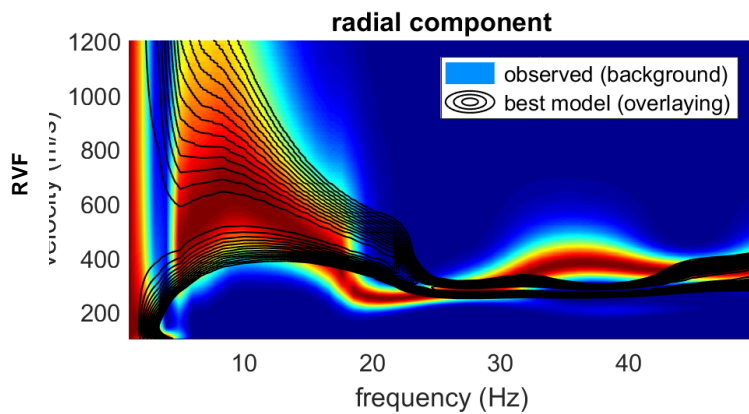
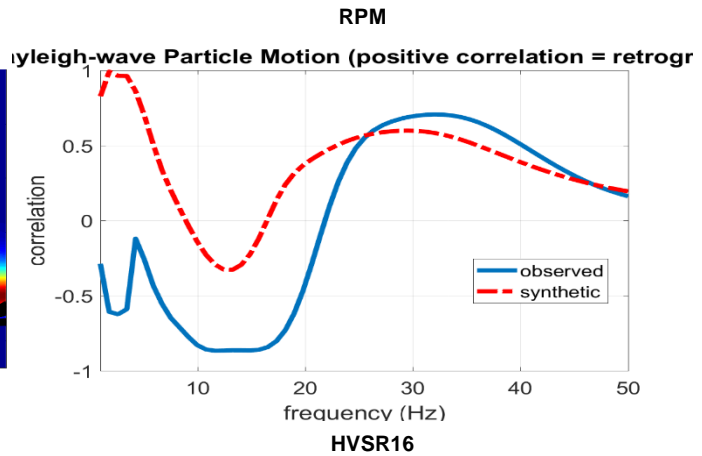
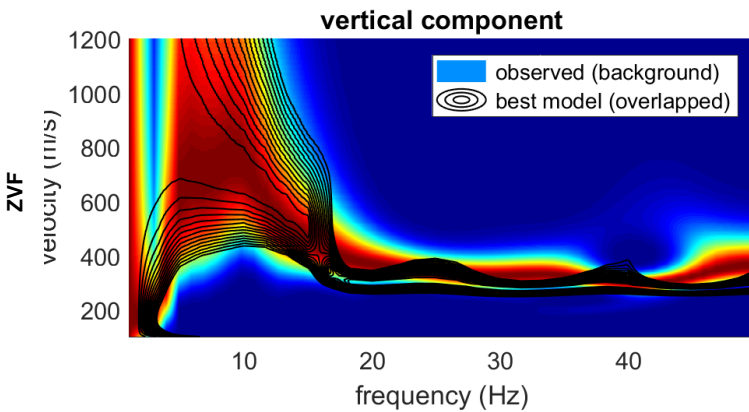
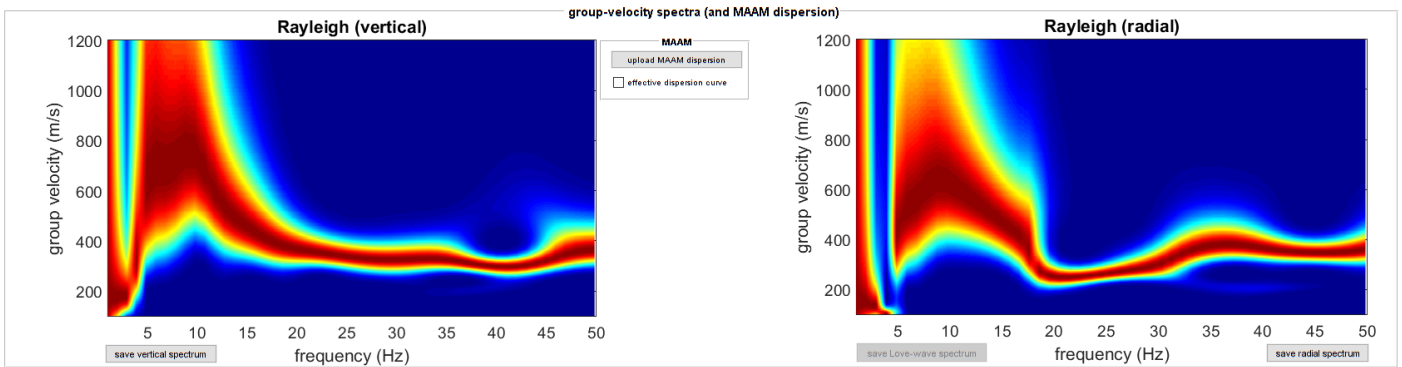
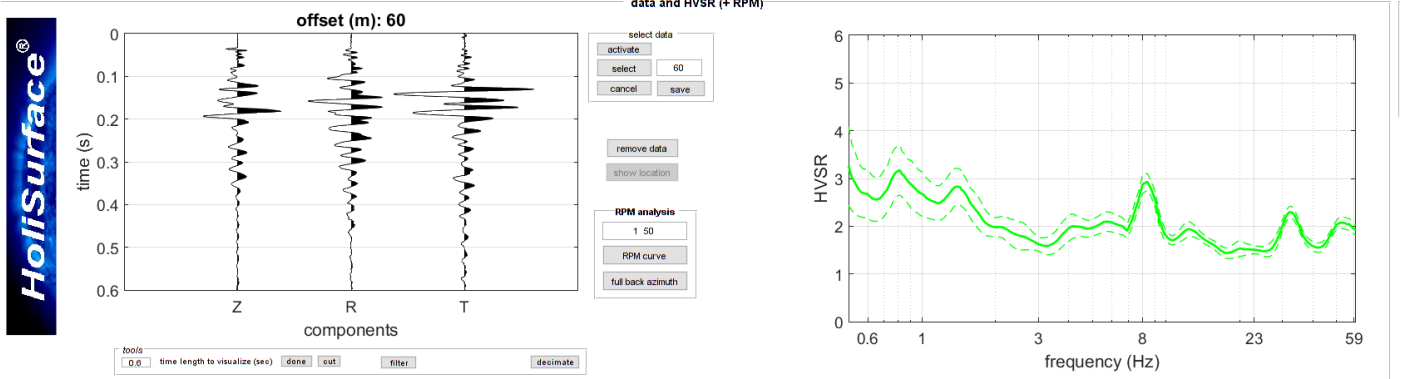
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine HS10

Offset 60m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



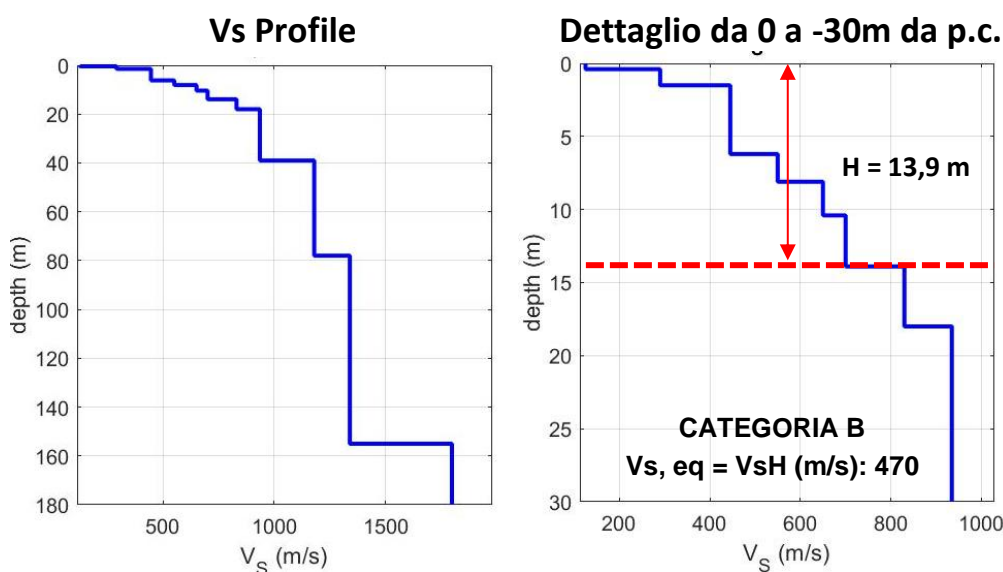
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine HS10

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	125
2	0,4	1,1	290
3	1,5	4,7	445
4	6,2	1,9	550
5	8,1	2,3	650
6	10,4	3,5	700
7	13,9	4,1	830
8	18,0	21,0	935
9	39,0	39,0	1180
10	78,0	77,0	1340
11	155,0	Inf.	1800



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	470	13,9	B
-0,5m	515	13,4	B
-1,0m	531	12,9	B
-1,5m	550	12,4	B
-2,0m	555	11,9	B
-2,5m	561	11,4	B

## Indagine HVSR1

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42 - Municipio, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 11.45

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'5.18"N  
LONG: 9°53'5.23"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HVSR1

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> S.P. 42 - Municipio, Mormorola		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 29/01/2021	<b>Ora:</b> 11.45	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR1	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSr1

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20212901\_1145\_HVSr1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSr computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 18.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.6 (q1.0)

Peak HVSr value: 5.0 (q1.2)

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

#1. [f0 > 10/Lw]: 0.578 > 0.5 (OK)

#2. [nc > 200]: 798 > 200 (OK)

#3. [f0 > 0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: (NO)

#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 0.1Hz (OK)

#3. [A0 > 2]: 5.0 > 2 (OK)

#4. [fpeak[Ah/v(f) q sigmaA(f)] = f0 q 5%]: (OK)

#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 0.981 > 0.087 (NO)

#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 1.398 < 2 (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR1

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate

128 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation

remove events    100 Post & 10'    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

6 amplitude threshold    test removal

5000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

directivity analysis

directions to highlight: 12 50 90 0 Hz    compute

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR    pick data

save picked HV    compute

quick analysis (f=Vs/4H)

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clean    compute

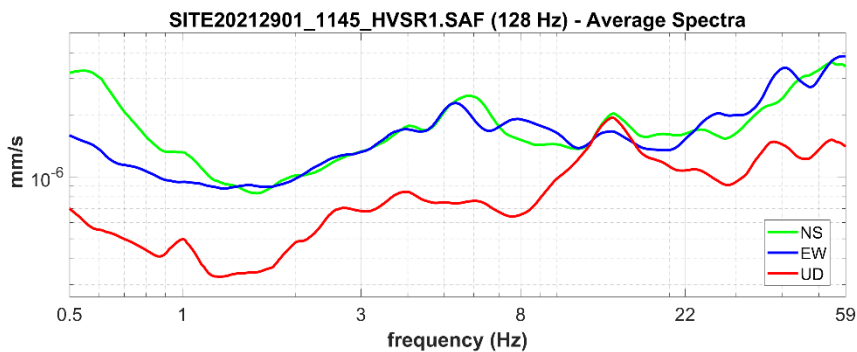
highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

directivity over time

directivity in time    time 50 s

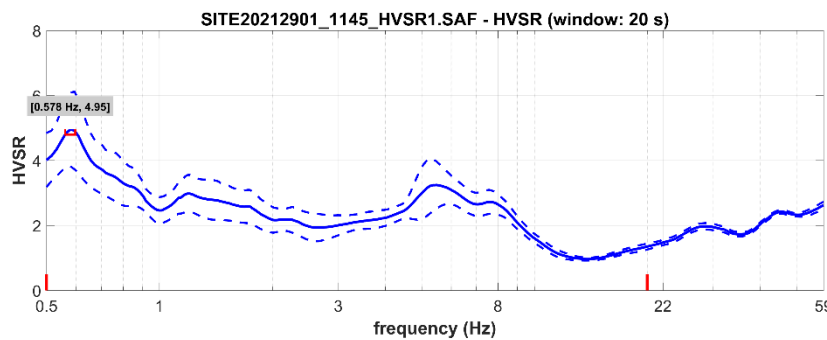
www.winmasw.com



open working folder  
show location  
field notes

your comments

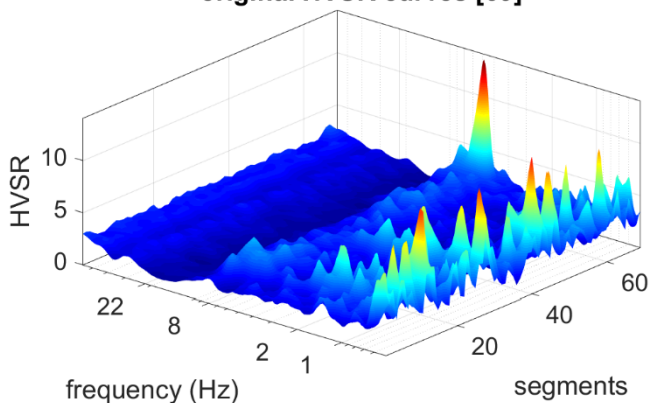
default axes



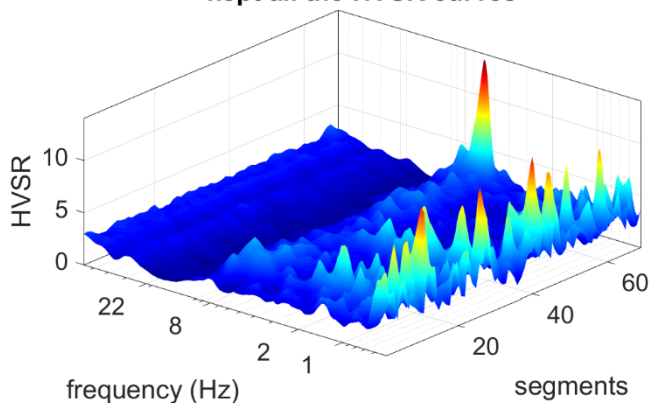
- Criteria for a reliable HV curve
- #1: OK
  - #2: OK
  - #3: OK
- Criteria for a clear HV peak [0.578 Hz]
- #1: NO
  - #2: OK
  - #3: OK
  - #4: OK
  - #5: NO
  - #6: OK

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

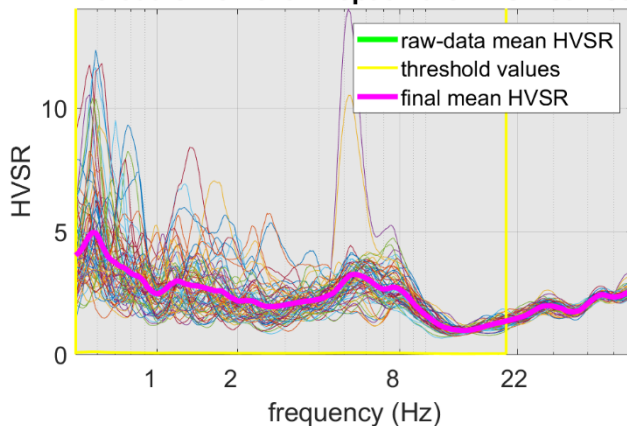
original HVSR curves [69]



kept all the HVSR curves

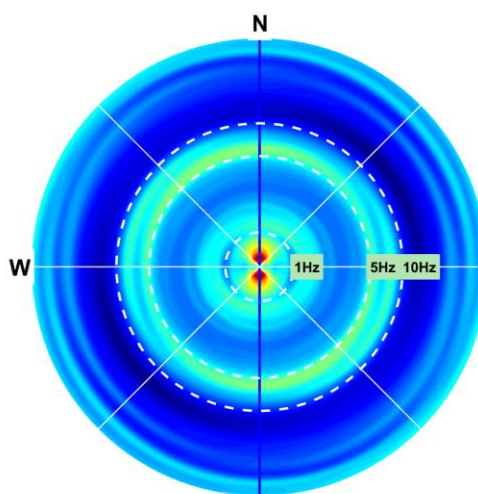
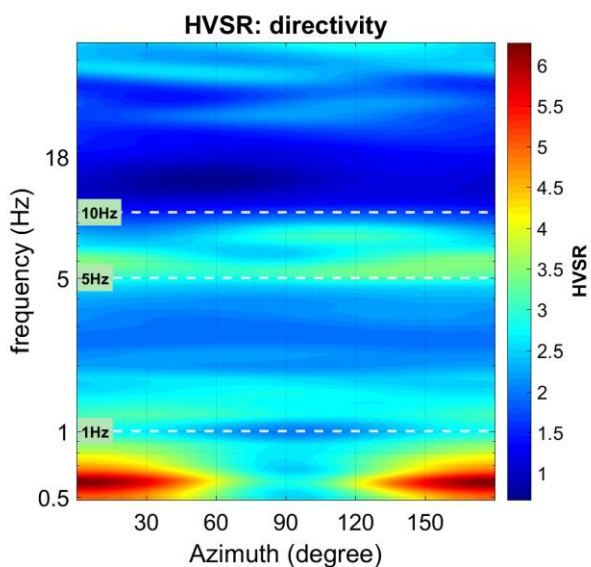
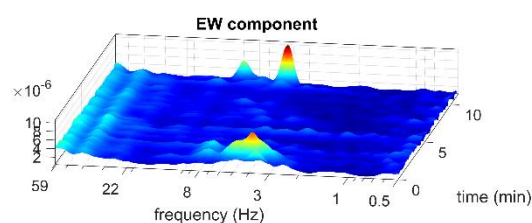
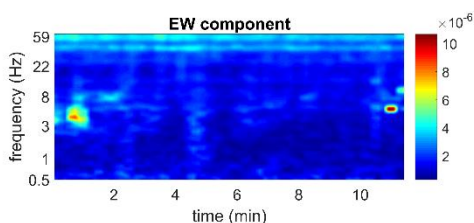
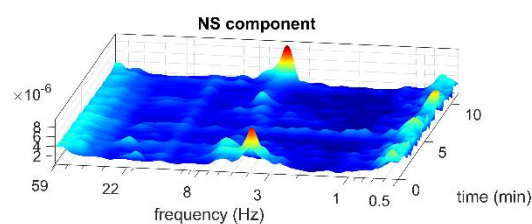
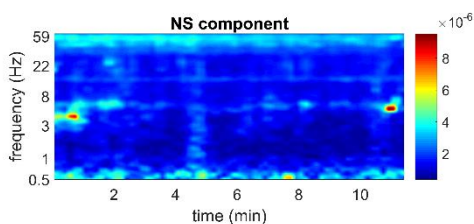
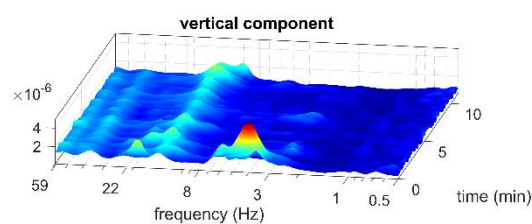
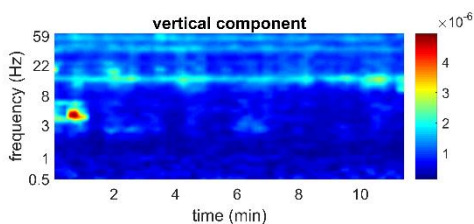
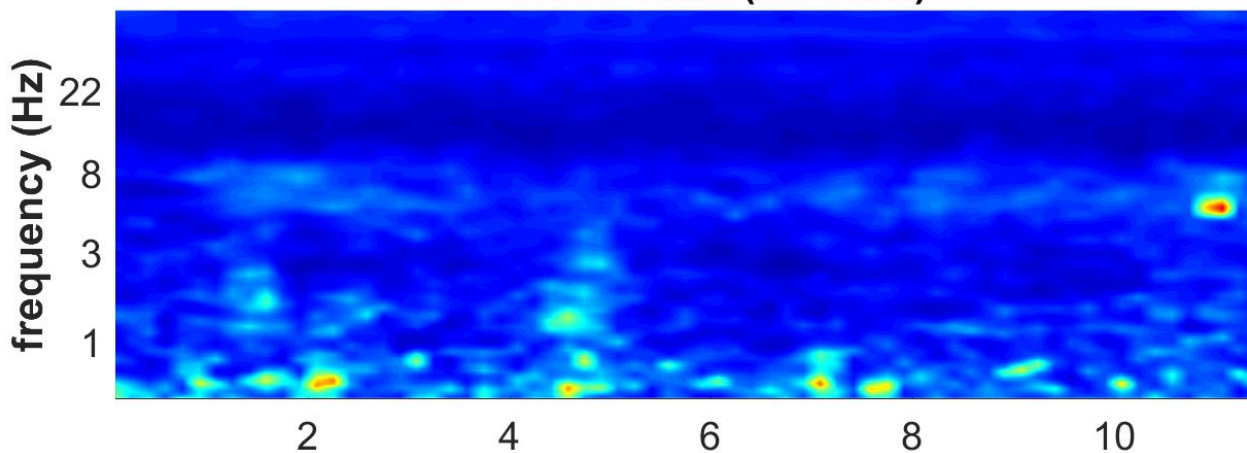


No outlier removal: kept all the HVSR curves



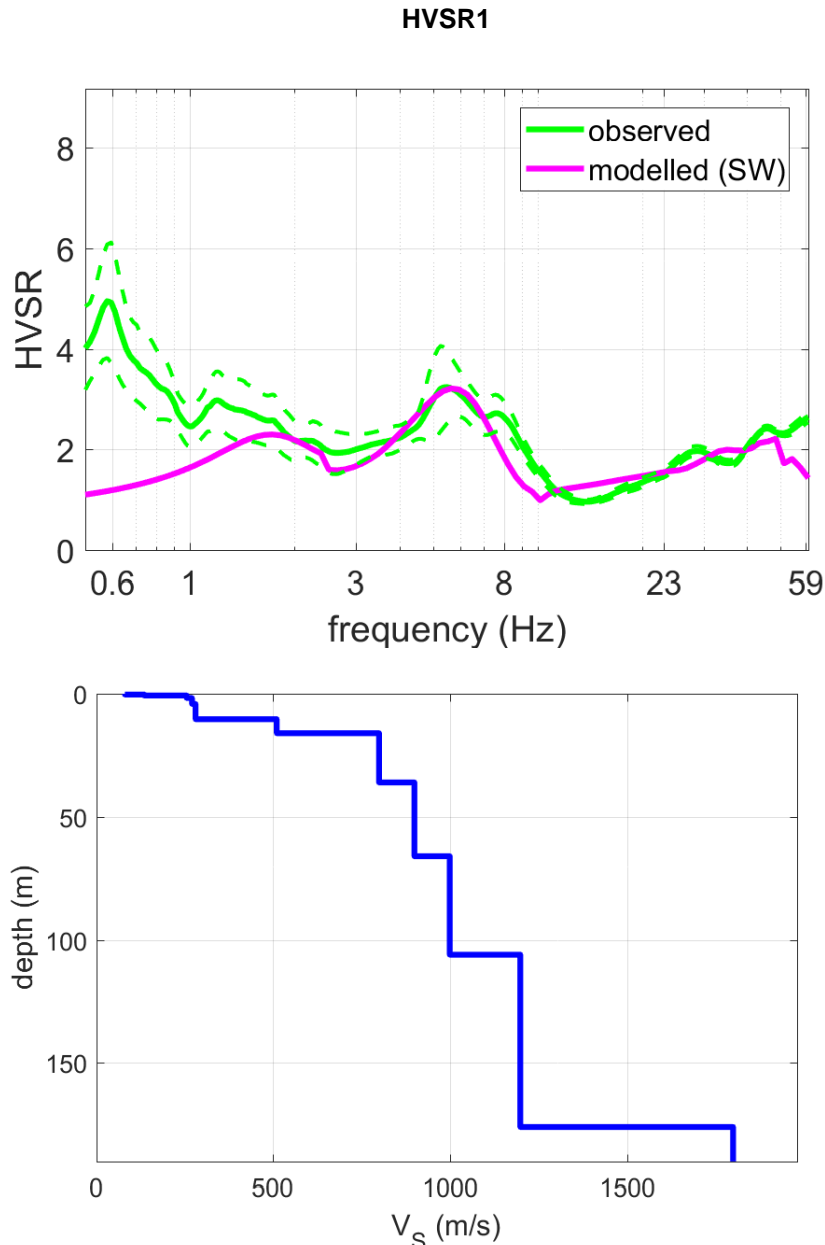
## Indagine HVSR1

### HVSR vs Time (2D view)





## Indagine HVSUR1



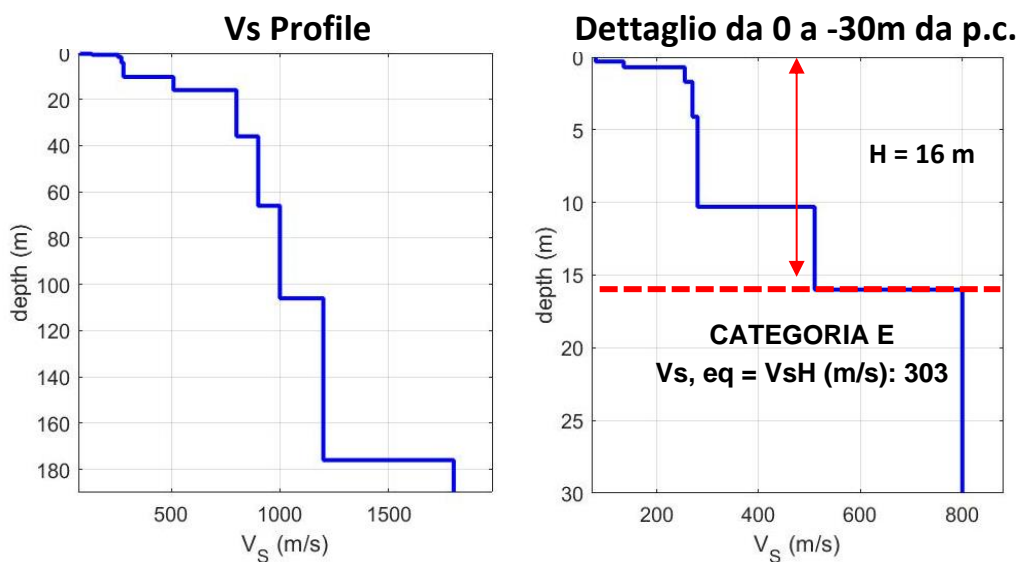
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSUR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSUR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSUR1	3 su 3	4 su 6	F0 F1 F2	0,6 +/- 0,1 ~5-6 ~1-2	5,0 +/- 1,2 ~3,2-3,3 ~3,0	B1

## Indagine HVSr1

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	80
2	0,3	0,4	135
3	0,7	1,0	255
4	1,7	2,4	270
5	4,1	6,2	280
6	10,3	5,7	510
7	16,0	20,0	800
8	36,0	30,0	900
9	66,0	40,0	1000
10	106,0	70,0	1200
11	176,0	Inf.	1800



**E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSr.

## Indagine HVSr2

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Campo Sportivo, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 13.38

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'8.67"N  
LONG: 9°53'7.55"E



## Indagine HVSR2

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine HVSR2

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Campo Sportivo, Mormorola		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 29/01/2021	<b>Ora:</b> 13.38	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR2	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVS2

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20212901\_1338\_HVS2\_CLEAN.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVS2 computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 15.8

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.5 (±0.4)

Peak HVS2 value: 5.6 (±1.0)

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

- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]:  $0.500 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $690 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.0Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $5.6 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.444 > 0.075$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $0.927 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR2

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

100 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    clean axes

20 window length (s)    5 tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

6 amplitude threshold    5000 HVSR threshold    test removal

15% spectral smoothing (triangular window)    6 detrending order    no equalization

full output     particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows     save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz    save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data    save picked HV    compute

**quick analysis (f=Vs/4H)**

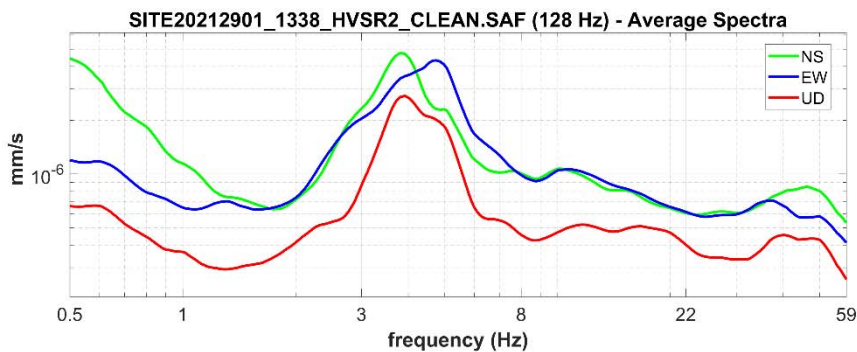
200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)    20 depth of the bedrock (m)    1000 Vs of the bedrock

clean    compute

highlight a frequency    draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time    time 80 s



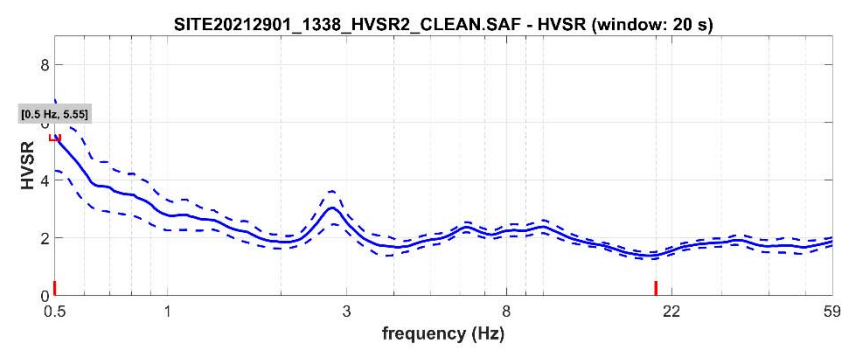
open working folder

show location

field notes

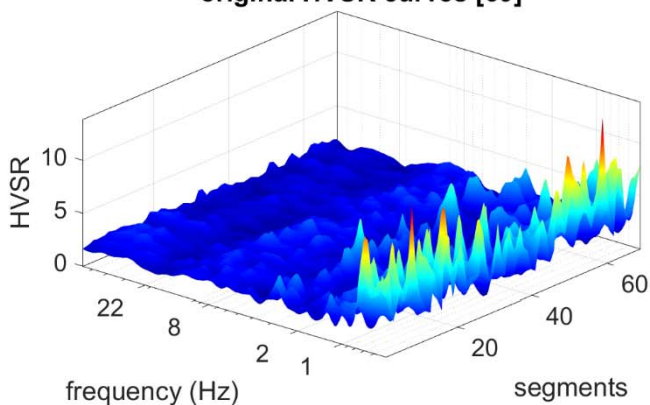
your comments

default axes

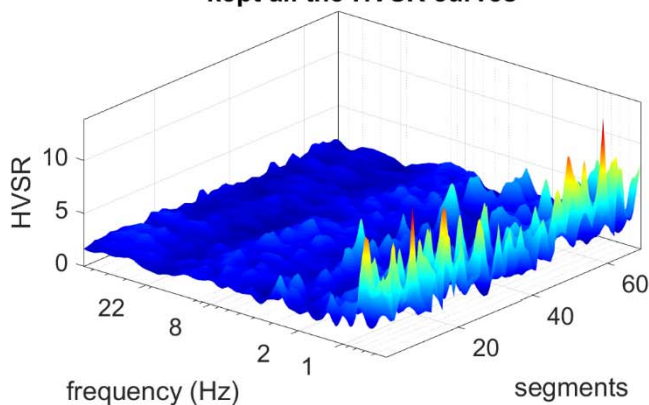


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

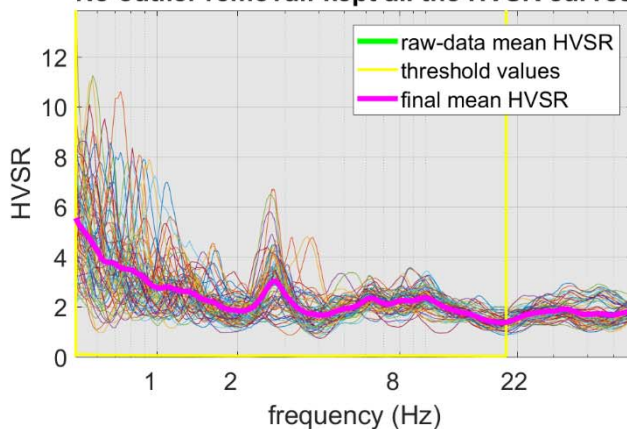
original HVSR curves [69]



kept all the HVSR curves

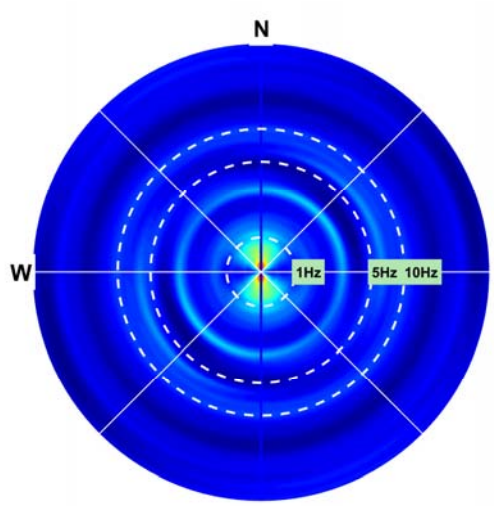
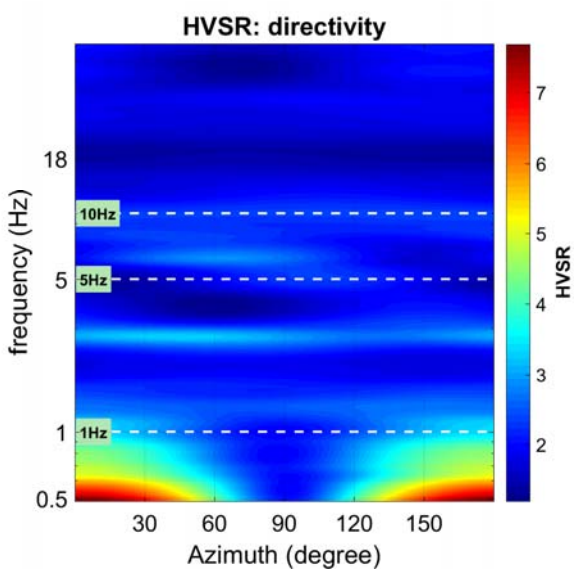
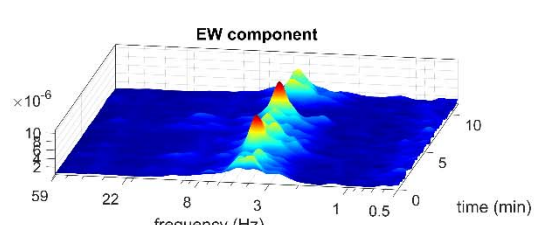
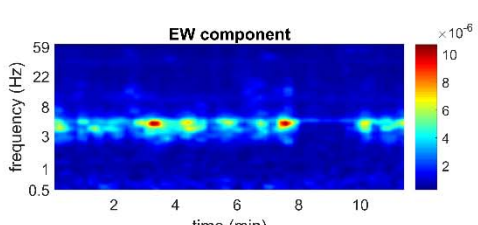
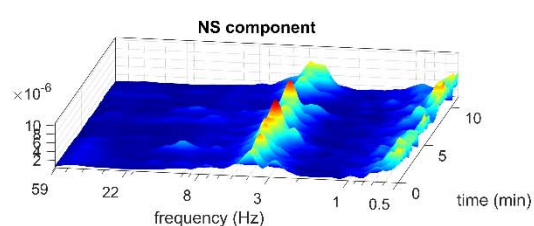
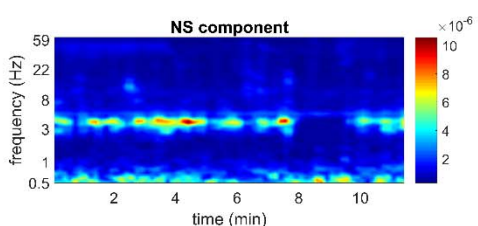
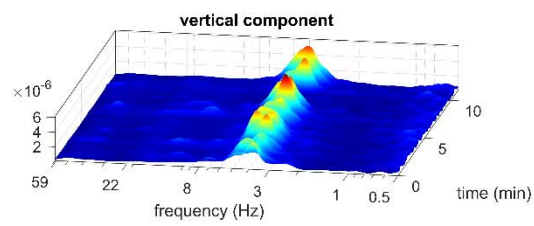
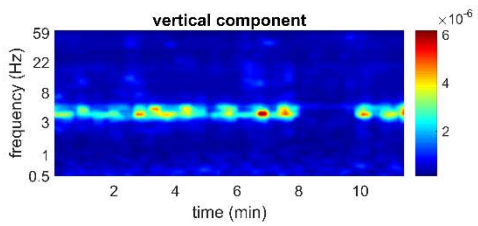
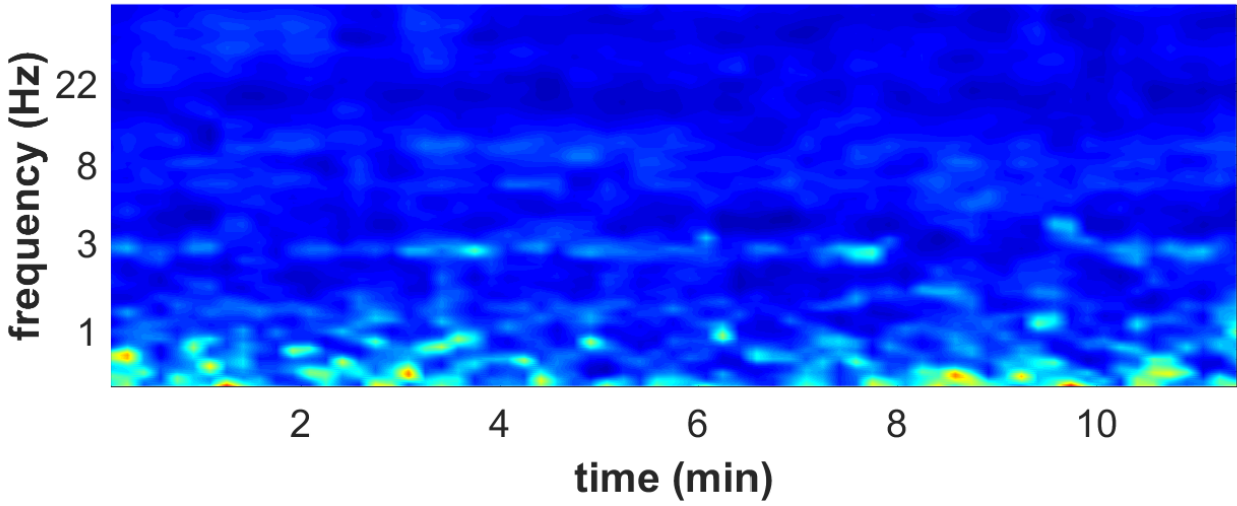


No outlier removal: kept all the HVSR curves



Indagine HVSR2

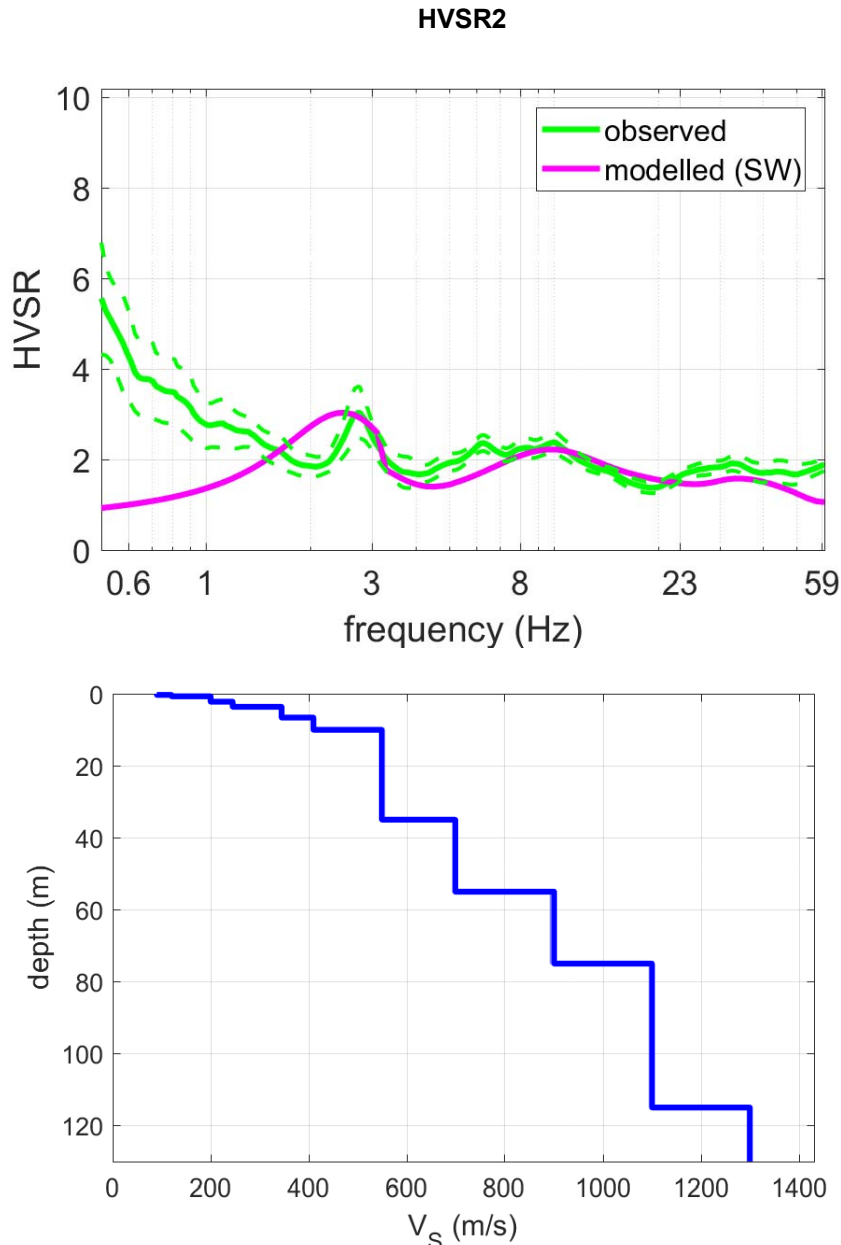
HVSR vs Time (2D view)



Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
 Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
 E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it



## Indagine HVSR2



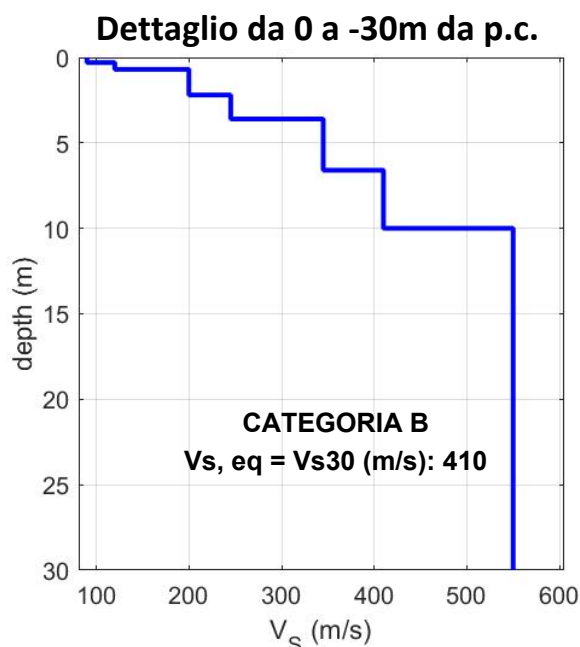
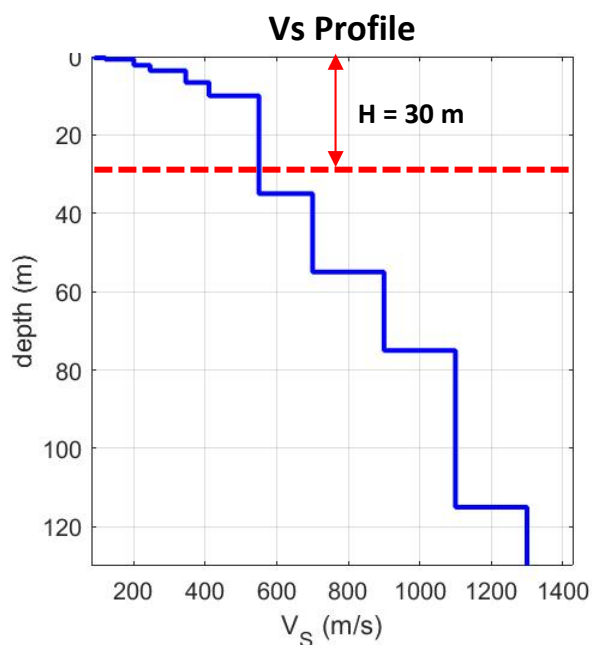
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
<b>HVSR2</b>	<b>3 su 3</b>	<b>4 su 6</b>	<b>F0 F1 F2</b>	<b>0,5 +/- 0,4 ~2-3 ~10</b>	<b>5,6 +/- 1,0 ~3 ~2,4</b>	<b>B1</b>

## Indagine HVSR2

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	90
2	0,3	0,4	120
3	0,7	1,5	200
4	2,2	1,4	245
5	3,6	3,0	345
6	6,6	3,4	410
7	10,0	25,0	550
8	35,0	20,0	700
9	55,0	20,0	900
10	75,0	40,0	1100
11	115,0	Inf.	1300



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HVSR3

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 15.08

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'9.19"N  
LONG: 9°53'1.72"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR3

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: S.P. 42, Mormorola</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 29/01/2021</b>	<b>Ora: 15.08</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore: Geol. Gabriele Oppo</b>	<b>Indagine n°</b> HVSR3	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSr3

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20212901\_1508\_HVSr3.SAF Sampling frequency (Hz): 128

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSr computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 15.0

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

**##### SESAME criteria #####**

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 7.4 (±2.8)

Peak HVSr value: 5.3 (±0.5)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $7.361 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $8686 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====**

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.3Hz (OK)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 9.9Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $5.3 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f)] \pm \sigma_A(f) = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $2.833 > 0.368$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.012 < 1.58$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR3

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate  
 128 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation  
 remove events    clean axes  
 20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz  
 5 tapering (%)  
 6 amplitude threshold  
 6000 HVSR threshold    test removal  
 15% spectral smoothing (triangular window)  
 6 obscuring order    no equalization

full output  
 particle motion, all HVSRs, time lapse videos  
 close windows  
 save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

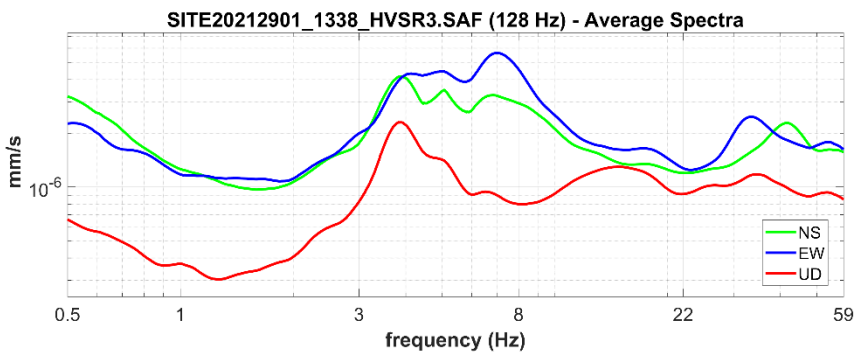
directivity analysis  
 save-option#1: save HVSR as It Is  
 save HV from 0.5 to 60 Hz  
 save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra  
 HVSR    pick data  
 save picked HV    compute

quick analysis (H<sup>+</sup>/Vs/H)  
 200 average Vs (m/s)  
 20 depth of the bedrock (m)  
 1000 Vs of the bedrock  
 clean    compute

highlight a frequency  
 draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

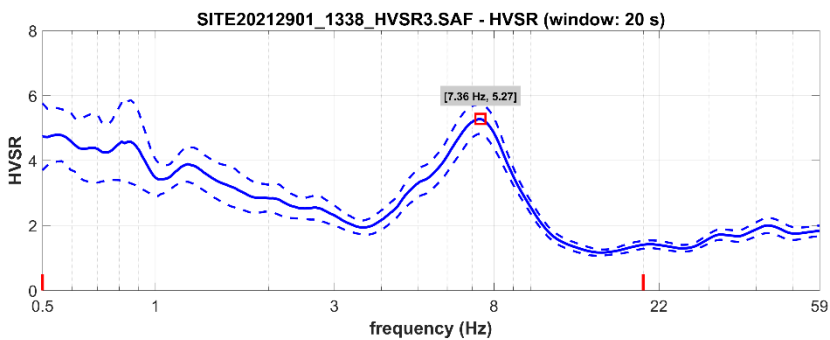
directivity over time  
 directivity in time    time 80 s



open working folder  
 show location  
 field notes

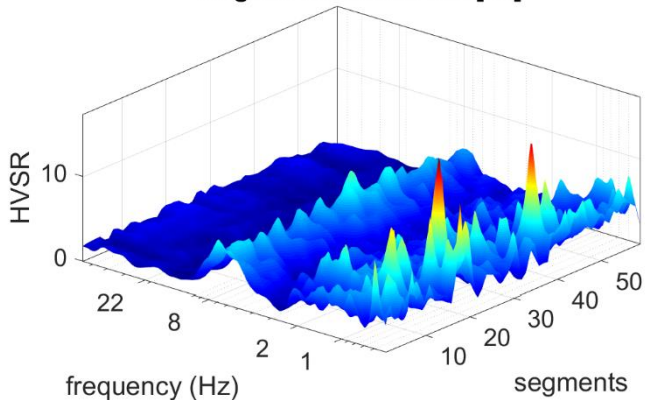
your comments

default axes

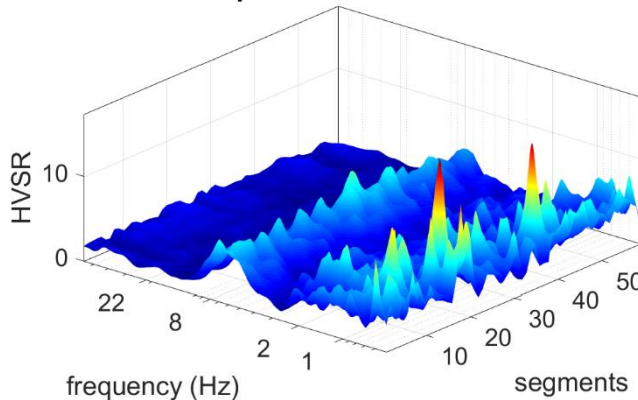


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

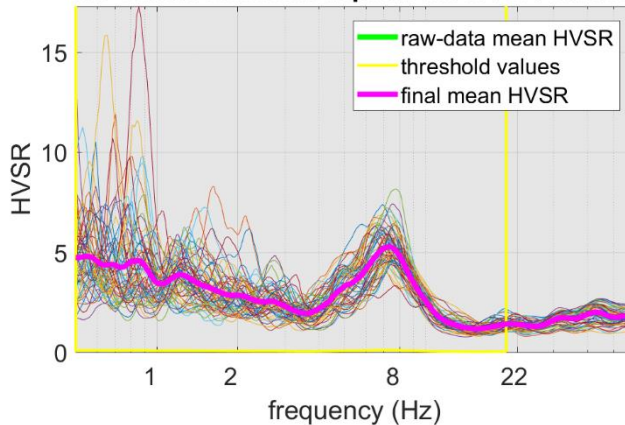
original HVSR curves [59]



kept all the HVSR curves

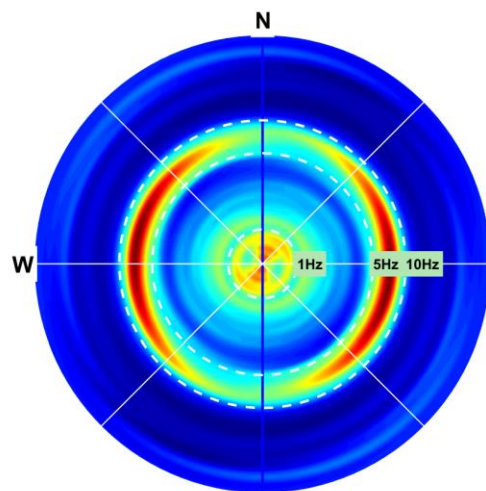
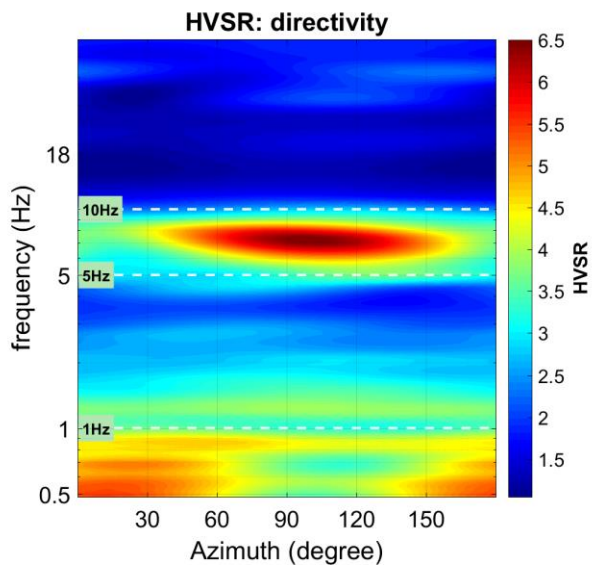
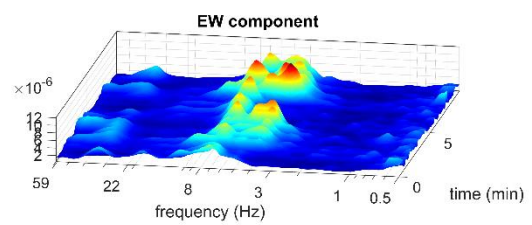
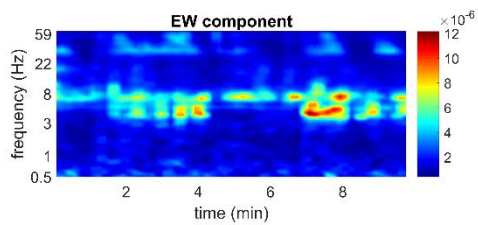
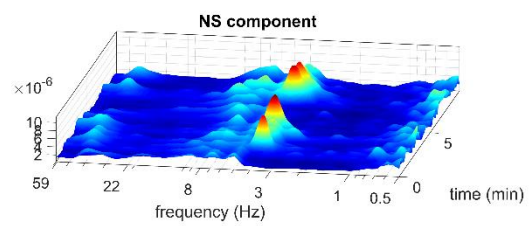
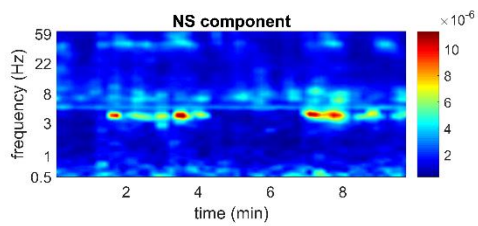
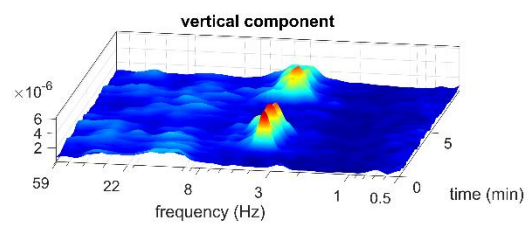
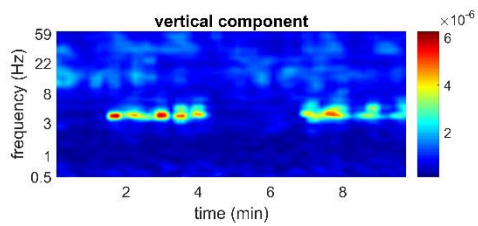
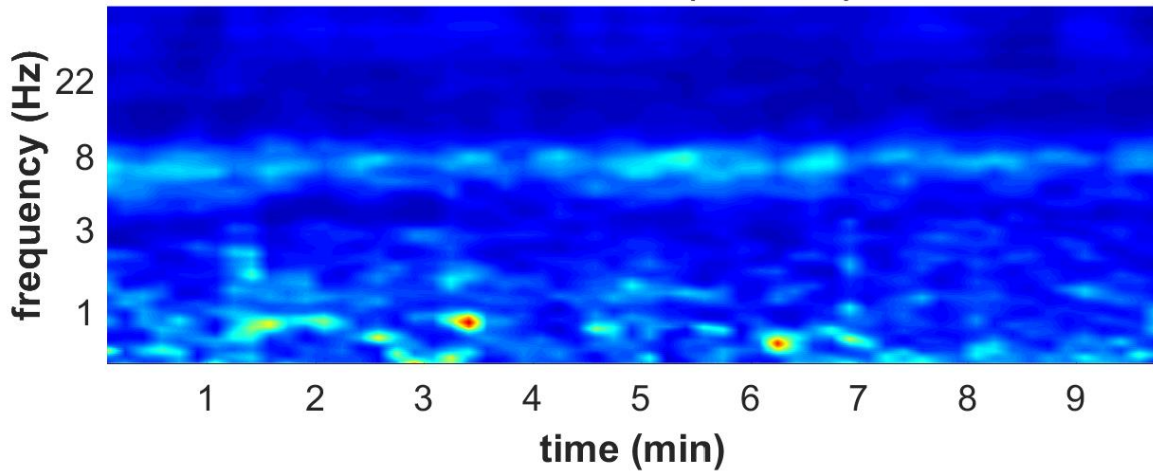


No outlier removal: kept all the HVSR curves

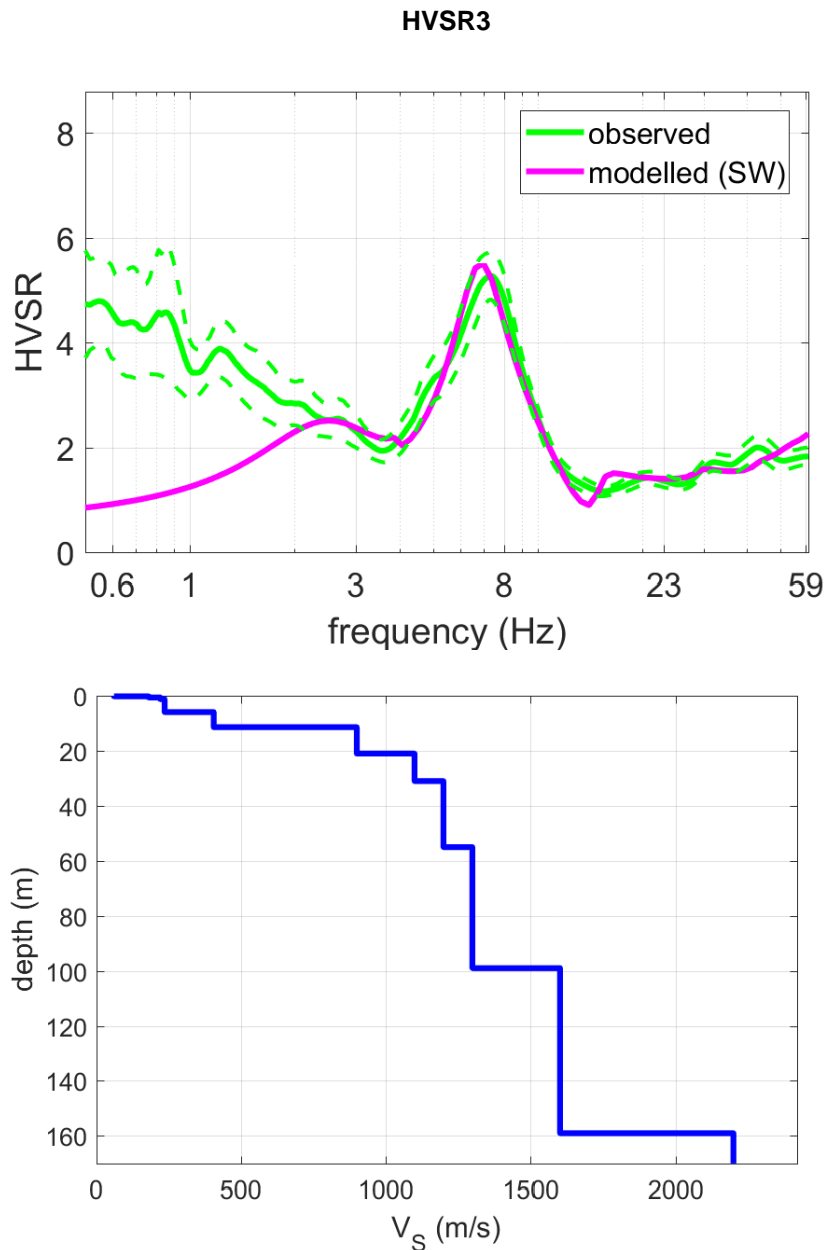


# Indagine HVSR3

## HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR3



**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

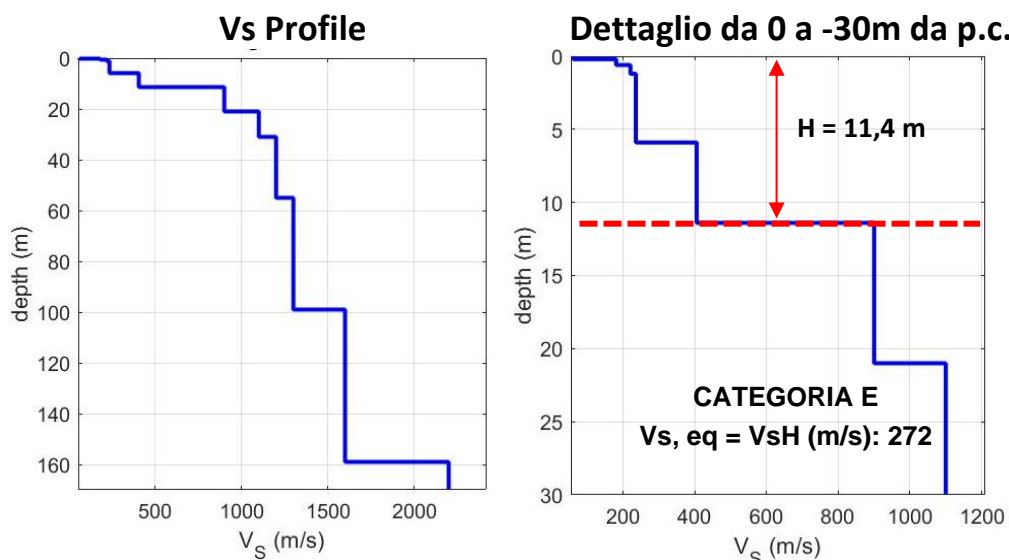
<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR3	3 su 3	4 su 6	F0 F1	7,4 +/- 2,8 ~0,5-1	5,3 +/- 0,5 ~4,8	B1



## Indagine HVSr3

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	60
2	0,2	0,4	180
3	0,6	0,6	220
4	1,2	4,7	235
5	5,9	5,5	405
6	11,4	9,6	900
7	21,0	10,0	1100
8	31,0	24,0	1200
9	55,0	44,0	1300
10	99,0	60,0	1600
11	159,0	Inf.	2200



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSr.

## Indagine HVSR4

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 16.12

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'5.51"N  
LONG: 9°52'52.88"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR4

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> S.P. 42, Mormorola		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 29/01/2021	<b>Ora:</b> 16.12	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR4	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSUR4

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20212901\_1612\_HVSUR4.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSUR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.5

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.5 (±1.7)

Peak HVSUR value: 5.7 (±1.0)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.500 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $650 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 1.7Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $5.7 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f)] \pm \sigma_A(f) = f_0 \pm 5\%$ ]: (OK)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.707 > 0.075$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $3.819 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR4

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

128 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

6 amplitude threshold

6000 HVSR threshold    test removal

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (H<sup>+</sup>/Vs/H)**

200 average Vs (m/s)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

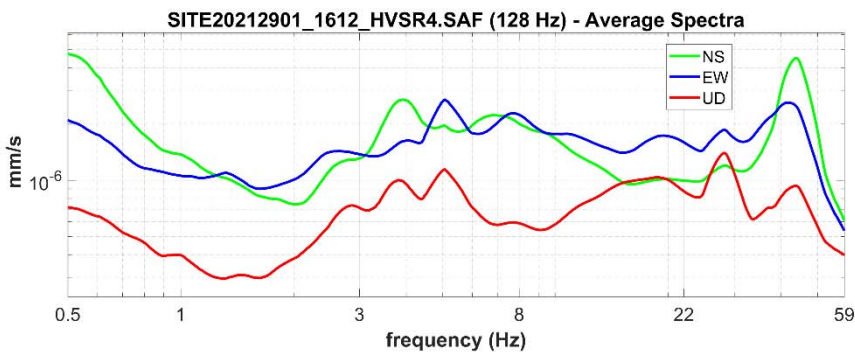
clean    compute

highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time    time 80 s



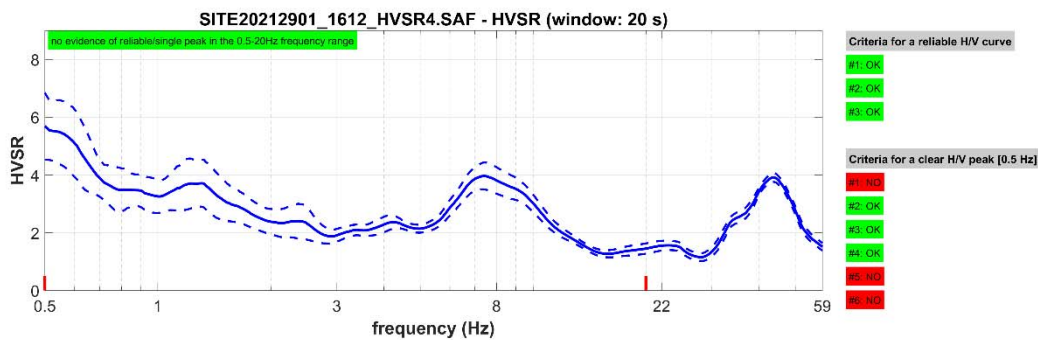
open working folder

show location

field notes

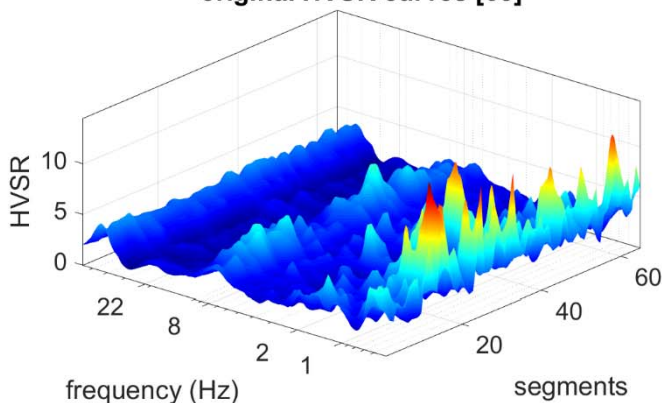
your comments

default axes

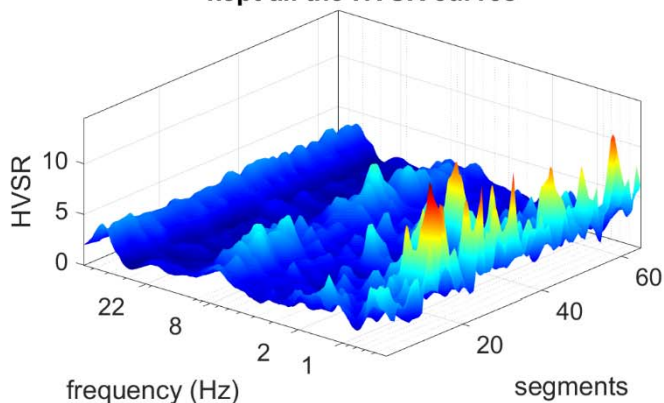


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

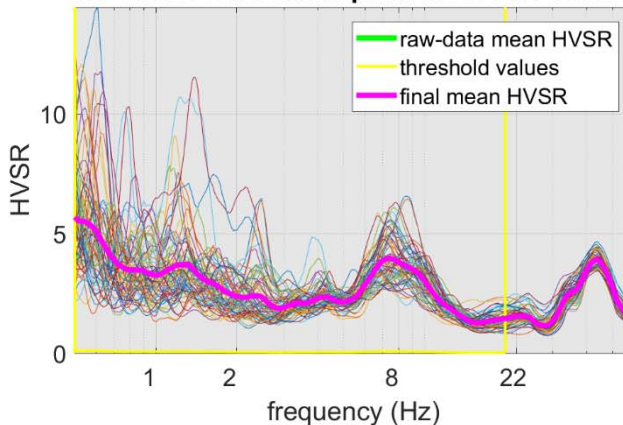
original HVSR curves [65]



kept all the HVSR curves

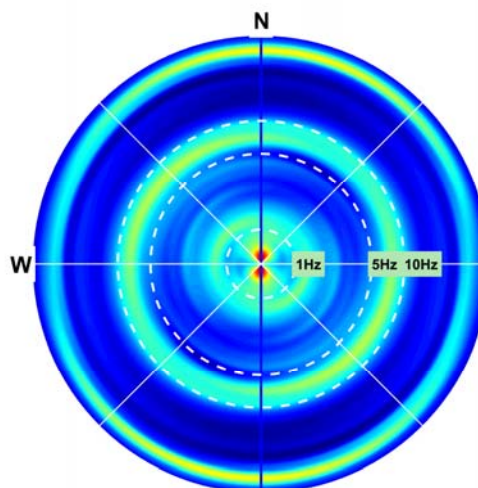
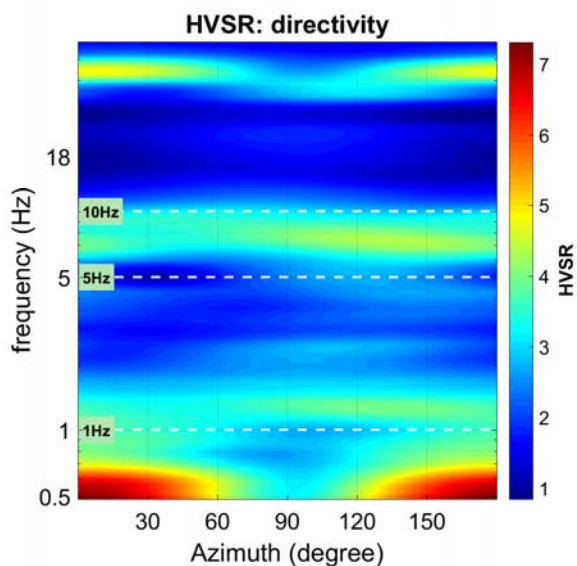
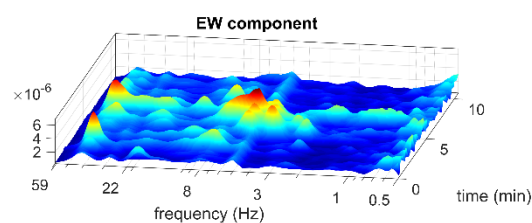
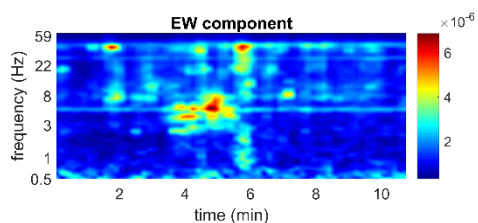
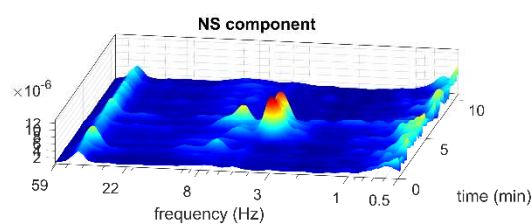
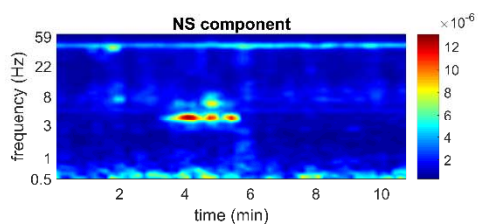
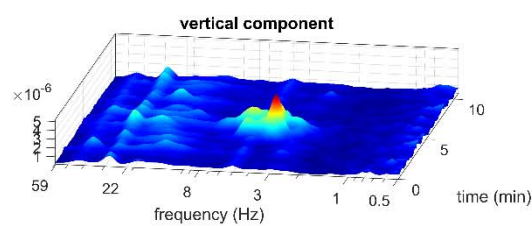
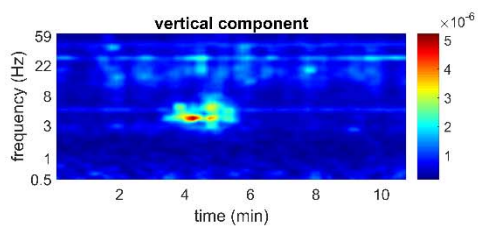
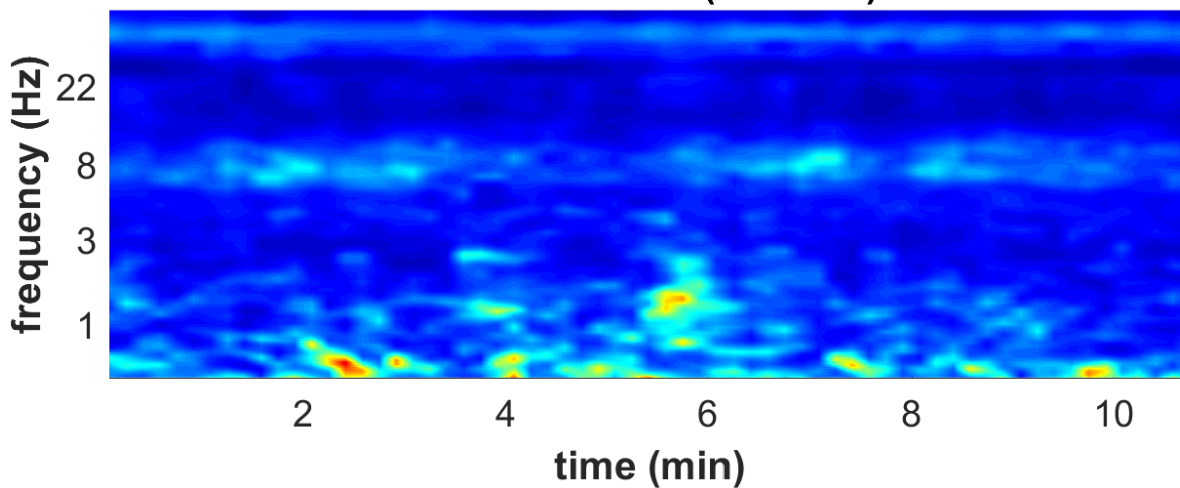


No outlier removal: kept all the HVSR curves

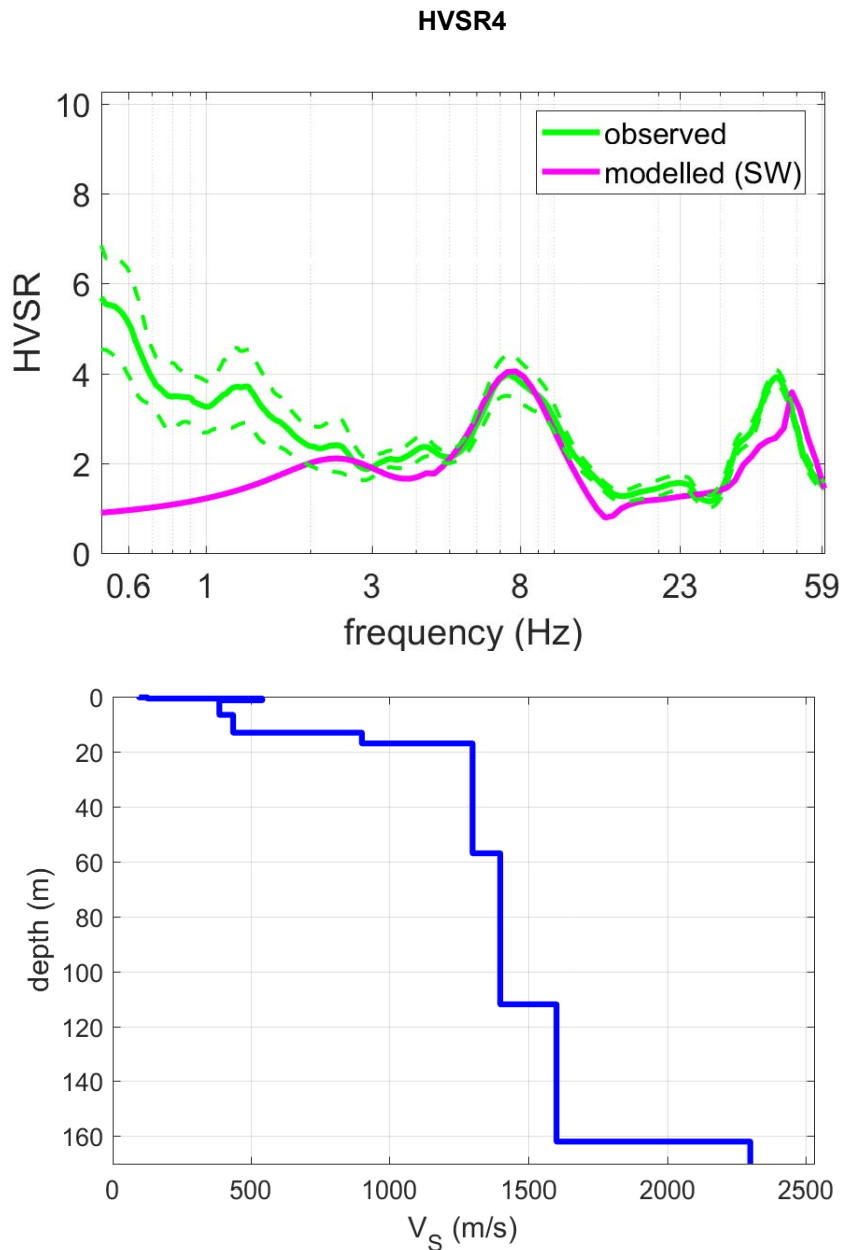


## Indagine HVSR4

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR4



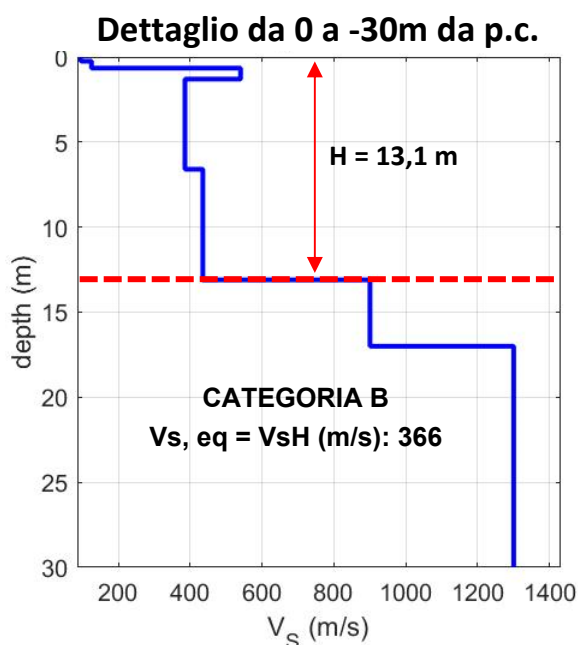
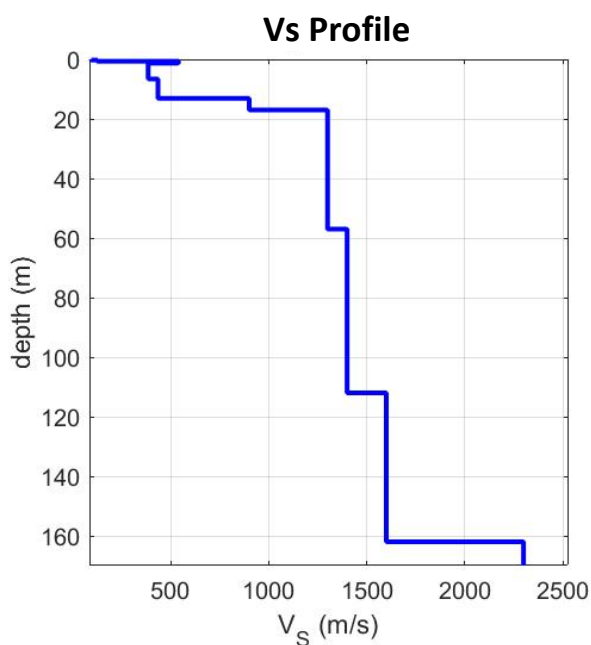
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Reliable H/V Curve</i>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Clear H/V Peak</i>	<b>PICCHI</b> <i>PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</i>	<b>FREQUENZA</b> <i>[Hz]</i>	<b>VALORE DEL</b> <b>RAPPORTO</b> <i>H/V</i>	<b>QUALITÀ</b> <b>MISURA</b>
<b>HVSR4</b>	<b>3 su 3</b>	<b>3 su 6</b>	<b>F0</b> <b>F1</b> <b>F2</b>	<b>0,5 +/- 1,7</b> <b>~7-8</b> <b>~1-2</b>	<b>5,7 +/- 1,0</b> <b>~4,0</b> <b>~3,8</b>	<b>B1</b>

## Indagine HVSR4

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,25	95
2	0,25	0,40	125
3	0,65	0,65	540
4	1,3	5,3	385
5	6,6	6,5	435
6	13,1	3,9	900
7	17,0	40,0	1300
8	57,0	55,0	1400
9	112,0	50,0	1600
10	162,0	Inf.	2300



**B** - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.



## Indagine HVSR5

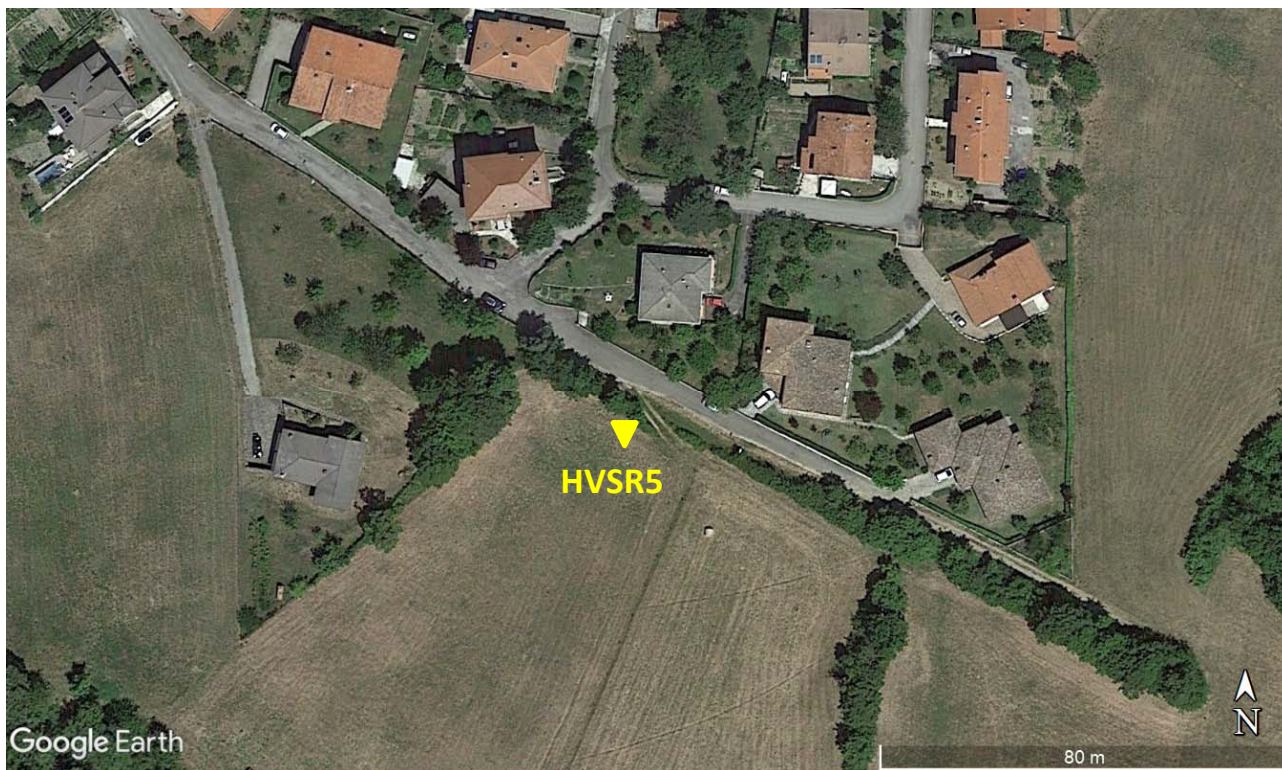
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Via Puccini, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 16.50

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'1.74"N  
LONG: 9°52'58.80"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR5

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: Via Puccini, Mormorola</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 29/01/2021</b>	<b>Ora: 16.50</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR5	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSR5

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20212901\_1650\_HVSR5.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.8

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

**##### SESAME criteria #####**

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.6 (±0.6)

Peak HVSR value: 3.7 (±1.2)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.594 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $725 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====**

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.7 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.593 > 0.089$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $3.467 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR5

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

100 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    20th Post A. I.    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

6 amplitude threshold    test removal

5000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

references to highlight:    12 50 92.0    Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (F=Vs/4H)**

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clear    compute

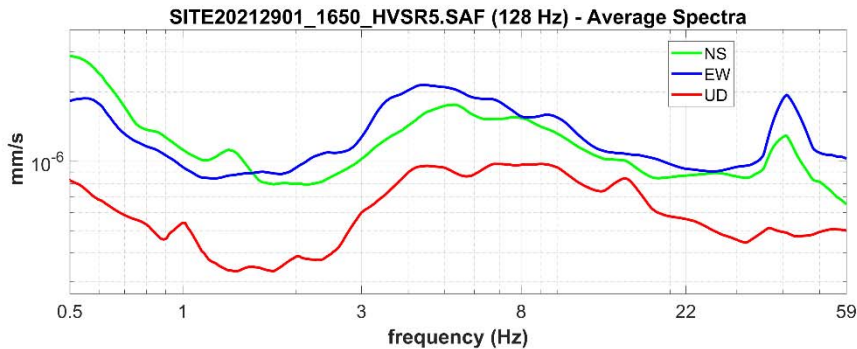
highlight a frequency

draw/highlight    10    Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time    time    80    s

**www.winmasw.com**



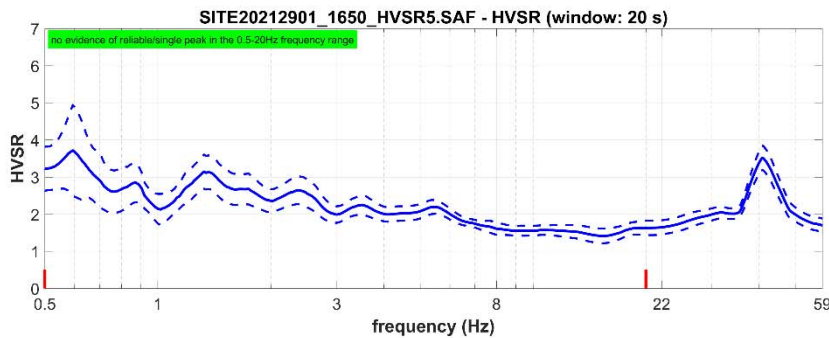
open working folder

show location

field notes

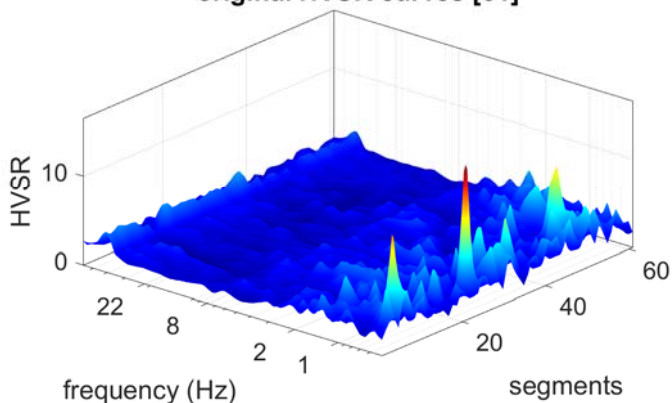
your comments

default axes

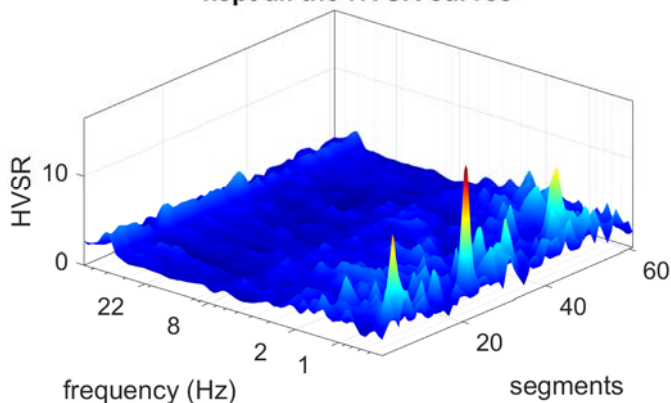


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

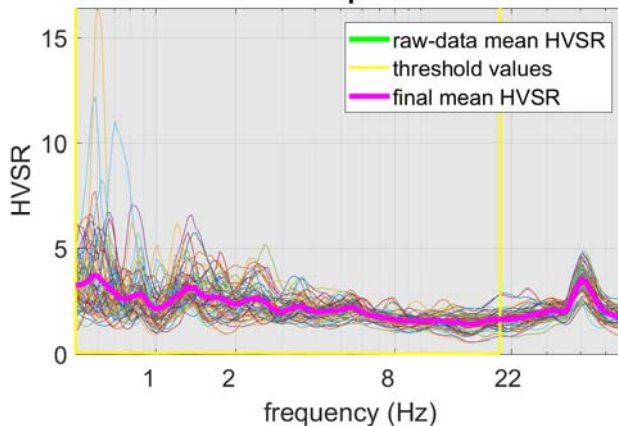
original HVSR curves [61]



kept all the HVSR curves

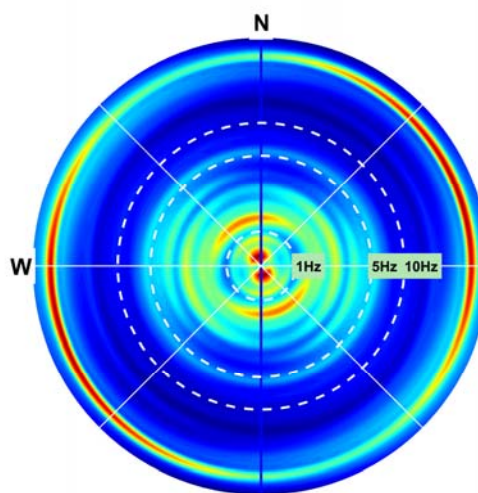
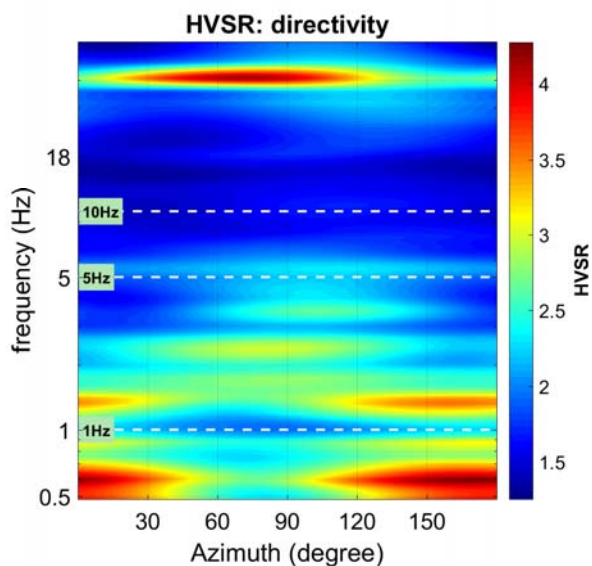
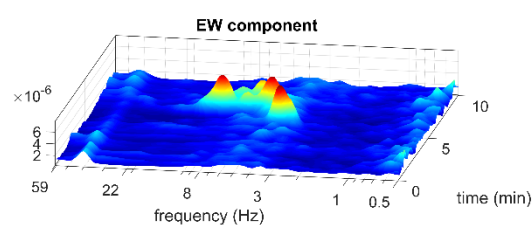
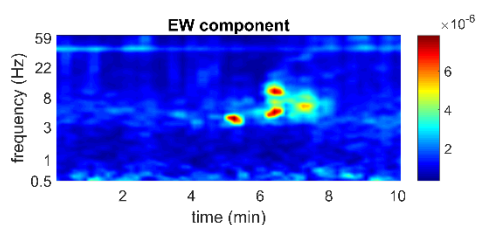
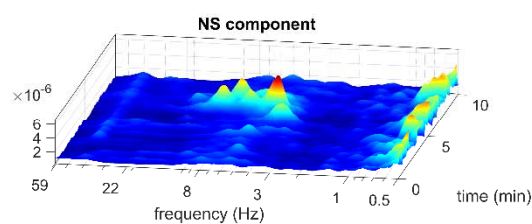
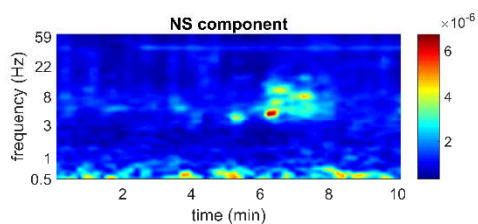
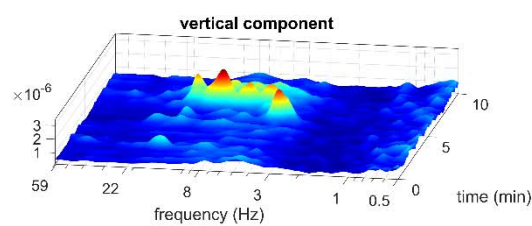
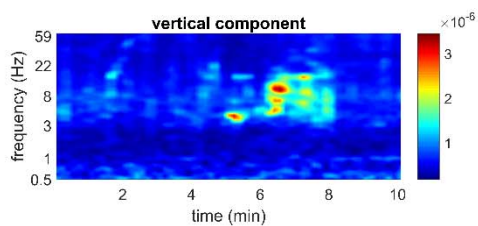
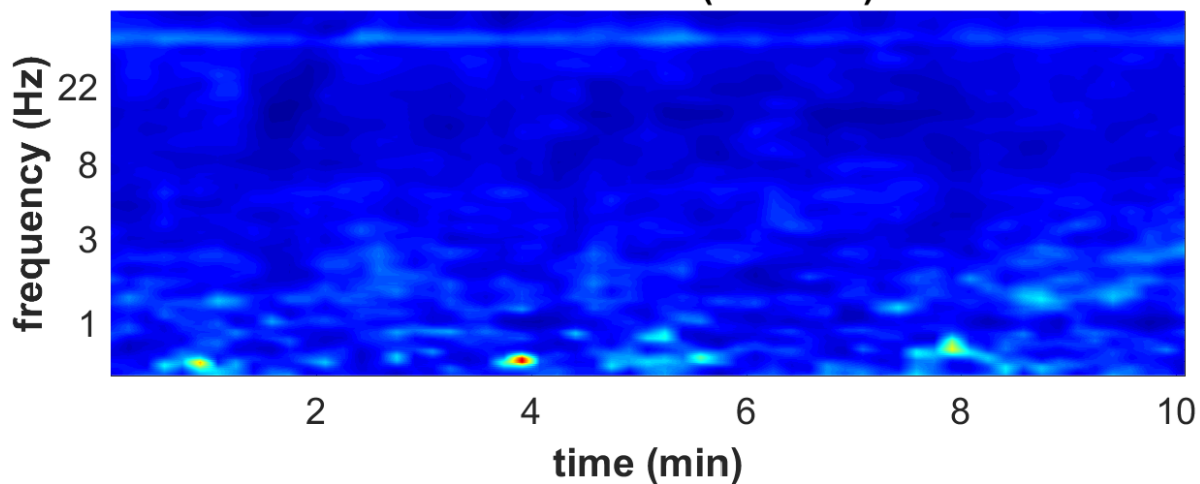


No outlier removal: kept all the HVSR curves



## Indagine HVSR5

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR6

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Cimitero, Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 14.52

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'56.79"N  
LONG: 9°52'7.48"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR6

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Cimitero, Pieve di Gusaliggio		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 17/03/2021	<b>Ora:</b> 14.52	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR6	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSr6

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211703\_1452\_HVSr1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSr computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.6

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.5 (±0.6)

Peak HVSr value: 3.4 (±0.7)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.500 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $670 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.0Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.4 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.576 > 0.075$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.854 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it



# Indagine HVSR6

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

100 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    20 Post A. I.    clean axes

20 window length (s)    5 tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

6 amplitude threshold    test removal

5000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

averages to highlight: 10 50 90 100 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save H/V from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (F=Vs/4H)**

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clear    compute

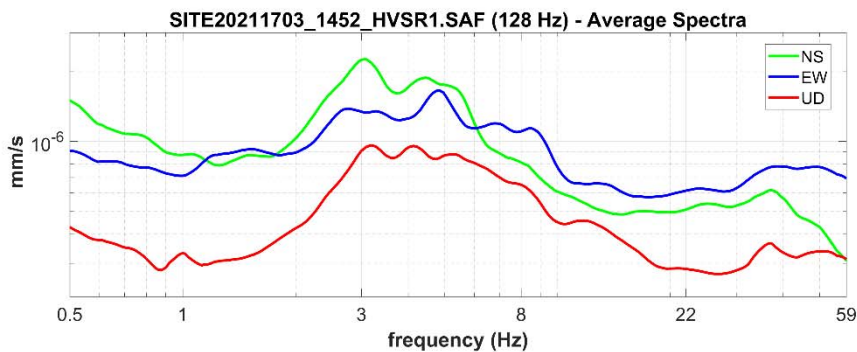
highlight a frequency

draw/highlight: 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time: time 80 s

www.winmasw.com



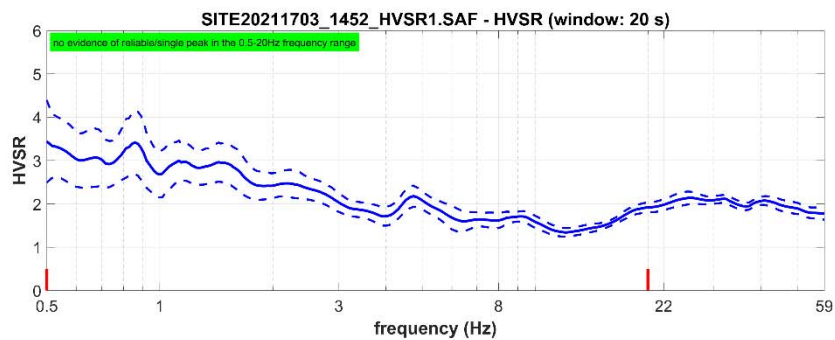
open working folder

show location

field notes

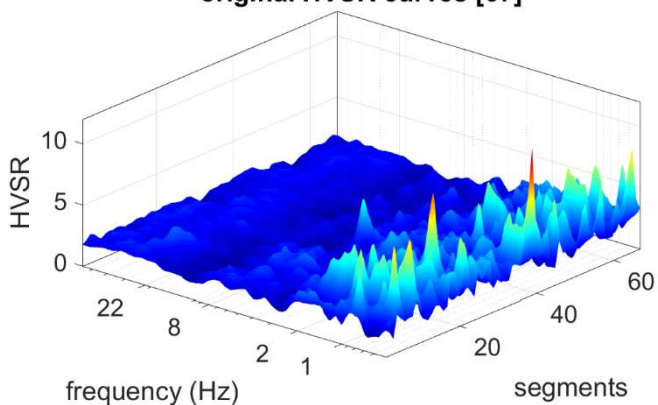
your comments

default axes

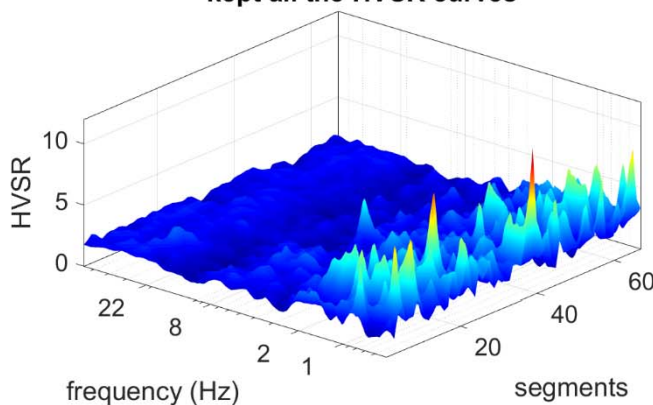


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

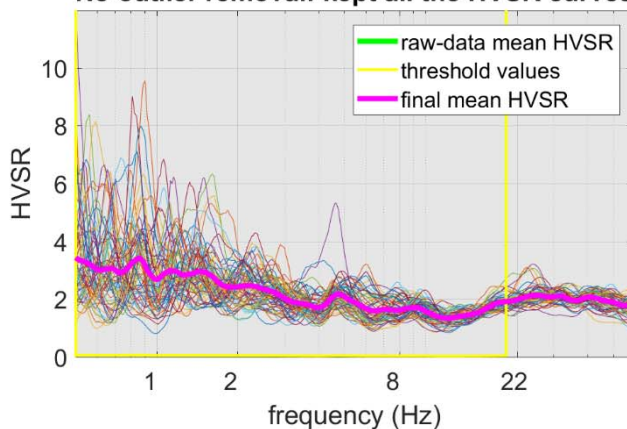
original HVSR curves [67]



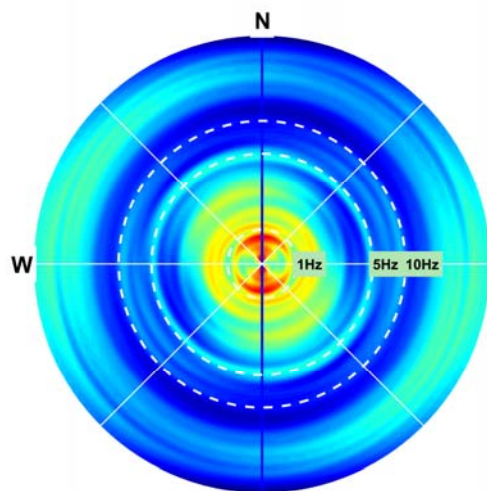
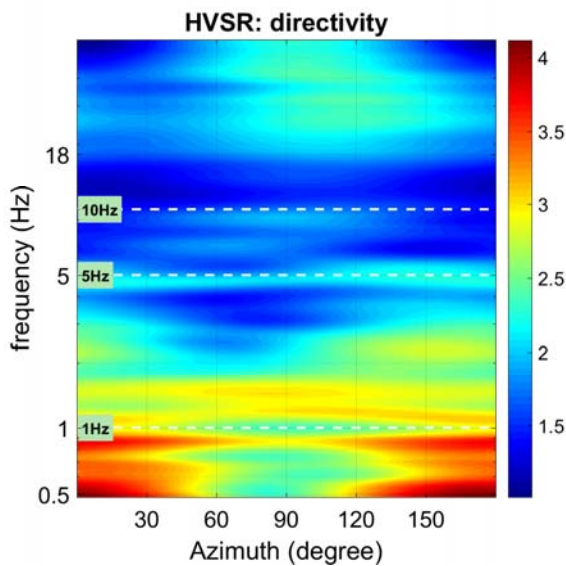
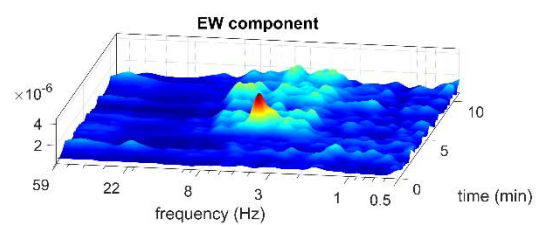
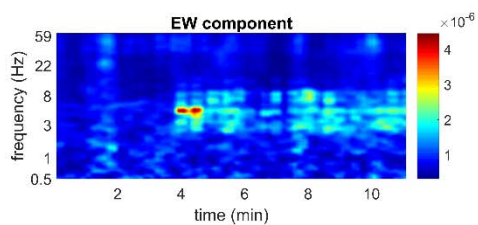
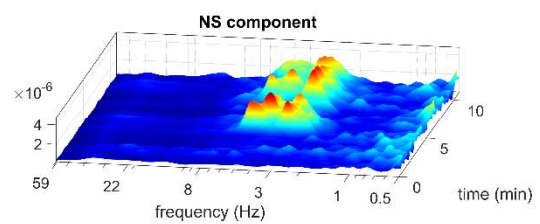
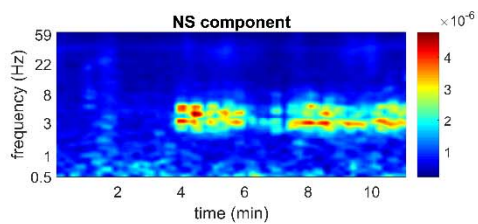
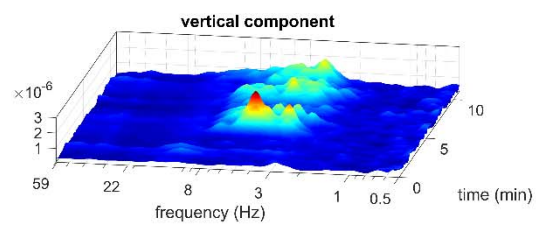
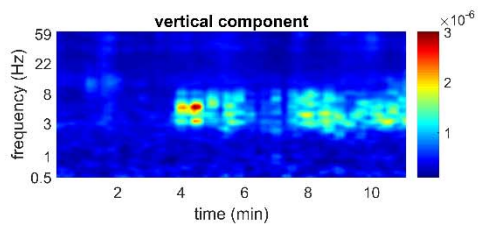
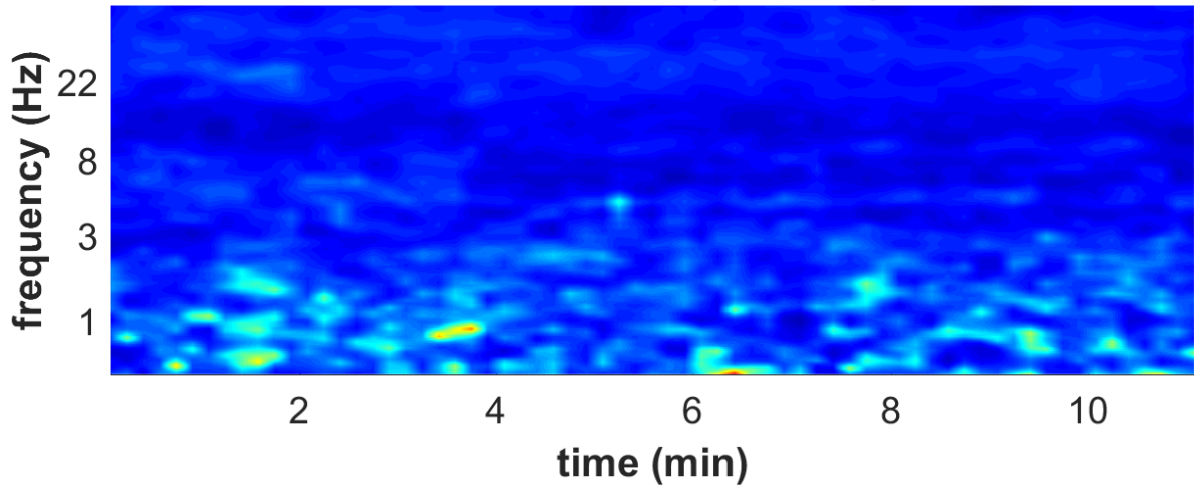
kept all the HVSR curves



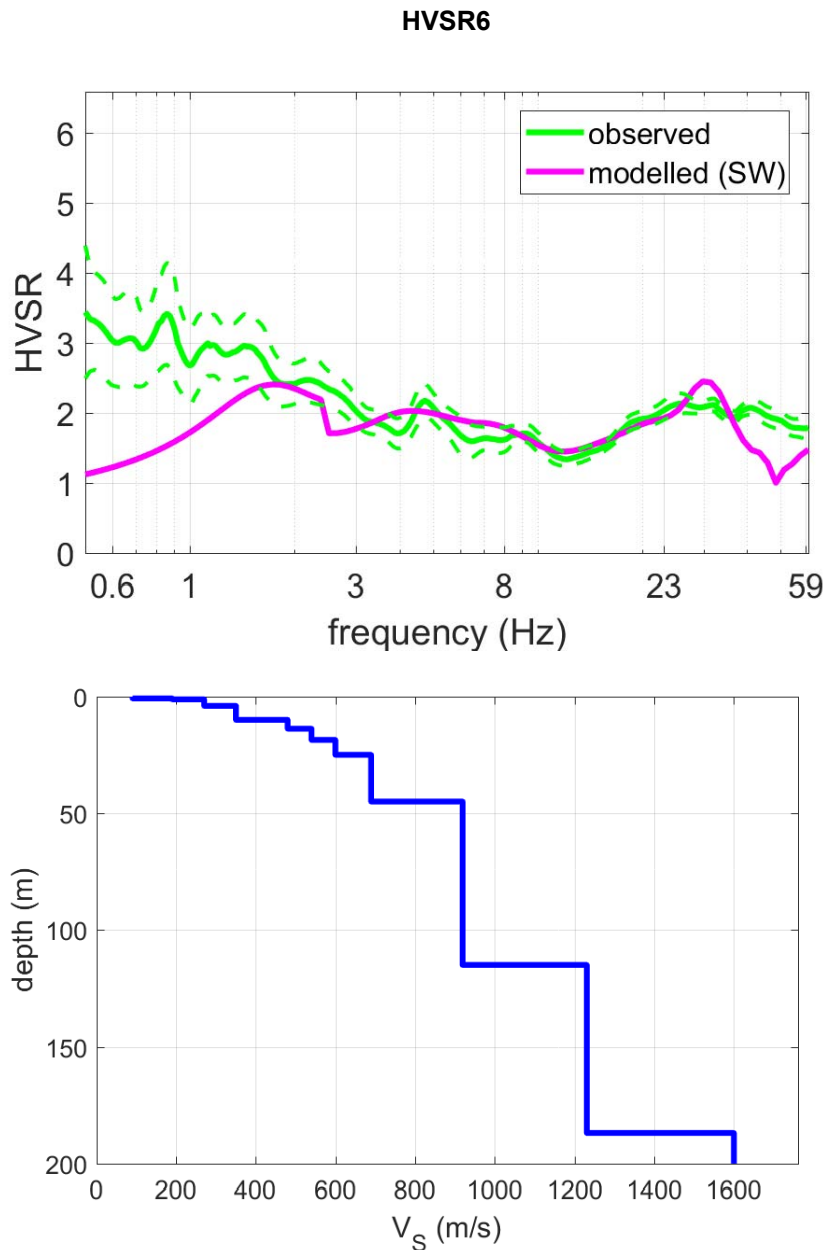
No outlier removal: kept all the HVSR curves



## Indagine HVSR6 HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSUR6



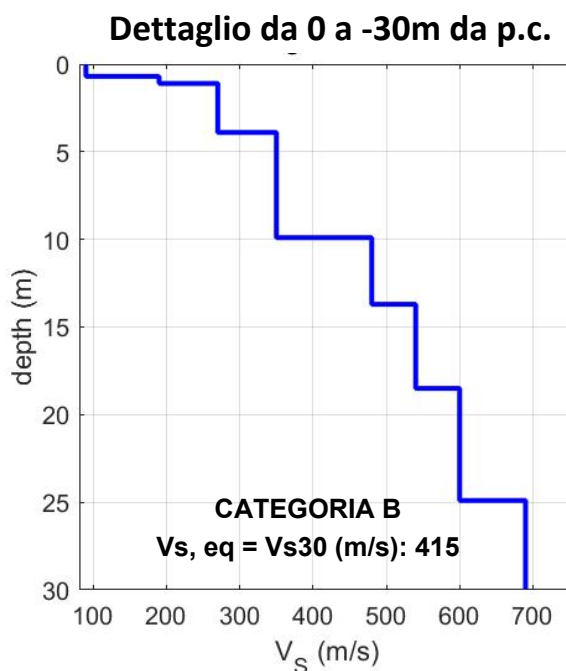
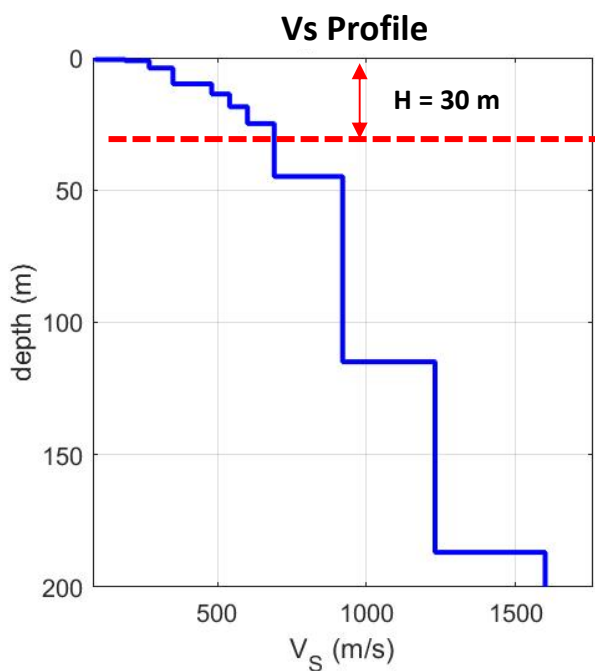
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSUR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSUR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Reliable</i> <i>H/V Curve</i>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Clear</i> <i>H/V Peak</i>	<b>PICCHI</b> <i>PRINCIPALE: F0</i> <i>SECONDARIO: F1</i>	<b>FREQUENZA</b> [Hz]	<b>VALORE DEL</b> <b>RAPPORTO</b> H/V	<b>QUALITÀ</b> <b>MISURA</b>
HVSUR6	3 su 3	3 su 6	F0 F1	0,5 +/- 0,6 ~	3,4 +/- 0,7 ~	B1

## Indagine HVSr6

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,7	90
2	0,7	0,4	190
3	1,1	2,8	270
4	3,9	6,0	350
5	9,9	3,8	480
6	13,7	4,8	540
7	18,5	6,4	600
8	24,9	20,1	690
9	45,0	70,0	920
10	115,0	72,0	1230
11	187,0	Inf.	1600



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MASW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSr6.

## Indagine HVSR7

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 15.47

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'47.99"N  
LONG: 9°52'9.12"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR7

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: Pieve di Gusaliggio</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 17/03/2021</b>	<b>Ora: 15.47</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore: Geol. Gabriele Oppo</b>	<b>Indagine n°</b> HVSR7	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSr7

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211703\_1547\_HVSR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.2

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.7 (±1.0)

Peak HVSR value: 3.2 (±0.6)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.688 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $839 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.2Hz (OK)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 2.4Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.2 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.002 > 0.103$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $3.889 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR7

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

128 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    20 Post A. F.    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

7 amplitude threshold    test removal

5000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

references to highlight: 12 50 92.0 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (F=Vs/4H)**

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clear    compute

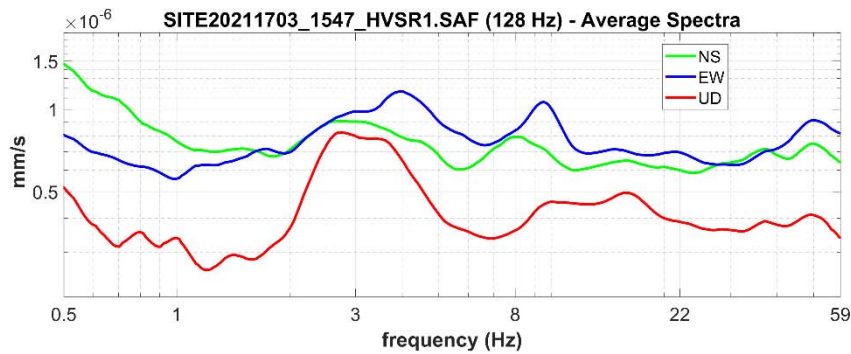
highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time    time 80 s

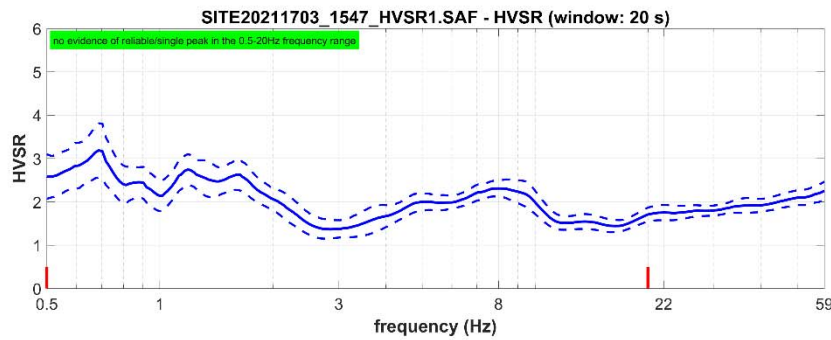
**www.winmasw.com**



open working folder  
show location  
field notes

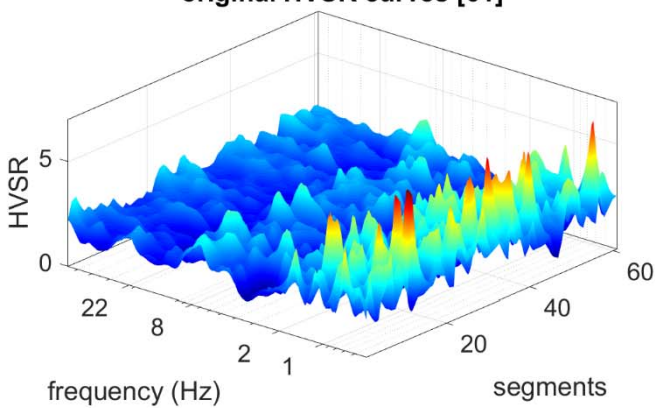
your comments

default axes

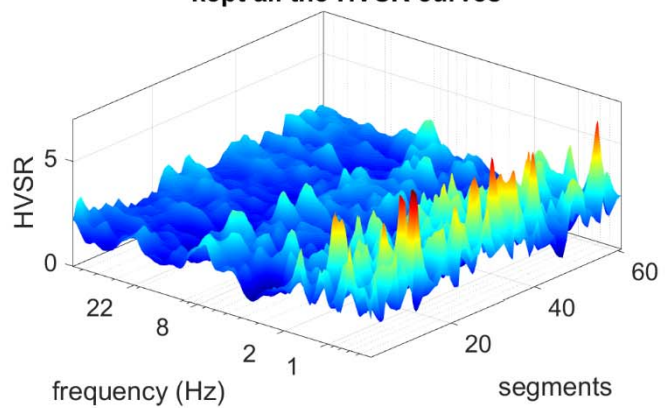


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

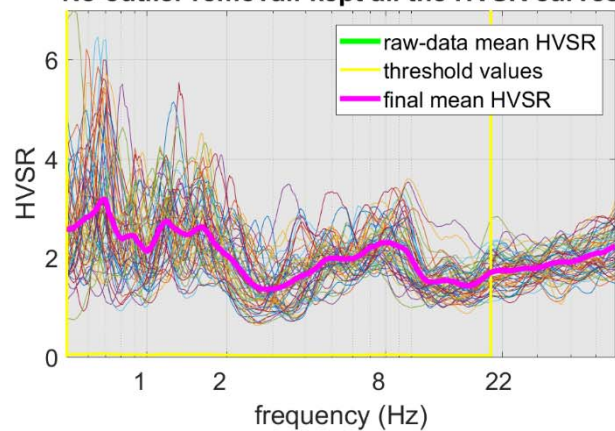
original HVSR curves [61]



kept all the HVSR curves



No outlier removal: kept all the HVSR curves

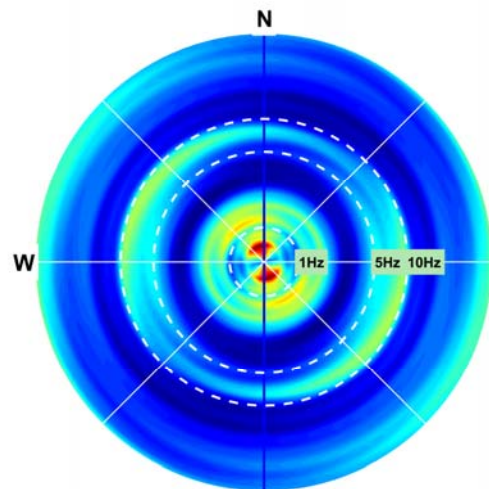
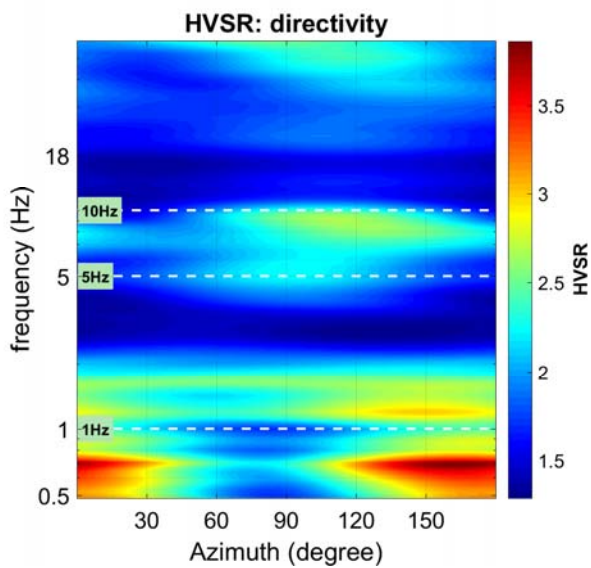
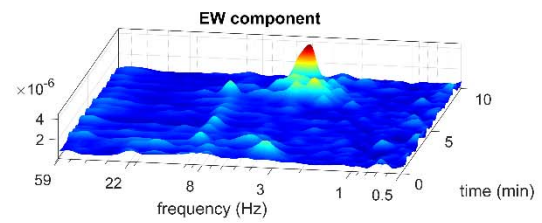
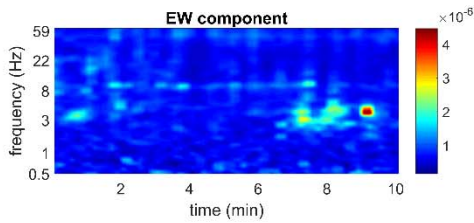
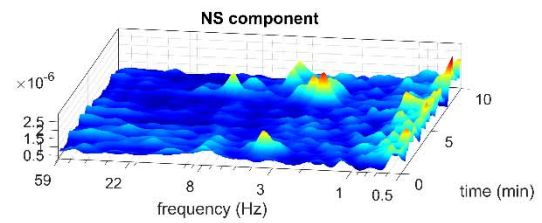
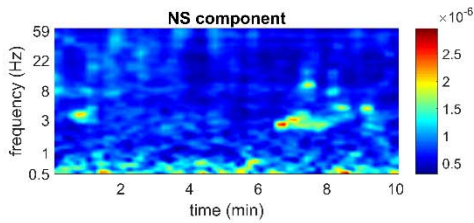
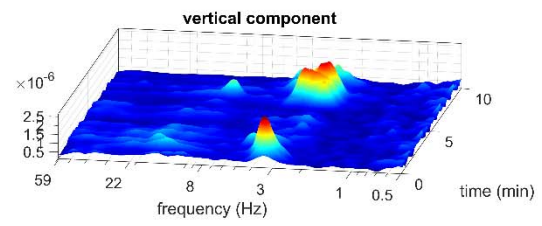
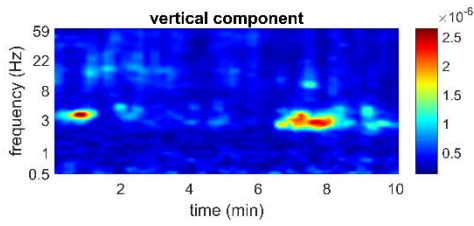
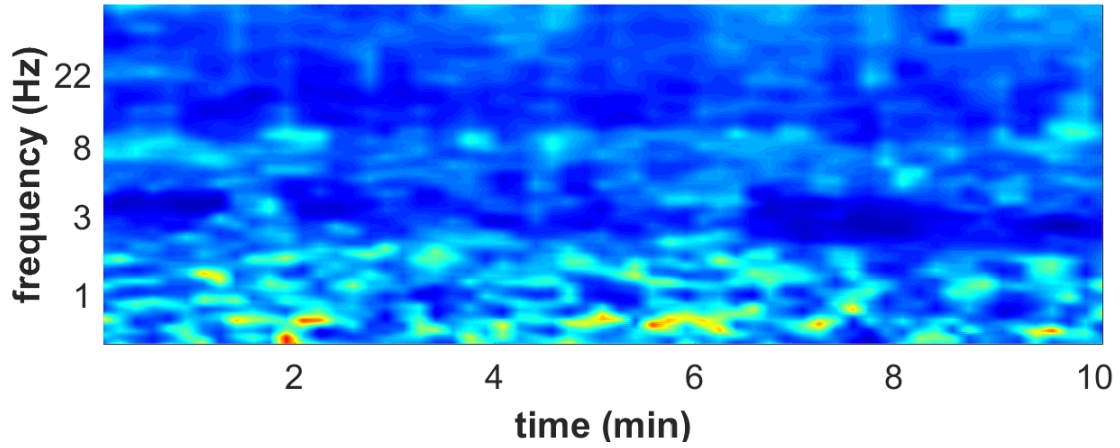


**www.winmasw.com**

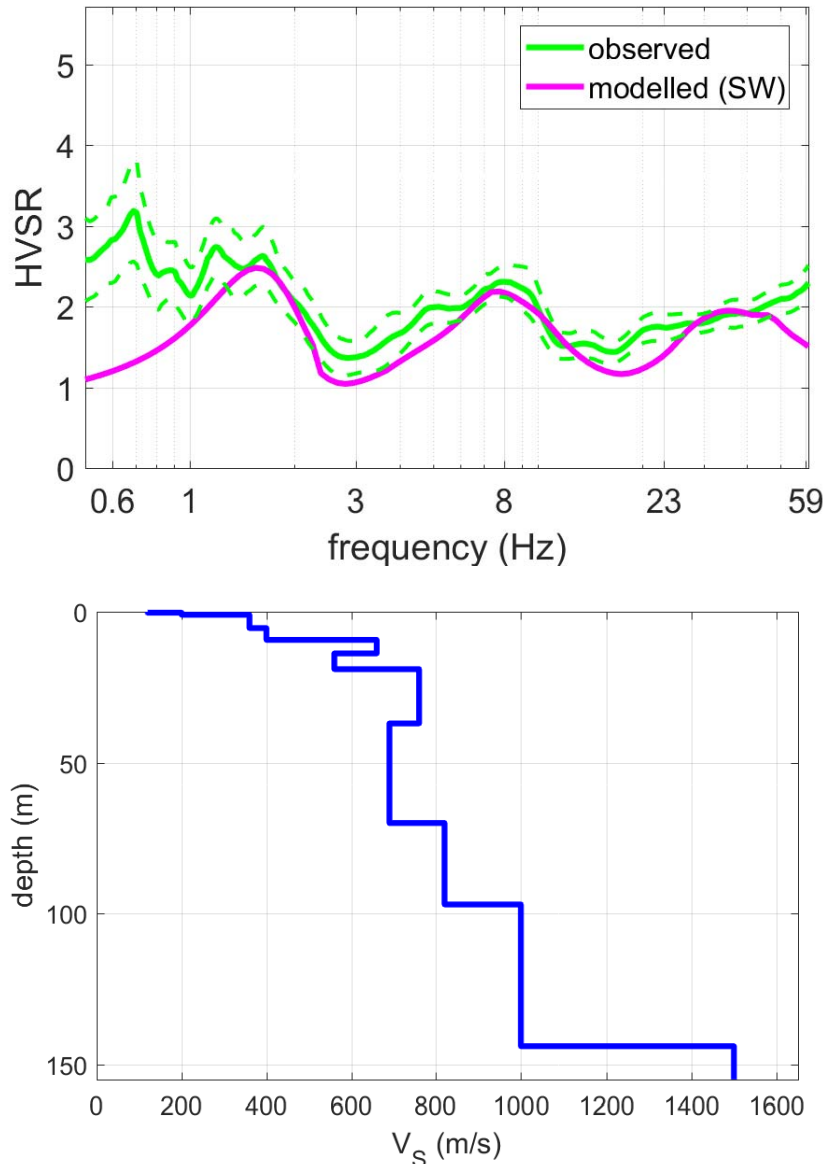


# Indagine HVSR7

## HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVS7



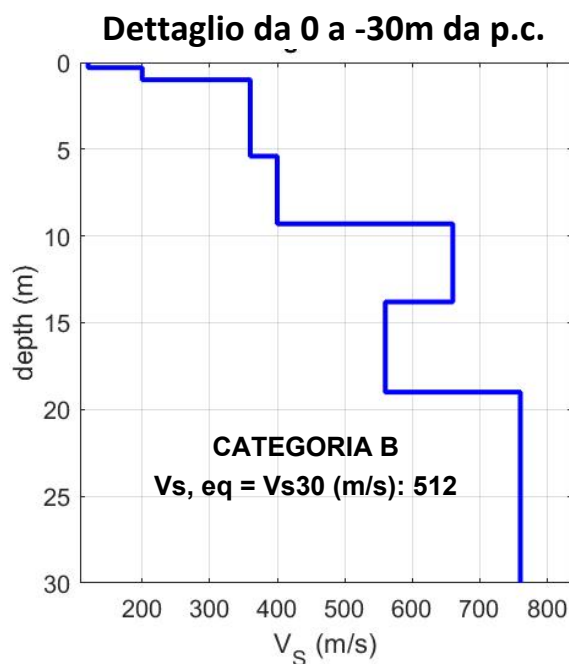
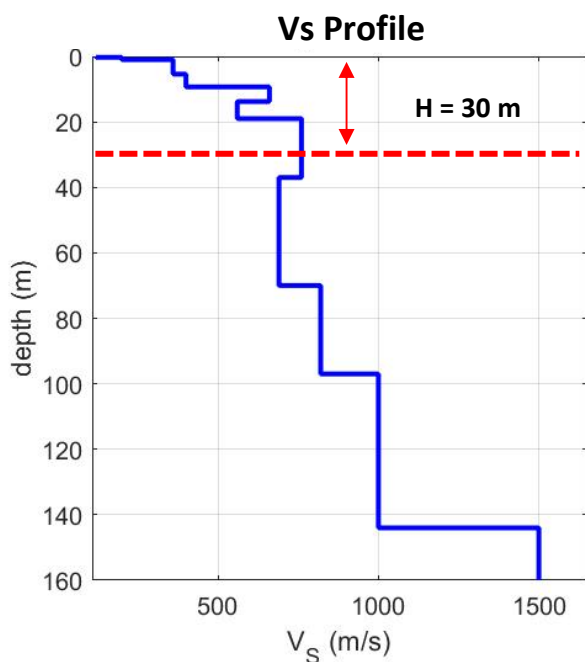
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVS7 negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVS7						
N°PROVA	CRITERI SESAME <i>Reliable</i> H/V Curve	CRITERI SESAME <i>Clear</i> H/V Peak	PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1	FREQUENZA [Hz]	VALORE DEL RAPPORTO H/V	QUALITÀ MISURA
HVS7	3 su 3	3 su 6	F0 F1 F2	0,7 +/- 1,0 ~1-2 ~7-9	3,2 +/- 0,6 ~2,7-2,8 ~2,3-2,4	B2

## Indagine HVSUR7

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	120
2	0,3	0,7	200
3	1,0	4,4	360
4	5,4	3,9	400
5	9,3	4,5	660
6	13,8	5,2	560
7	19,0	18,0	760
8	37,0	33,0	690
9	70,0	27,0	820
10	97,0	47,0	1000
11	144,0	Inf.	1500



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSUR.

## Indagine HVSR8

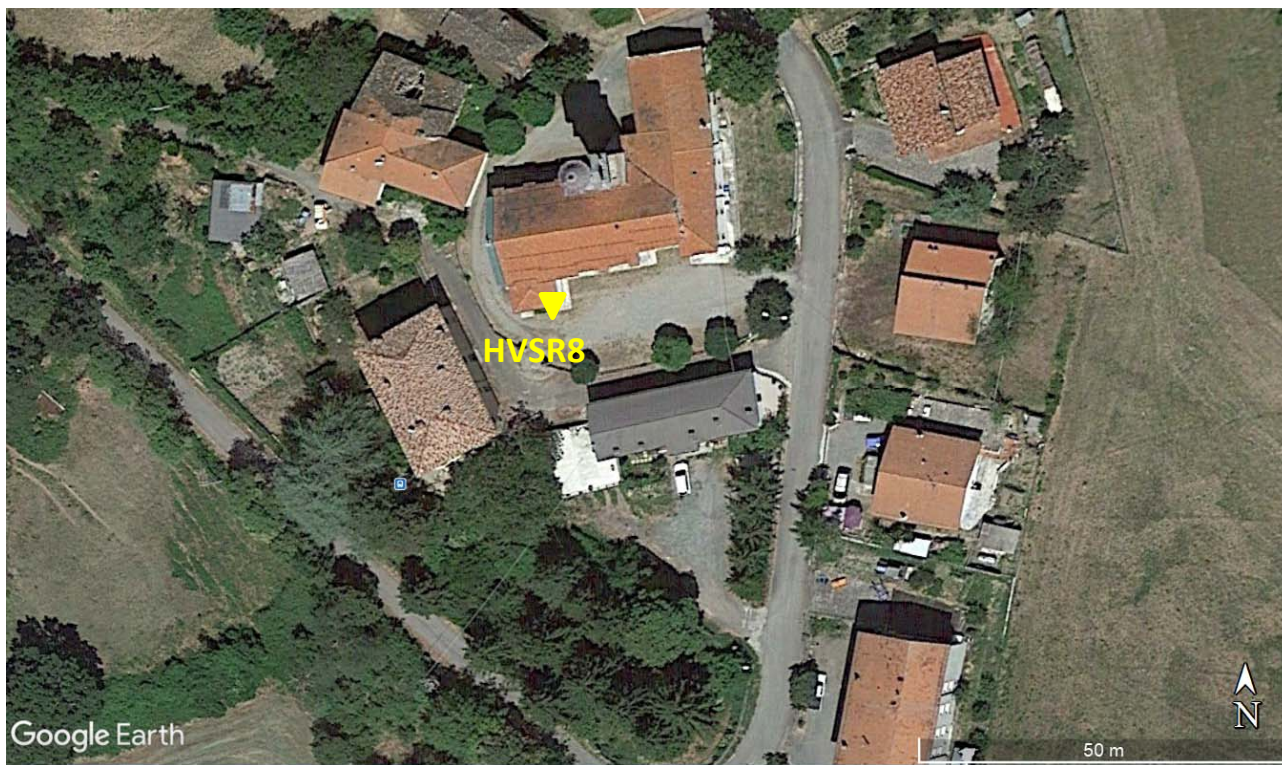
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Chiesa, Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 16.19

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'49.04"N  
LONG: 9°52'7.47"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR8

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Chiesa, Pieve di Gusaliggio		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 29/01/2021	<b>Ora:</b> 16.19	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR8	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSUR8

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211703\_1619\_HVSR1\_ChiesaPieve.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 14.8

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

**##### SESAME criteria #####**

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.6 (±2.0)

Peak HVSR value: 3.1 (±0.7)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.594 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $725 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====**

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.1 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $2.015 > 0.089$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.234 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR8

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate

100 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation

remove events    20 Post A 1'    clean axes

20 window length (s)

5 tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

6 amplitude threshold

5000 HVSR threshold    test removal

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

directivity analysis

averages to highlight: 12 50 920 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR    pick data

save picked HV    compute

quick analysis (F=Vs/4H)

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clear    compute

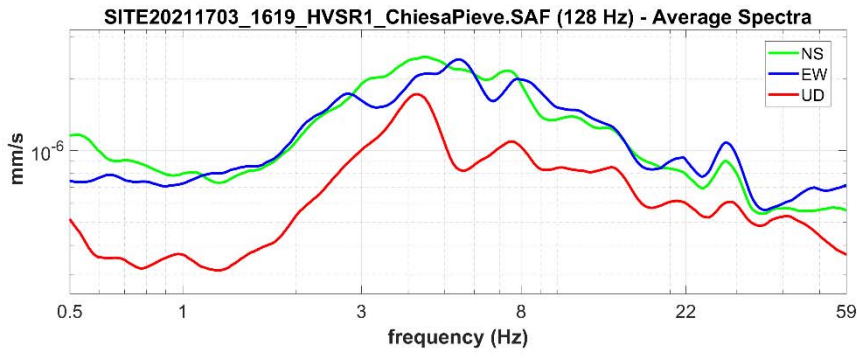
highlight a frequency

draw/highlight: 10 Hz    upload HVSR curve

directivity over time

directivity in time: time 80 s

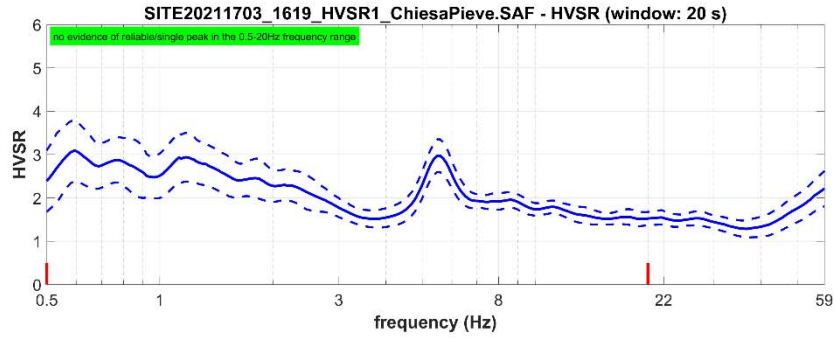
www.winmasw.com



open working folder  
show location  
field notes

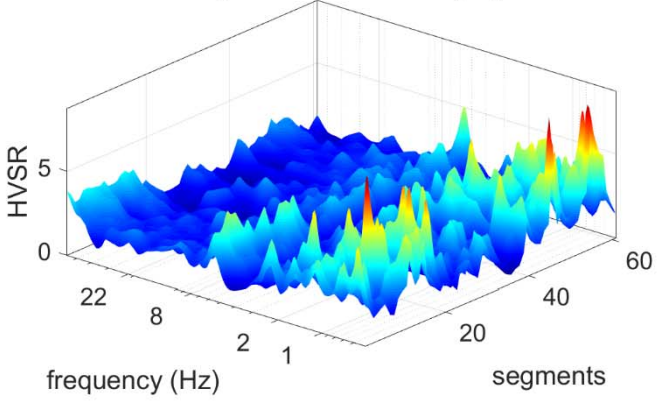
your comments

default axes

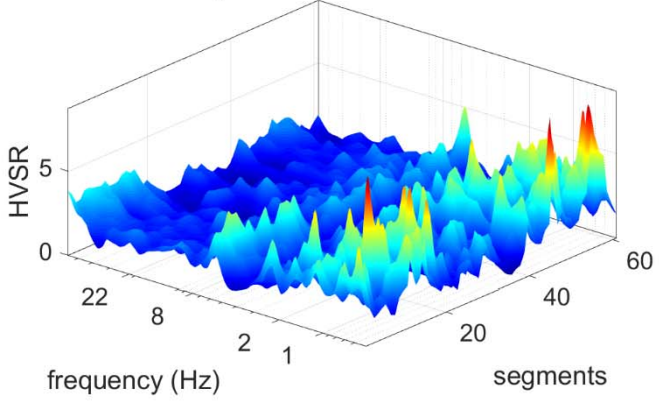


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

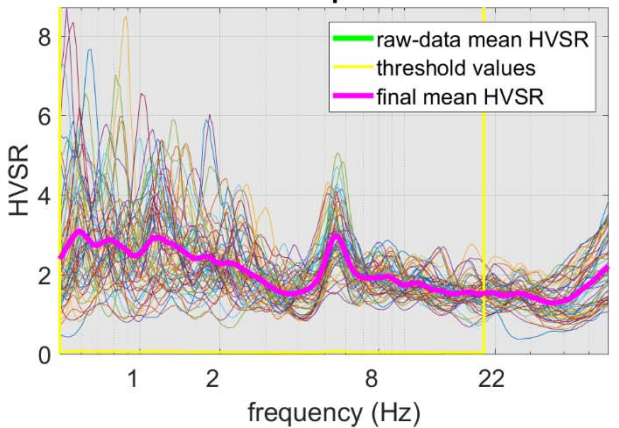
original HVSR curves [61]



kept all the HVSR curves

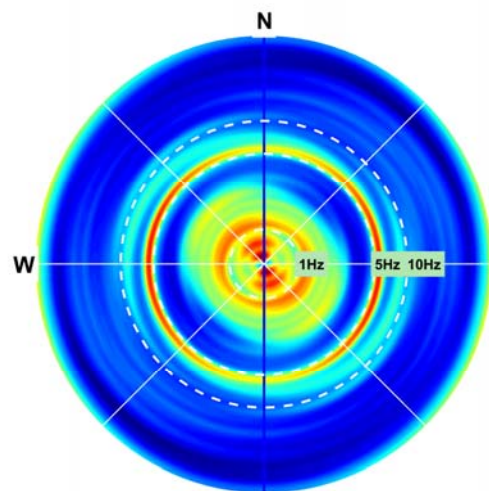
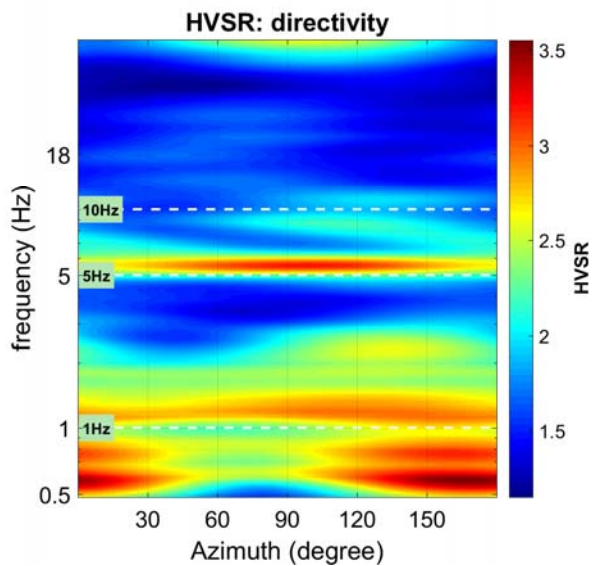
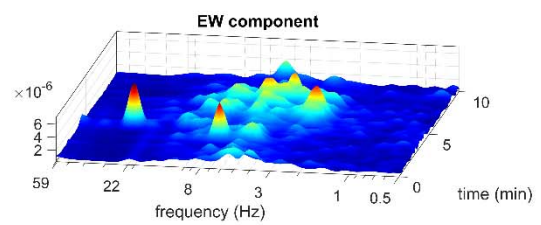
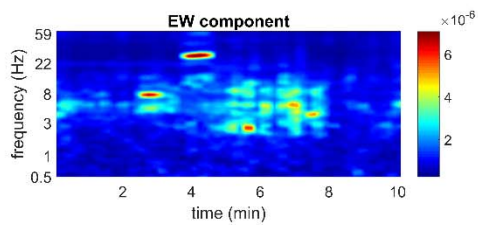
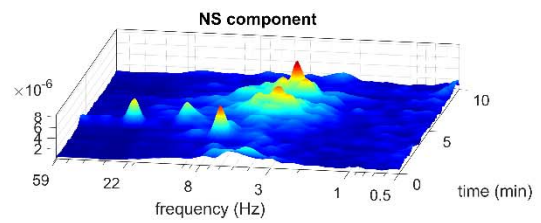
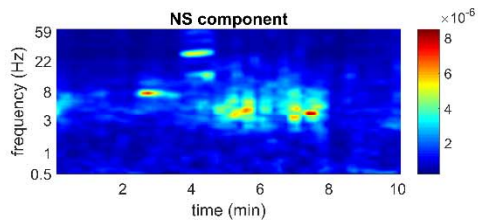
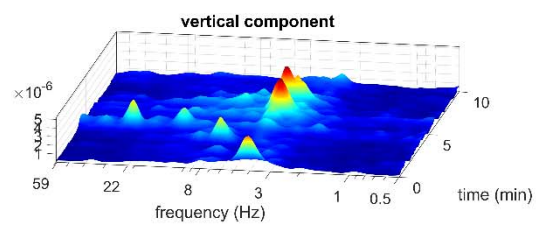
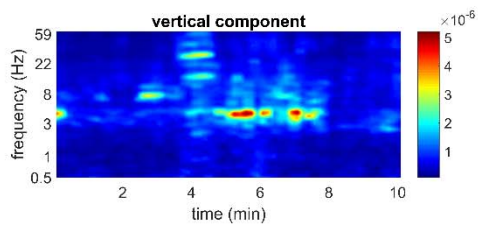
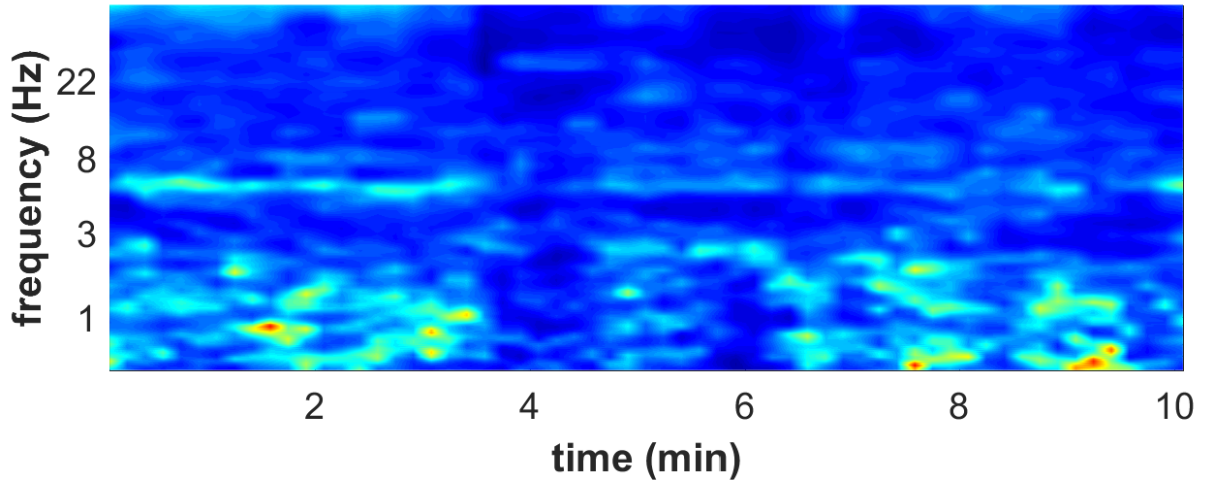


No outlier removal: kept all the HVSR curves



## Indagine HVSR8

### HVSR vs Time (2D view)





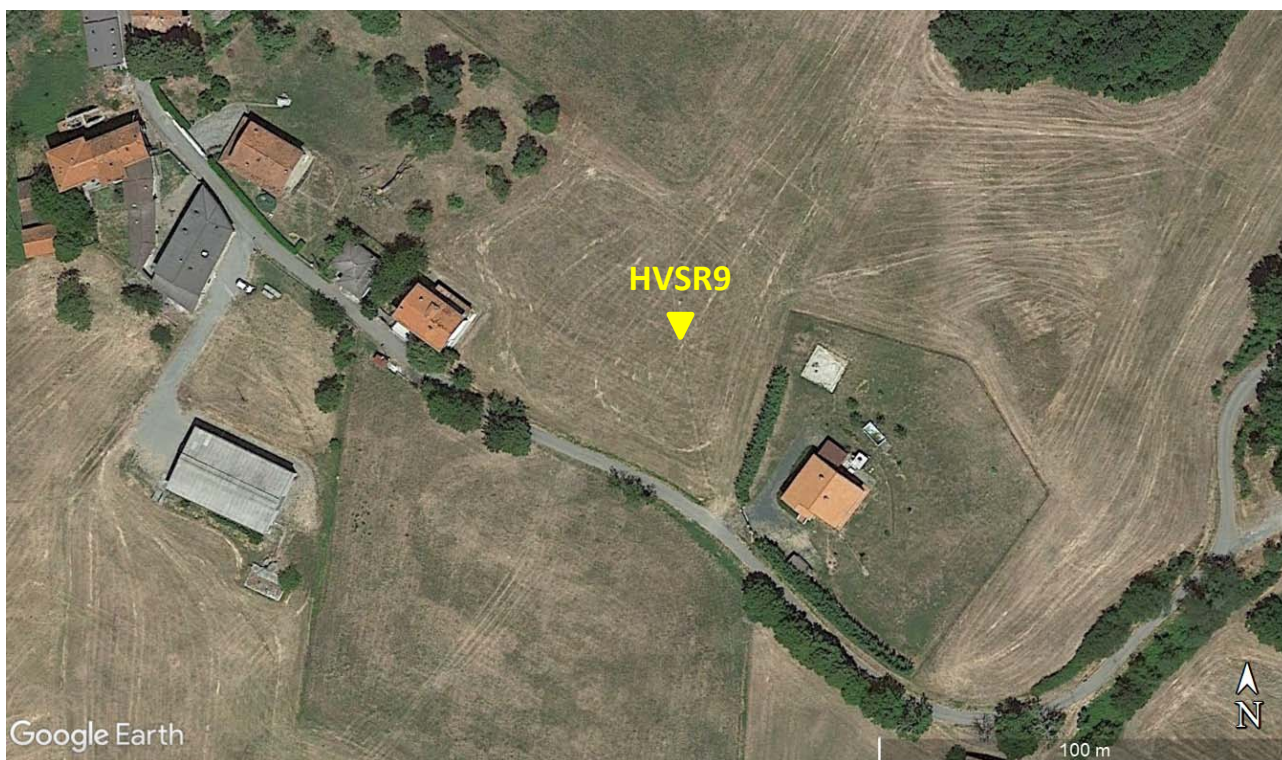
## Indagine HVSR9

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 17.32

COORDINATE  
LAT: 44°34'42.45"N  
LONG: 9°52'14.44"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR9

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Pieve di Gusaliggio		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 17/03/2021	<b>Ora:</b> 17.32	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR9	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSUR9

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211703\_1732\_HVSR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.3

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.6 (±2.0)

Peak HVSR value: 3.1 (±0.5)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.563 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $686 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.1 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $2.028 > 0.084$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $3.015 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR9

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

128 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    20 Post A 1'    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

4.5 amplitude threshold    test removal

6000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

averages to highlight: 12 50 92.0 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save H/V from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (H/Vs/4H)**

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clear    compute

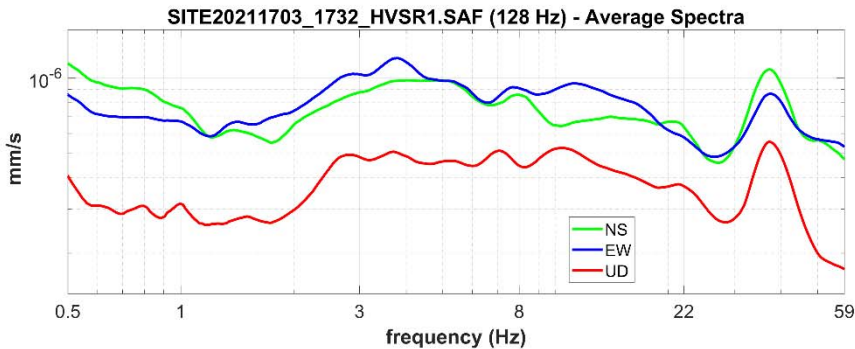
highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time    time 80 s

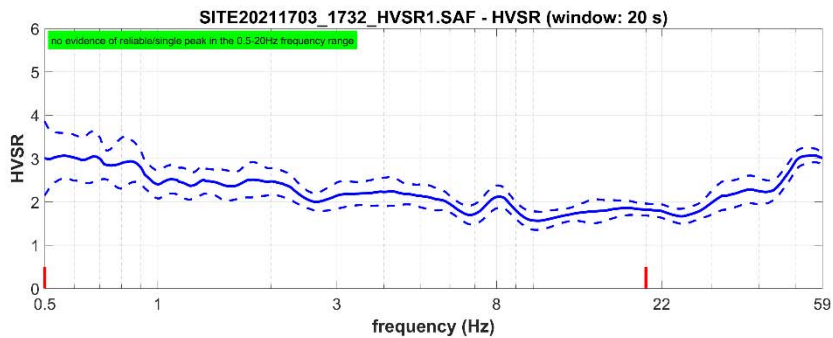
**www.winmasw.com**



open working folder  
show location  
field notes

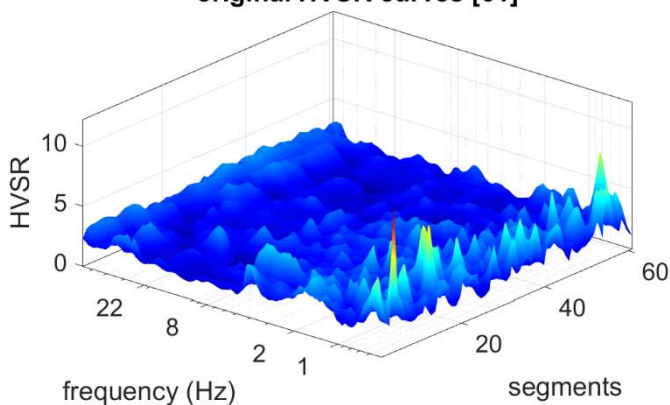
your comments

default axes

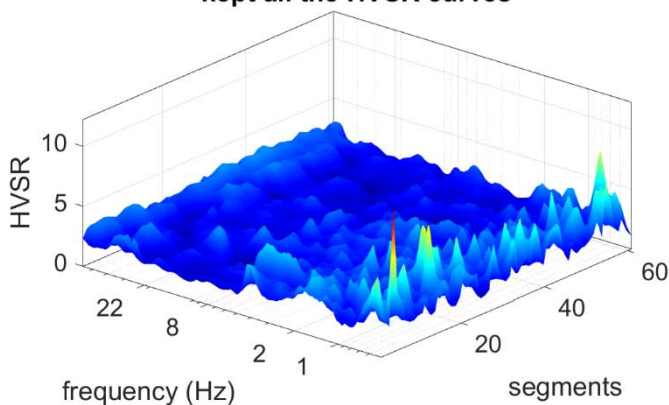


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

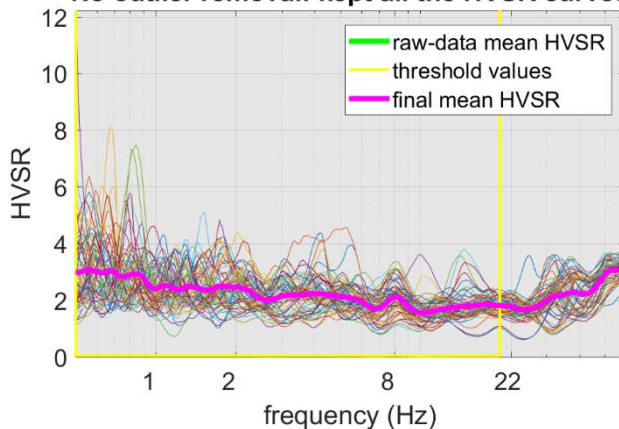
original HVSR curves [61]



kept all the HVSR curves

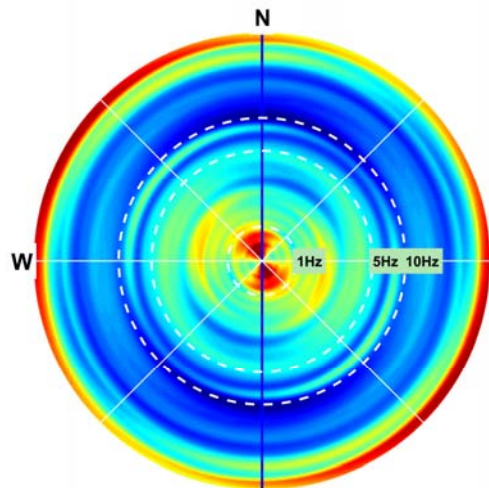
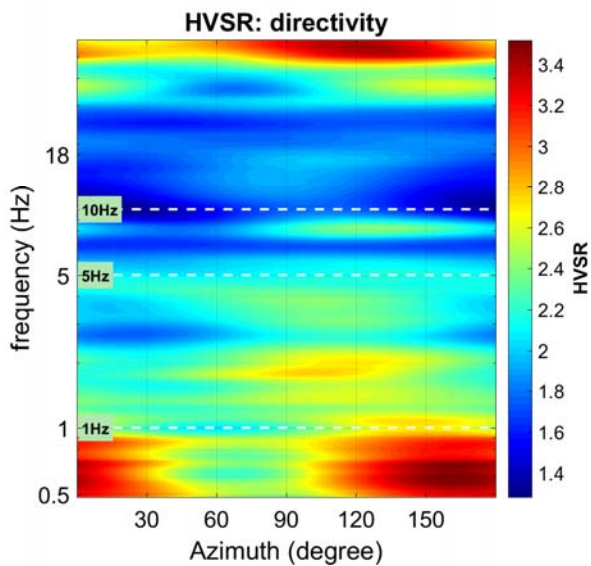
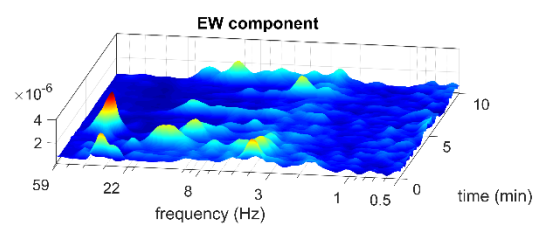
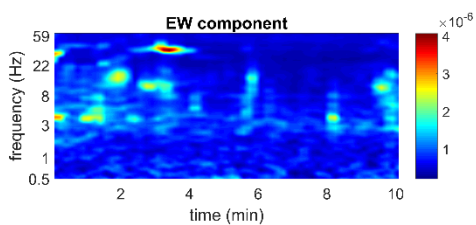
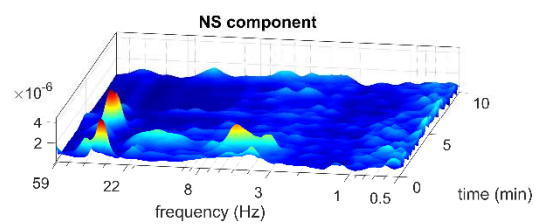
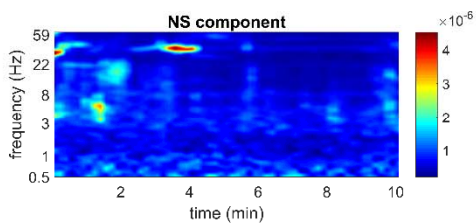
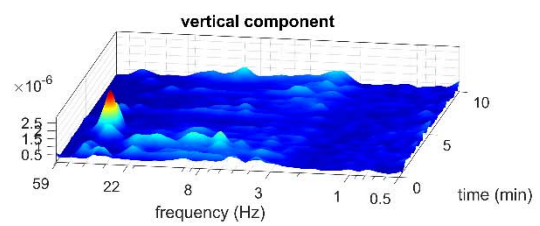
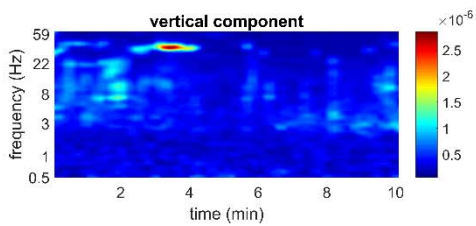
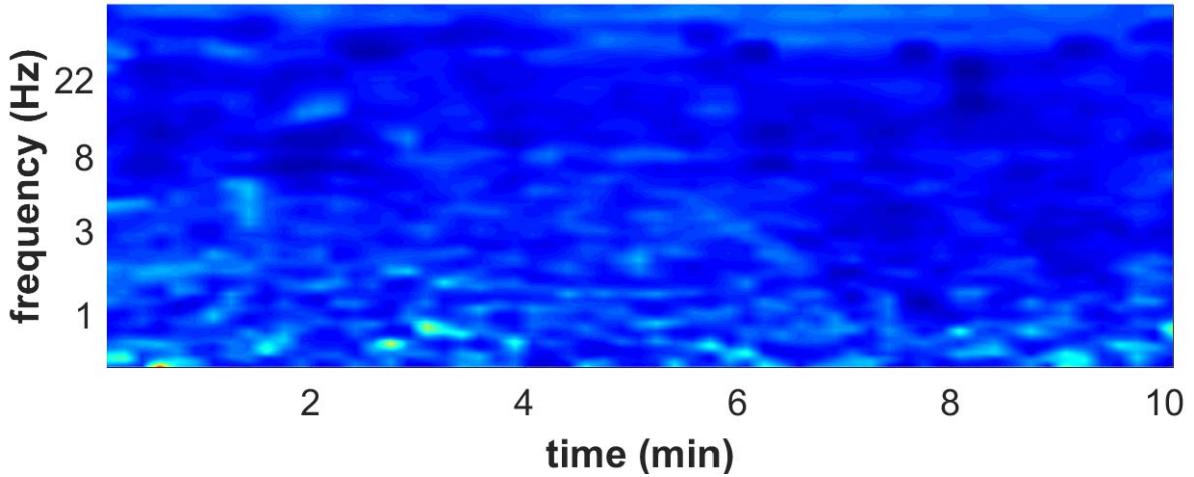


No outlier removal: kept all the HVSR curves

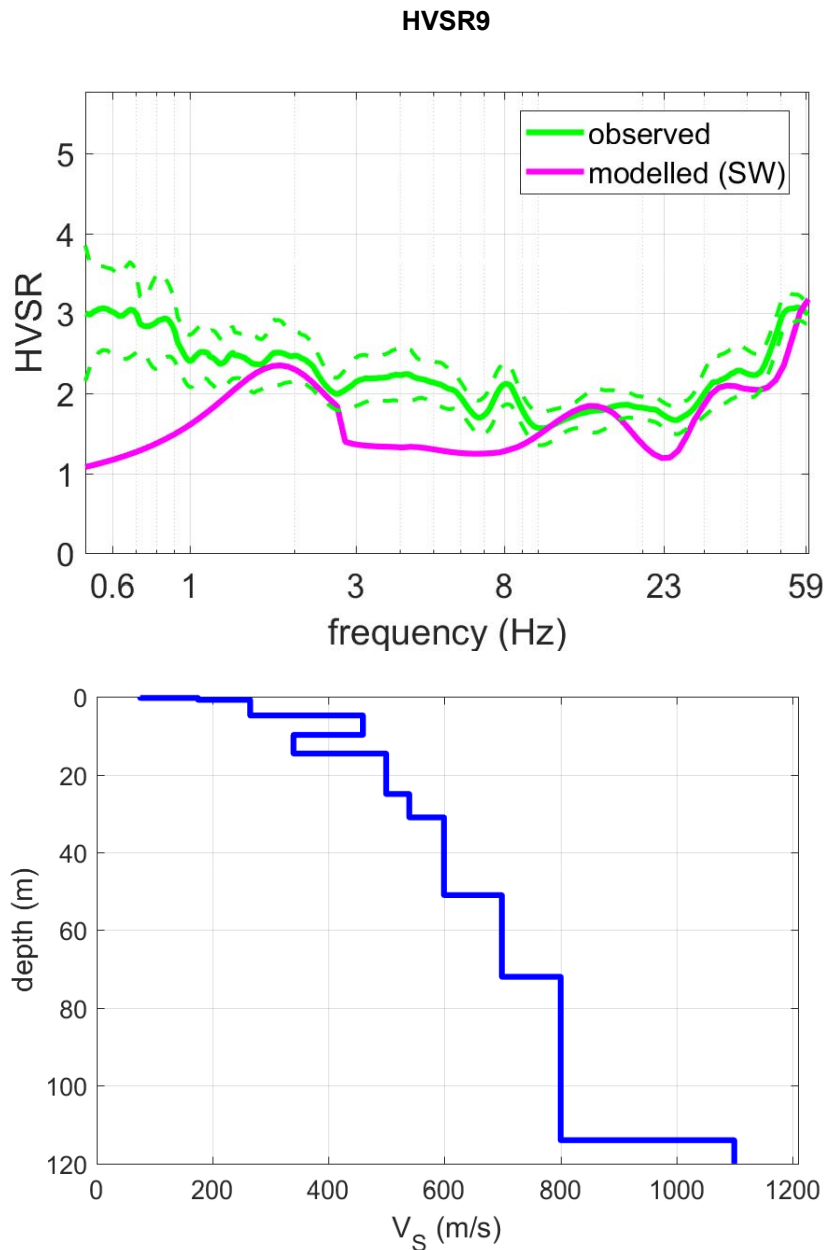


# Indagine HVSR9

## HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR9



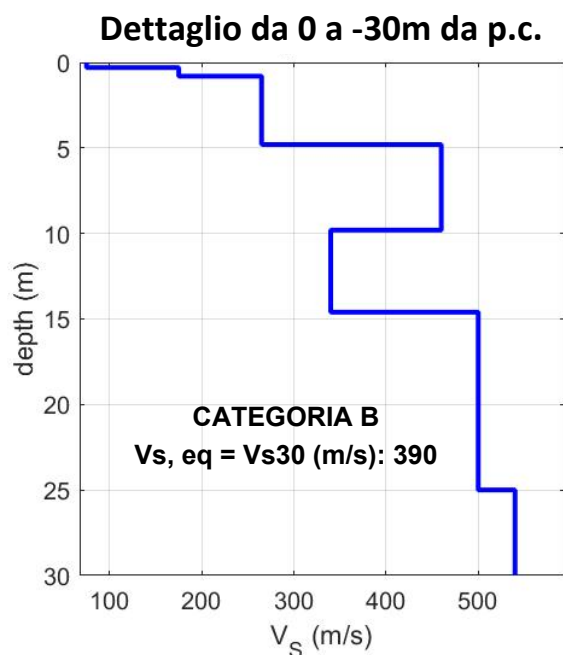
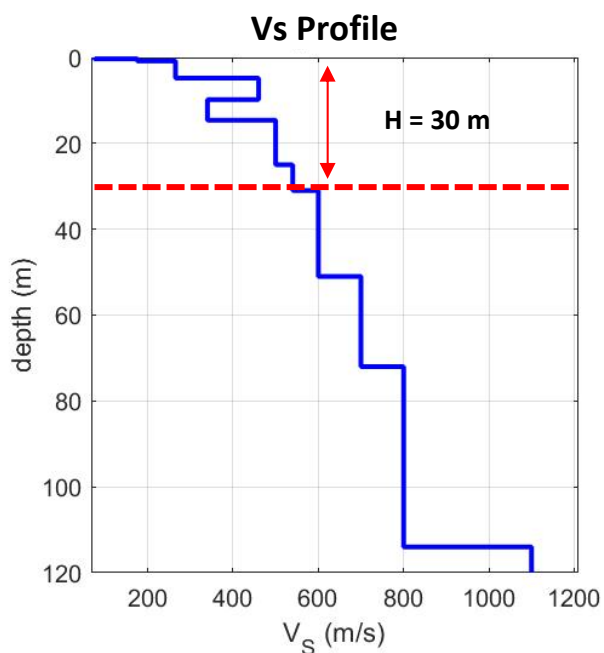
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Reliable H/V Curve</i>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Clear H/V Peak</i>	<b>PICCHI</b> <i>PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</i>	<b>FREQUENZA</b> <i>[Hz]</i>	<b>VALORE DEL</b> <b>RAPPORTO</b> <i>H/V</i>	<b>QUALITÀ</b> <b>MISURA</b>
HVSR9	3 su 3	2 su 6	F0 F1	0,6 +/- 2,0 ~	3,1 +/- 0,5 ~	B2

## Indagine HVSR9

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	75
2	0,3	0,5	175
3	0,8	4,0	265
4	4,8	5,0	460
5	9,8	4,8	340
6	14,6	10,4	500
7	25,0	6,0	540
8	31,0	20,0	600
9	51,0	21,0	700
10	72,0	42,0	800
11	114,0	Inf.	1100



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MASW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

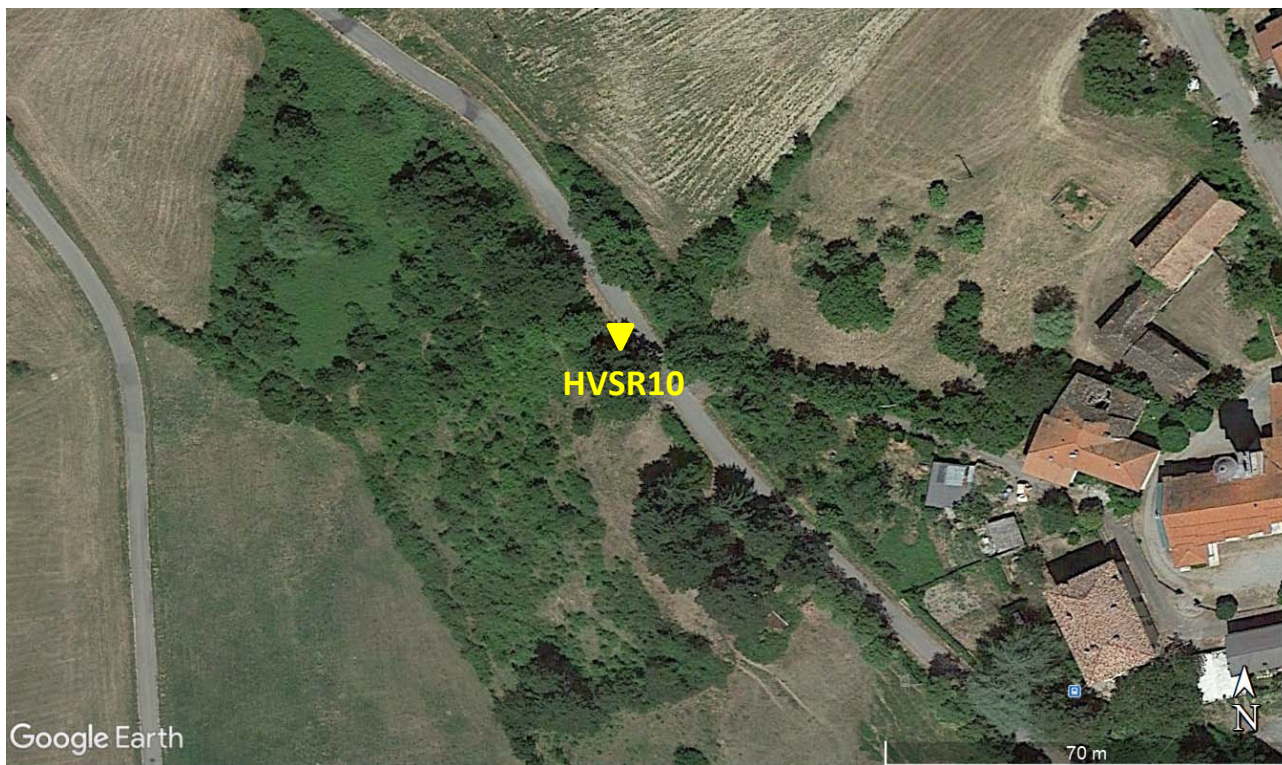
## Indagine HVSR10

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 17.32

COORDINATE  
LAT: 44°34'50.29"N  
LONG: 9°52'2.87"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio



## Indagine HVSR10

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: Pieve di Gusaliggio</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 17/03/2021</b>	<b>Ora: 18.35</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore: Geol. Gabriele Oppo</b>	<b>Indagine n°</b> HVSR10	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSr10

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211703\_1835\_HS6\_HVSrStrada\_LatoValle\_CLEAN.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSr computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 17.7

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.7 (±2.6)

Peak HVSr value: 2.7 (±0.5)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.688 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $1307 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.2Hz (OK)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.7 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $2.641 > 0.103$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.934 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR10

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

100 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    20th Post A. 1.1    clean axes

20    window length (s)

5    tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

8    amplitude threshold

5000    HVSR threshold    test removal

15%    spectral smoothing (triangular window)

6    detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

averages to highlight: 10 50 90 0 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (f=Vs/4H)**

200    average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20    depth of the bedrock (m)

1000    Vs of the bedrock

clear    compute

highlight a frequency

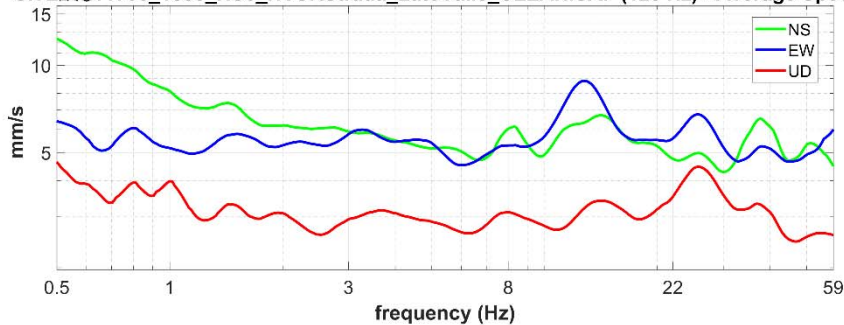
draw/highlight: 10 Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

directivity in time: time 80 s

**www.winmasw.com**

SITE20211703\_1835\_HS6\_HVSRStrada\_LatoValle\_CLEAN.SAF (128 Hz) - Average Spectra

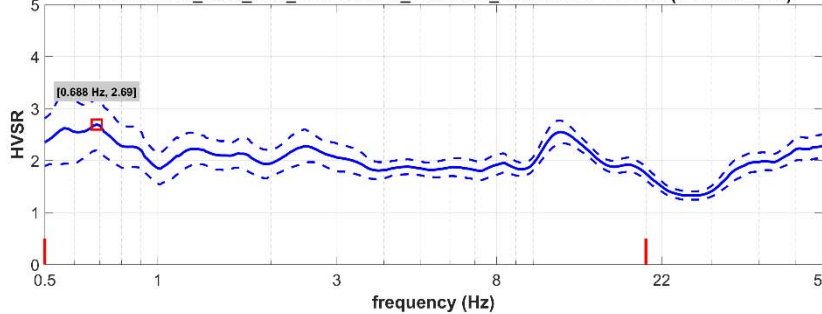


open working folder  
show location  
field notes

your comments

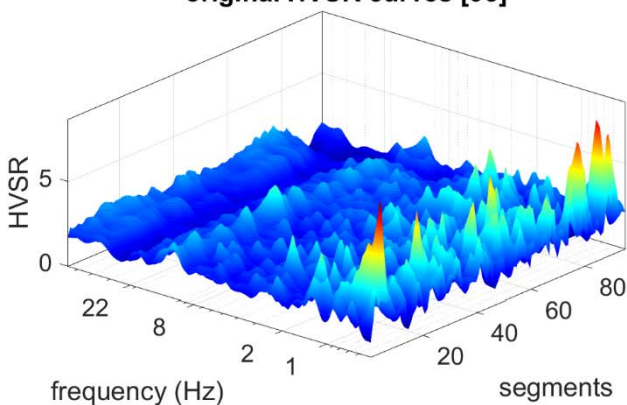
default axes

SITE20211703\_1835\_HS6\_HVSRStrada\_LatoValle\_CLEAN.SAF - HVSR (window: 20 s)

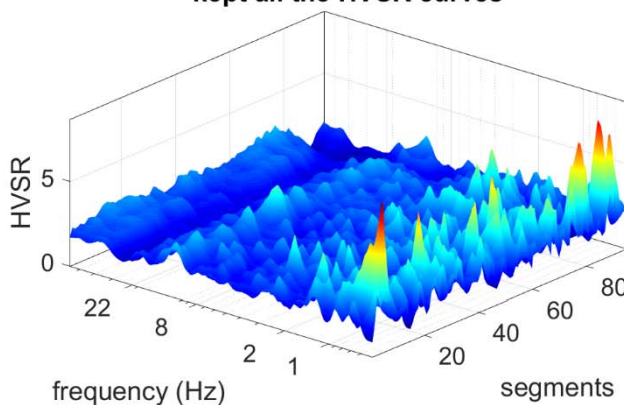


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

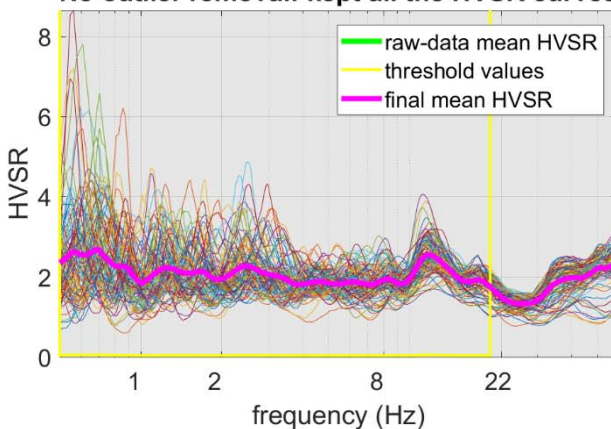
original HVSR curves [95]



kept all the HVSR curves

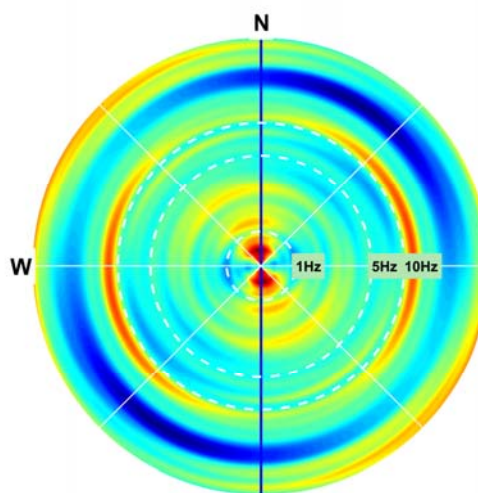
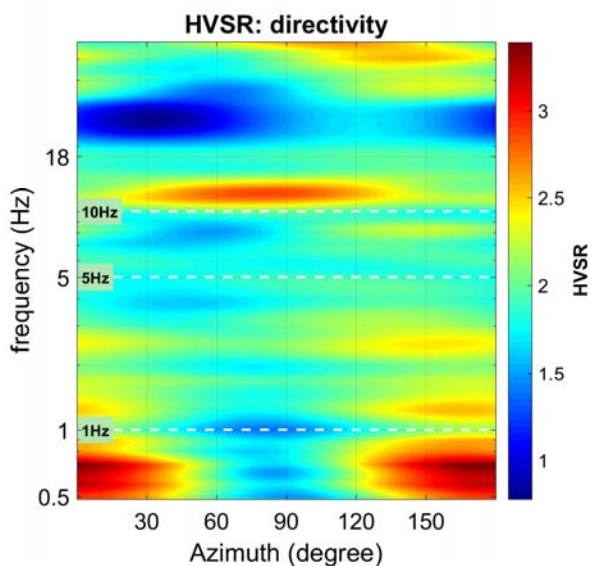
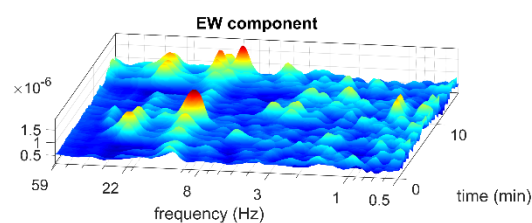
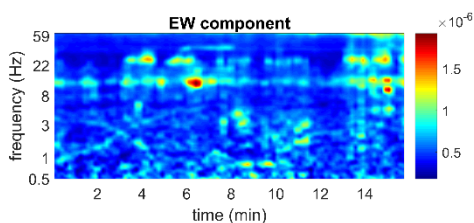
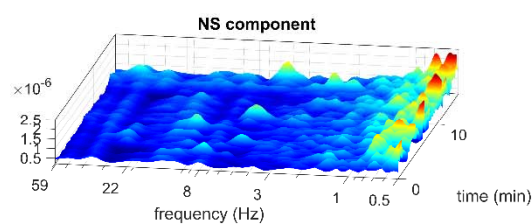
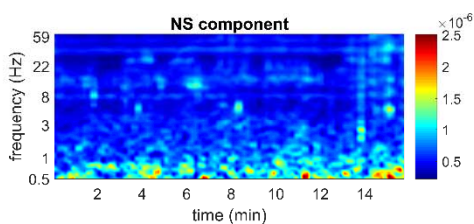
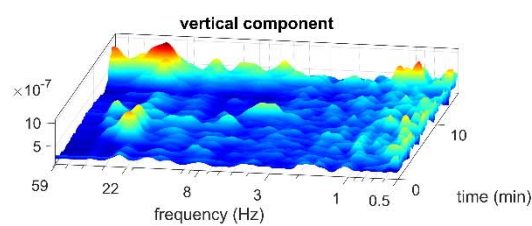
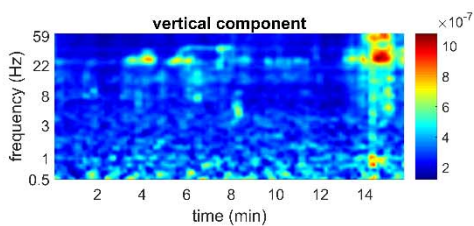
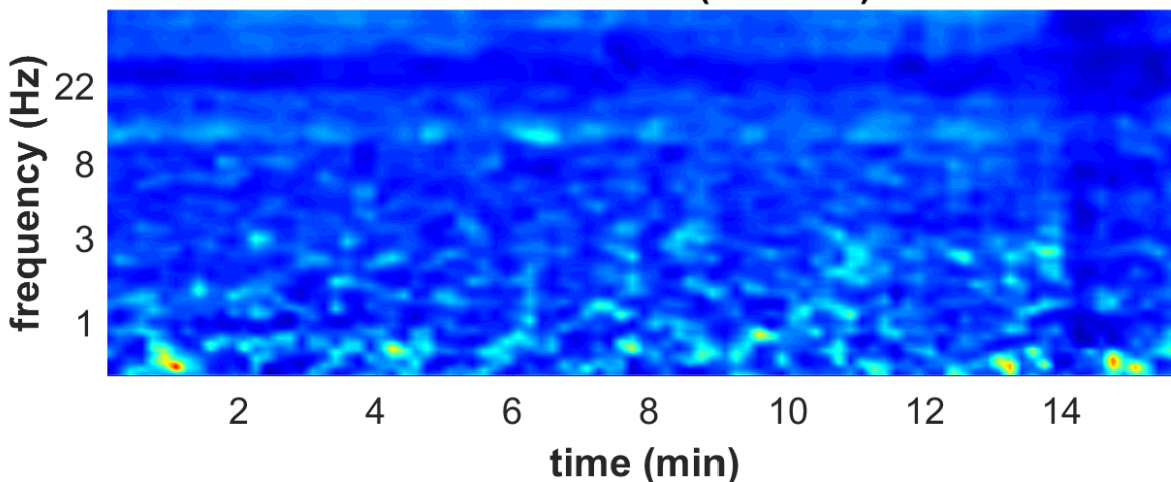


No outlier removal: kept all the HVSR curves

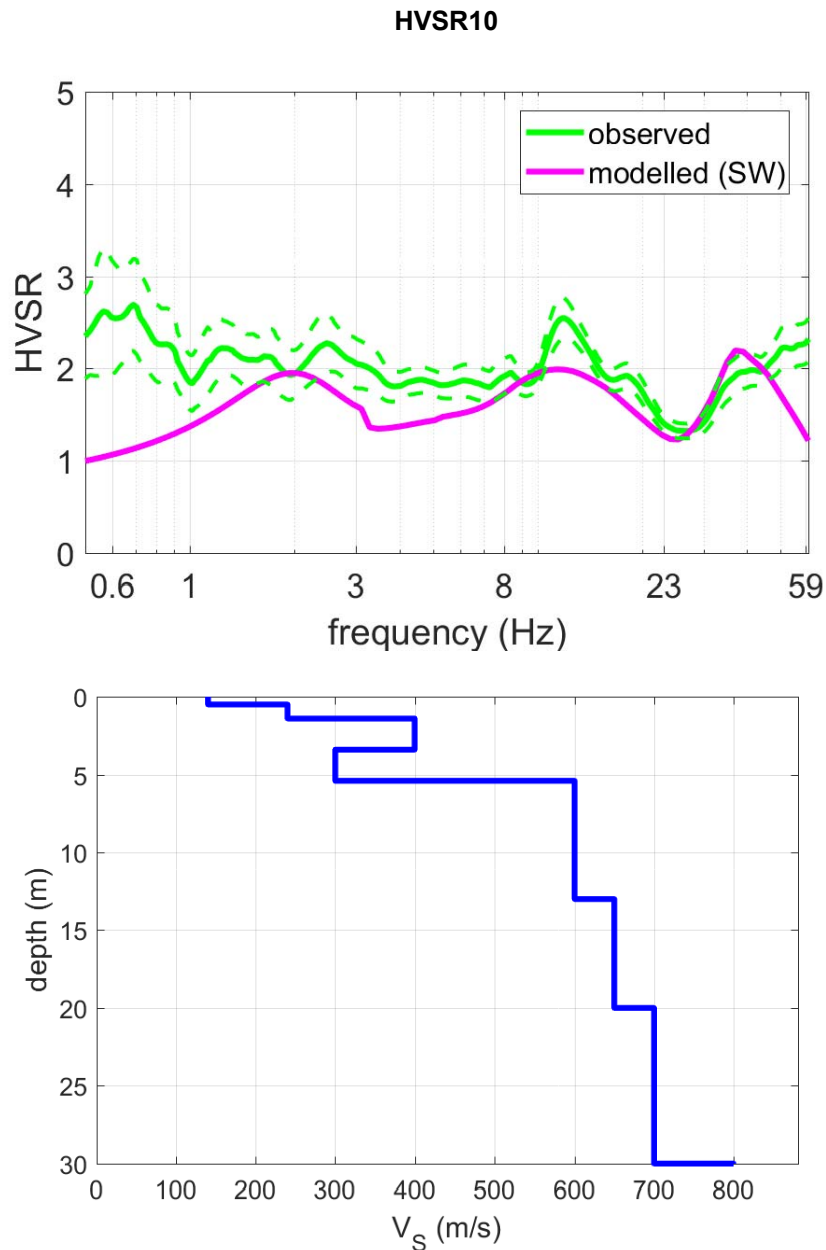


## Indagine HVSR10

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSUR10



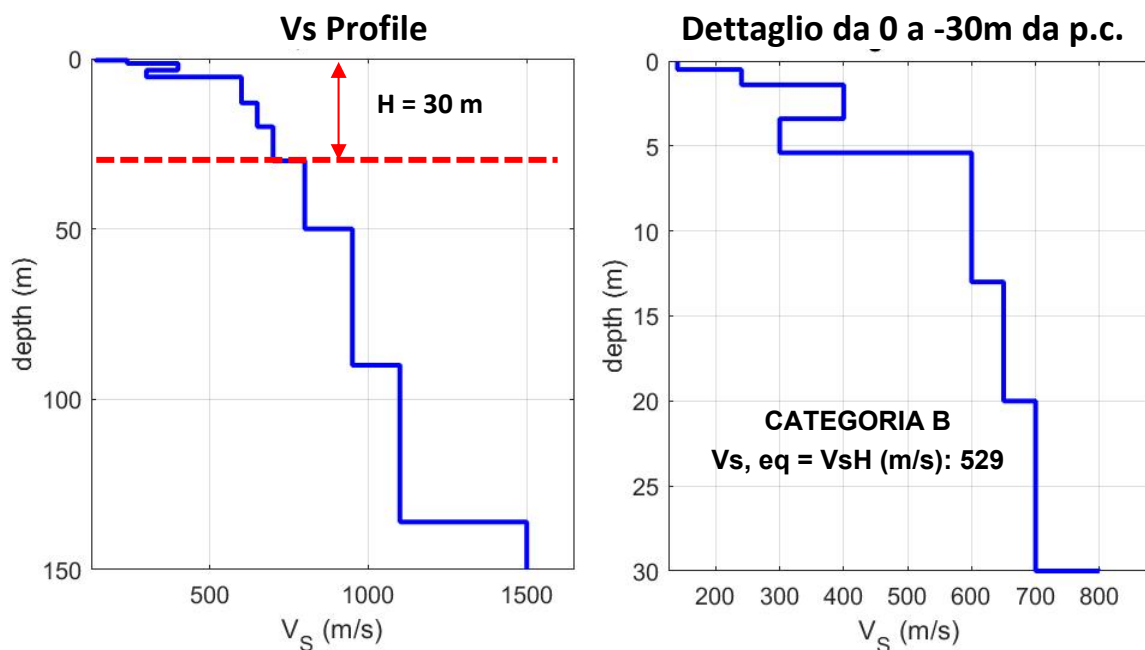
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSUR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSUR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Reliable</i> <i>H/V Curve</i>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Clear</i> <i>H/V Peak</i>	<b>PICCHI</b> <i>PRINCIPALE: F0</i> <i>SECONDARIO: F1</i>	<b>FREQUENZA</b> <i>[Hz]</i>	<b>VALORE DEL</b> <b>RAPPORTO</b> <i>H/V</i>	<b>QUALITÀ</b> <b>MISURA</b>
HVSUR10	3 su 3	4 su 6	F0 F1	0,7 +/- 2,6 ~10-14	2,7 +/- 0,5 ~2,6	B1

## Indagine HVSR10

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,5	140
2	0,5	0,9	240
3	1,4	2,0	400
4	3,4	2,0	300
5	5,4	7,6	600
6	13,0	7,0	650
7	20,0	10,0	700
8	30,0	20,0	800
9	50,0	40,0	950
10	90,0	46,0	1100
11	136,0	Inf.	1500



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MASW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HVSR11

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Groppo di San Siro  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 17.32

COORDINATE	WGS84
LAT:	44°34'4.08"N
LONG:	9°52'34.95"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

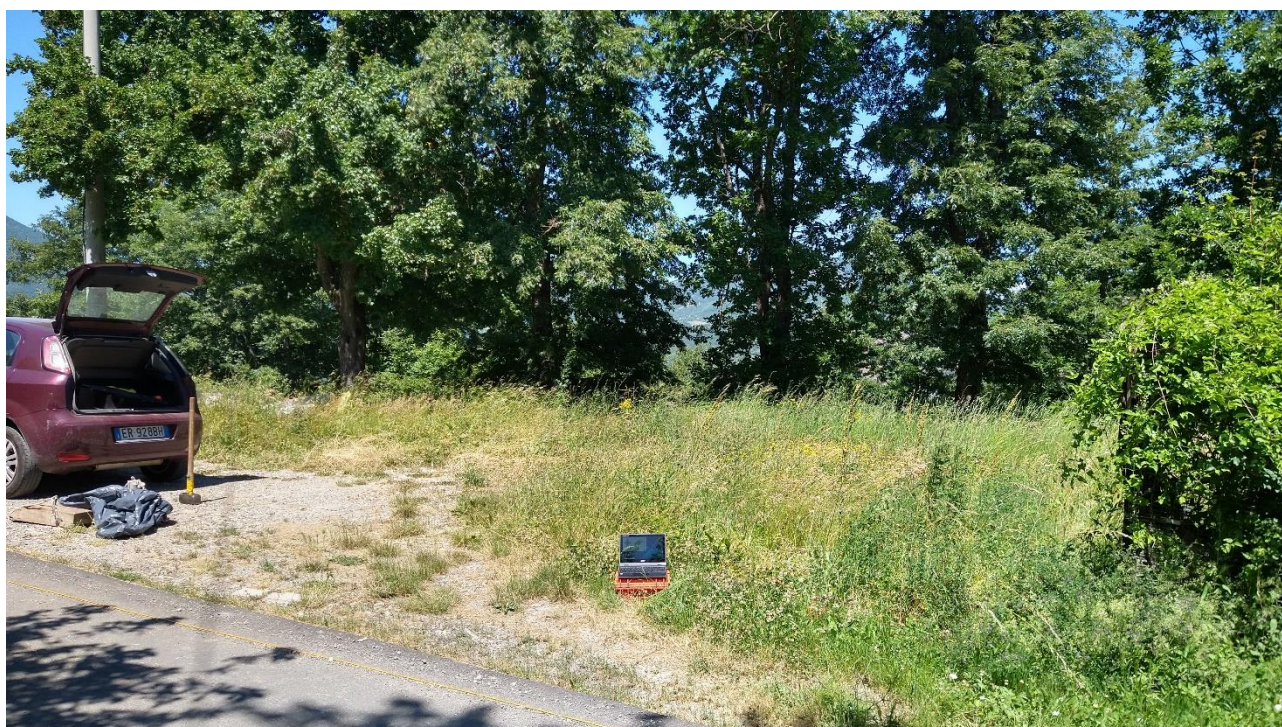


Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio

## Indagine HVSR11

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Gruppo di San Siro		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 22/06/2021	<b>Ora:</b> 11.50	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR11	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sottterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				



## Indagine HVSRI1

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20210622\_1150\_HVSR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 12.7

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 1.5 (±0.5)

Peak HVSR value: 3.9 (±0.5)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $1.485 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $nc > 200$ ]:  $1871 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists  $f_-$  in the range  $[f_0/4, f_0]$  |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.4Hz (OK)
- #2. [exists  $f_+$  in the range  $[f_0, 4f_0]$  |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 4.9Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.9 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.523 > 0.148$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.117 < 1.78$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

# Indagine HVSR11

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate

120 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation

remove events    10% Post & 1%    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

6 amplitude threshold

5000 HVSR threshold    test removal

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

directivity analysis

directions to highlight: 12 50 90 0 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR    pick data

save picked HV    compute

quick analysis (f=Vs/4H)

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

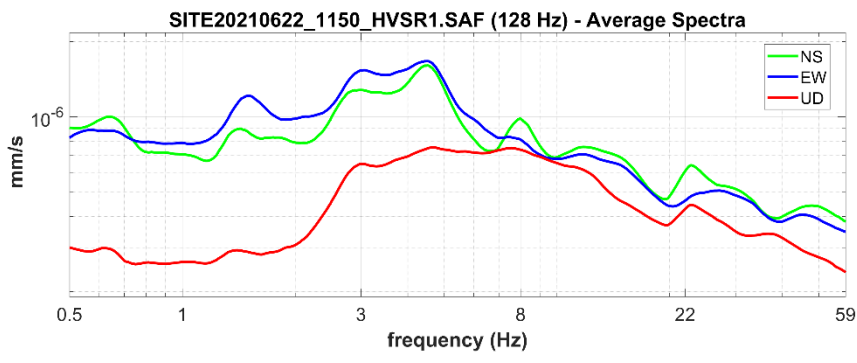
clean    compute

highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

directivity over time

directivity in time time 50 s



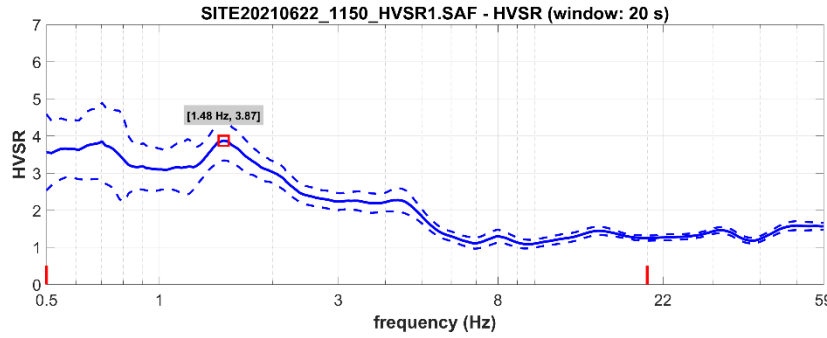
open working folder

show location

field notes

your comments

default axes



Criteria for a reliable HV curve

#1: OK

#2: OK

#3: OK

Criteria for a clear HV peak [1.48 Hz]

#1: OK

#2: OK

#3: OK

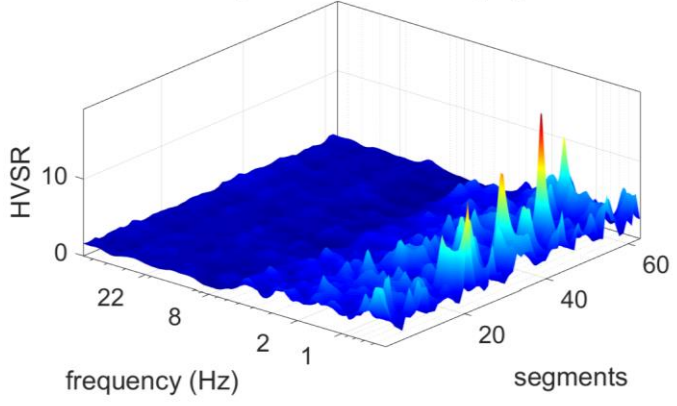
#4: NO

#5: NO

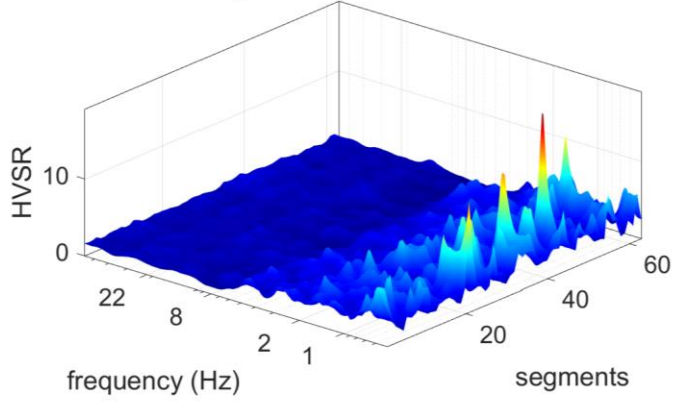
#6: OK

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

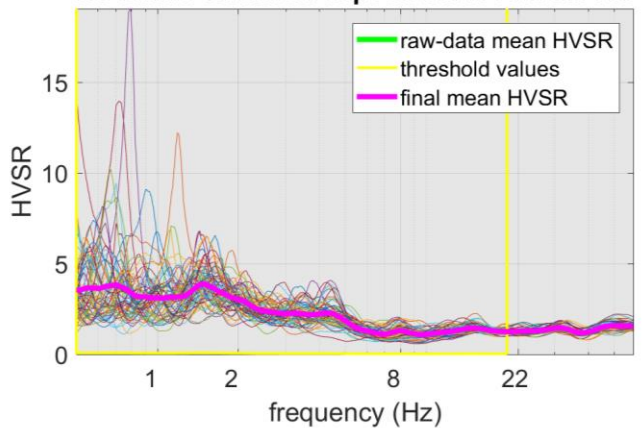
original HVSR curves [63]



kept all the HVSR curves

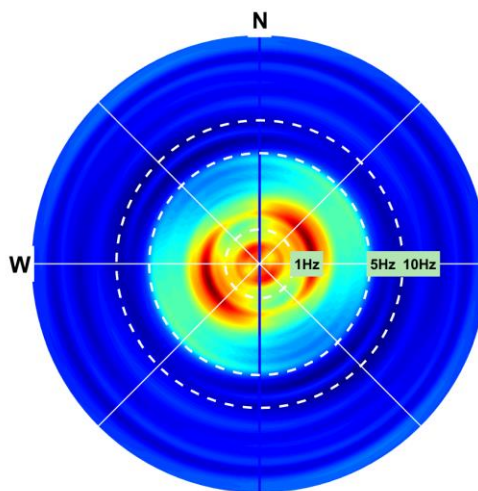
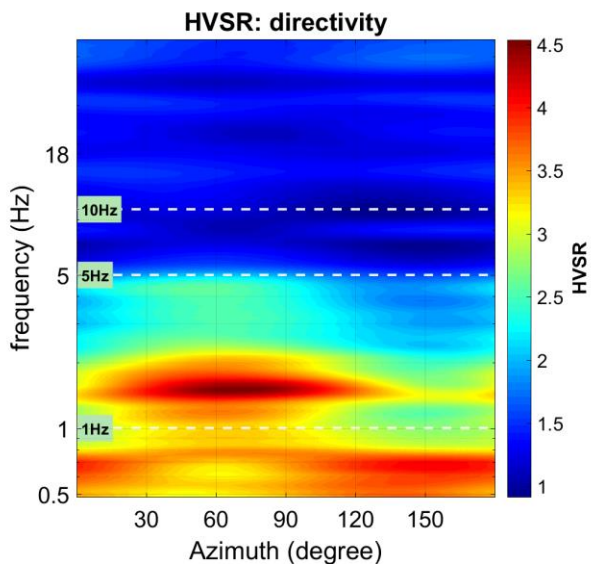
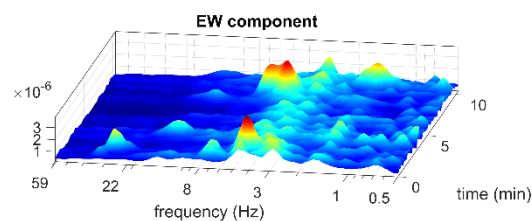
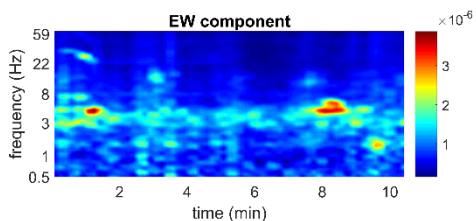
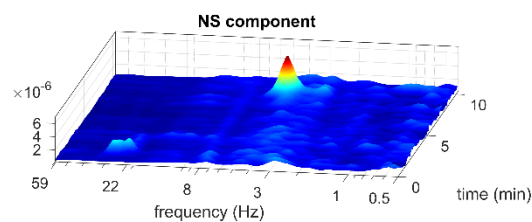
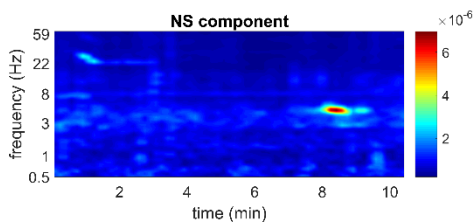
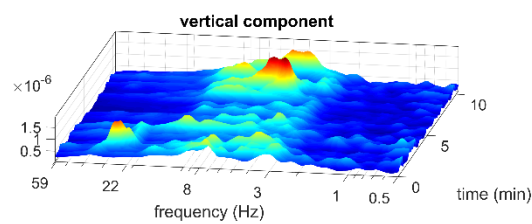
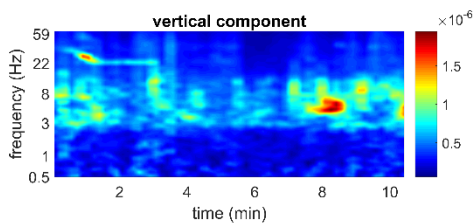
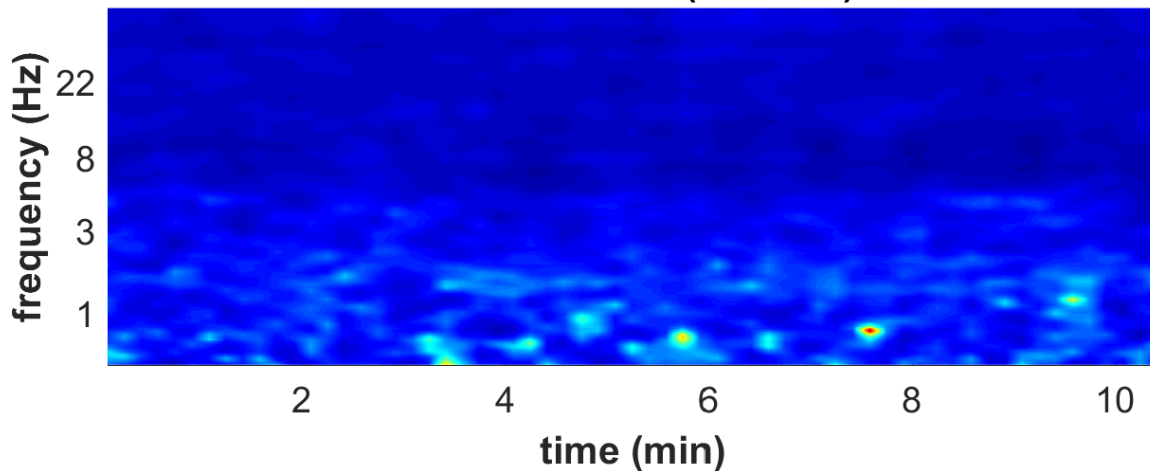


No outlier removal: kept all the HVSR curves

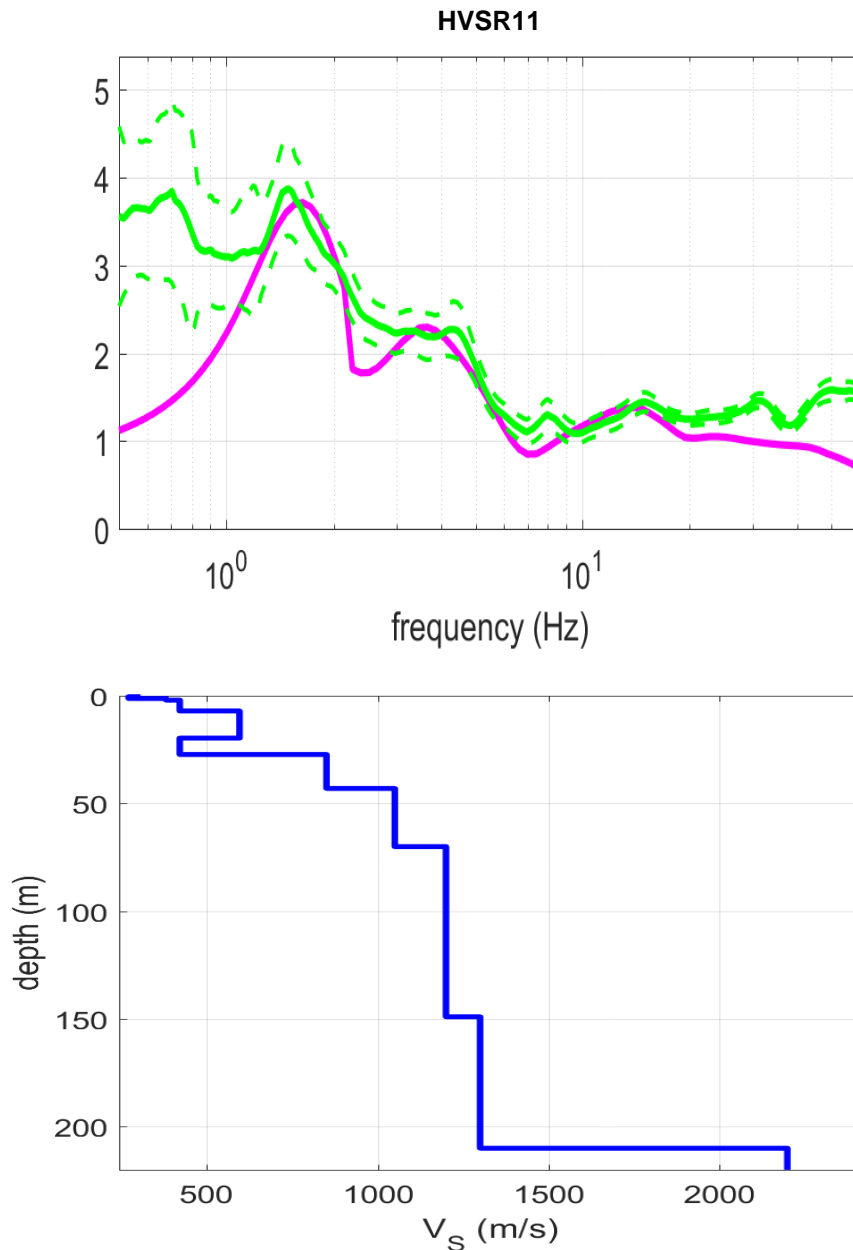


## Indagine HVSR11

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR11



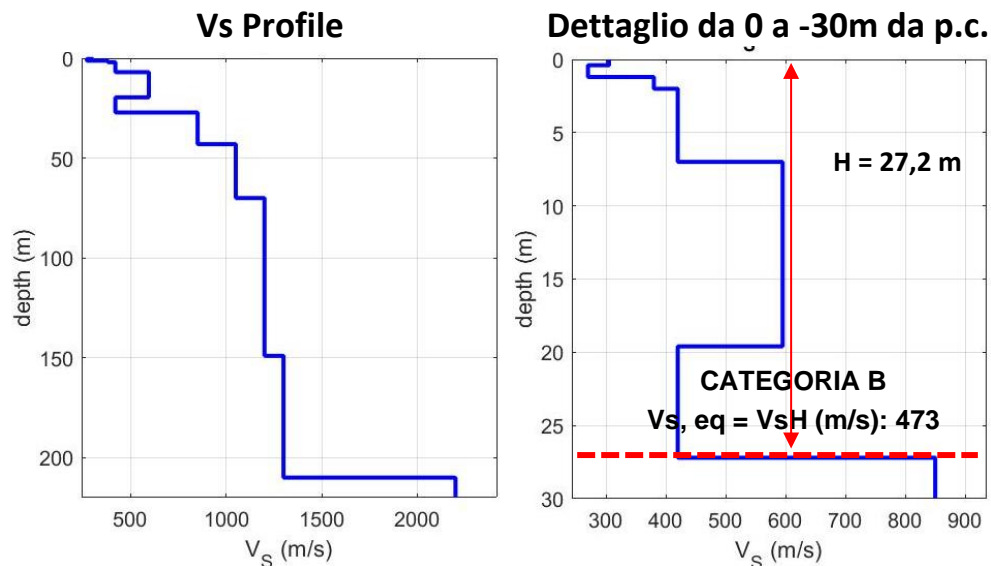
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Reliable H/V Curve</i>	<b>CRITERI SESAME</b> <i>Clear H/V Peak</i>	<b>PICCHI</b> <i>PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</i>	<b>FREQUENZA</b> <i>[Hz]</i>	<b>VALORE DEL RAPPORTO</b> <i>H/V</i>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
<b>HVSR11</b>	<b>3 su 3</b>	<b>4 su 6</b>	<b>F0</b> <b>F1</b>	<b>1,5 +/- 0,5</b> <b>~0,7</b>	<b>3,9 +/- 0,5</b> <b>~3,8</b>	<b>B1</b>

## Indagine HVSR11

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	305
2	0,4	0,8	270
3	1,2	0,8	380
4	2,0	5,0	420
5	7,0	12,6	595
6	19,6	7,6	420
7	27,2	15,8	850
8	43,0	27,0	1050
9	70,0	79,0	1200
10	149,0	61,0	1300
11	210,0	Inf.	2200



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MASW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

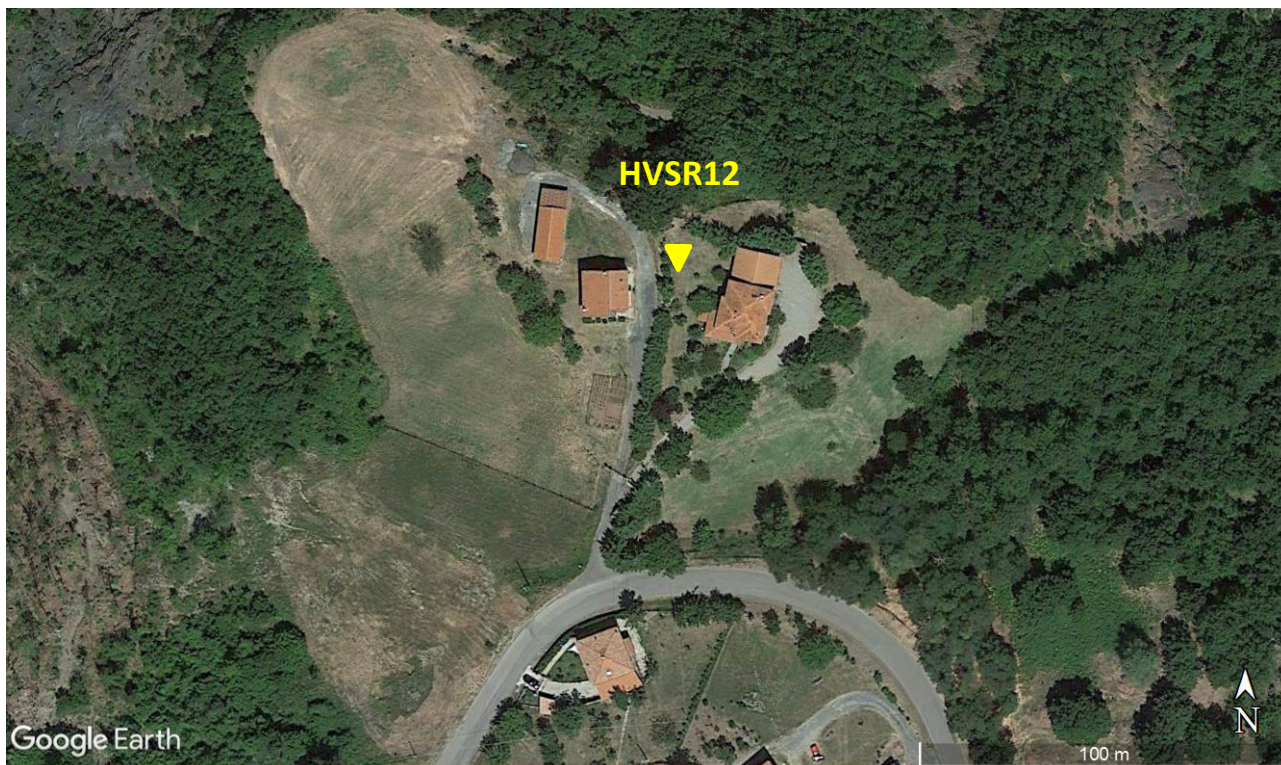
## Indagine HVSR12

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

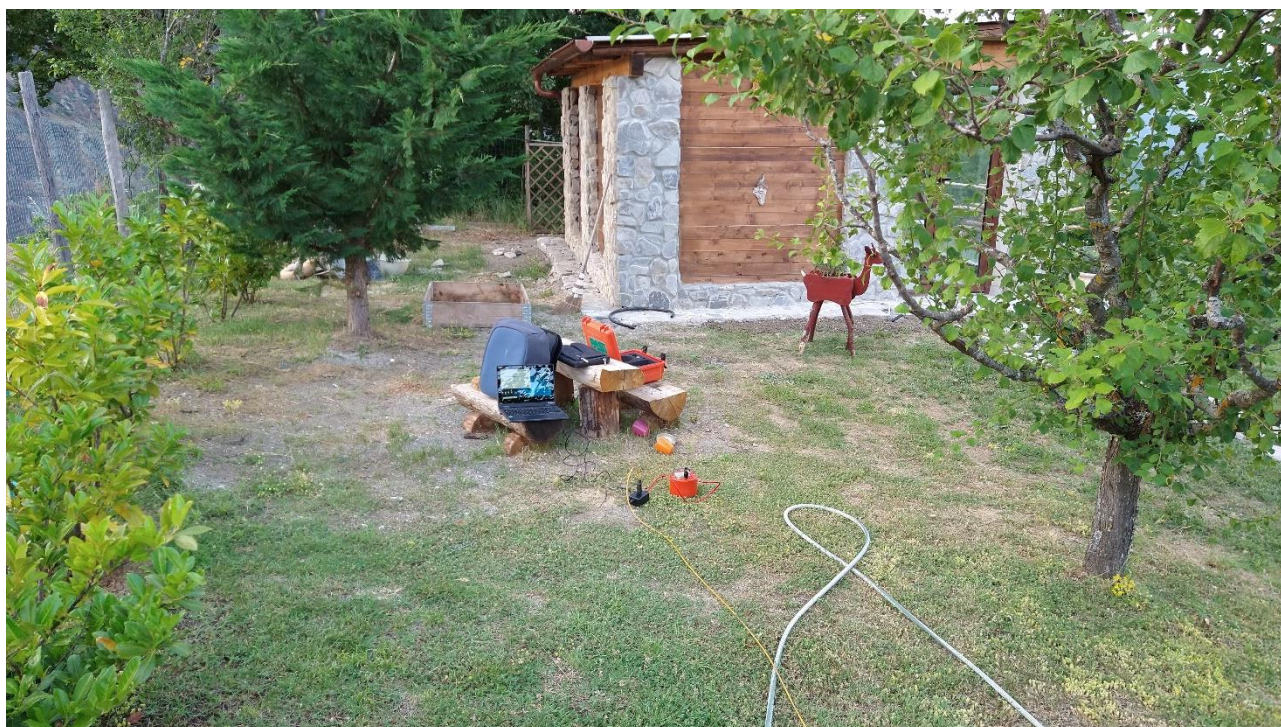
LOCALITA': Groppo di San Siro - Fusina  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 28 06 2021  
ORA: 18.53

COORDINATE  
LAT: 44°34'10.35"N  
LONG: 9°52'38.07"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio**

## Indagine HVSR12

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

<b>SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET</b>			
<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)		<b>Indirizzo:</b> Gruppo di San Siro - Fusina	
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR		<b>Data:</b> 28/06/2021	<b>Ora:</b> 18.53
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo		<b>Indagine n°</b> HVSR12	<b>Codice file</b> /
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>		<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				

## Indagine HVSUR12

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20210628\_1853\_HVSR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 21.2

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

**##### SESAME criteria #####**

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 10.4 (±1.4)

Peak HVSR value: 7.2 (±0.9)

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

- #1. [f0 > 10/Lw]: 10.393 > 0.5 (OK)
- #2. [nc > 200]: 13095 > 200 (OK)
- #3. [f0 > 0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

**=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====**

- #1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 2.6Hz (OK)
- #2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 12.4Hz (OK)
- #3. [A0 > 2]: 7.2 > 2 (OK)
- #4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)
- #5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 1.379 > 0.520 (NO)
- #6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 1.521 < 1.58 (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



# Indagine HVSR12

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate  
 128 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation  
 remove events    clean axes  
 20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz  
 5 tapering (%)    amplitude threshold  
 5    HVSr threshold    test removal  
 6000  
 15% spectral smoothing (triangular window)  
 6    obscuring order    no equalization

full output  
 particle motion, all HVSRs, time lapse videos  
 close windows  
 save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

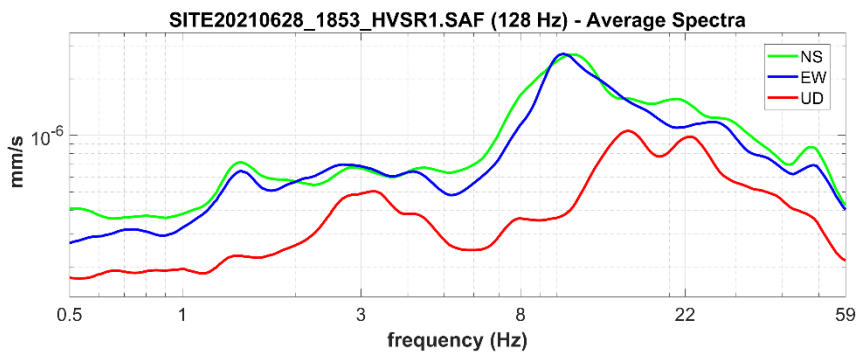
directivity analysis  
 save - option#1: save HVSR as it is  
 save HV from 0.5 to 60 Hz  
 save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra  
 HVSR    pick data  
 save picked HV    compute

quick analysis (H<sup>+</sup> vs H<sup>-</sup>)  
 200 average V<sub>s</sub> (m/s) (from surface to bedrock)  
 20 depth of the bedrock (m)  
 1000 V<sub>s</sub> of the bedrock  
 clean    compute

highlight a frequency  
 draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

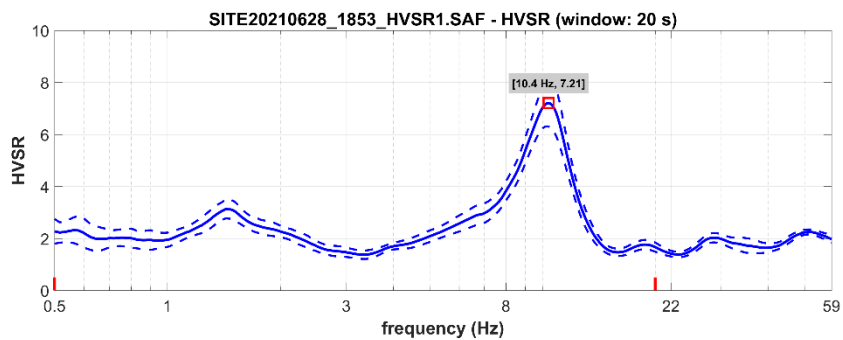
directivity over time  
 directivity in time    time 80 s



open working folder  
 show location  
 field notes

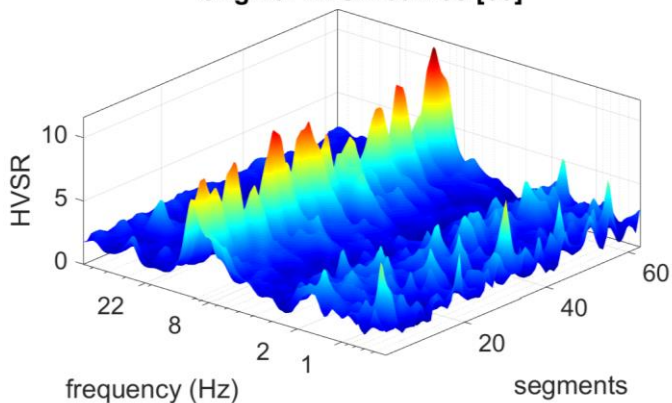
your comments

default axes

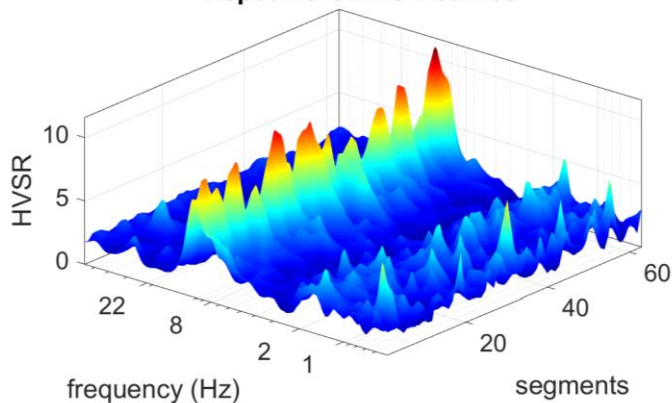


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

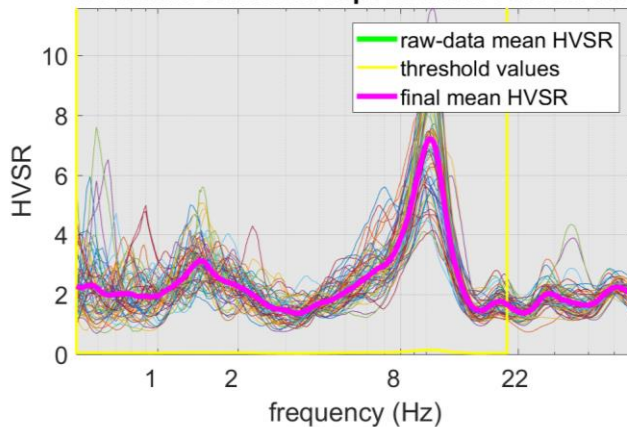
original HVSR curves [63]



kept all the HVSR curves

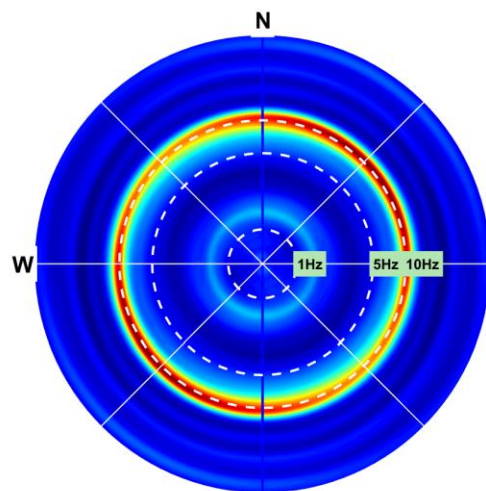
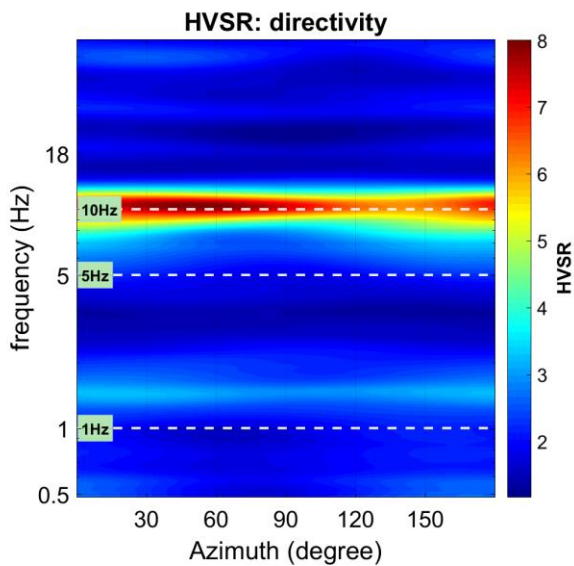
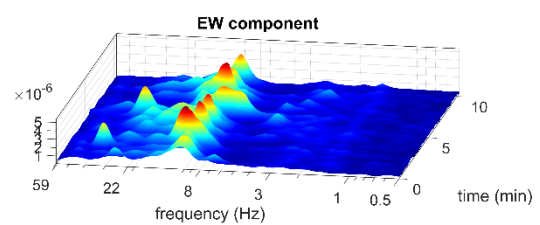
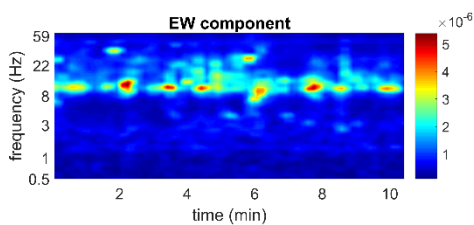
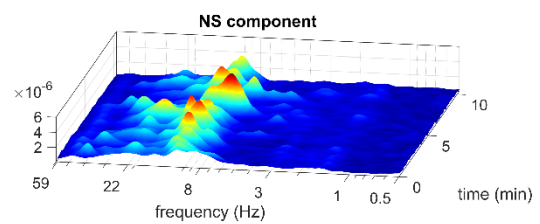
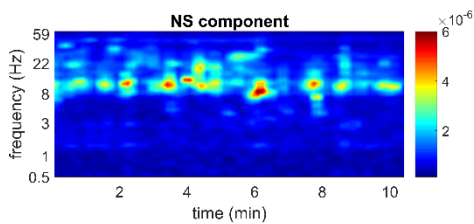
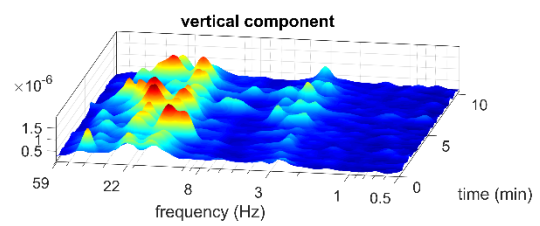
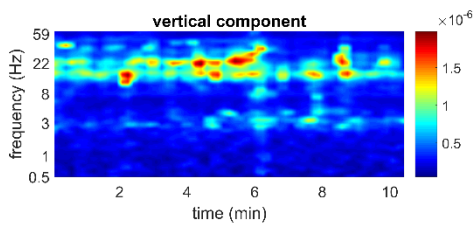
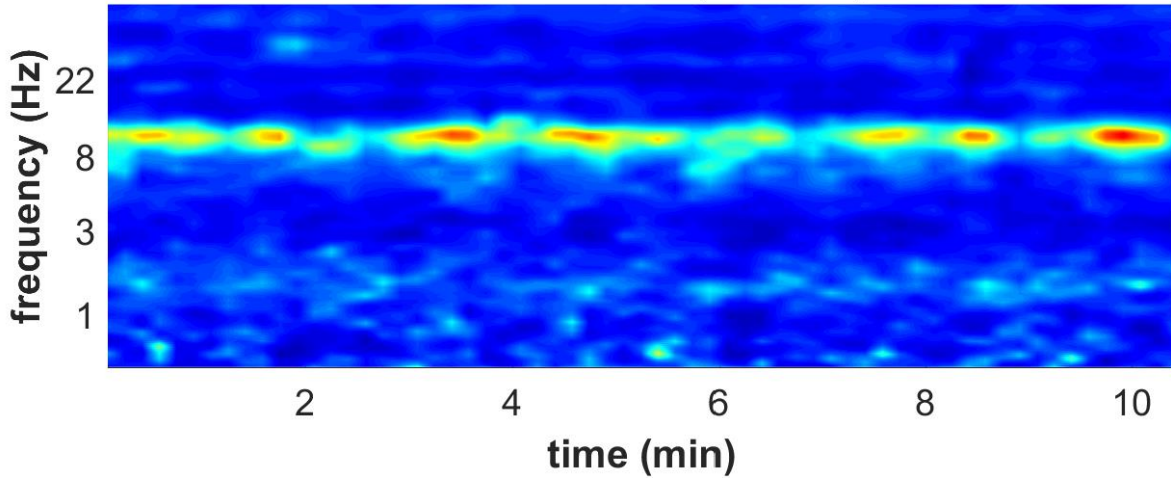


No outlier removal: kept all the HVSR curves

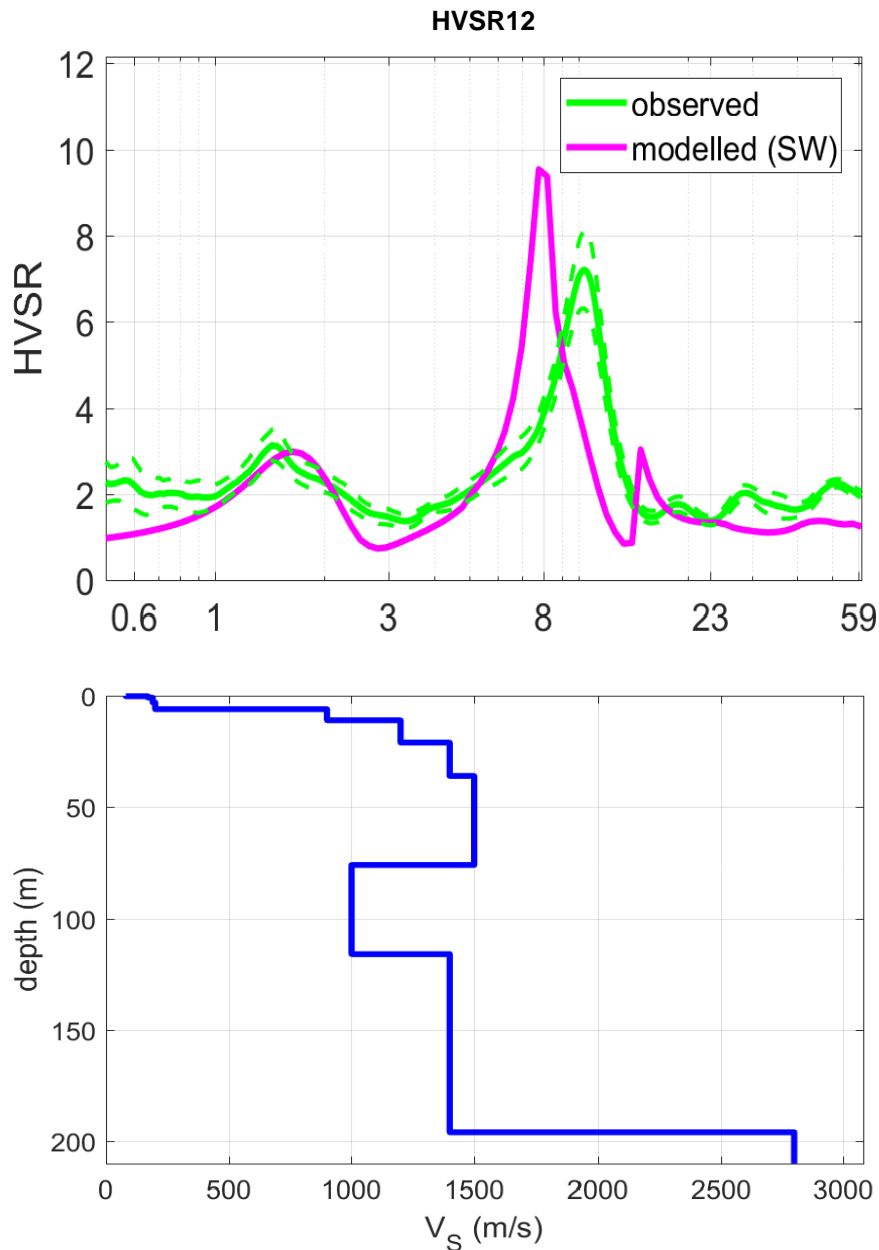


Indagine HVSR12

HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSUR12



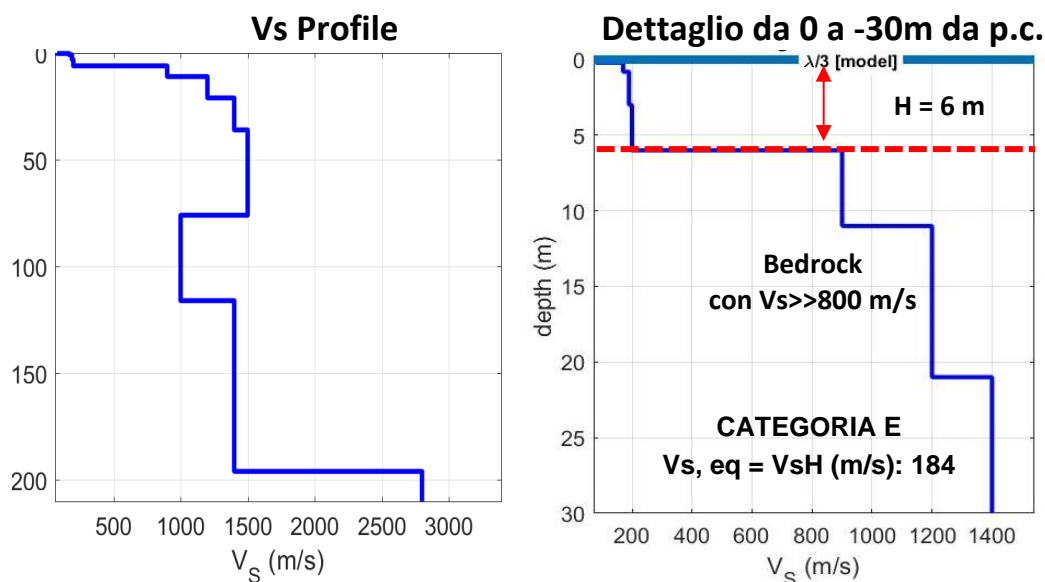
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSUR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSUR						
N°PROVA	CRITERI SESAME <i>Reliable</i> H/V Curve	CRITERI SESAME <i>Clear</i> H/V Peak	PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1	FREQUENZA [Hz]	VALORE DEL RAPPORTO H/V	QUALITÀ MISURA
HVSUR12	3 su 3	5 su 6	F0 F1	10,4 +/- 1,4 ~1-2	7,2 +/- 1,4 ~3,0	A

## Indagine HVSR12

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	80
2	0,2	0,6	170
3	0,8	2,2	190
4	3,0	3,0	200
5	6,0	5,0	900
6	11,0	10,0	1200
7	21,0	15,0	1400
8	36,0	40,0	1500
9	76,0	40,0	1000
10	116,0	80,0	1400
11	196,0	Inf.	2800



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MASW-HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HVSR13

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

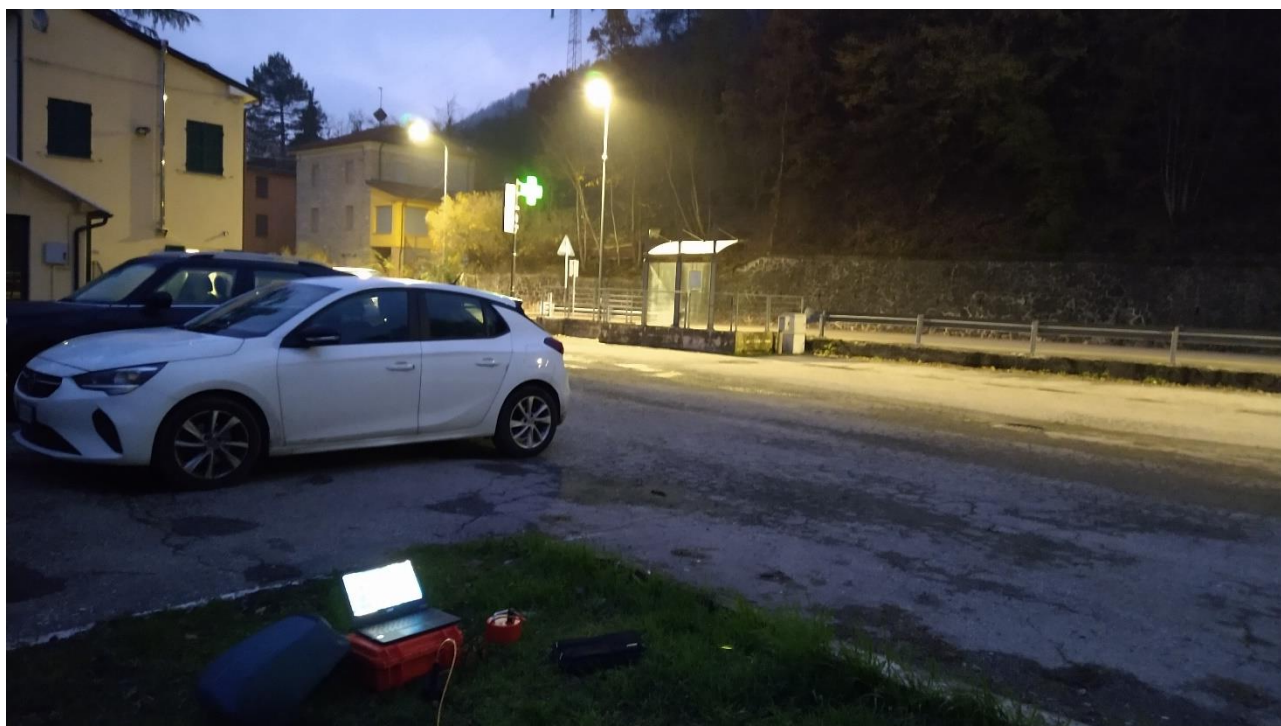
LOCALITA': Stazione  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 18 11 2021  
ORA: 17.17

COORDINATE  
LAT: 44°34'48.34"N  
LONG: 9°56'33.13"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.**

*Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it*

## Indagine HVSR13

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>				
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> Valmozzola Stazione		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 07/12/2021	<b>Ora:</b> 17.17	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR13	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 25 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>		<input checked="" type="checkbox"/>			
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSUR13

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211118\_1717\_HVSUR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSUR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 15.4

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 7.4 (±1.1)

Peak HVSUR value: 2.8 (±0.2)

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

#1. [f0 > 10/Lw]: 7.361 > 0.5 (OK)

#2. [nc > 200]: 8686 > 200 (OK)

#3. [f0 > 0.5Hz; sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. [exists f- in the range [f0/4, f0] | AH/V(f-) < A0/2]: yes, at frequency 1.9Hz (OK)

#2. [exists f+ in the range [f0, 4f0] | AH/V(f+) < A0/2]: yes, at frequency 10.2Hz (OK)

#3. [A0 > 2]: 2.8 > 2 (OK)

#4. [fpeak[Ah/v(f) ± sigmaA(f)] = f0 ± 5%]: (OK)

#5. [sigmaf < epsilon(f0)]: 1.090 > 0.368 (NO)

#6. [sigmaA(f0) < theta(f0)]: 0.533 < 1.58 (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

# Indagine HVSR13

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate

128 Hz    new frequency    resample

step#2 - HV computation

remove events    100 Post & 1'    clean axes

20 window length (s)    Min. freq.: 0.5 Hz

5 tapering (%)

5 amplitude threshold    test removal

5000 HVSR threshold

15% spectral smoothing (triangular window)

6 detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

directivity analysis

references to highlight: 12 50 92.0 Hz    compute

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR    pick data

save picked HV    compute

quick analysis (F=Vs/4H)

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

clean    compute

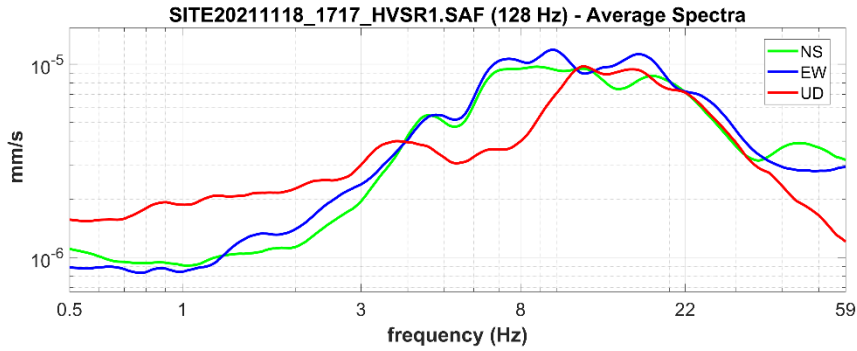
highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

directivity over time

directivity in time time 80 s

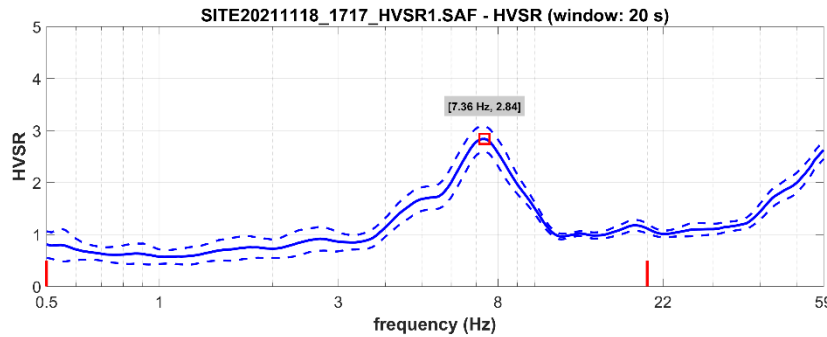
www.winmasw.com



open working folder  
show location  
field notes

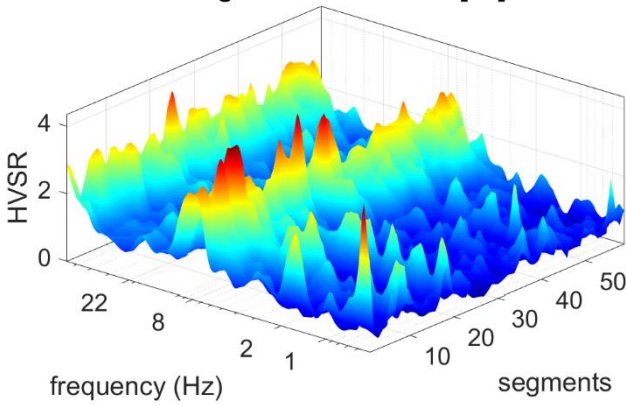
your comments

default axes

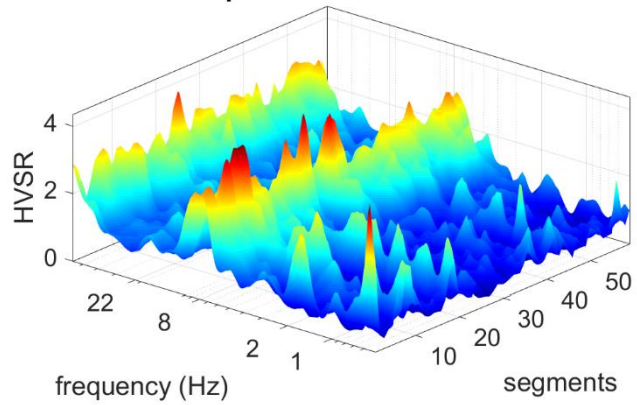


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

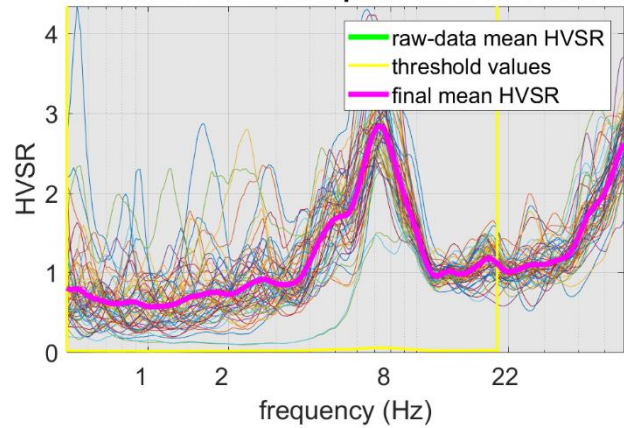
original HVSR curves [59]



kept all the HVSR curves



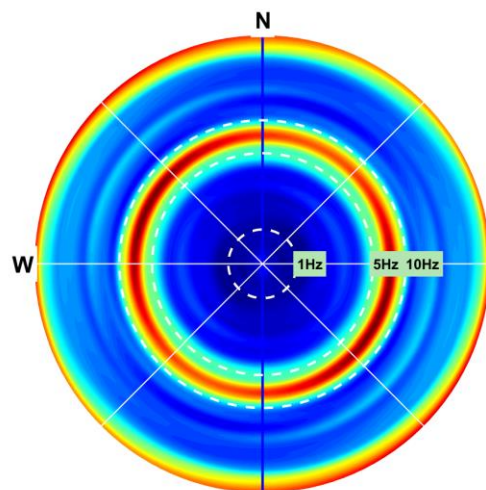
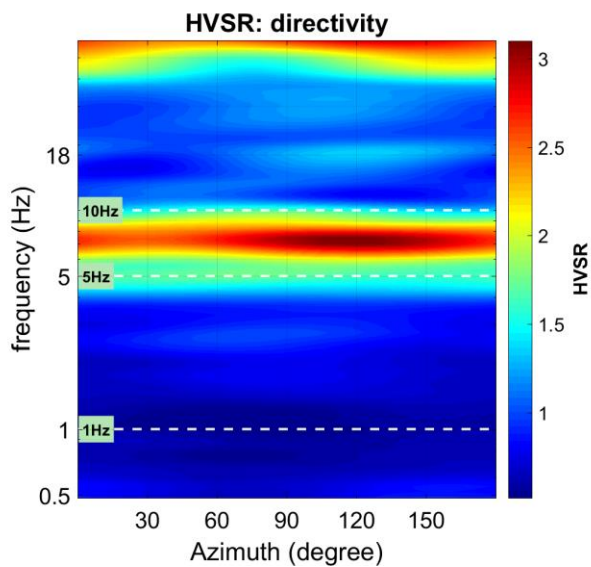
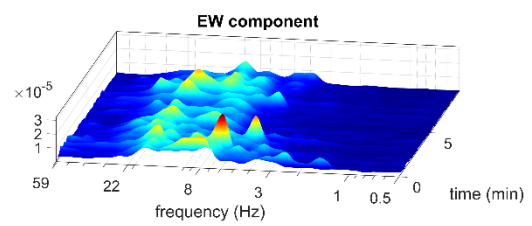
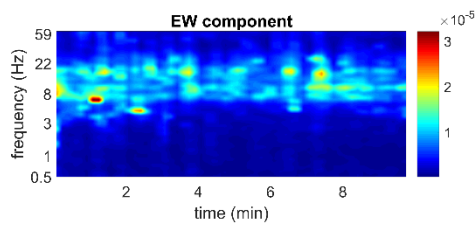
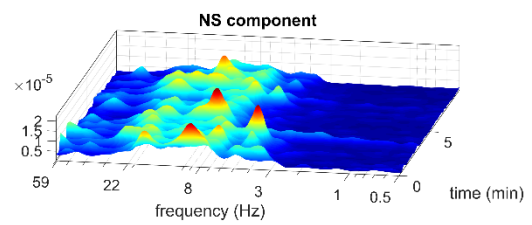
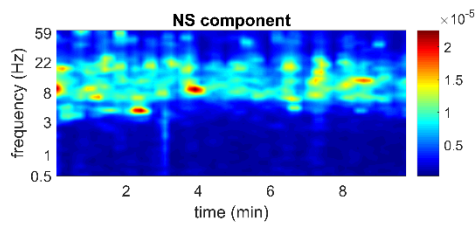
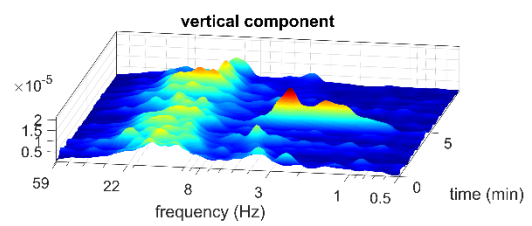
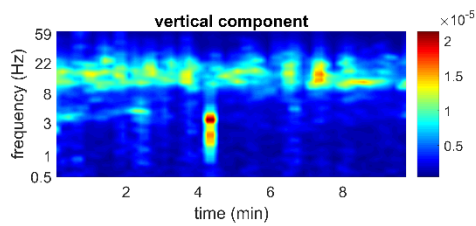
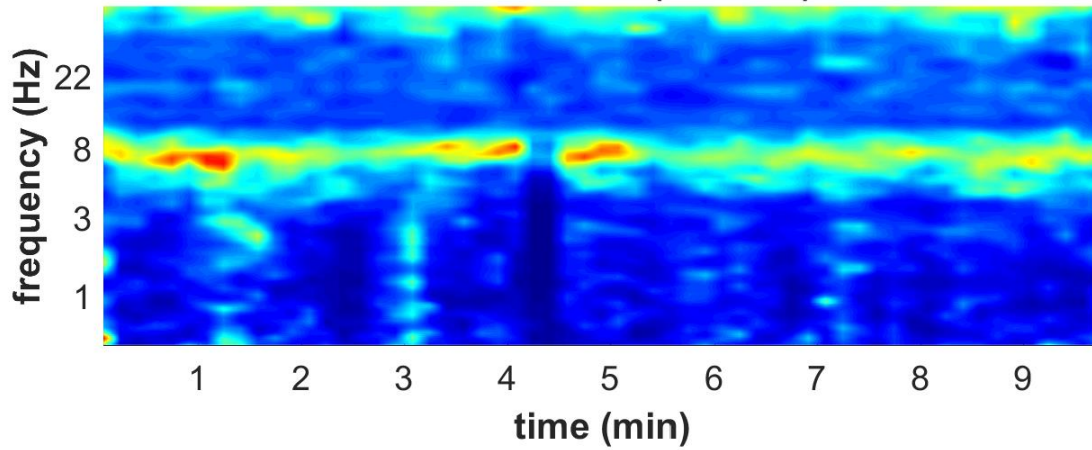
No outlier removal: kept all the HVSR curves



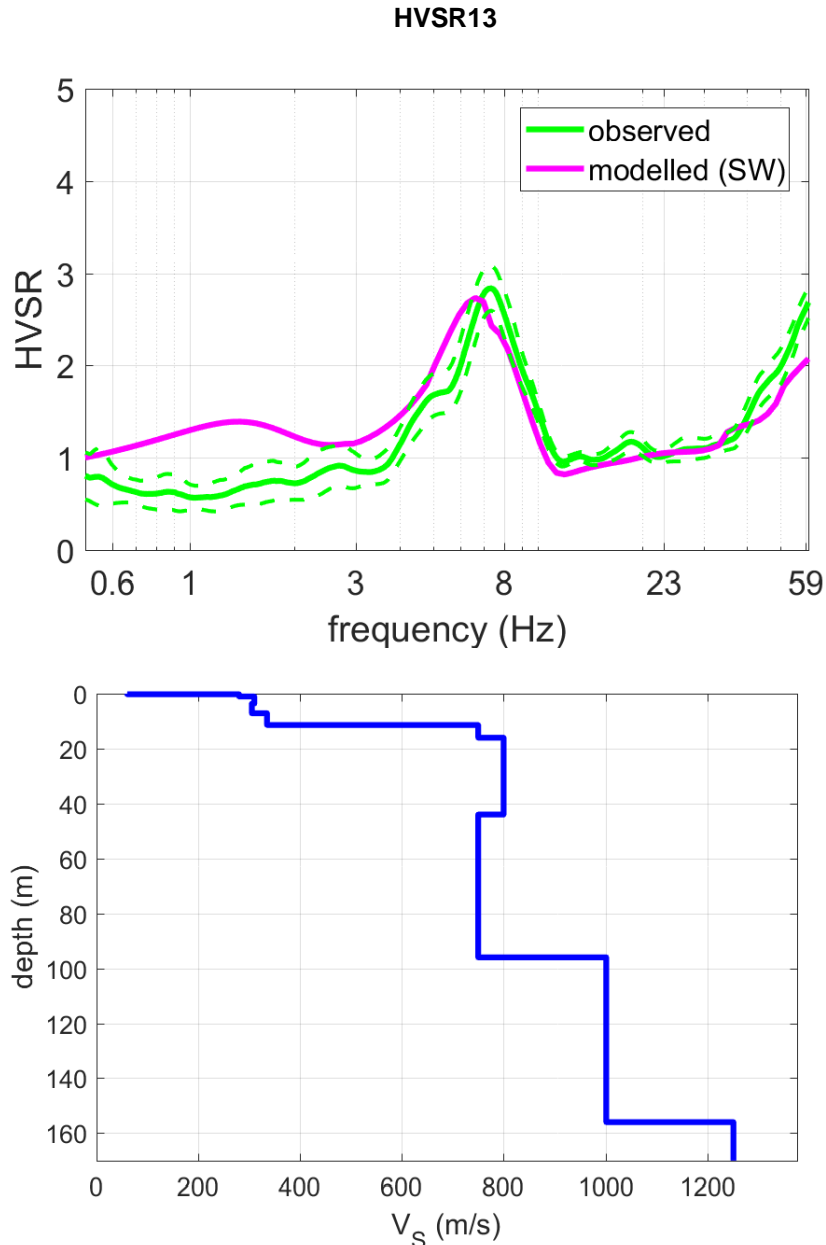


## Indagine HVSR13

### HVSR vs Time (2D view)



### Indagine HVSR13



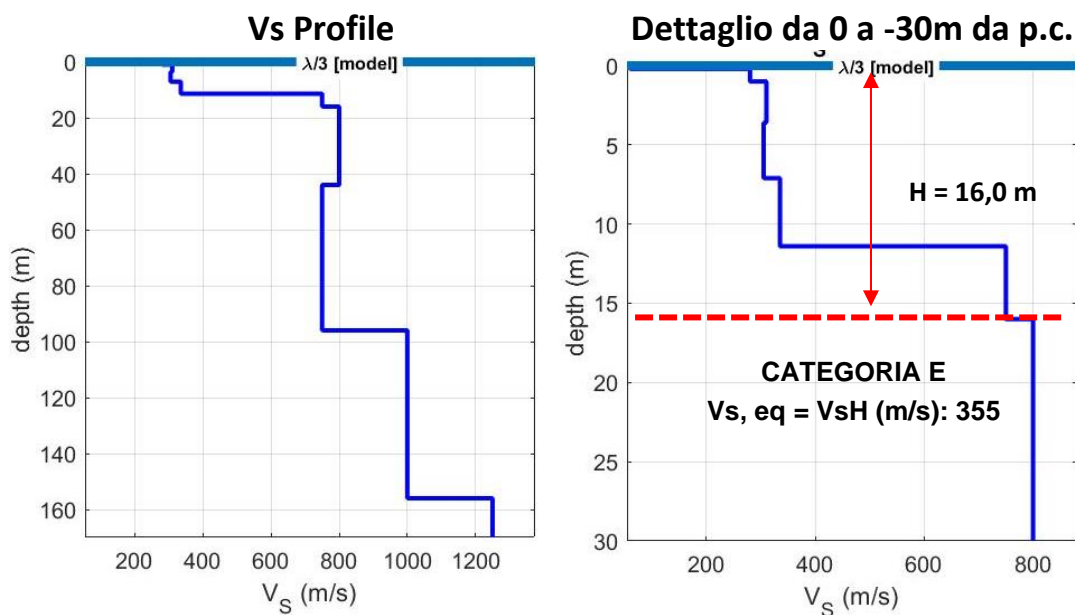
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR13	3 su 3	5 su 6	F0 F1 F2	7,4 +/- 1,1 ~ ~	2,8 +/- 0,2 ~ ~	A

## Indagine HVSR13

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	60
2	0,2	0,8	280
3	1,0	2,6	310
4	3,6	3,5	305
5	7,1	4,3	335
6	11,4	4,6	750
7	16,0	28,8	800
8	44,0	52,0	750
9	96,0	60,0	1000
10	156,0	Inf.	1250



**E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HVSR14

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Loc. Bondi  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 07 12 2021  
ORA: 13.58

COORDINATE  
LAT: 44°34'55.08"N  
LONG: 9°56'10.61"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.**

*Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it*

## Indagine HVSR14

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: Loc. Bondi</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 07/12/2021</b>	<b>Ora: 13.58</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR14	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input checked="" 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"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSUR14

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211207\_1358\_HVSUR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSUR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 14.1

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range

Peak frequency (Hz): 0.5 (±1.9)

Peak HVSUR value: 2.7 (±0.5)

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

- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]:  $0.500 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $710 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 0.0Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.7 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.865 > 0.075$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $1.101 < 2$  (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR14

show current data    reset

**step#1 (optional) - decimate**

120 Hz    new frequency    resample

**step#2 - HV computation**

remove events    100% Post & 1°    clean axes

20    window length (s)

5    tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

6    amplitude threshold

6000    HVSR threshold    test removal

15%    spectral smoothing (triangular window)

6    detrending order    no equalization

full output

particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows

save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

**directivity analysis**

references to highlight    12:50:52.0    Hz    compute

save - option#1: save HVSR as it is

save H/V from 0.5 to 60 Hz

save HV curve (as it is)

**picking HV or amplitude spectra**

HVSR    pick data

save picked HV    compute

**quick analysis (F=Vs/4H)**

200    average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20    depth of the bedrock (m)

1000    Vs of the bedrock

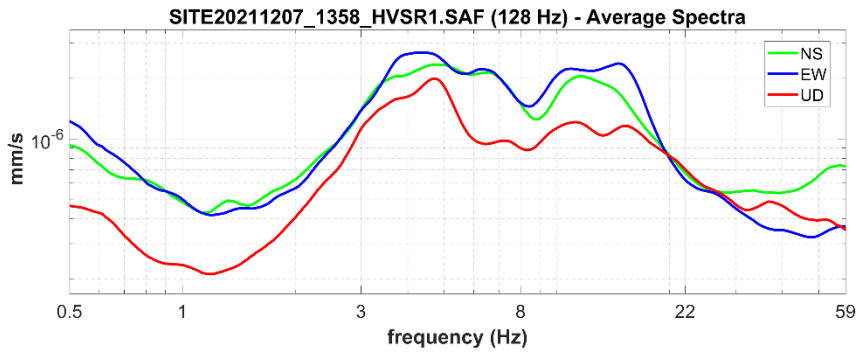
clean    compute

highlight a frequency

draw/highlight    10    Hz    upload HVSR curve

**directivity over time**

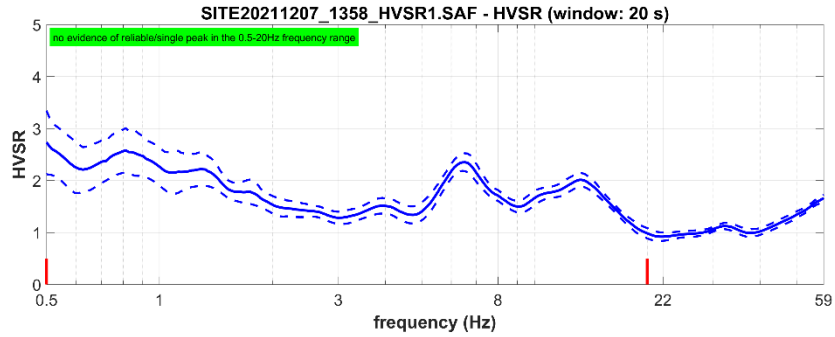
directivity in time    time    80    s



open working folder  
show location  
field notes

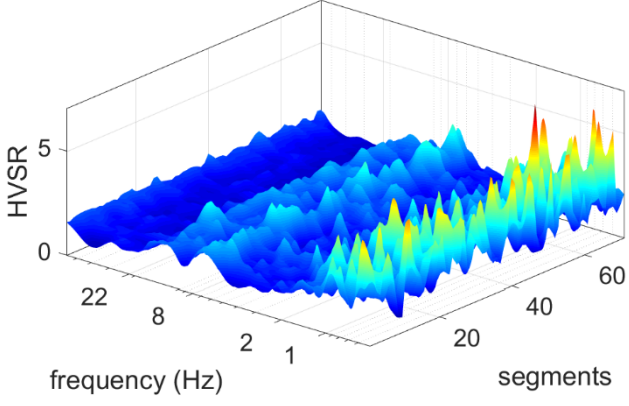
your comments

default axes

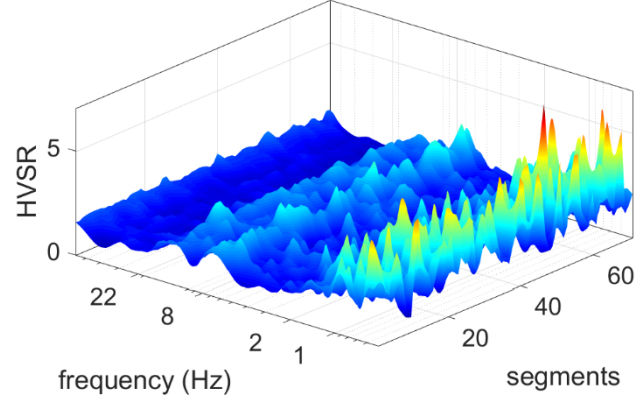


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMI/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

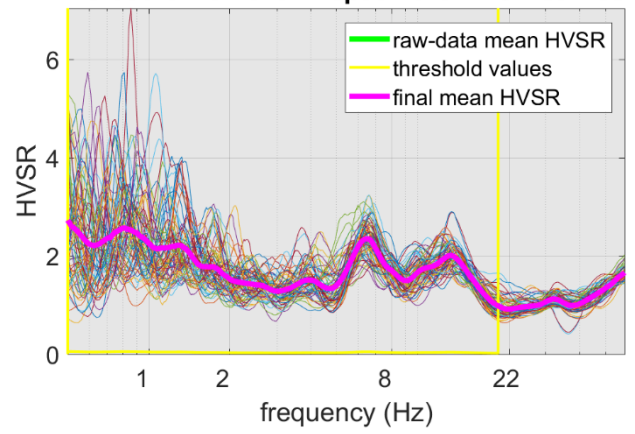
original HVSR curves [71]



kept all the HVSR curves

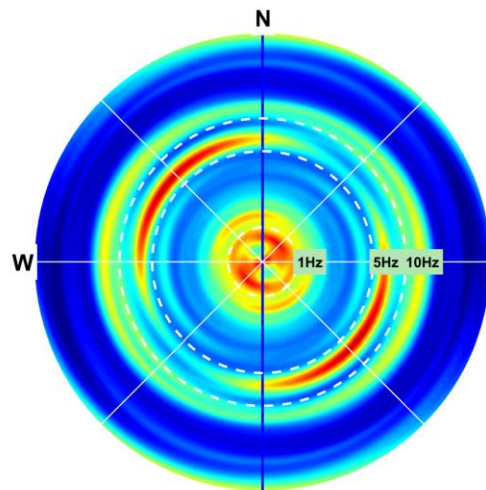
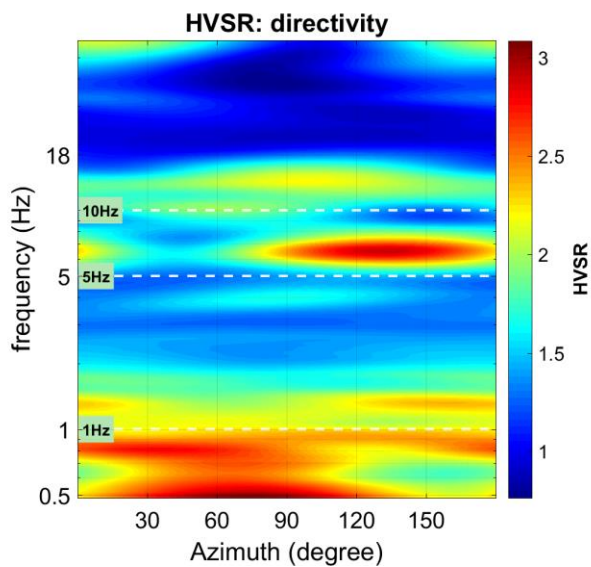
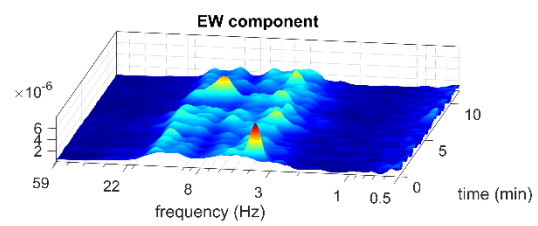
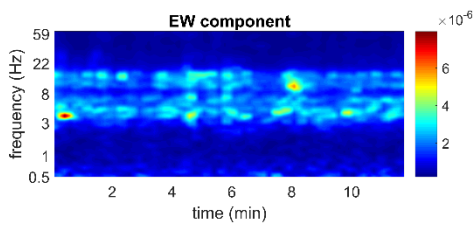
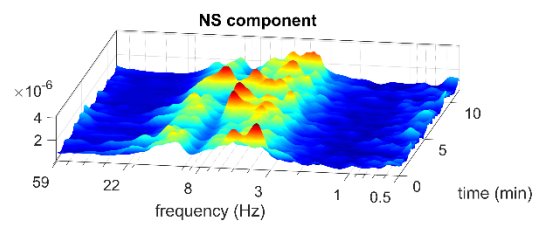
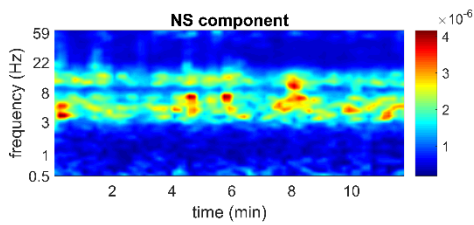
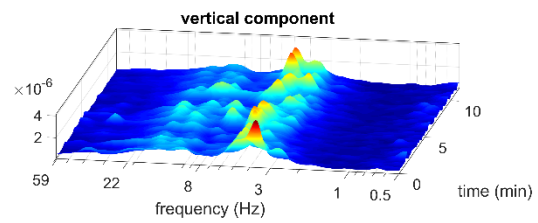
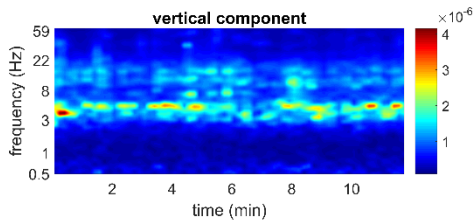
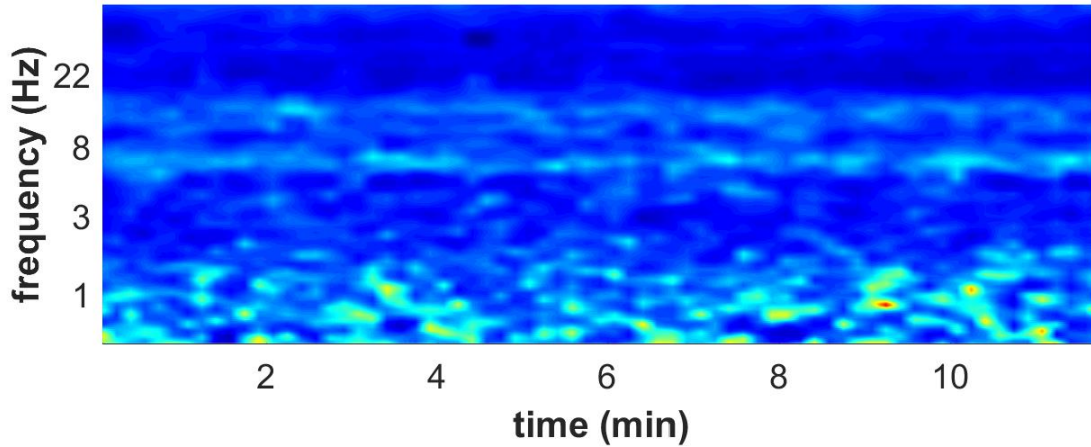


No outlier removal: kept all the HVSR curves



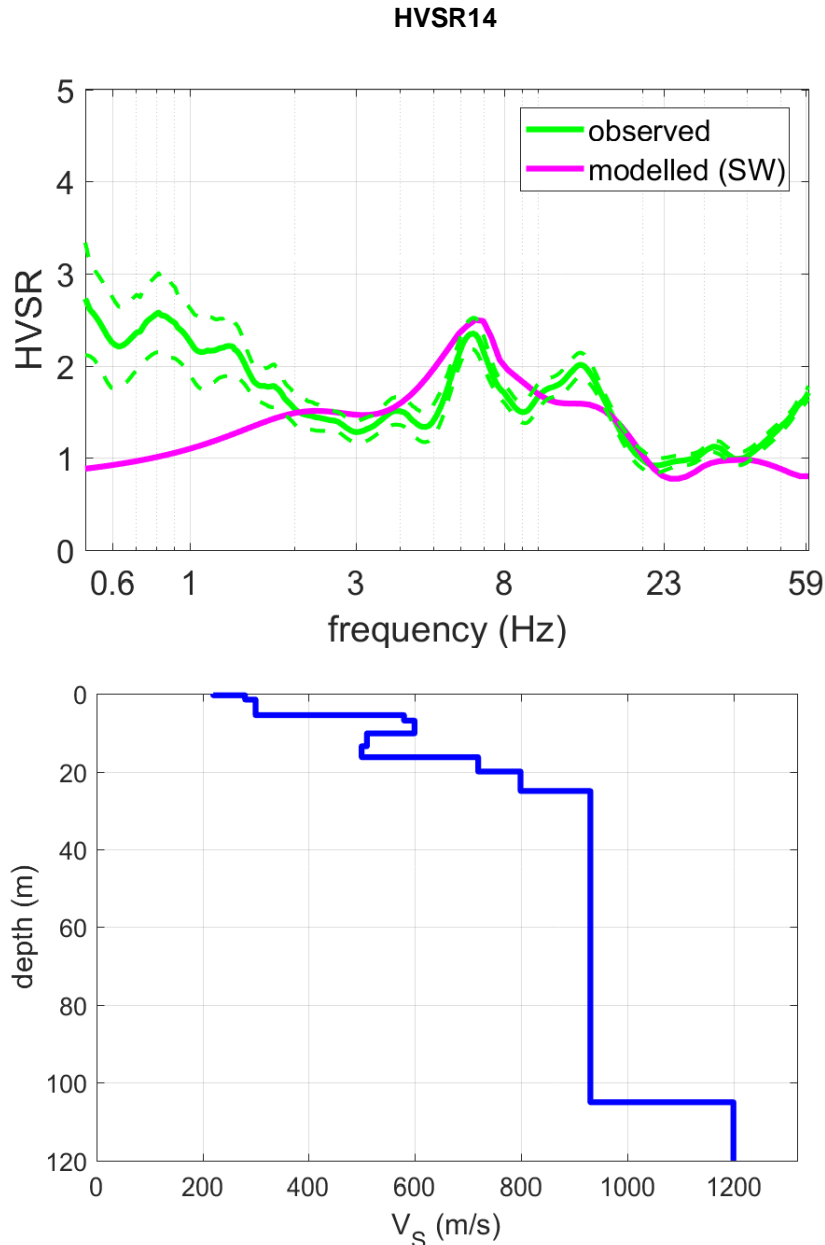
## Indagine HVSR14

### HVSR vs Time (2D view)





## Indagine HVSR14



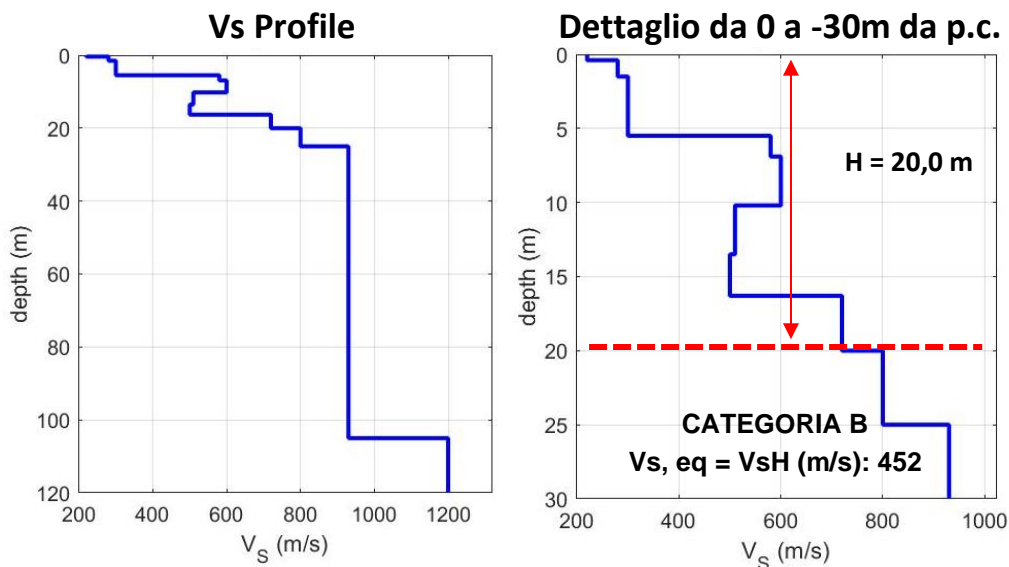
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
<b>HVSR14</b>	<b>3 su 3</b>	<b>3 su 6</b>	<b>F0 F1 F2</b>	<b>0,5 +/- 1,9 ~6-7 ~</b>	<b>2,7 +/- 0,5 ~2,3 ~</b>	<b>B1</b>

## Indagine HVSR14

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	220
2	0,4	1,1	280
3	1,5	4,0	300
4	5,5	1,4	580
5	6,9	3,3	600
6	10,2	3,3	510
7	13,5	2,8	500
8	16,3	3,7	720
9	20,0	5,0	800
10	25,0	80,0	930
11	105,0	Inf.	1200



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine HVSR15

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. N. 42 - Stazione  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 07 12 2021  
ORA: 14.27

COORDINATE  
LAT: 44°34'54.45"N  
LONG: 9°56'22.05"E

WGS84



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.**

Dott. Geol. Gabriele Oppo, Vicolo San Clemente N°1, 43043 Borgo Val di Taro (PR).  
Tel. 0525/97798; cell. 320 -2180522  
E-mail: gabrieleoppo.geo@libero.it

## Indagine HVSR15

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune:</b> Valmozzola (PR)	<b>Indirizzo:</b> S.P. N. 42 - Stazione		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data:</b> 07/12/2021	<b>Ora:</b> 14.27	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR15	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>		<input checked="" type="checkbox"/>			
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSUR15

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211207\_1427\_HVSUR15.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSUR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 12.3

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.6 (±0.9)

Peak HVSUR value: 2.5 (±0.6)

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

- #1. [ $f_0 > 10/Lw$ ]:  $0.563 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $686 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $2.5 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $0.927 > 0.084$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $19.617 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR15

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

show current data    reset

step#1 (optional) - decimate

12812    new frequency    resample

step#2 - HV computation

remove events    both Red & Tr    clean axes

20 window length (s)    5 tapering (%)    Min. freq.: 0.5 Hz

6 amplitude threshold    6000 HVSR threshold    test removal

15% spectral smoothing (triangular window)    6 detrending order    no equalization

full output     particle motion, all HVSRs, time lapse videos

close windows     save videos    quadratic mean    compute

continuity    show 3D motion

directivity analysis

requirements to highlight: 1:2 5:0 10:0 1 Hz    compute

save-option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.5 to 60 Hz    save HV curve (as it is)

picking HV or amplitude spectra

HVSR    pick data    save picked HV    compute

quick analysis (F=Vs/4H)

200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)

20 depth of the bedrock (m)    1000 Vs of the bedrock

clear    compute

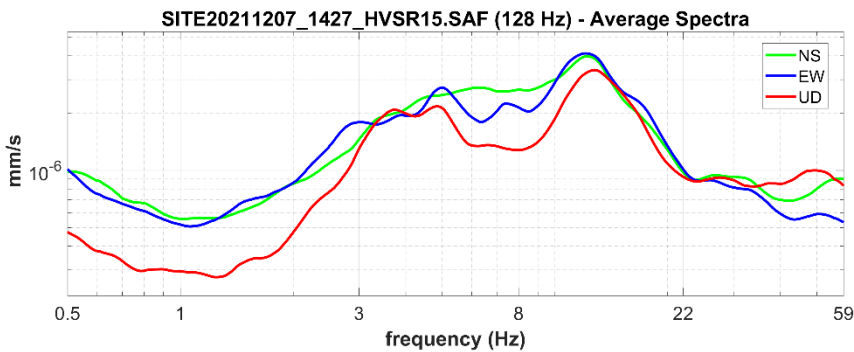
highlight a frequency

draw/highlight 10 Hz    upload HVSR curve

directivity over time

directivity in time time 90 s

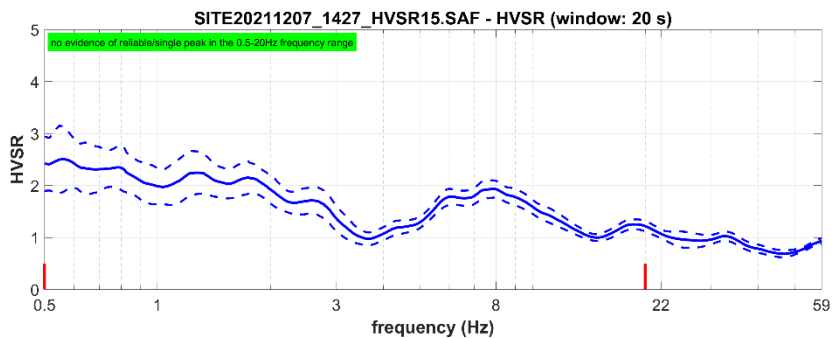
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)



open working folder  
show location  
field notes

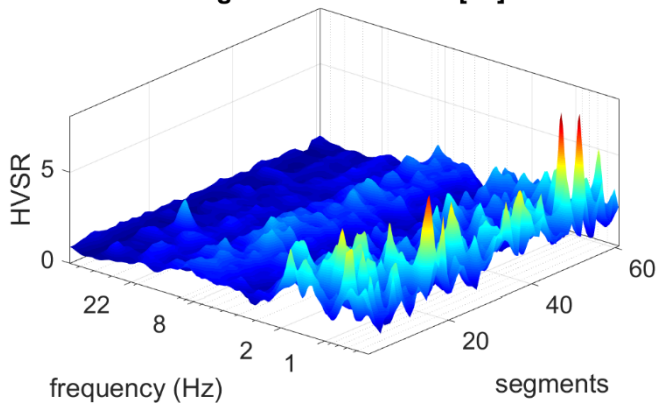
your comments

default axes

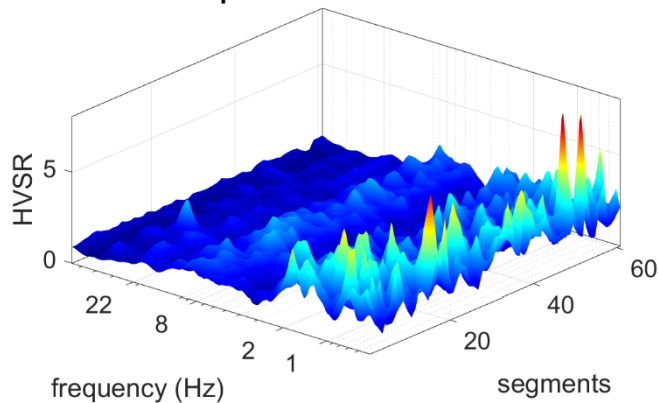


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

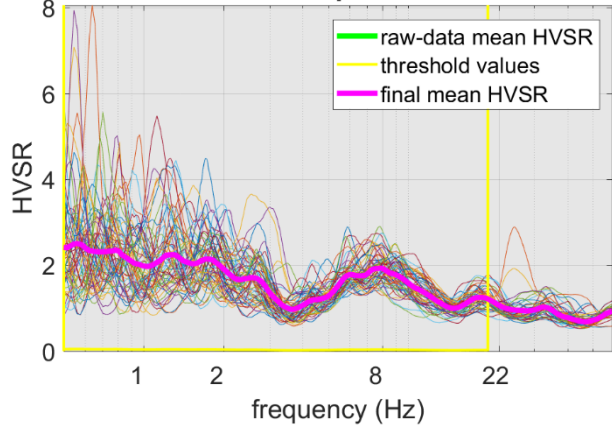
original HVSR curves [61]



kept all the HVSR curves



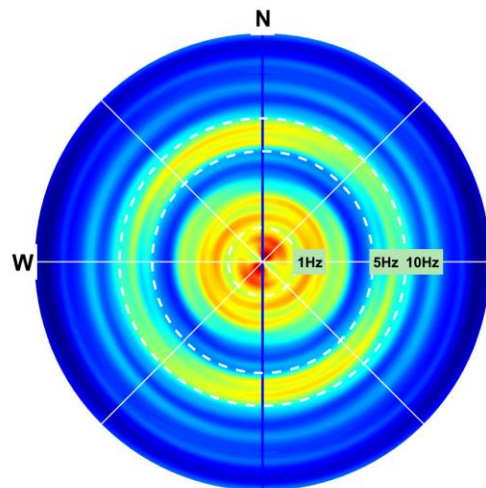
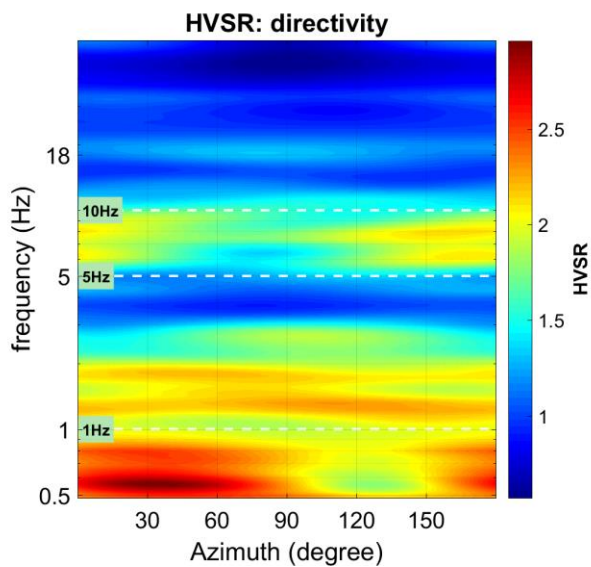
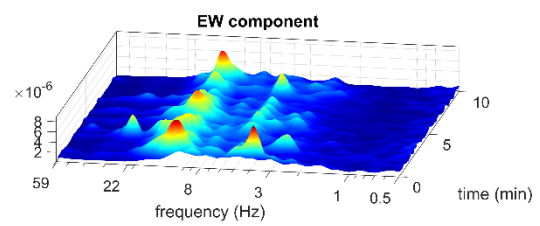
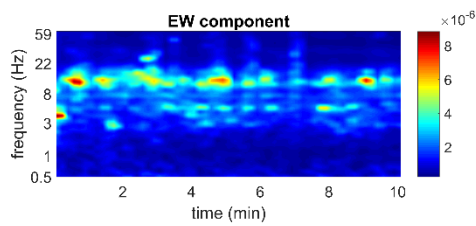
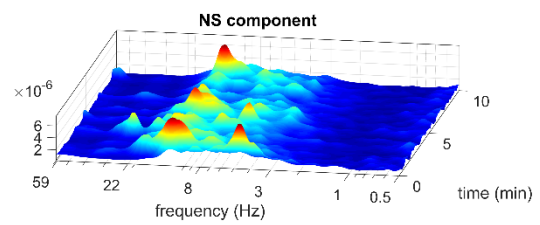
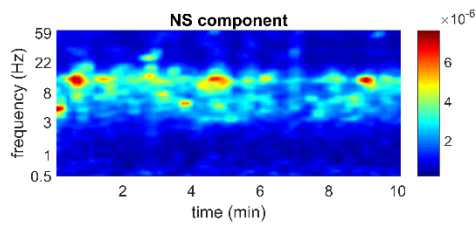
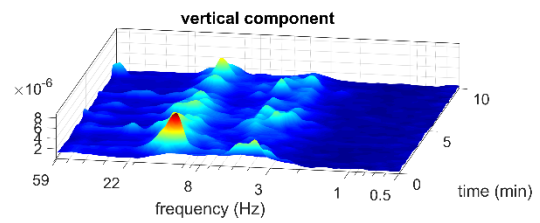
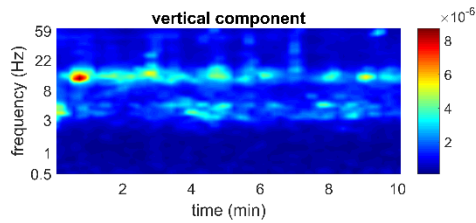
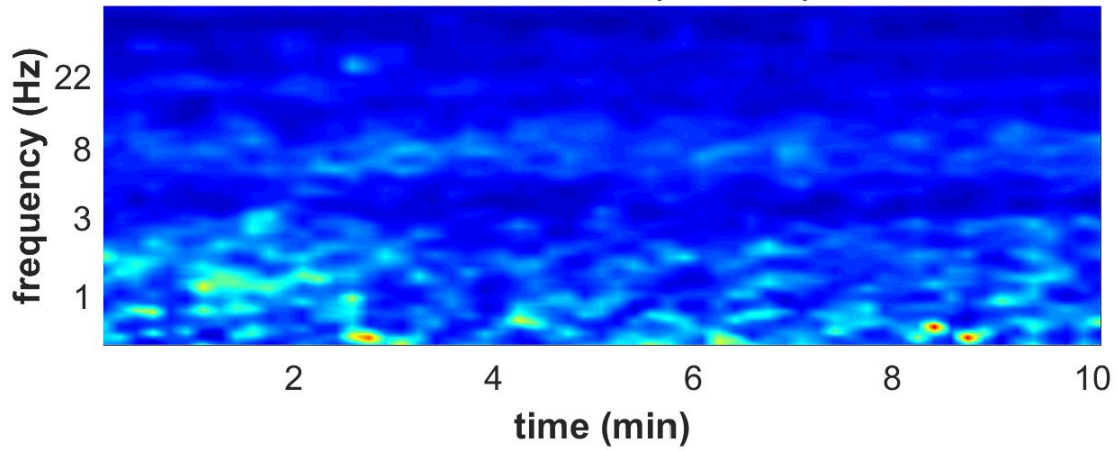
No outlier removal: kept all the HVSR curves



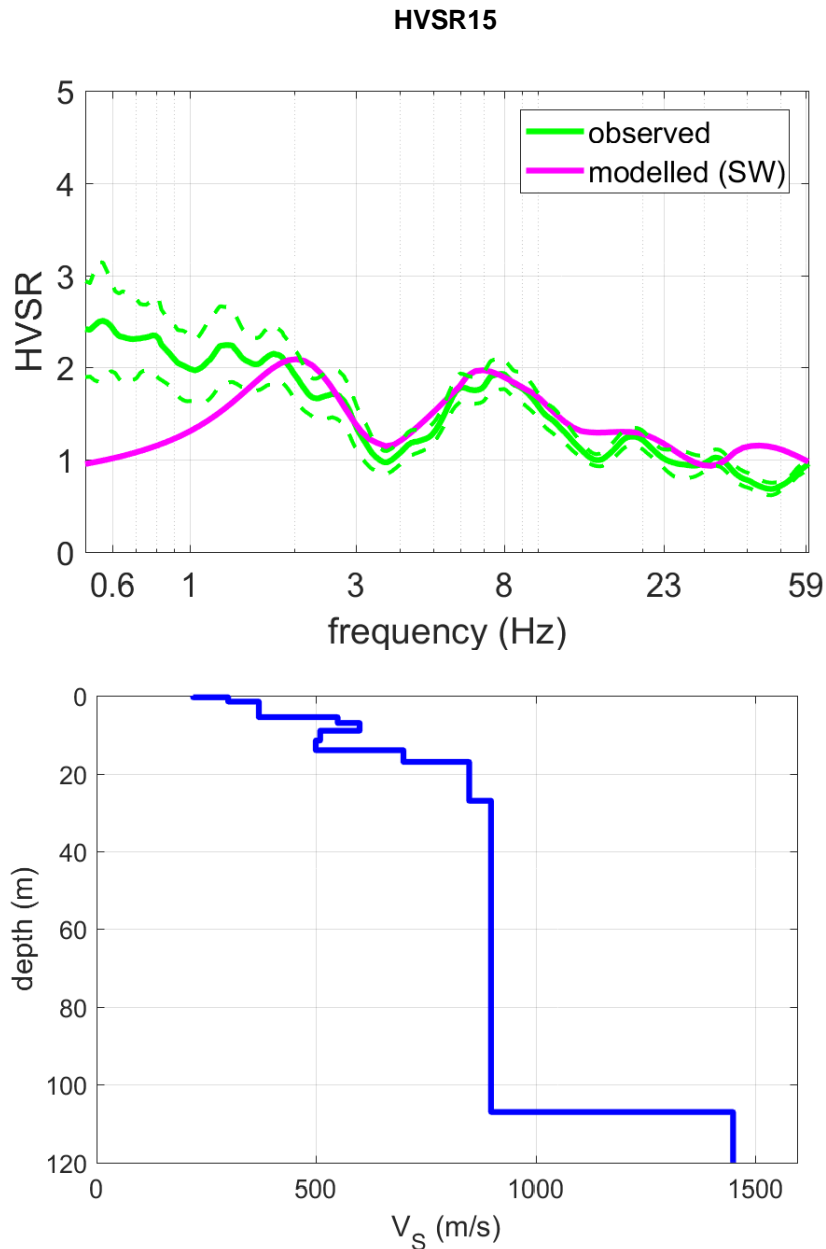
[www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

## Indagine HVSR15

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR15



**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

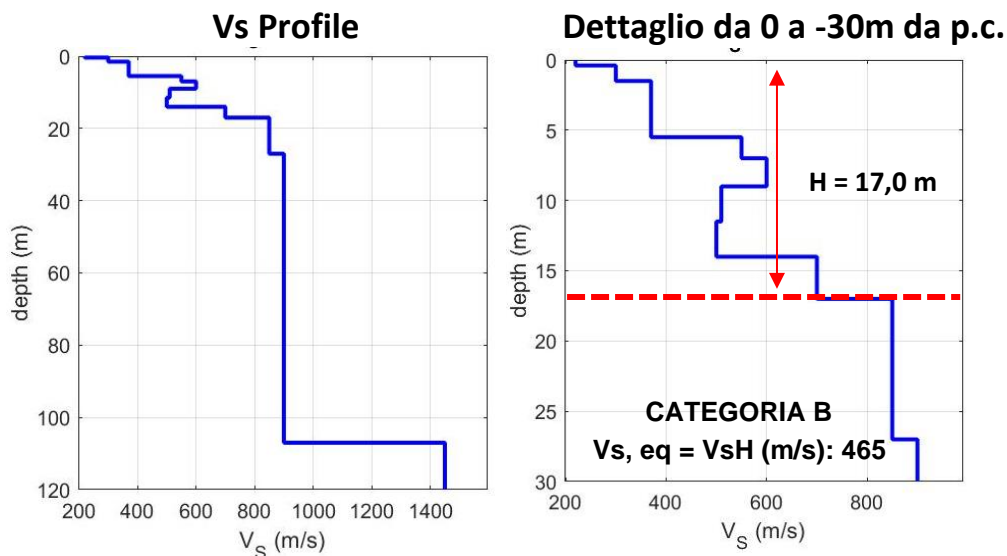
<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
<b>HVSR15</b>	<b>3 su 3</b>	<b>2 su 6</b>	<b>F0 F1 F2</b>	<b>0,6 +/- 0,9 ~8 ~</b>	<b>2,5 +/- 0,6 ~2,0 ~</b>	<b>B1</b>



## Indagine HVSUR15

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	220
2	0,4	1,1	300
3	1,5	4,0	370
4	5,5	1,5	550
5	7,0	2,0	600
6	9,0	2,5	510
7	11,5	2,5	500
8	14,0	3,0	700
9	17,0	10,0	850
10	27,0	80,0	900
11	107,0	Inf.	1450



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	465	17	B
-0,5m	480	16,5	B
-1,0m	489	16	B
-1,5m	499	15,5	B
-2,0m	505	15	B
-2,5m	511	14,5	B

## Indagine HVSR16

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Campo S. , Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 07 12 2021  
ORA: 12.50

COORDINATE

WGS84

LAT: 44°35'22.09"N  
LONG: 9°51'57.54"E



### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

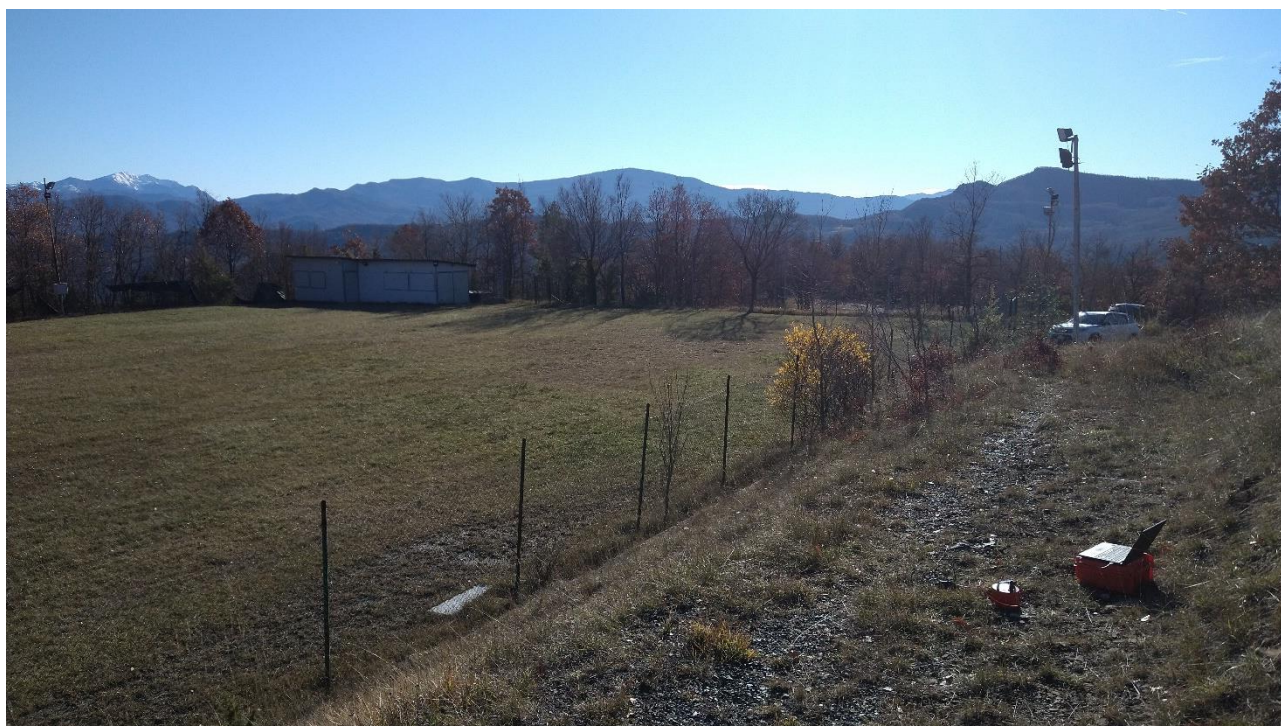


Figura A. 1 - Acquisizione HVSR realizzata in corrispondenza dell'area di studio.

## Indagine HVSR16

<b>CLASSE DI QUALITÀ DELLA MISURA</b>	<b>A</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>C</b>
<b>Descrizione delle Classi</b>	CLASSE A: Prova affidabile ed interpretabile	CLASSE B1: Prova da interpretare che presenta almeno un picco chiaro	CLASSE B2: Prova da interpretare che non presenta picchi chiari nell'intervallo di frequenze considerato	CLASSE C: Prova scadente difficile da interpretare

### SESAME HVSR MEASUREMENT FIELD SHEET

<b>Comune: Valmozzola (PR)</b>	<b>Indirizzo: Campo S., Pieve di Gusaliggio</b>		
<b>Attività da svolgere:</b> Indagine HVSR	<b>Data: 07/12/2021</b>	<b>Ora: 12.50</b>	
<b>DATI TECNICI</b>			
<b>Operatore:</b> Geol. Gabriele Oppo	<b>Indagine n°</b> HVSR16	<b>Codice file</b> /	
<b>Strumento:</b> Geofono triassiale da 2 Hz "GEMINI 2" <i>PASI Instruments</i>	<b>Freq. Campionamento:</b> 200 Hz	<b>Durata (min):</b> 20 min	

### CONDIZIONI ATMOSFERICHE

<b>Vento</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderato	<input type="checkbox"/> forte
<b>Pioggia</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> moderata	<input type="checkbox"/> forte

### TERRENO DI PROVA

<b>Suolo</b>	<input type="checkbox"/> argilloso limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> sabbia e ghiaia	<input type="checkbox"/> roccia
<b>Pavimentazione artificiale</b>	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/cls	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> sabbia
<b>Accoppiamento sensore</b>	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> altro
	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento			

### STRUTTURE CIRCOSTANTI

<b>Abitazioni</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Fabbriche</b>	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Piante</b>	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
<b>Ponti.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	
<b>Strutt.sotterr.</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti		<input type="checkbox"/> Presenti	

### SORGENTI DI RUMORE

<b>Disturbo discontinuo</b>	Assente	Raro	Moderato	Forte	Molto forte	Distanza (m)
	<i>auto</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>mezzi pesanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>passanti</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
	<i>altro</i>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<b>Disturbo continuo</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Assenti			<input type="checkbox"/> Presenti		

## Indagine HVSUR16

### Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio from passive seismics

Dataset: SITE20211207\_1250\_HVSUR1.SAF

Sampling frequency (Hz): 128

Window length (sec): 20

HVSUR computation: quadratic mean

Minimum frequency soundly determined [10 cycles]: 0.5Hz

Length of analysed dataset (min): 16.3

Tapering (%): 5

Smoothing (%): 15

##### SESAME criteria #####

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 0.5 (±1.4)

Peak HVSUR value: 3.3 (±0.7)

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

- #1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]:  $0.500 > 0.5$  (OK)
- #2. [ $n_c > 200$ ]:  $910 > 200$  (OK)
- #3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

- #1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $A_{H/V}(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)
- #2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $A_{H/V}(f_+) < A_0/2$ ]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [ $A_0 > 2$ ]:  $3.3 > 2$  (OK)
- #4. [ $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)
- #5. [ $\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$ ]:  $1.368 > 0.075$  (NO)
- #6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]:  $3.031 < 2$  (NO)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities.

Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change

# Indagine HVSR16

winMASW - Surface Waves & Beyond [www.winmasw.com](http://www.winmasw.com)

show current data

step#1 (optional) - decimate  
 128 Hz

step#2 - HV computation  
 remove events    
 20 window length (s)   
 5 tapering (%) Min. freq.: 0.5 Hz  
 8 amplitude threshold  
 6000 HVSR threshold  
 15% spectral smoothing (triangular window)  
 6 detrending order   
 full output  
 particle motion, all HVSRs, time lapse videos  
 close windows  
 save videos

directivity analysis  
 \*requires to highlight  
 1.2 5.0 10.0 Hz

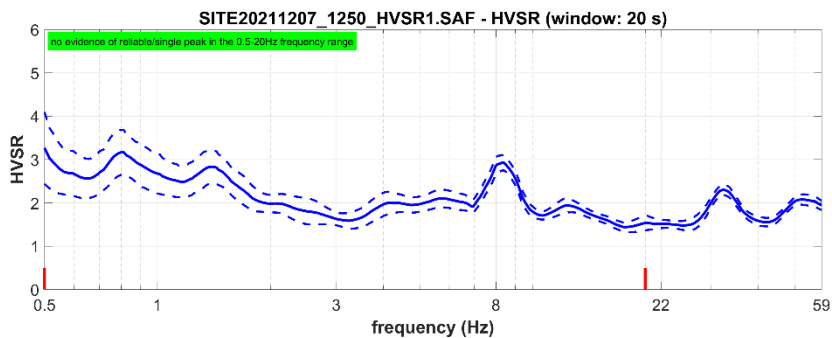
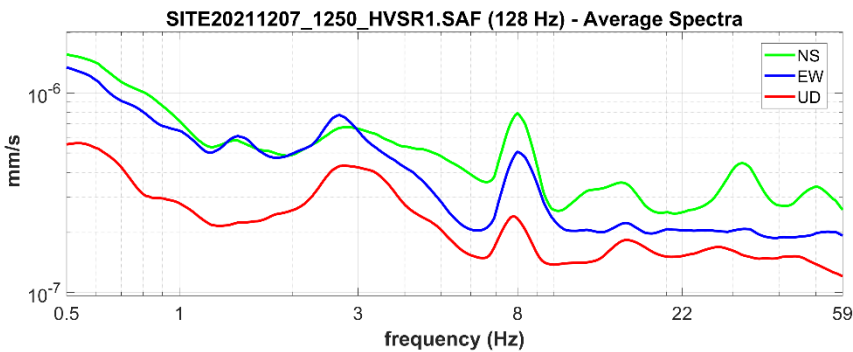
save-option#1: save HVSR as it is  
 save HV from 0.5 to 60 Hz

picking HV or amplitude spectra  
 HVSR

quick analysis (F=Vs/4H)  
 200 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)  
 20 depth of the bedrock (m)  
 1000 Vs of the bedrock

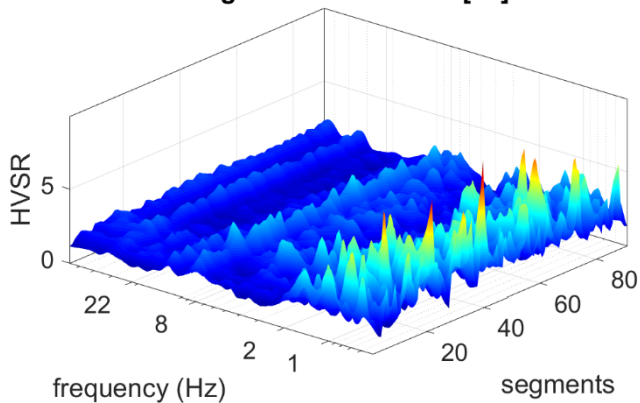
highlight a frequency  
 10 Hz

directivity over time  
 directivity in time time 80 s

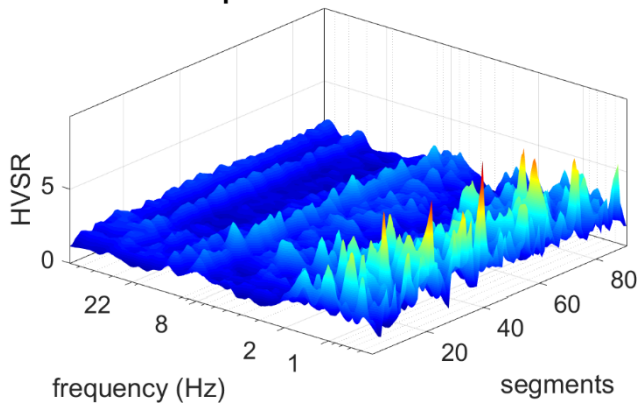


To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), go to the "Velocity Spectrum's, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

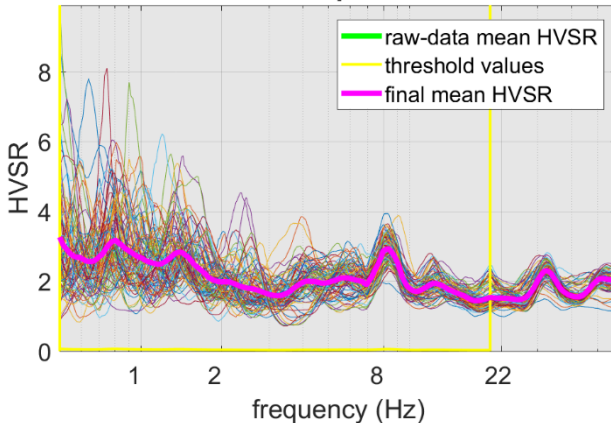
original HVSR curves [91]



kept all the HVSR curves

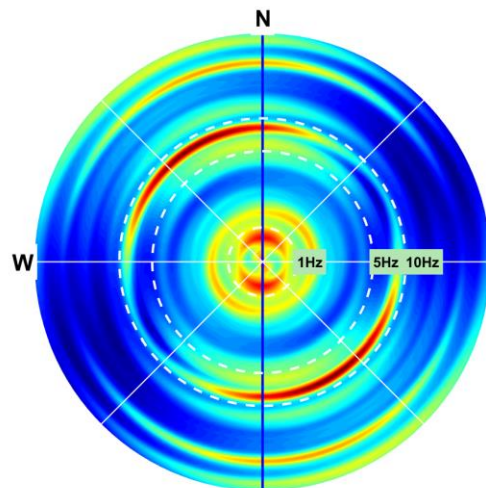
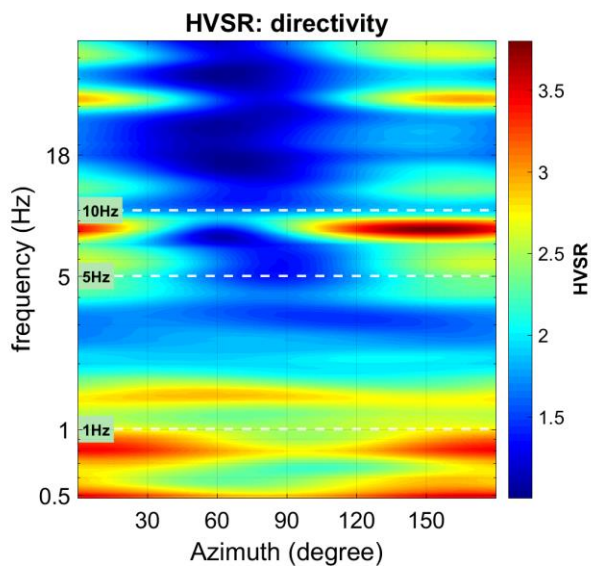
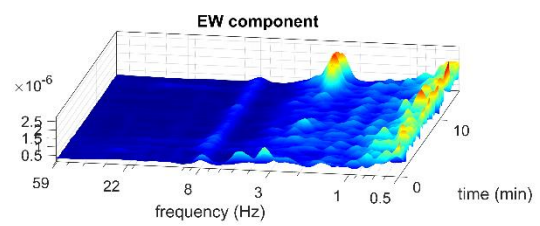
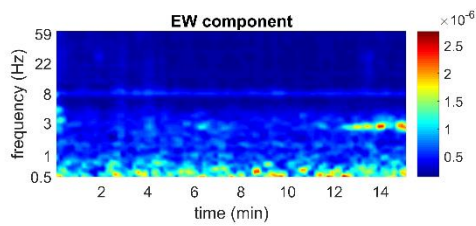
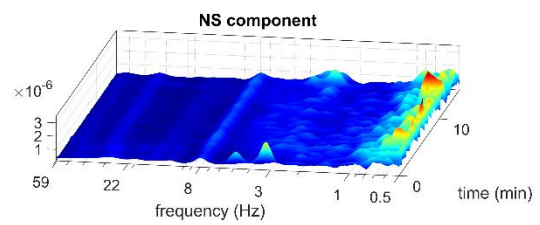
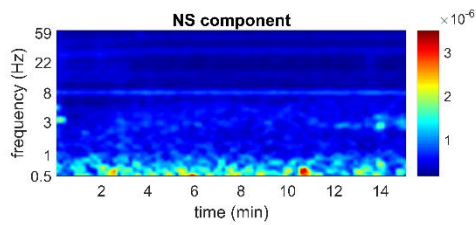
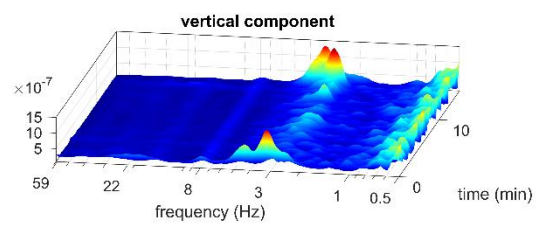
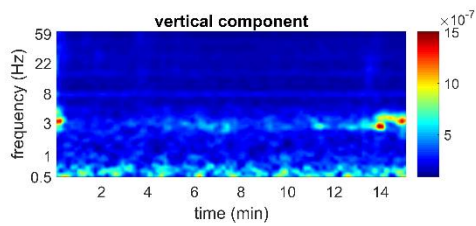
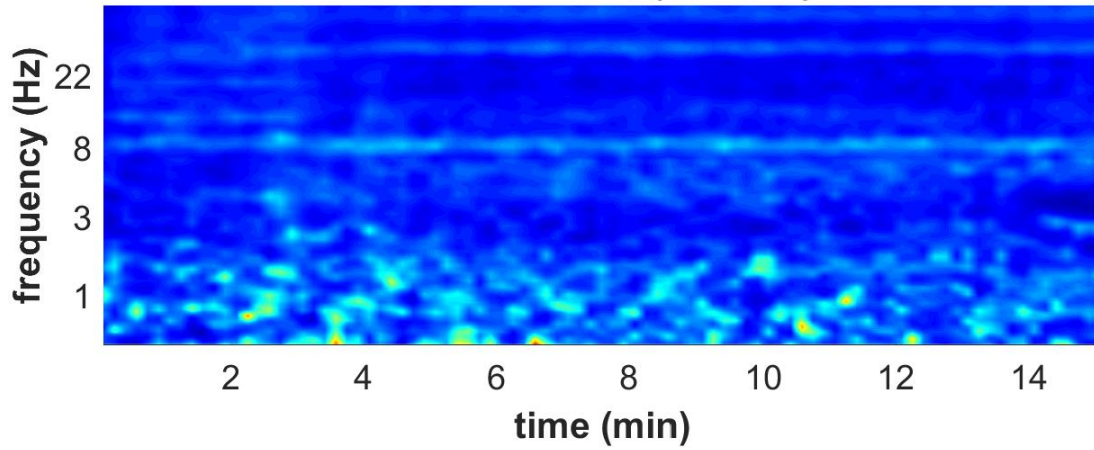


No outlier removal: kept all the HVSR curves

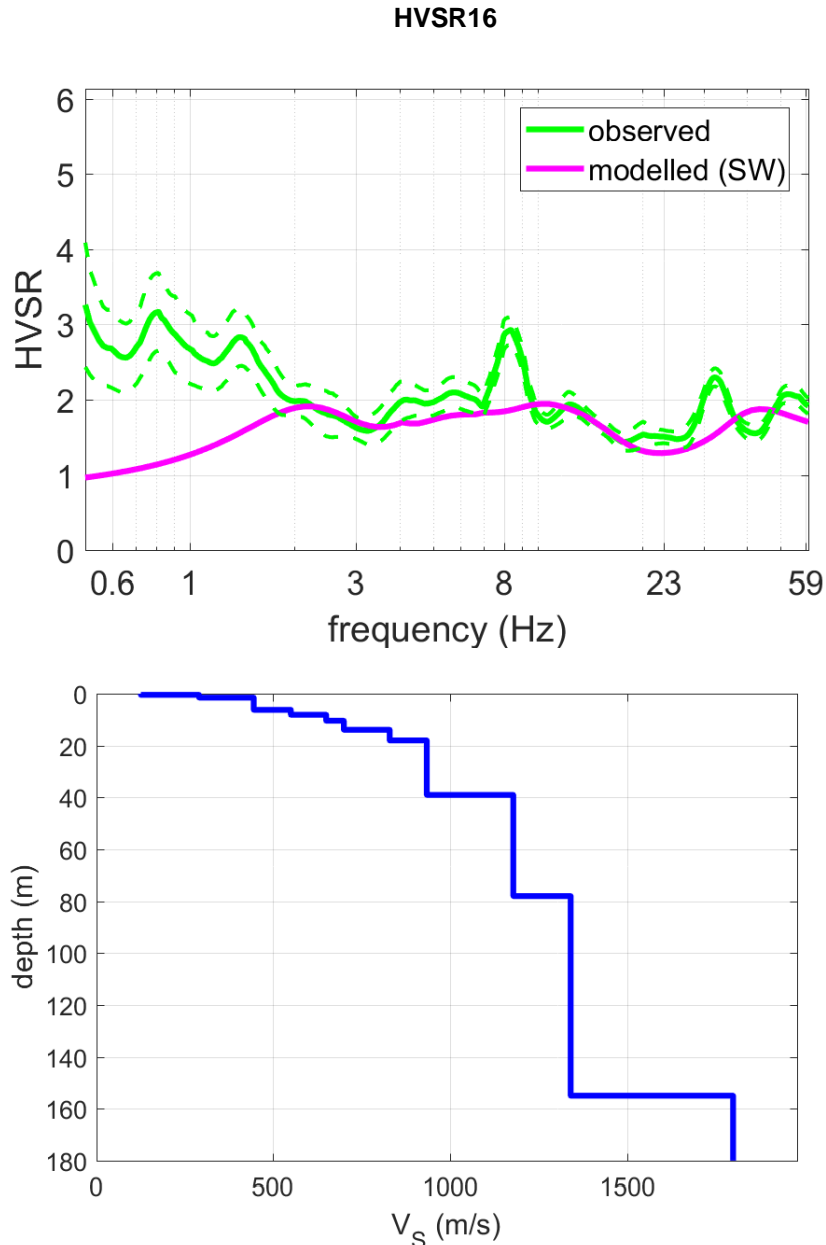


## Indagine HVSR16

### HVSR vs Time (2D view)



## Indagine HVSR16



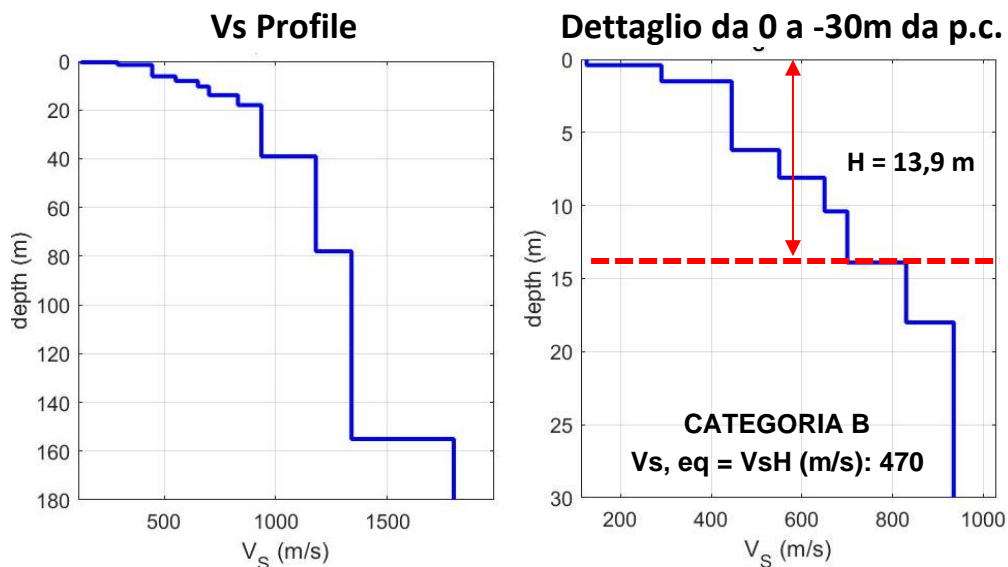
**Tabella C - Picchi delle frequenze di risonanza determinate dalle prove HVSR negli intervalli di frequenze di interesse ingegneristico.**

<b>PICCHI DELLA FREQUENZA IN SITO (da 0, 5 a 20 Hz) DA PROVE HVSR</b>						
<b>N°PROVA</b>	<b>CRITERI SESAME Reliable H/V Curve</b>	<b>CRITERI SESAME Clear H/V Peak</b>	<b>PICCHI PRINCIPALE: F0 SECONDARIO: F1</b>	<b>FREQUENZA [Hz]</b>	<b>VALORE DEL RAPPORTO H/V</b>	<b>QUALITÀ MISURA</b>
HVSR16	3 su 3	2 su 6	F0 F1 F2	0,5 +/- 1,4 ~ ~	3,3 +/- 0,7 ~ ~	B2

## Indagine HVSR16

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,4	125
2	0,4	1,1	290
3	1,5	4,7	445
4	6,2	1,9	550
5	8,1	2,3	650
6	10,4	3,5	700
7	13,9	4,1	830
8	18,0	21,0	935
9	39,0	39,0	1180
10	78,0	77,0	1340
11	155,0	Inf.	1800



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS, a cui è stato associato il presente dato in sismica passiva HVSR.



## Indagine MASW1

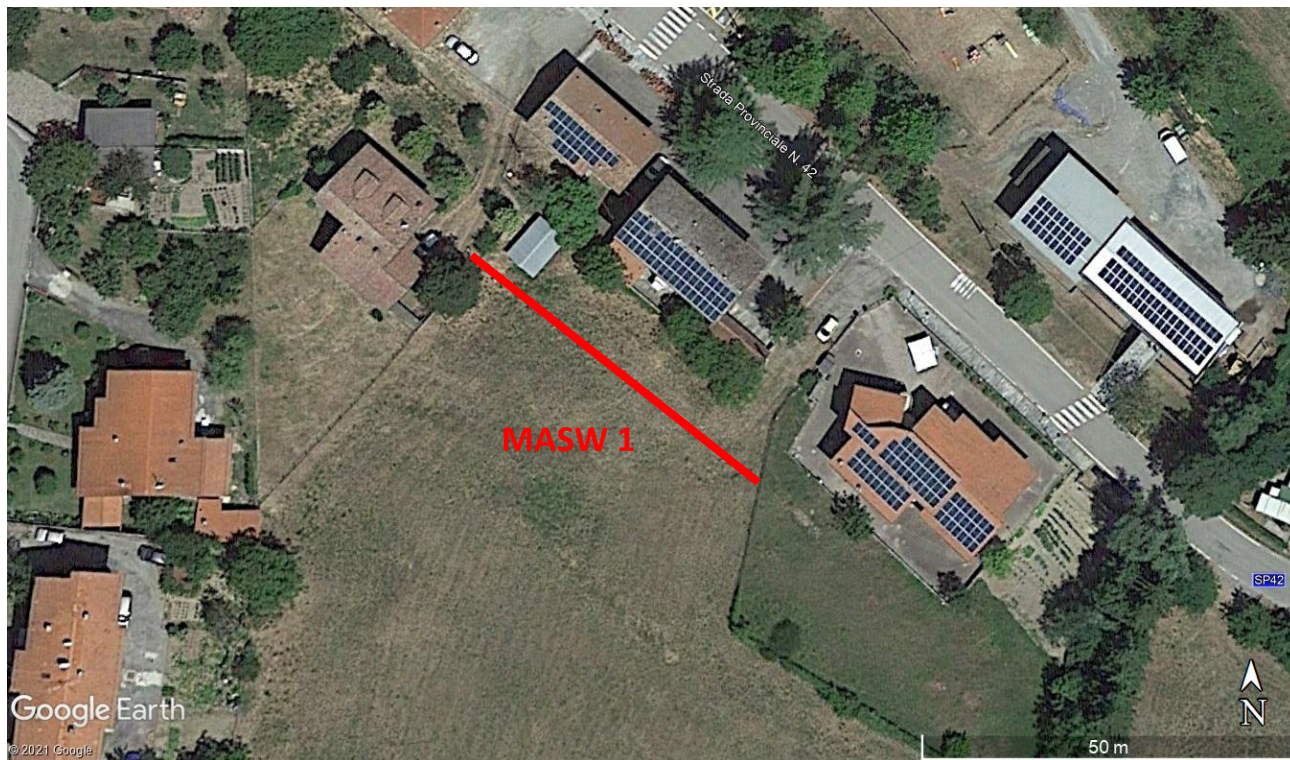
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': S.P. 42 - Municipio, Mormorola  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 29 01 2021  
ORA: 11.00

#### COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'5.55"N  
LONG: 9°53'4.31"E  
LAT: 44°34'4.63"N  
LONG: 9°53'5.93"E



#### Subsurface model

Vs (m/s): 80 135 255 270 280 510 800 900 1000 1200 1800

Thickness (m): 0.3 0.4 1.0 2.4 6.2 5.7 20.0 30.0 40.0 70.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.59 1.73 1.90 1.92 1.93 2.09 2.22 2.25 2.28 2.33 2.44

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa) (appr. val.): 10 32 124 140 151 544 1418 1820 2276 3349 7897

Poisson: 0.28 0.34 0.41 0.32 0.32 0.38 0.34 0.33 0.29 0.20 0.16

**VsH (m/s): 303**

**H: 16m**

#### CATEGORIA E

**E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-0,7 Hz**

**F1 → 5-7 Hz**

**F2 → 1-2 Hz**

## Indagine MASW1

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW1

## ACQUISIZIONE MASW

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	46 metri
<b>Offset Minimo</b>	6 metri
<b>Incremento</b>	4 metri
<b>N° tracce</b>	11
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.4 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.4 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	8 battute per punto sorgente: 4 Verticali + 4 Orizzontali

## ACQUISIZIONE HS

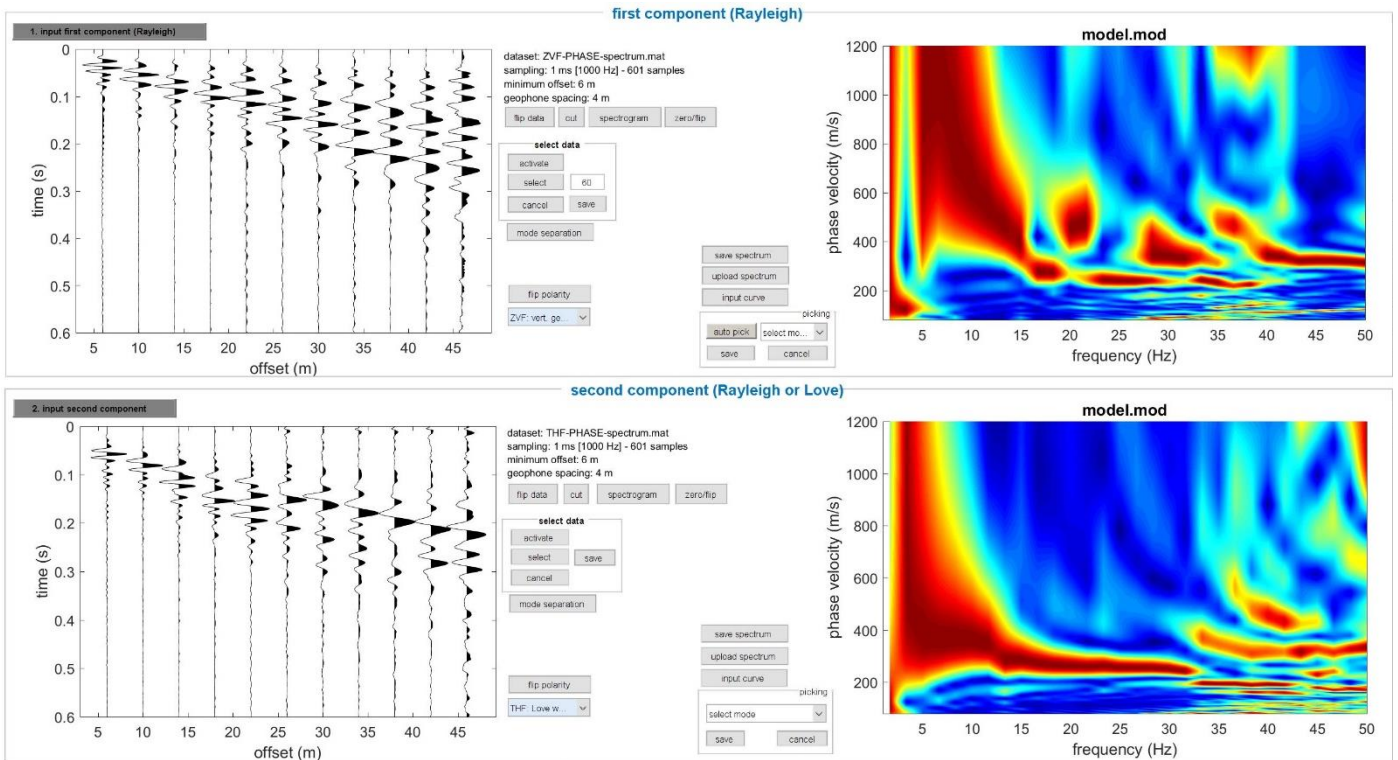
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	38 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.4 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.4 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	8 battute per punto sorgente: 4 Verticali + 4 Orizzontali

# Indagine MASW1

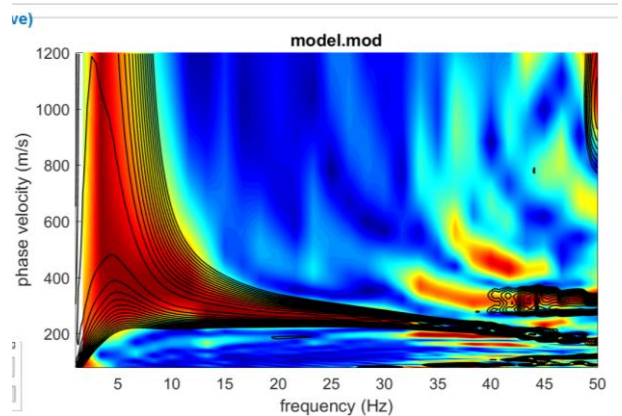
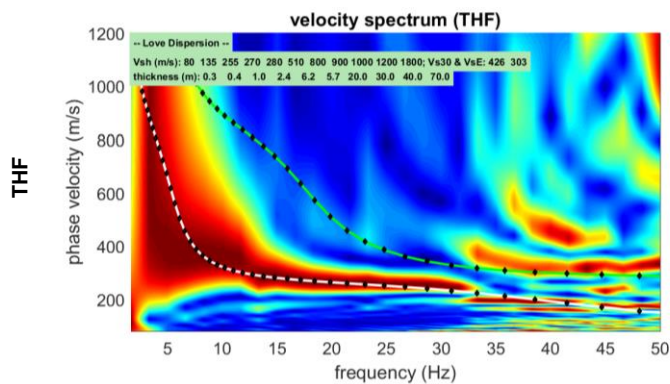
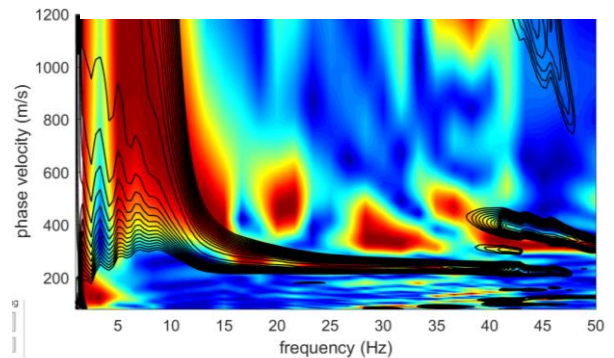
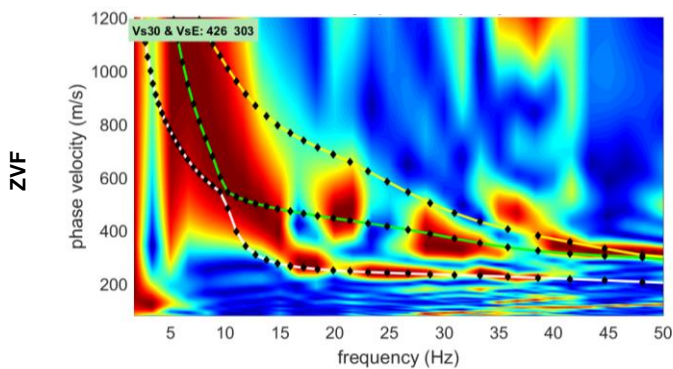
## ACQUISIZIONE MASW

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF-THF & HVSr



#### DISPERSION CURVES

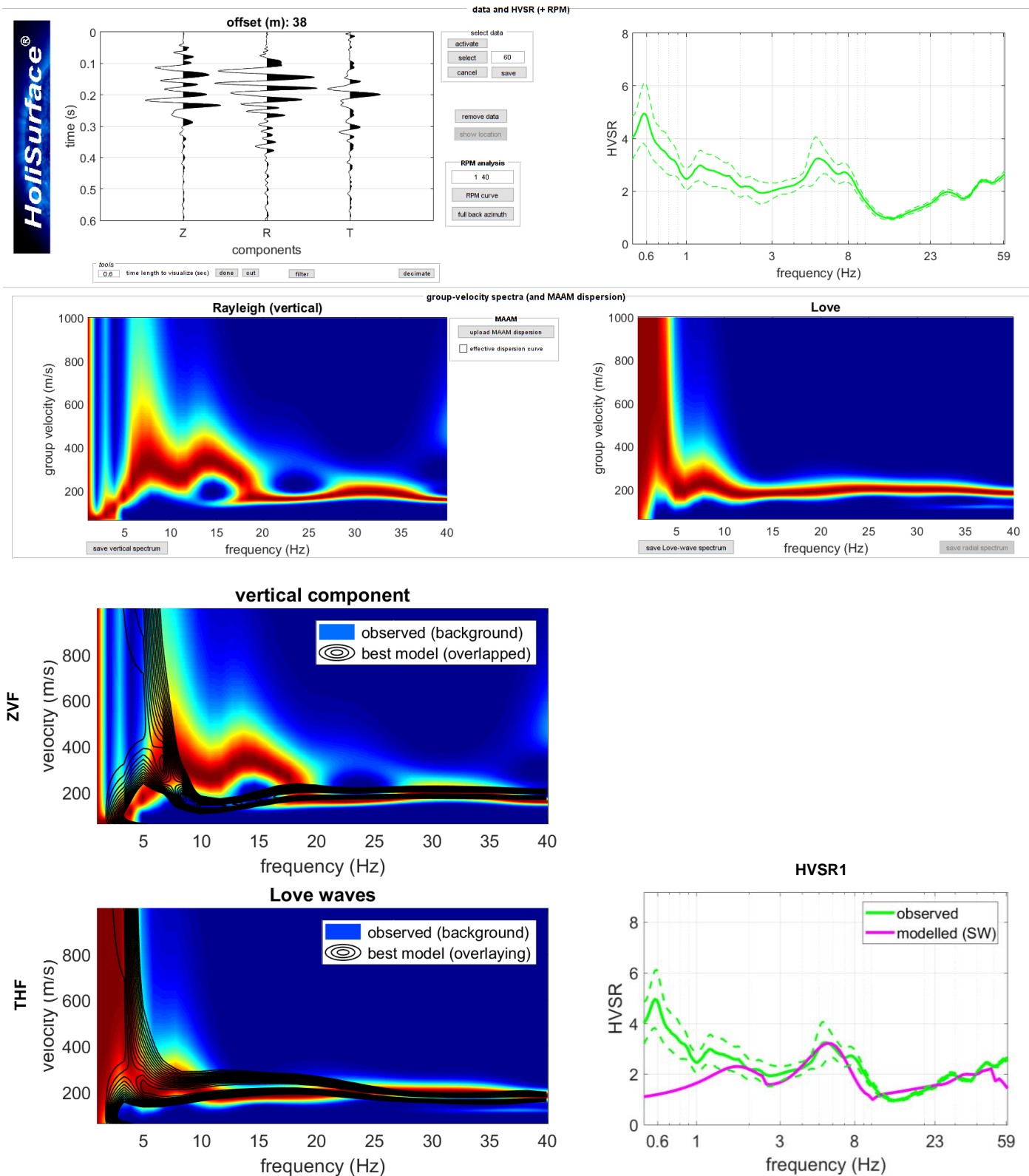
#### FULL VELOCITIES SPECTRUM



I colori in sottofondo sono relativi agli spettri di velocità dei dati di campagna, le linee colorate in primo piano rappresentano le curve di dispersione del modello elaborato mentre le curve di contour nere si riferiscono al dato sintetico analizzato in FVS.

# Indagine MASW1 ACQUISIZIONE HS

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF & HVSr

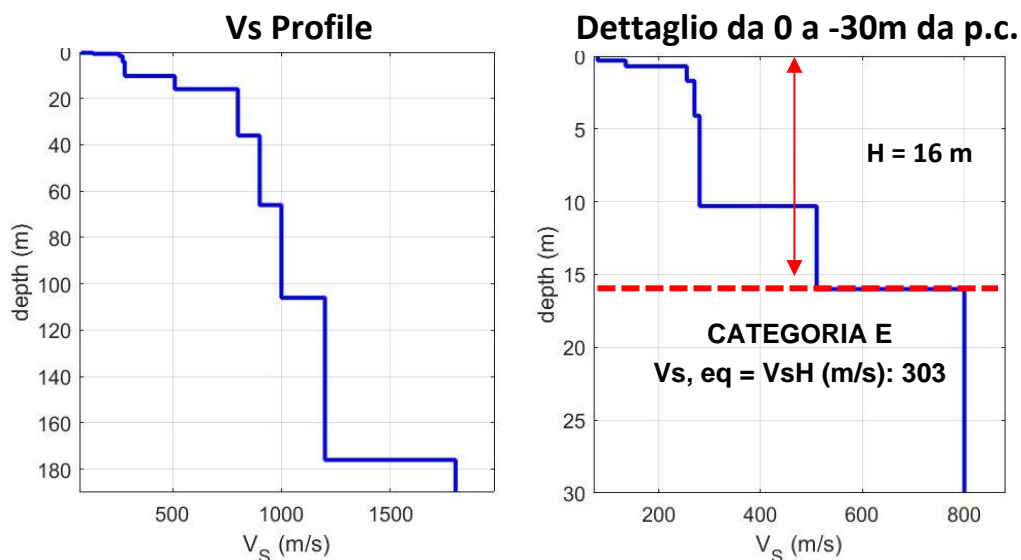


**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

## Indagine MASW1

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	80
2	0,3	0,4	135
3	0,7	1,0	255
4	1,7	2,4	270
5	4,1	6,2	280
6	10,3	5,7	510
7	16,0	20,0	800
8	36,0	30,0	900
9	66,0	40,0	1000
10	106,0	70,0	1200
11	176,0	Inf.	1800



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	303	16	E
-0,5m	326	15,5	E
-1,0m	334	15	E
-1,5m	337	14,5	E
-2,0m	341	14	E
-2,5m	344	13,5	E

## Indagine MASW2

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Cimitero, Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 14.30

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'57.83"N  
LONG: 9°52'7.79"E  
LAT: 44°34'55.89"N  
LONG: 9°52'6.96"E



#### Subsurface model

Vs (m/s): 90 190 270 350 480 540 600 690 920 1230 1600

Thickness (m): 0.7 0.4 2.8 6.0 3.8 4.8 6.4 20.0 70.0 72.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.62 1.82 1.92 1.99 2.08 2.11 2.14 2.17 2.25 2.33 2.40

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa) (approx. val.): 13 66 140 244 478 615 769 1035 1907 3529 6156

Poisson: 0.31 0.46 0.35 0.41 0.37 0.47 0.34 0.37 0.27 0.19 0.19

**Vs30 (m/s): 415**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

## Indagine MASW2

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**



## Indagine MASW2

## ACQUISIZIONE MASW

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	64 metri
<i>Offset Minimo</i>	8 metri
<i>Incremento</i>	8 metri
<i>N° tracce</i>	8
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

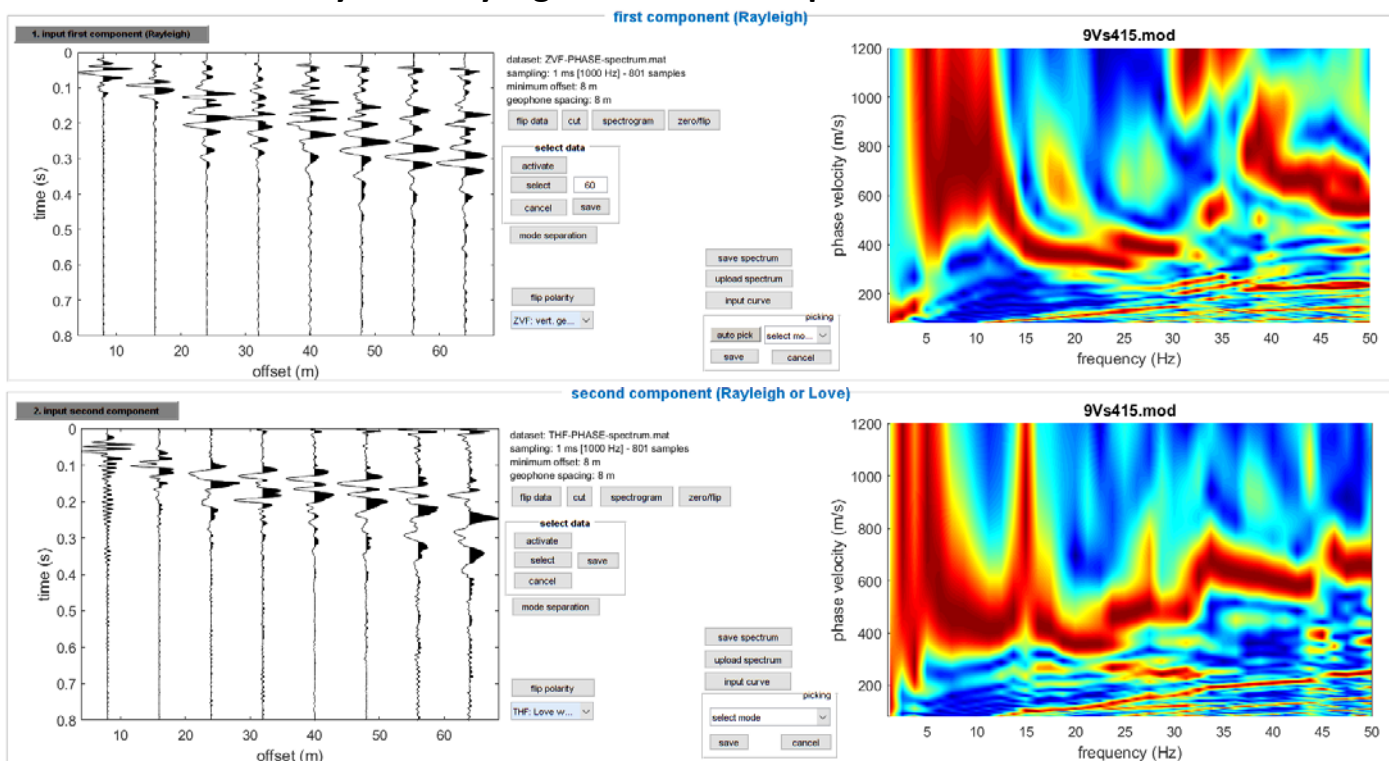
## ACQUISIZIONE HS

Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	56 metri
<i>Offset Minimo</i>	- metri
<i>Incremento</i>	- metri
<i>N° tracce</i>	1
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.5 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.5 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	10 battute per punto sorgente: 5 Verticali + 5 Orizzontali

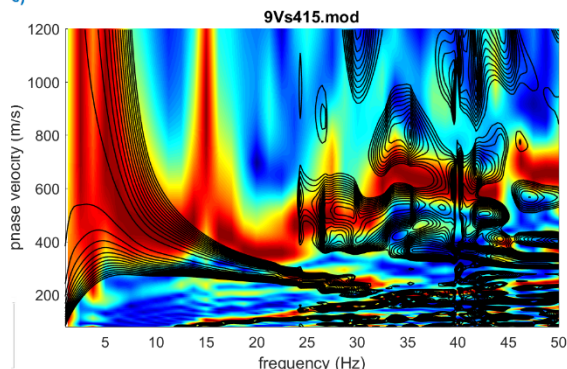
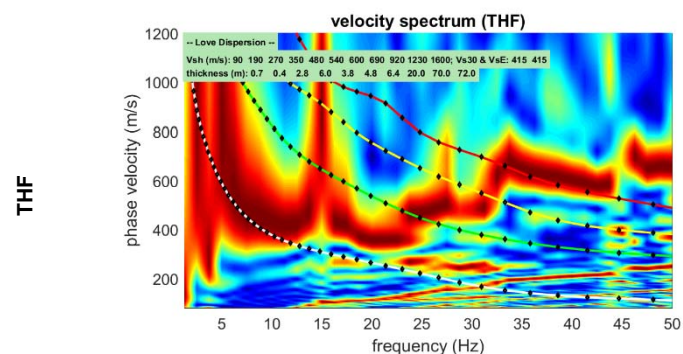
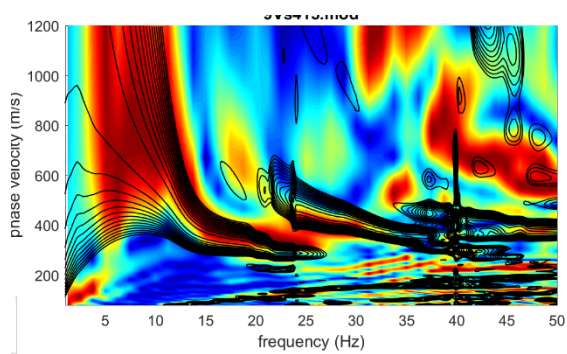
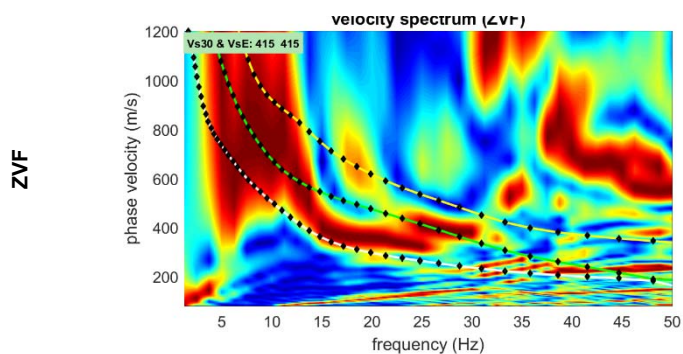
## Indagine MASW2 ACQUISIZIONE MASW

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF-THF & HVSR



#### DISPERSION CURVES

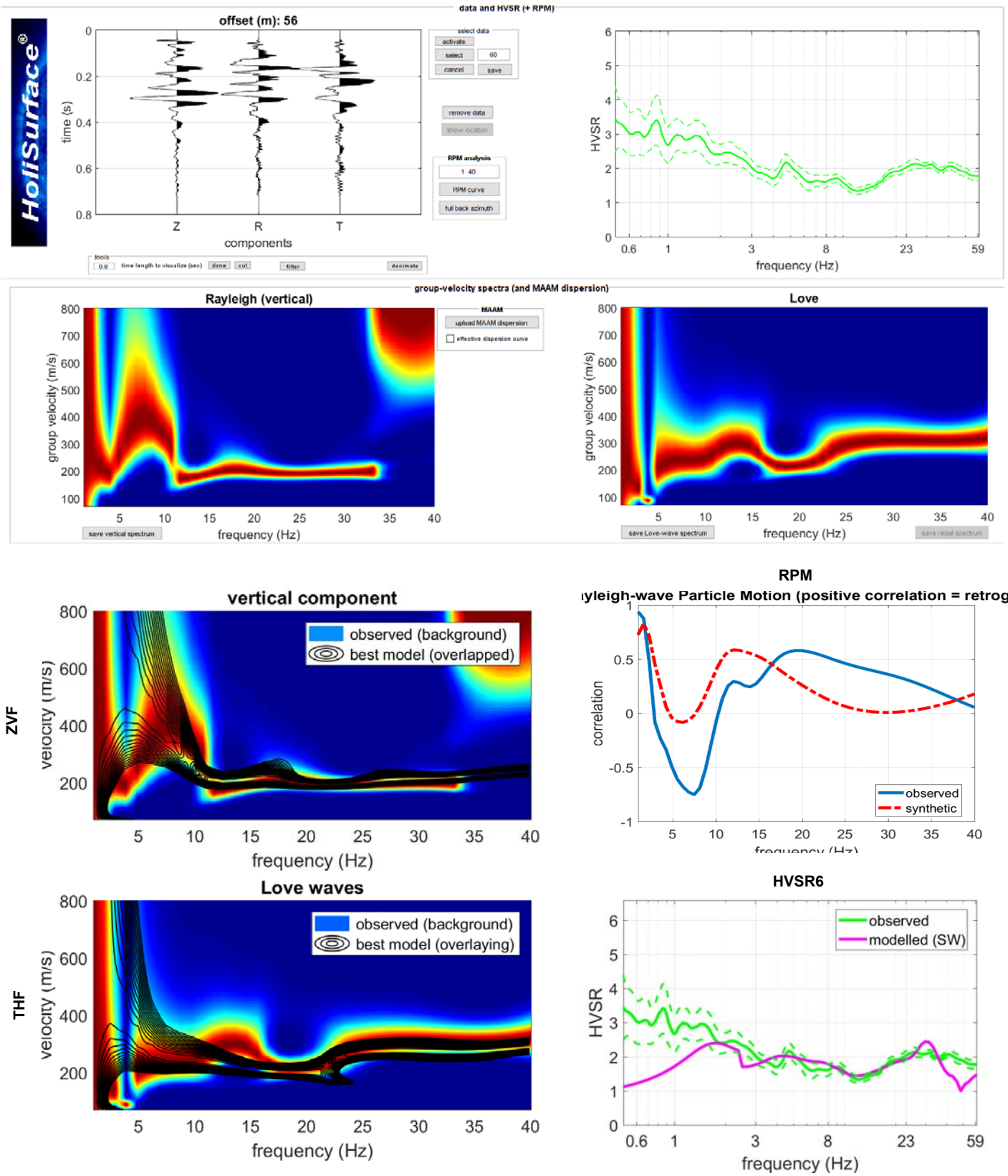
#### FULL VELOCITIES SPECTRUM



I colori in sottofondo sono relativi agli spettri di velocità dei dati di campagna, le linee colorate in primo piano rappresentano le curve di dispersione del modello elaborato mentre le curve di contour nere si riferiscono al dato sintetico analizzato in FVS.

## Indagine MASW2 ACQUISIZIONE HS

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - THF - RPM & HVSr

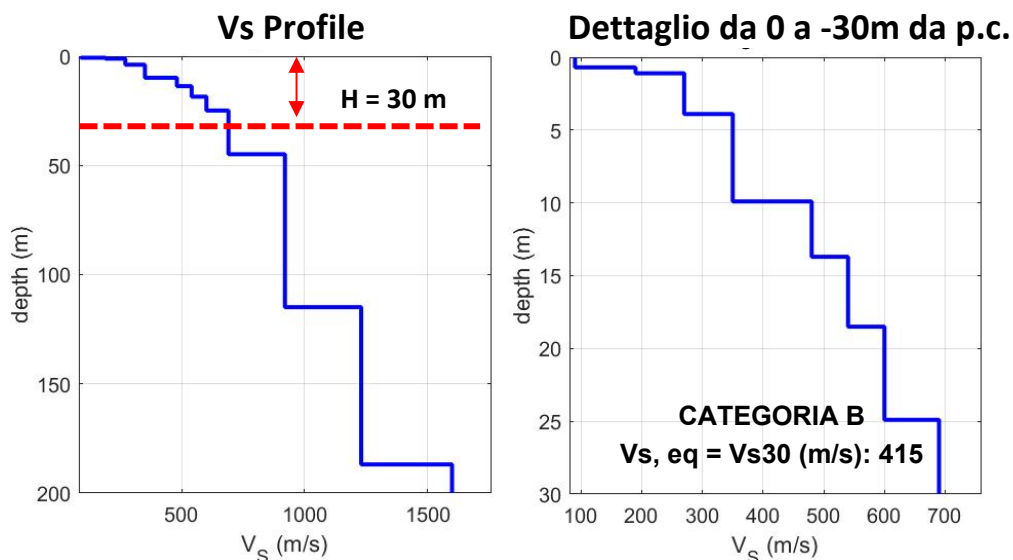


**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

## Indagine MASW2

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,7	90
2	0,7	0,4	190
3	1,1	2,8	270
4	3,9	6,0	350
5	9,9	3,8	480
6	13,7	4,8	540
7	18,5	6,4	600
8	24,9	20,1	690
9	45,0	70,0	920
10	115,0	72,0	1230
11	187,0	Inf.	1600



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	415	B
-0,5m	445	B
-1m	466	B
-1,5m	476	B
-2,0m	484	B
-2,5m	493	B

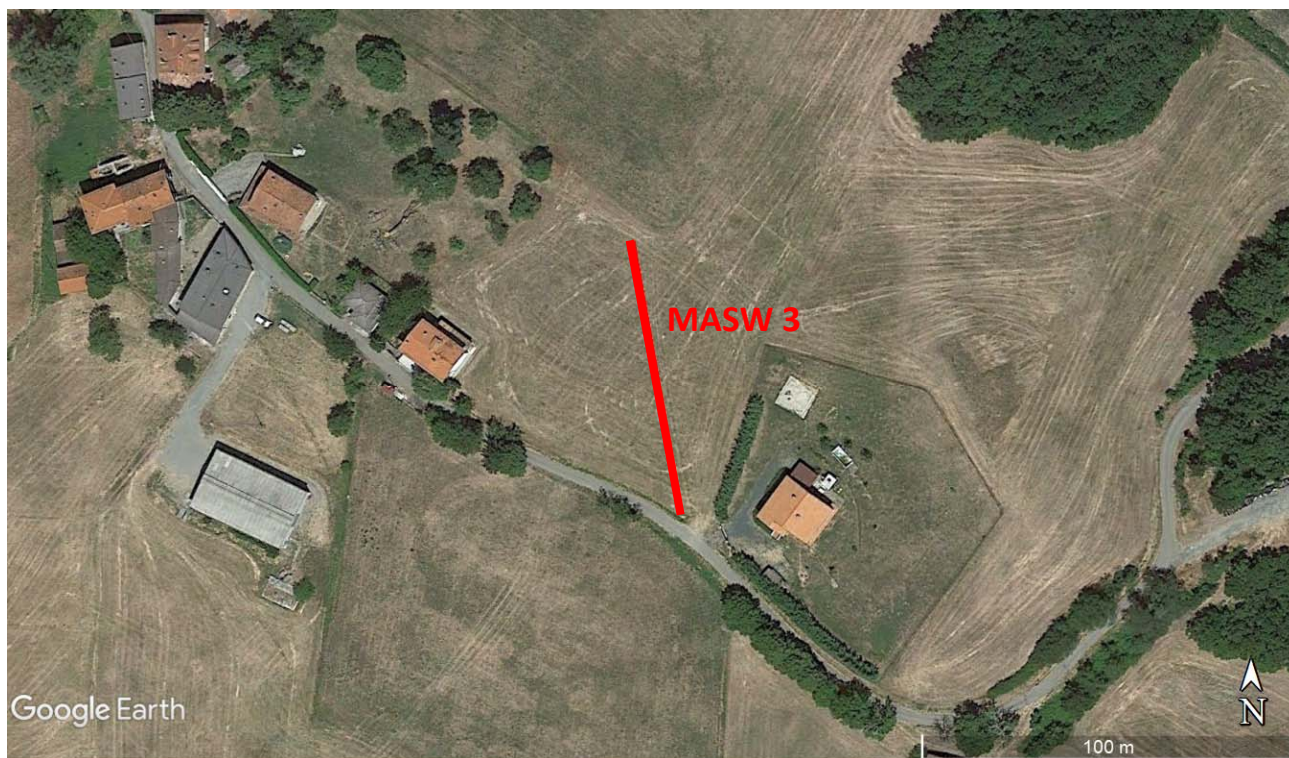
## Indagine MASW3

### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Pieve di Gusaliggio  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 17 03 2021  
ORA: 14.30

COORDINATE WGS84

LAT: 44°34'43.45"N  
LONG: 9°52'14.20"E  
LAT: 44°34'41.42"N  
LONG: 9°52'14.70"E



#### Subsurface model

Vs (m/s): 75 175 265 460 340 500 540 600 700 800 1100

Thickness (m): 0.3 0.5 4.0 5.0 4.8 10.4 6.0 20.0 21.0 42.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.57 1.80 1.91 2.06 1.98 2.09 2.11 2.14 2.18 2.22 2.30

Seismic/Dyn Shear modulus (MPa) (approx. val.): 9 55 134 437 229 522 615 769 1067 1418 2786

Poisson: 0.43 0.50 0.37 0.43 0.37 0.46 0.35 0.30 0.30 0.18 0.20

**Vs30 (m/s): 390**

#### CATEGORIA B

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 0,5-1 Hz**

## Indagine MASW3

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW3 ACQUISIZIONE MASW

**Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	64 metri
<i>Offset Minimo</i>	8 metri
<i>Incremento</i>	8 metri
<i>N° tracce</i>	8
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.2 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.3 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	3 battute per punto sorgente: 2 Verticali + 3 Orizzontali

## ACQUISIZIONE HS

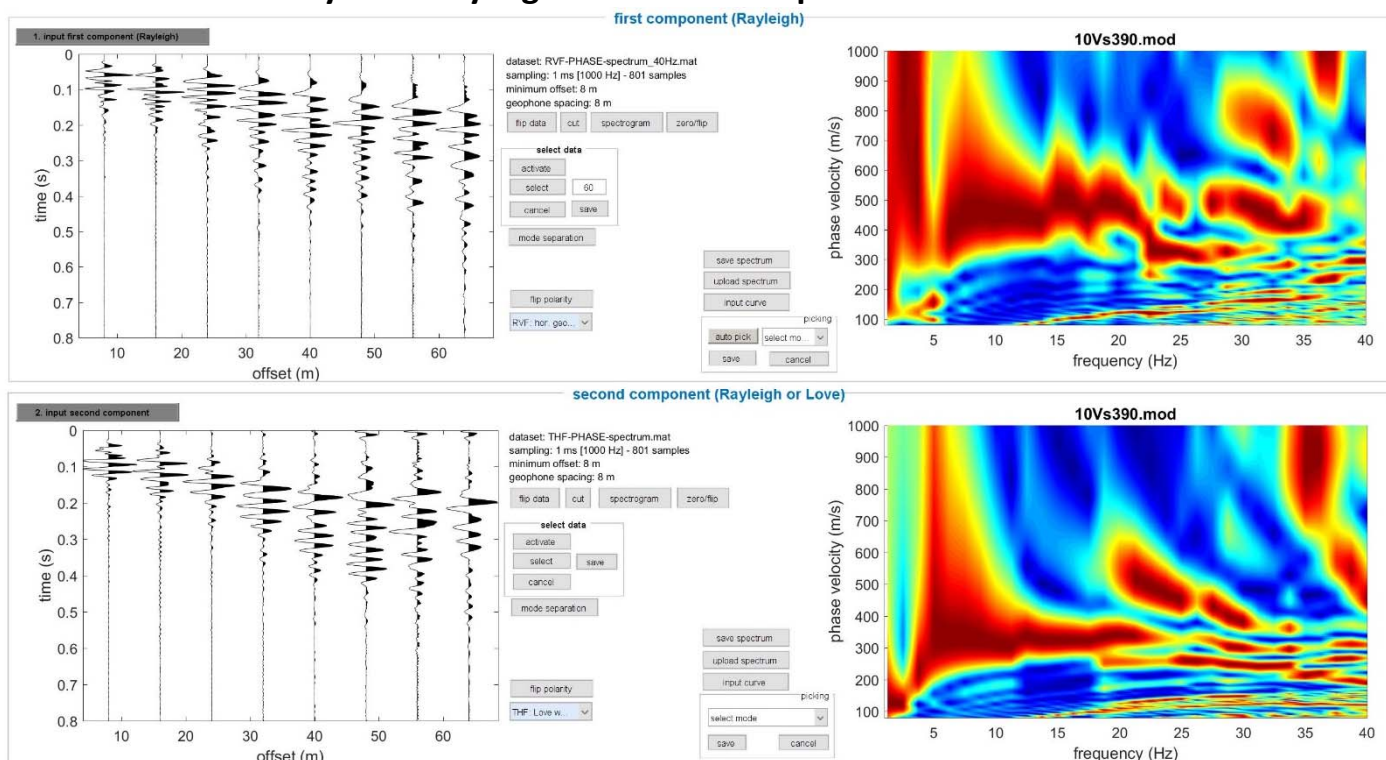
**Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva**

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<i>Operatore in campagna</i>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<i>Lunghezza Stendimento</i>	56 metri
<i>Offset Minimo</i>	- metri
<i>Incremento</i>	- metri
<i>N° tracce</i>	1
<i>Tipo di Onda</i>	Rayleigh: n.2 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.3 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<i>Lunghezza dell'acquisizione</i>	2 secondi
<i>Intervallo di Campionamento</i>	0.001 secondi
<i>Stacking</i>	5 battute per punto sorgente: 2 Verticali + 3 Orizzontali

# Indagine MASW3

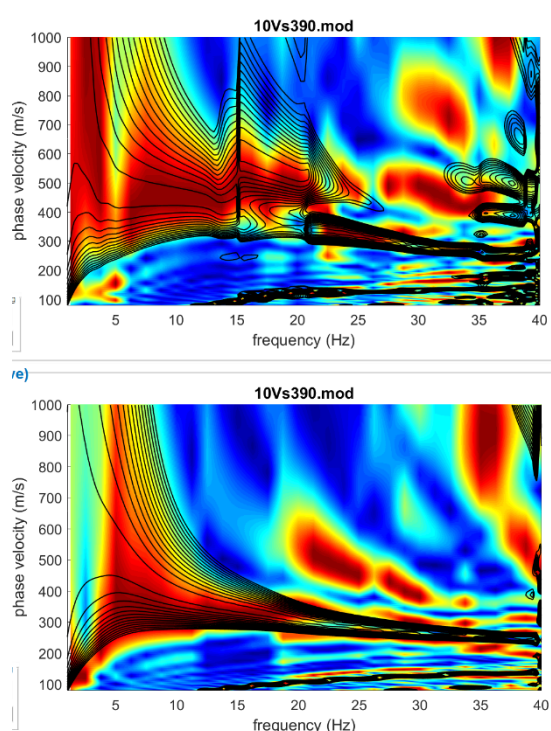
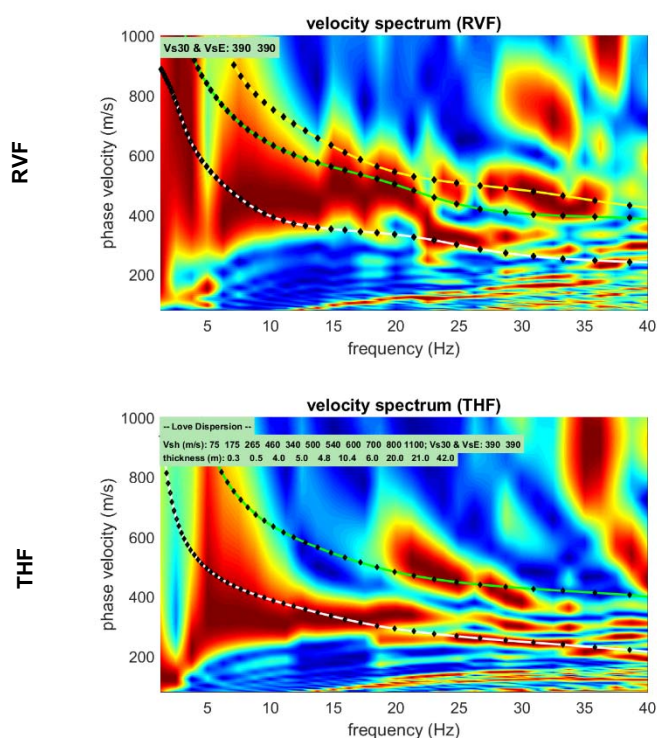
## ACQUISIZIONE MASW

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in RVF - THF & HVSR



### DISPERSION CURVES

### FULL VELOCITIES SPECTRUM

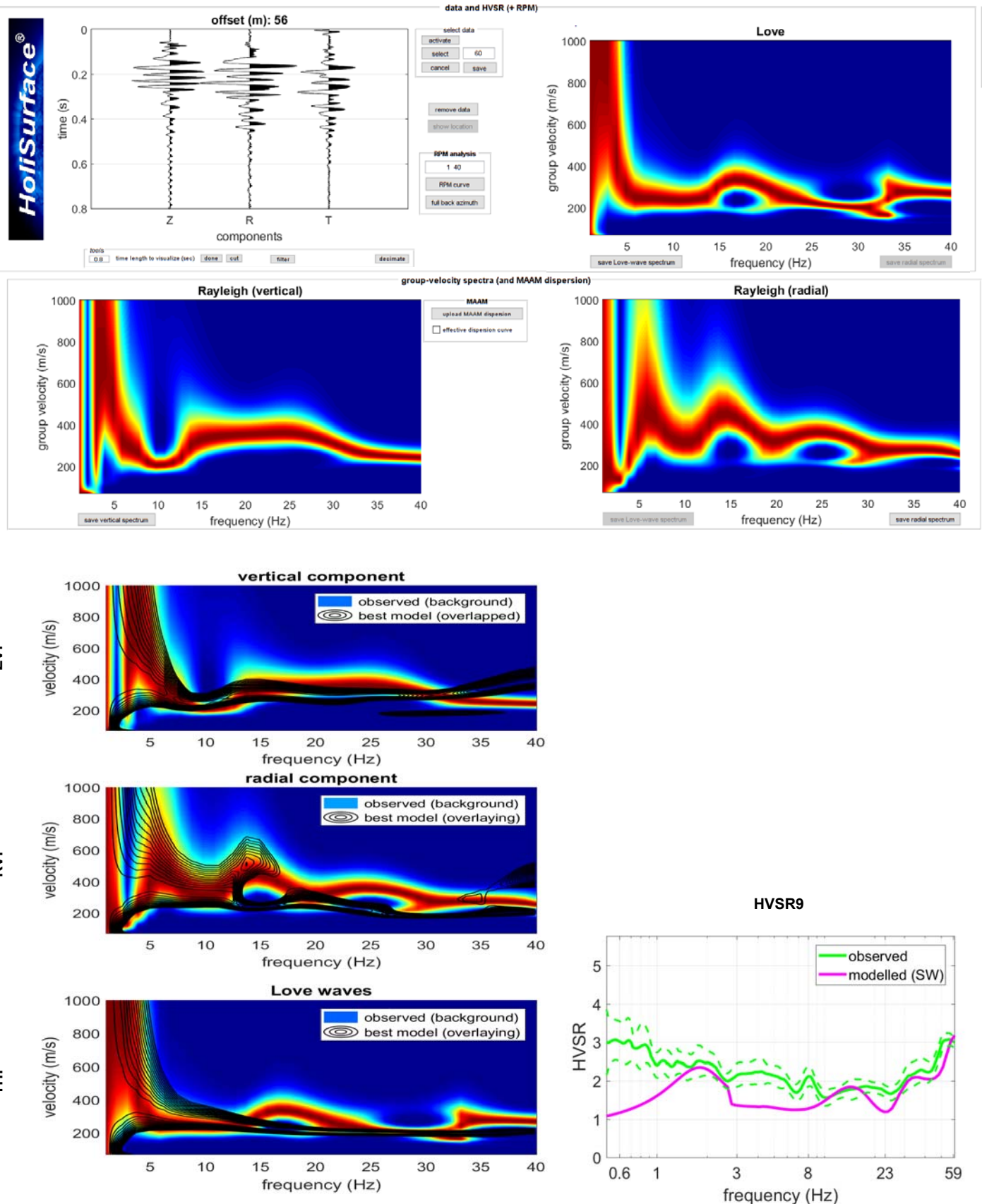


I colori in sottofondo sono relativi agli spettri di velocità dei dati di campagna, le linee colorate in primo piano rappresentano le curve di dispersione del modello elaborato mentre le curve di contour nere si riferiscono al dato sintetico analizzato in FVS.



# Indagine MASW3 ACQUISIZIONE HS

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF - THF & HVSR

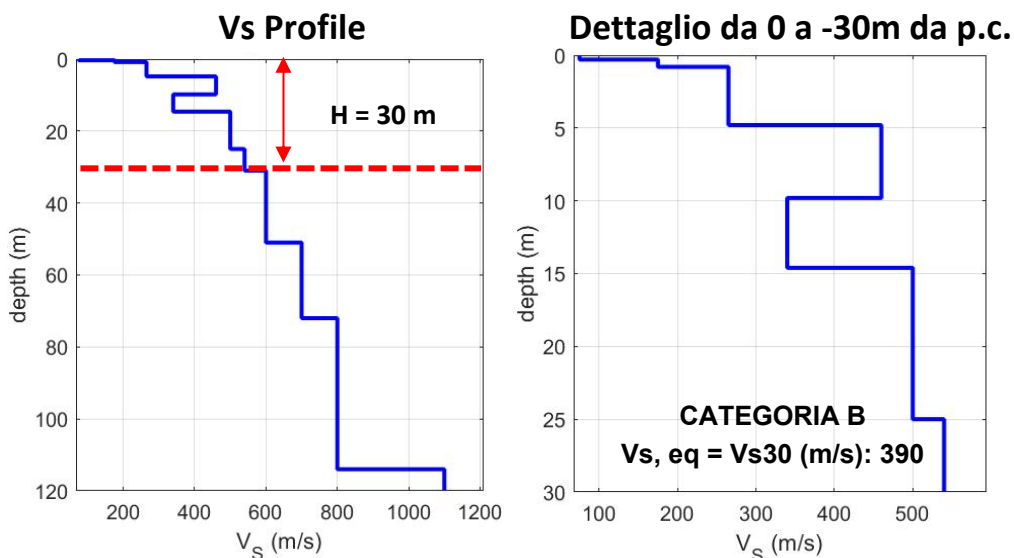


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva MAW-HS, a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSR.

## Indagine MASW3

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,3	75
2	0,3	0,5	175
3	0,8	4,0	265
4	4,8	5,0	460
5	9,8	4,8	340
6	14,6	10,4	500
7	25,0	6,0	540
8	31,0	20,0	600
9	51,0	21,0	700
10	72,0	42,0	800
11	114,0	Inf.	1100



**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.**

Tabella E - Calcolo Vs, eq = Vs30 per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = Vs30		
Profondità appoggio	Vs, eq = Vs30 [m/s]	Categoria di sottosuolo
P.C.	390	B
-0,5m	412	B
-1m	421	B
-1,5m	427	B
-2,0m	434	B
-2,5m	441	B

## Indagine MASW4

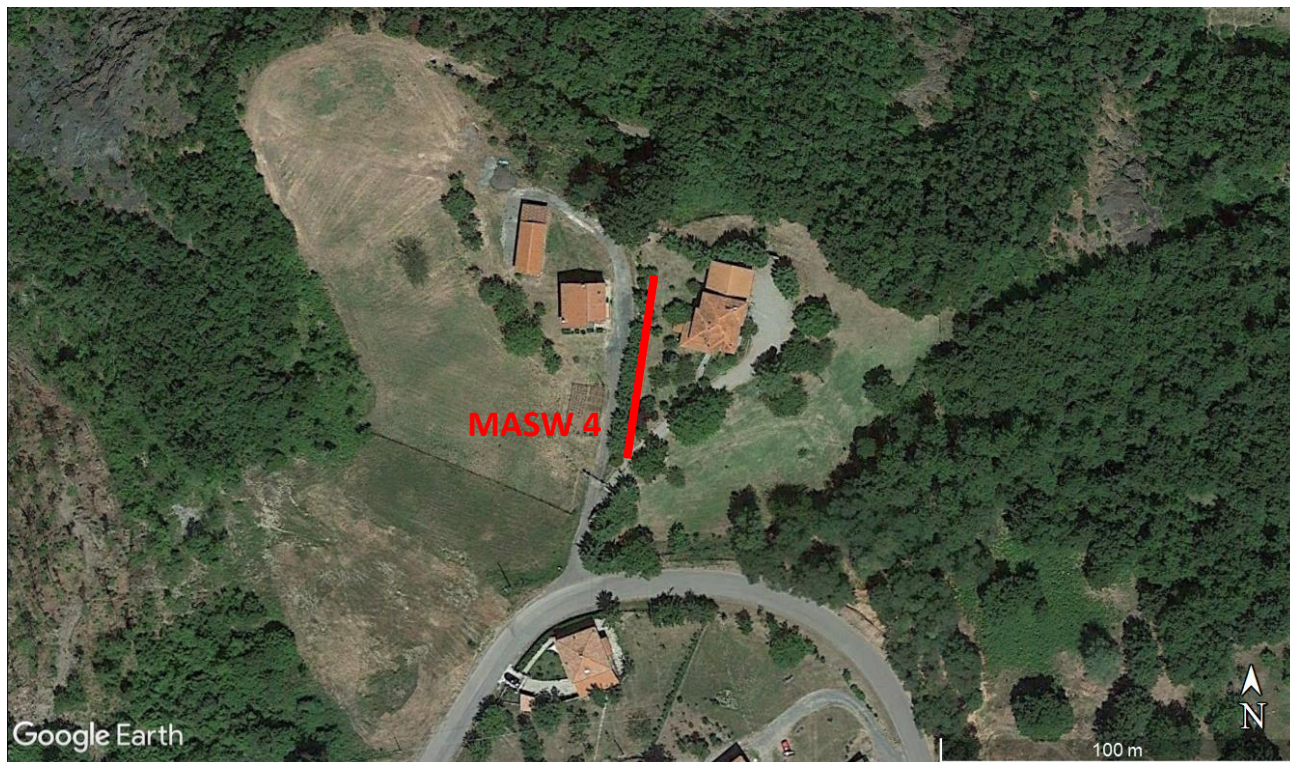
### LOCALIZZAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

LOCALITA': Groppo di San Siro - Fusina  
COMUNE: Valmozzola (PR)  
DATA ACQUISIZIONE: 28 06 2021  
ORA: 19.30

#### COORDINATE

WGS84

LAT: 44°34'10.34"N  
LONG: 9°52'38.07"E  
LAT: 44°34'8.93"N  
LONG: 9°52'37.77"E



#### Subsurface model

Vs (m/s): 80 170 190 200 900 1200 1400 1500 1000 1400 2800

Thickness (m): 0.2 0.6 2.2 3.0 5.0 10.0 15.0 40.0 40.0 80.0

Density (gr/cm<sup>3</sup>): 1.59 1.79 1.82 1.84 2.25 2.33 2.37 2.39 2.28 2.37 2.56

Seismic/Dyn. Shear modulus (MPa) (appr. val): 10 52 66 74 1820 3349 4642 5371 2276 4642 20060

Poisson: 0.44 0.18 0.40 0.21 0.43 0.49 0.35 0.45 0.32 0.37 0.35

**VsH (m/s): 184**

**H: 6m**

#### CATEGORIA E

**E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.**

**Picchi di interesse ingegneristico fra 0,5-20 Hz:**

**F0 → 9-11 Hz**

**F1 → 1-2 Hz**

## Indagine MASW4

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



**Figura A. 1 - Stendimento sismico MASW-HS realizzato in corrispondenza dell'area di studio.**

## Indagine MASW4

## ACQUISIZIONE MASW

Tabella A - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA M.A.S.W.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	45 metri
<b>Offset Minimo</b>	5 metri
<b>Incremento</b>	5 metri
<b>N° tracce</b>	9
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.4 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.0 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	4 battute per punto sorgente: 4 Verticali

## ACQUISIZIONE HS

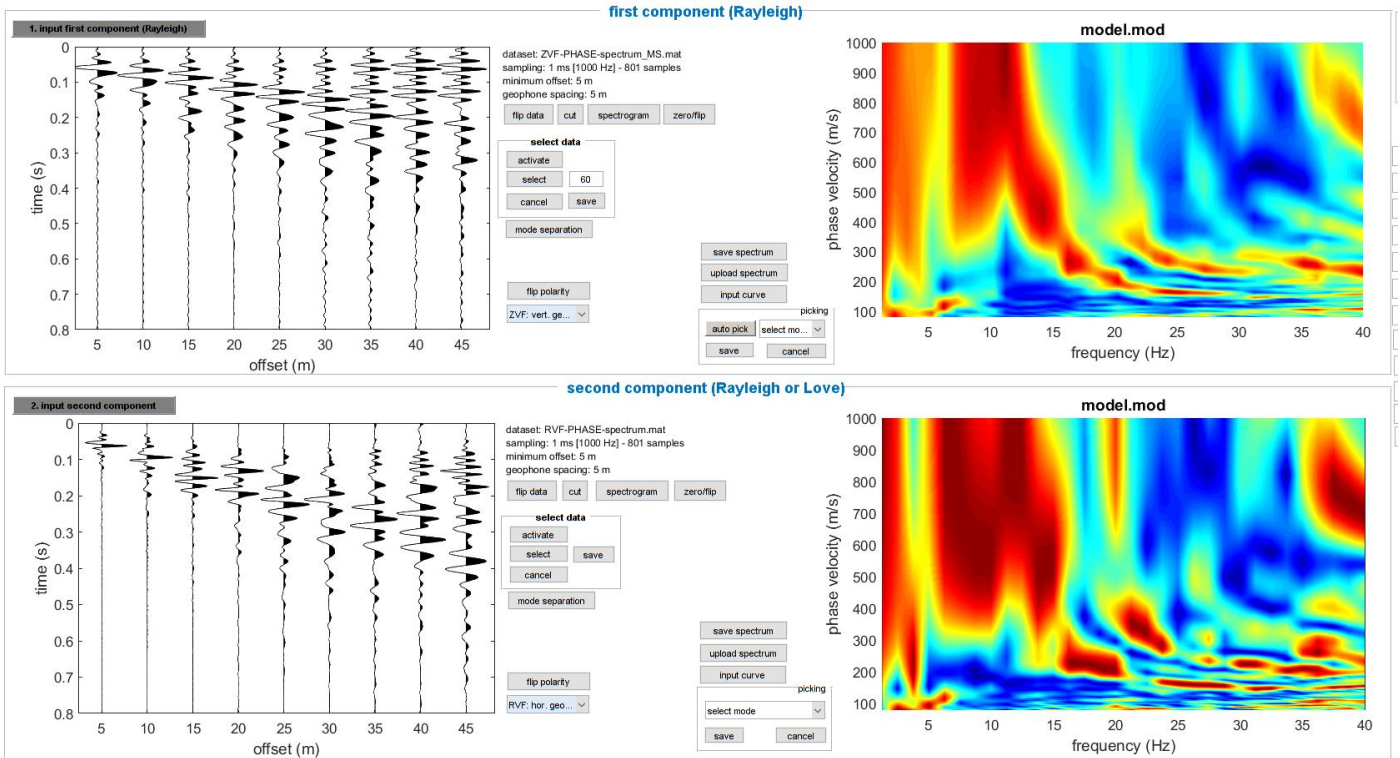
Tabella B - Dati riassuntivi relativi all'acquisizione in sismica attiva

DATI RIASSUNTIVI - ACQUISIZIONE IN SISMICA ATTIVA H.S.	
<b>Operatore in campagna</b>	Dott. Geol. Gabriele Oppo
<b>Lunghezza Stendimento</b>	30, 35, 40 metri
<b>Offset Minimo</b>	- metri
<b>Incremento</b>	- metri
<b>N° tracce</b>	1
<b>Tipo di Onda</b>	Rayleigh: n.4 battute Forza Verticale: - battuta su piattello in alluminio
	Love: n.0 battute Forza Trasversale: - battuta di taglio su traversina in legno
<b>Lunghezza dell'acquisizione</b>	2 secondi
<b>Intervallo di Campionamento</b>	0.001 secondi
<b>Stacking</b>	4 battute per punto sorgente: 4 Verticali

# Indagine MASW4

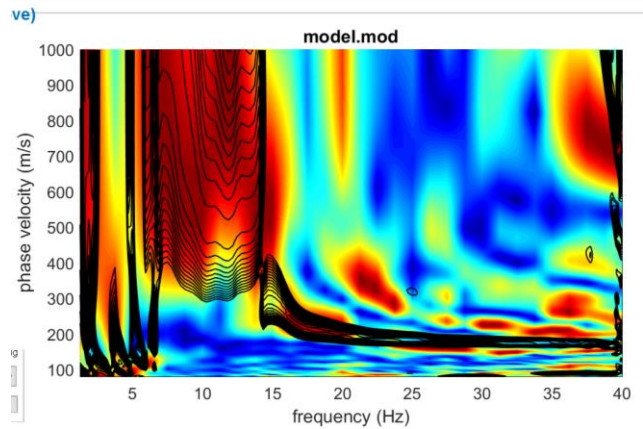
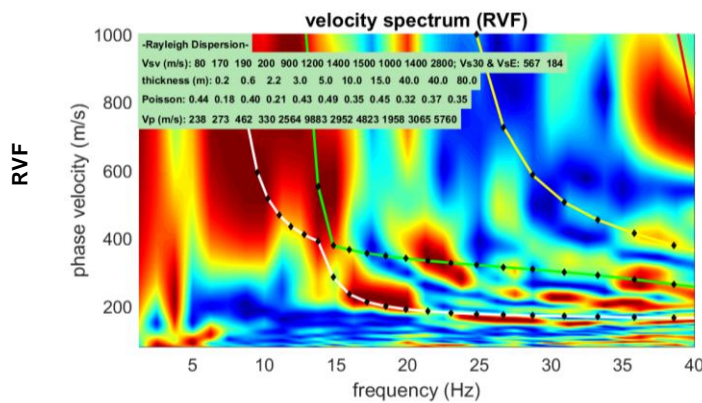
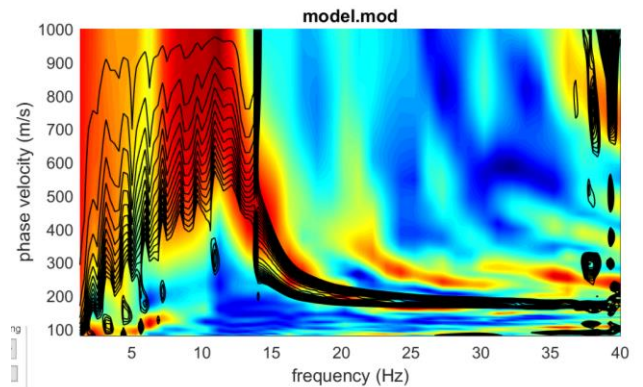
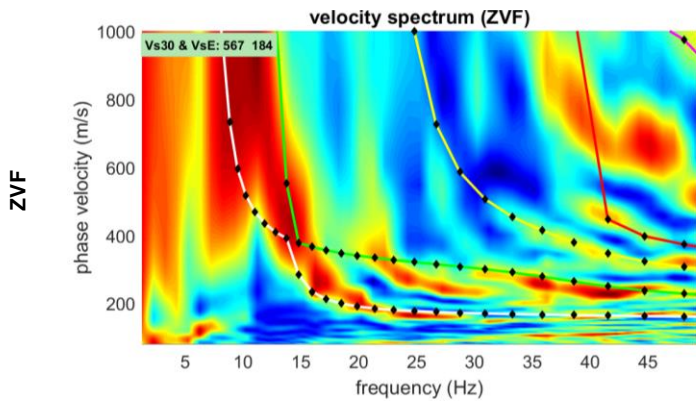
## ACQUISIZIONE MASW

### Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF-RVF & HVSr



#### DISPERSION CURVES

#### FULL VELOCITIES SPECTRUM

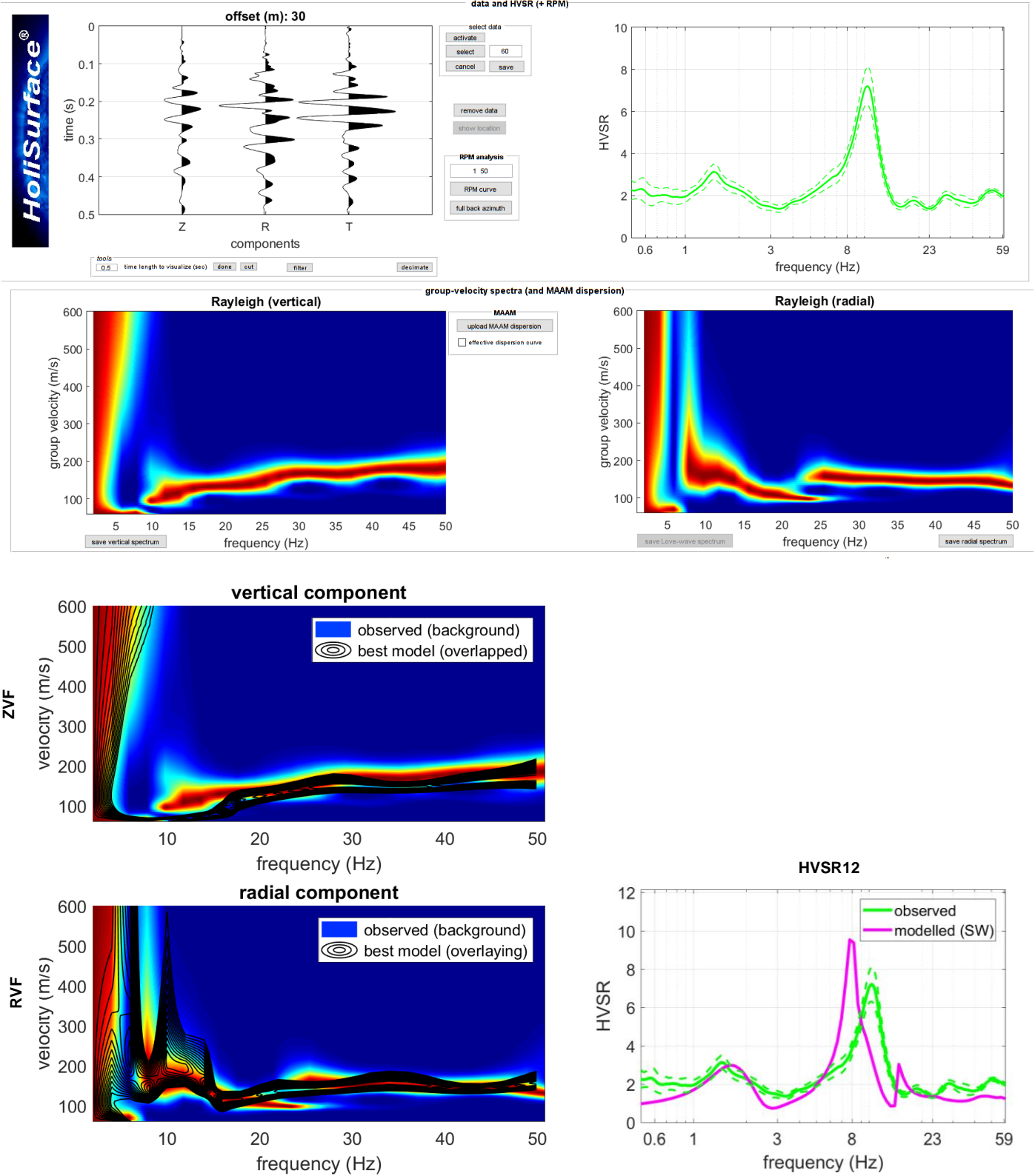


I colori in sottofondo sono relativi agli spettri di velocità dei dati di campagna, le linee colorate in primo piano rappresentano le curve di dispersione del modello elaborato mentre le curve di contour nere si riferiscono al dato sintetico analizzato in FVS.

# Indagine MASW4 ACQUISIZIONE HS

Offset 30m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr

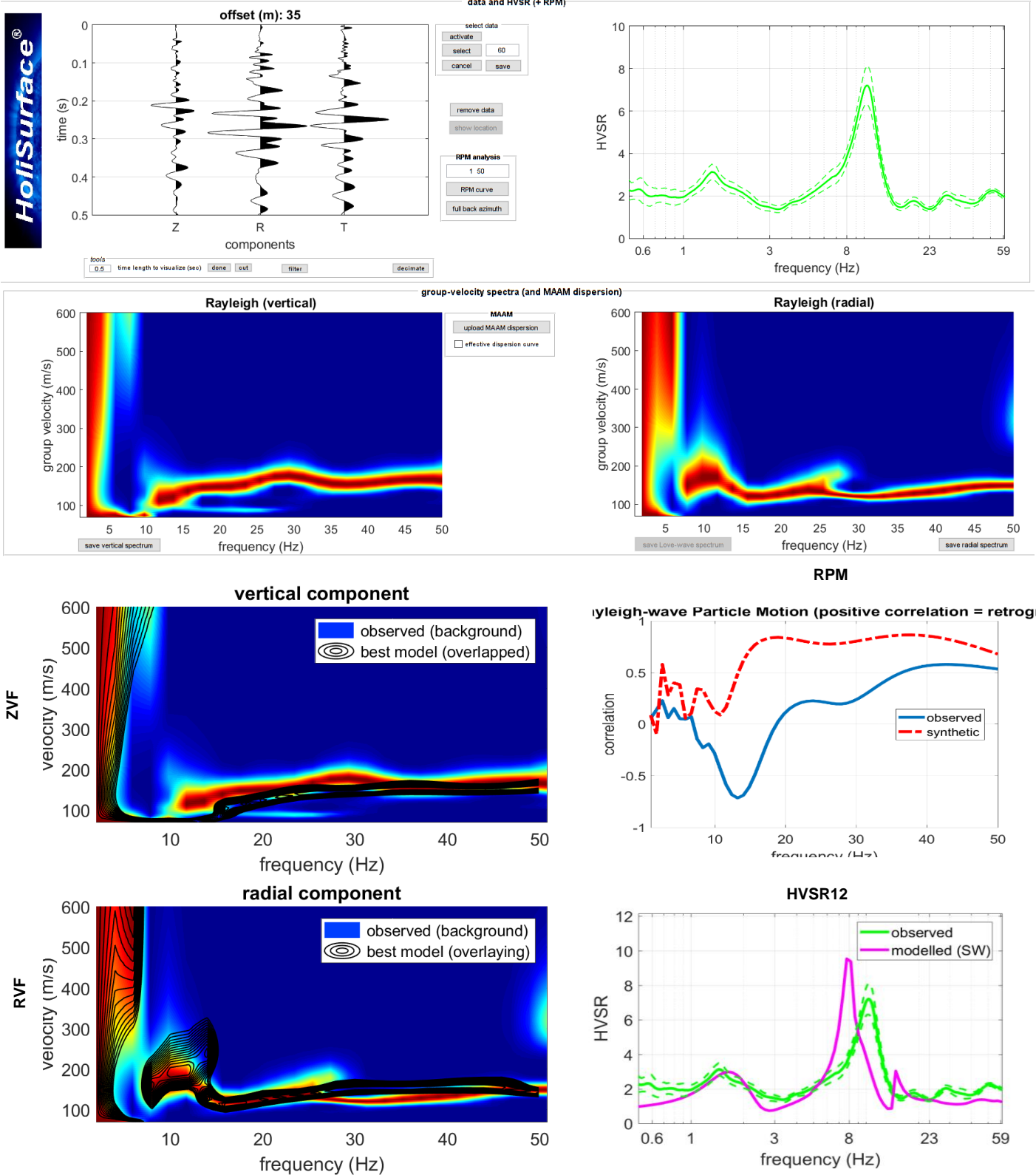


**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 30m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**

# Indagine MASW4 ACQUISIZIONE HS

Offset 35m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr



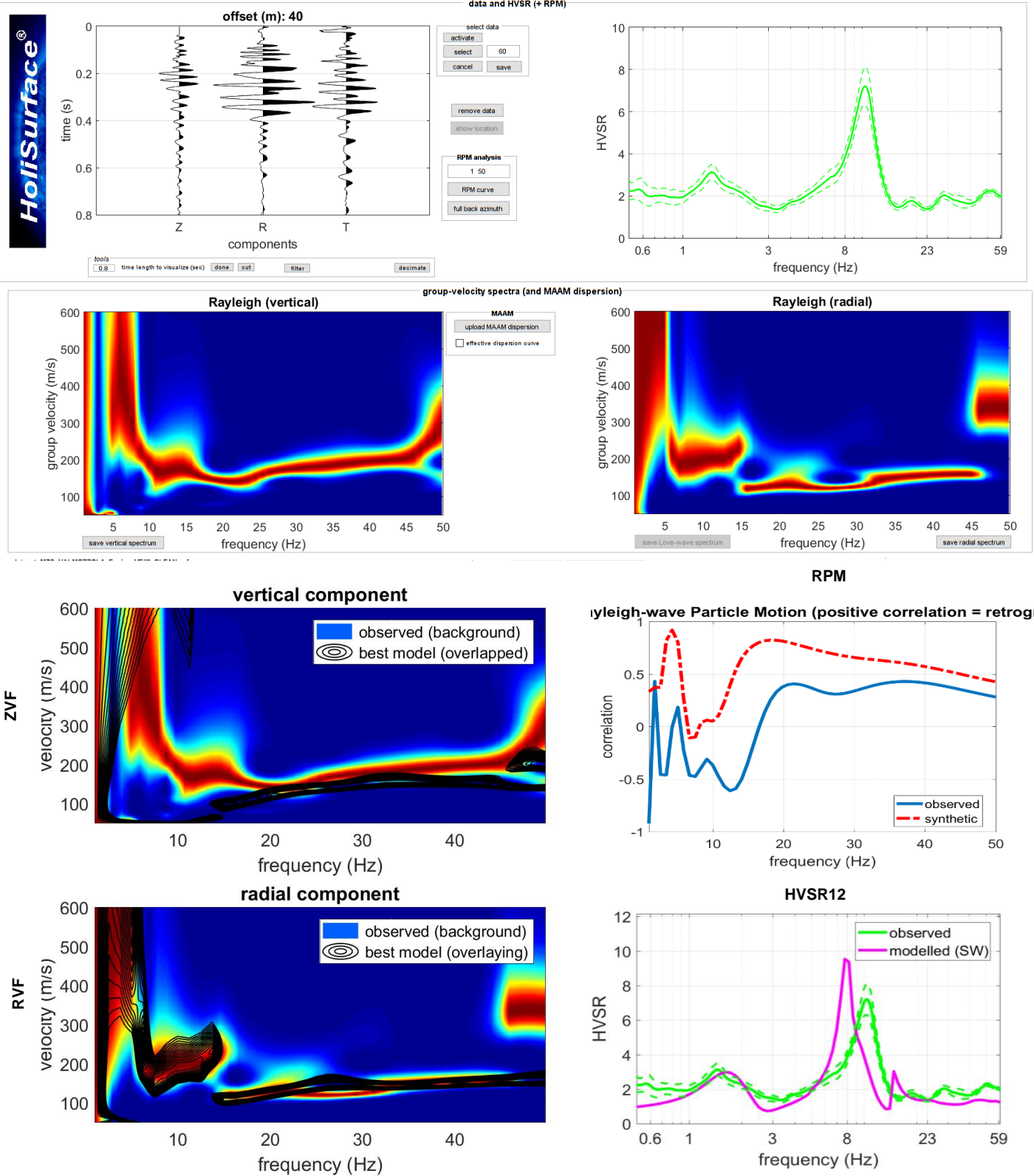
**Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 35m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.**



# Indagine MASW4 ACQUISIZIONE HS

Offset 40m

## Joint Analysis of Rayleigh-Love Wave Dispersion in ZVF - RVF & HVSr

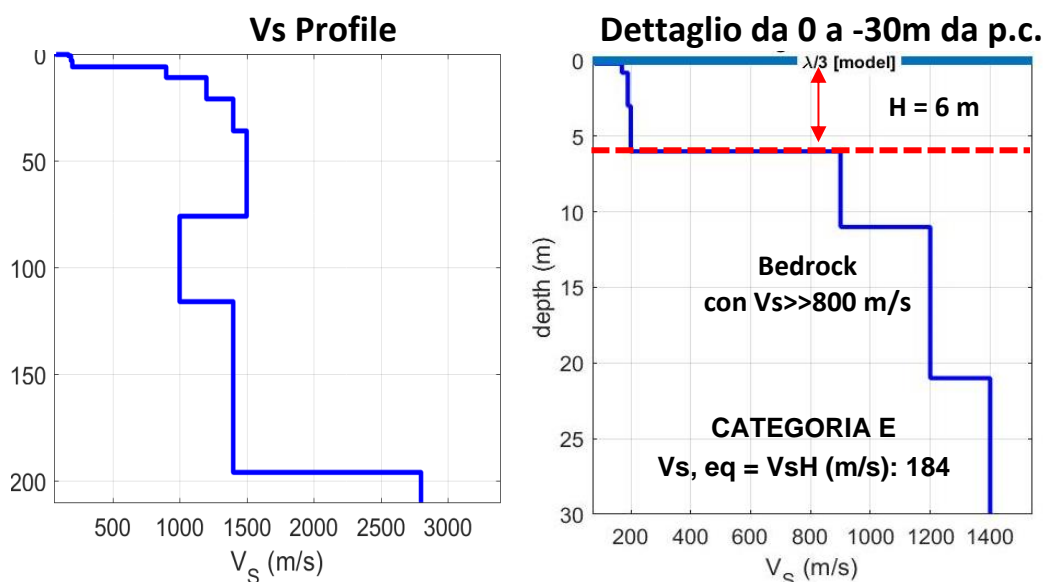


Il modello elaborato deriva dall'analisi congiunta del dato in sismica attiva HS (offset 40m), a cui è stato associato il dato in sismica passiva HVSr.

## Indagine MASW4

Tabella D - Stratigrafia sismica e parametri determinati.

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Velocità onde di taglio Vs [m/s]
1	0	0,2	80
2	0,2	0,6	170
3	0,8	2,2	190
4	3,0	3,0	200
5	6,0	5,0	900
6	11,0	10,0	1200
7	21,0	15,0	1400
8	36,0	40,0	1500
9	76,0	40,0	1000
10	116,0	80,0	1400
11	196,0	Inf.	2800



E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella E - Calcolo Vs, eq = VsH per i primi 2,5 m dalla profondità di appoggio della fondazione.

DETERMINAZIONE Vs, eq = VsH			
Profondità appoggio	Vs, eq = VsH [m/s]	H [m]	Categoria di sottosuolo
P.C.	184	6	E
-0,5m	194	5,5	E
-1,0m	196	5	E
-1,5m	197	4,5	E
-2,0m	197	4	E
-2,5m	199	3,5	E