

Rapporto Tecnico di Prova

PROVA HVSR PRELIMINARE

REV.	Data e località	Ditta	Redatto	Controllato	Approvato	COMM.-JOB:
0	GIUGNO 2021		Dott. Giuseppe Coco	Dr. M. Corrao Dr.	Dott. Giuseppe Coco	

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

Indice

1	Premessa	2
2	RISPOSTA SISMICA DEL SITO HVSR (Horizontal/vertical spectral ratio)	3
2.1	Descrizione del metodo	3
2.2	Acquisizione ed elaborazione dati	4
3	Risultati.....	7
3.1	HVSR_1	7
3.2	HVSR_2	8
3.3	HVSR_3	9

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg
delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

1 Premessa

Le prove geofisiche oggetto del presente rapporto sono state eseguite nell'ambito di uno studio geognostico finalizzato alla valutazione della risposta sismica locale, , in relazione al progetto di intervento nel tratto del **“Metanodotto Sansepolcro – Foligno e opere connesse”**.

A tal fine sono state commissionate ed eseguite prove geofisiche non invasive di tipo sismico per la misura del rumore sismico con analisi HVSr (Tecnica di Nakamura (1989).

Di seguito sono tabulate le quantità, le denominazioni e le configurazioni geometriche eseguite:

ID HVSr	Tipologia	Durata registrazione (min)
1	Rumore sismico	30
2		
3		

Tabella 1 – Elenco e configurazioni dei transetti sismici eseguiti

In totale sono state eseguite nr. 3 prove HVSr. in accordo con le disposizioni tecniche contenute nel documento **RUMORE SISMICO ED ANALISI HVSr (Project N° EVG1-CT-2000-00026 SESAME, 2005.**

2 RISPOSTA SISMICA DEL SITO HVSR (Horizontal/vertical spectral ratio)¹

Il comportamento dei siti conseguentemente ad un input sismico è inteso in termini di differente energia e/o diversa distribuzione in frequenza della stessa a causa degli effetti di amplificazione o attenuazione selettiva di determinate frequenze (risposta in frequenza del sito). Tale azione selettiva è funzione delle caratteristiche fisiche - geometriche (litologici e strutturali) dei mezzi attraversati da un'onda sismica.

In genere i terreni rigidi presentano curve spettrali H/V (terreni rocciosi o terreni sedimentari compatti) poco amplificate e con risposte centrate nella banda "audio - frequency" ($f > 20$ Hz) legate allo stato di alterazione superficiale del sito roccioso², mentre le curve spettrali H/V relative ai terreni soffici sono caratterizzate da amplificazioni a frequenze < 10 Hz e con livelli di ampiezza legati al contrasto di impedenza sismica. Nel presente lavoro la valutazione della risposta sismica del sito è stata esaminata attraverso il campionamento di "microtremori" al fine di quantizzare, tramite analisi dei rapporti spettrali tra la componente orizzontale e verticale del moto del suolo, gli effetti di amplificazione sismica locale.

2.1 Descrizione del metodo

La tesi di partenza si basa sul fatto che l'energia dei microtremori consiste

¹ L'elaborazione dei dati è stata eseguita tramite codici di calcolo SAC sviluppati per ambiente LINUX
²BARD P.Y. (1999). Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? in *The Effects of Surface Geology on Seismic Motion*, Irikura, Kudo, Okada and Sasatani (eds), Balkema Rotterdam, 1251-1279.

CRANSWICK E., 1988. The information content of high-frequency seismograms and the near-surface geologic structure of hard-rock recording sites. Pageoph 128, 333-363.

IRIKURA K. AND KAWANAKA T.: Characteristics of microtremors on ground with discontinuous underground structure; Bull. Disaster Prev. Inst., Kyoto Univ., 30, 81-96 – 1980.

LACHET, C & BARD P-Y (1994). Numerical and Theoretical Investigations on the Possibilities and Limitations of Nakamura's Technique. J. Phys. Earth, 42. 377-397, 1994.

LERMO J. & CHÁVEZ-GARCÍA F. : Are microtremor Useful in Site Responce Evalutation ?. Bull. Seism. Soc. Am. 84, 5, 1350-1364, Oct. 1994

MARRA F., AZZARA R., BELLUCCI F., CASERTA A., CULTRERA G., MELE G., PALOMBO B., ROVELLI A., AND BOSCHI E. (in press) – Large amplification of ground motion at rock sites within a fault zone in Nocera Umbra (Central Italy).

NAKAMURA, Y., 1989: A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly Rept. RTRI. Jpn. 30, 25-33.

TOKIMATSU K., 1995: Geotechnical site characterization using surface waves; First international conference on earthquake geotechnical engineering. - IS-TOKYO '95.

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg
delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

principalmente in onde di Rayleigh, e che l'effetto di amplificazione del sito è legato al contrasto di rigidità tra due mezzi attraversati dall'onda sismica. Recentemente è stato dimostrato [Per una rassegna si veda Bard, 1999], che i rapporti spettrali H/V utilizzati con misure di microtremore, mostrano una significativa coerenza con le forme di spettri H/V calcolati mediante registrazioni di terremoti.

In accordo con quanto descritto sugli effetti di sito [Nakamura, 1989; Lachet & Bard, 1994; Lermo & Chàvez-García, 1994], in questo lavoro è stata applicata la tecnica dei

rapporti spettrali H/V [Nakamura, 1989],

$$S_M(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)}$$

presupponendo un probabile contrasto di rigidità sismica tra i terreni costituenti il substrato.

2.2 Acquisizione ed elaborazione dati

Al fine di applicare la tecnica dei rapporti spettrali H/V, è necessario campionare i microtremori registrando le tre componenti del moto del suolo. Specificatamente è stato utilizzato un trasduttore del moto del suolo 3D, avente periodo fondamentale di 1 s., interfacciato ad un sistema di conversione analogico – digitale.

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- SAMPLE RATE 0.01 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- “Automatic Gain Control”
- convertitore A/D a 24 bit
- n.1 geofono 3D periodo 1 Hz.

Per il sito in esame è stata registrata una serie temporale della durata di 30 min. Tale segnale è stato suddiviso in finestre temporali di 40.96 sec, selezionando quelle il cui rapporto STA/LTA non supera le 2 unità. Nella figura seguente sono riportati i criteri che hanno consentito la scelta delle serie temporali da elaborare.

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg
delle Imprese di Catania n. 05184000874.
Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

Automatic Window Selection Parameters ✕

Window length for the short term (sta) in sec:

Window length for the long term (lta) in sec:

Minimum level for sta/lta threshold:

Maximum level for sta/lta threshold:

Window length for selected windows in sec:

Overlap percentage for selected windows:

Tolerance level for bad points (sec):

Saturation check:
 Removal of very noisy windows:

Figura 1 – Parametri per la selezione delle finestre temporali

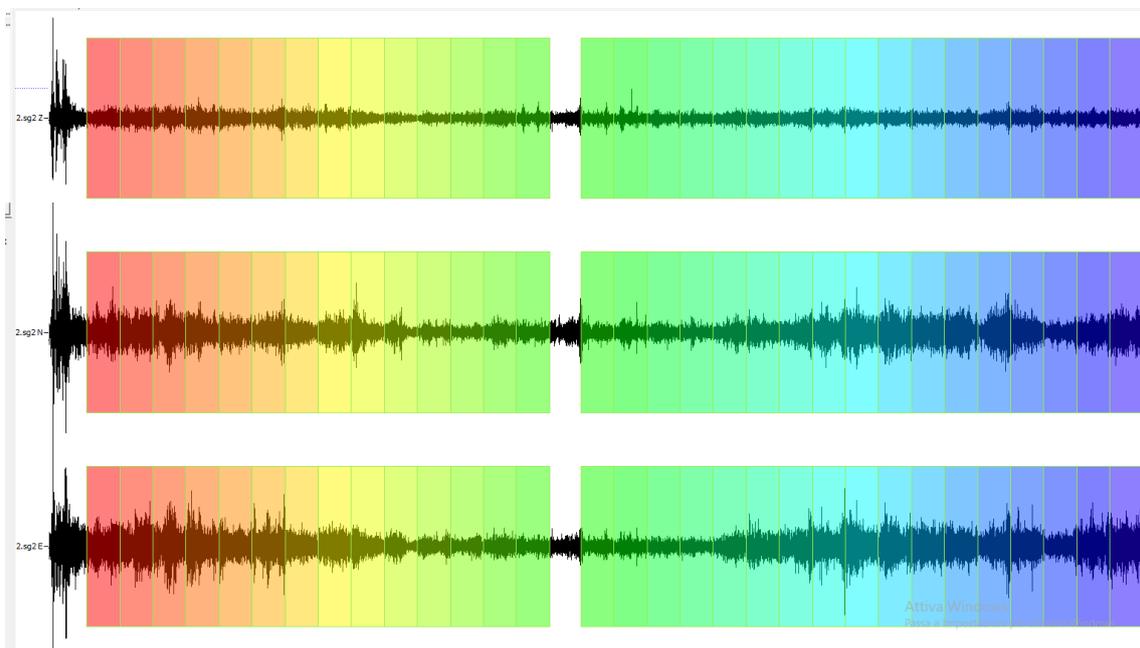


Figura 2 - Finestre temporali selezionate sulla base dei parametri di fig. 1

Le finestre temporali selezionate sono state processate nel seguente modo:

- applicazione di una funzione “base - line” al fine di eliminare off - set e trend anomali;
- applicazione di una funzione “cosine-taper (5%) ” per evitare l’insorgenza di effetti di bordo;
- applicazione di filtro a banda passante tra 0.5 e 25 Hz;

CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

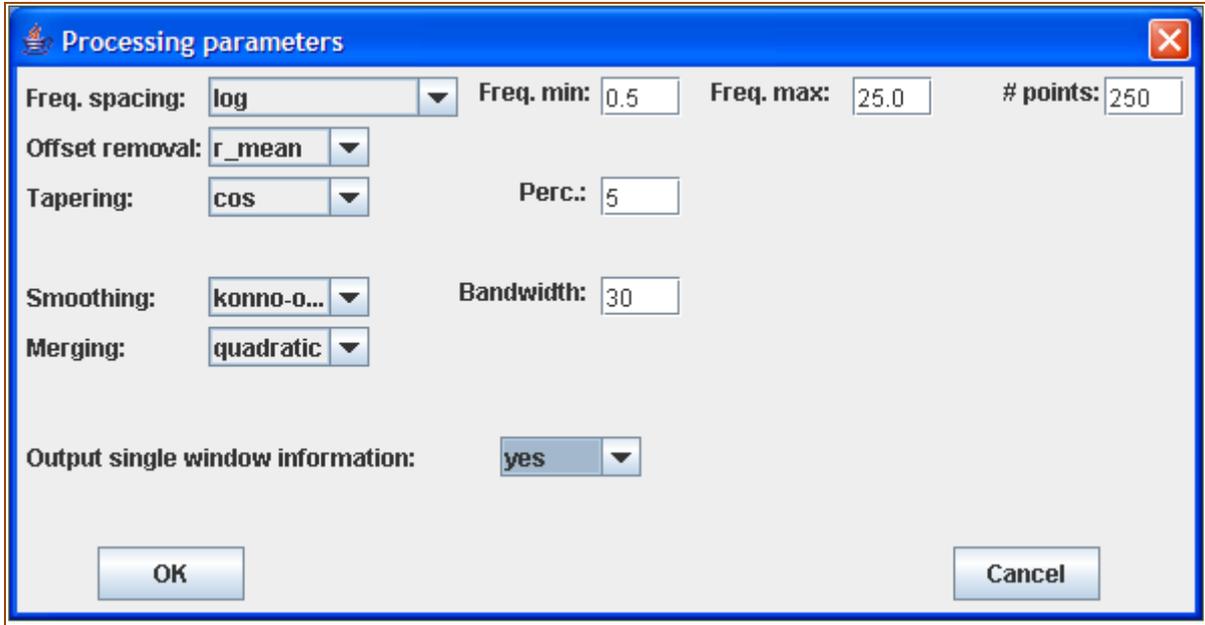
Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

- per ciascuna finestra temporale è stata applicata una “smoothing function” del tipo Konno-ohmachi con una bandwidth = 30;
- calcolo degli spettri dei microtremori relativi ad ogni finestra temporale tramite il comune algoritmo della Fast Fourier Transform (FFT);
- calcolo dei rapporti spettrali (media geometrica \pm 1 s.d) H/V.



Processing parameters

Freq. spacing: **log** Freq. min: **0.5** Freq. max: **25.0** # points: **250**

Offset removal: **r_mean**

Tapering: **cos** Perc.: **5**

Smoothing: **konno-o...** Bandwidth: **30**

Merging: **quadratic**

Output single window information: **yes**

Figura 3 – Parametri utilizzati per il calcolo dei rapporti H/V

3 Risultati

3.1 HVSR_1

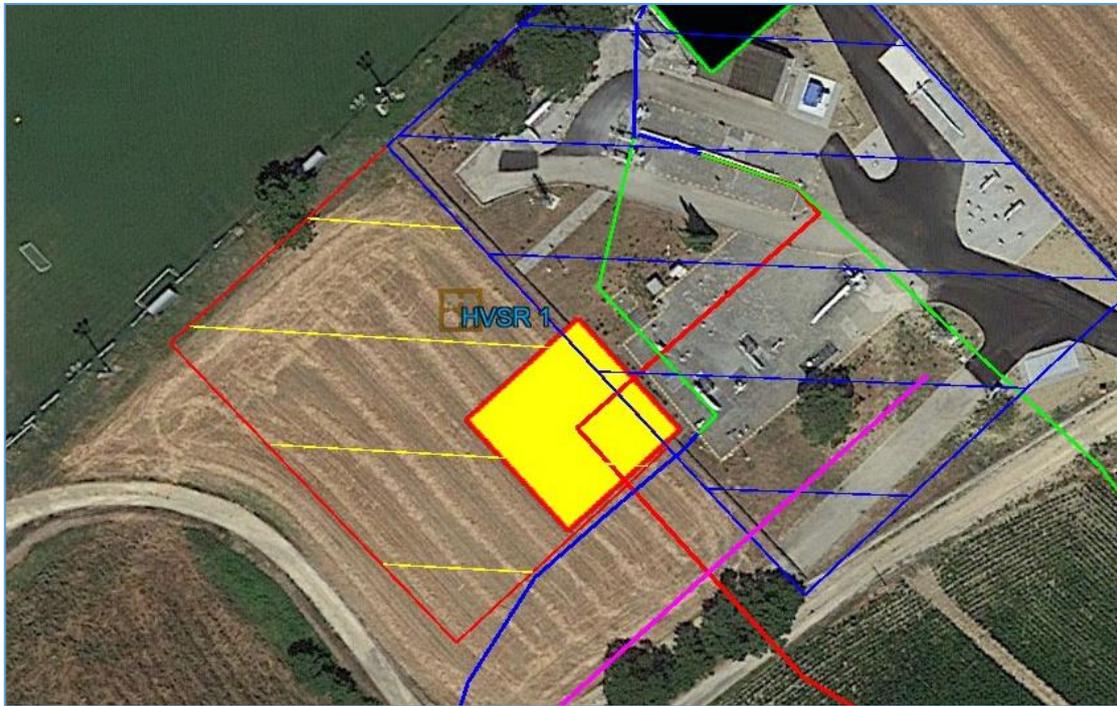
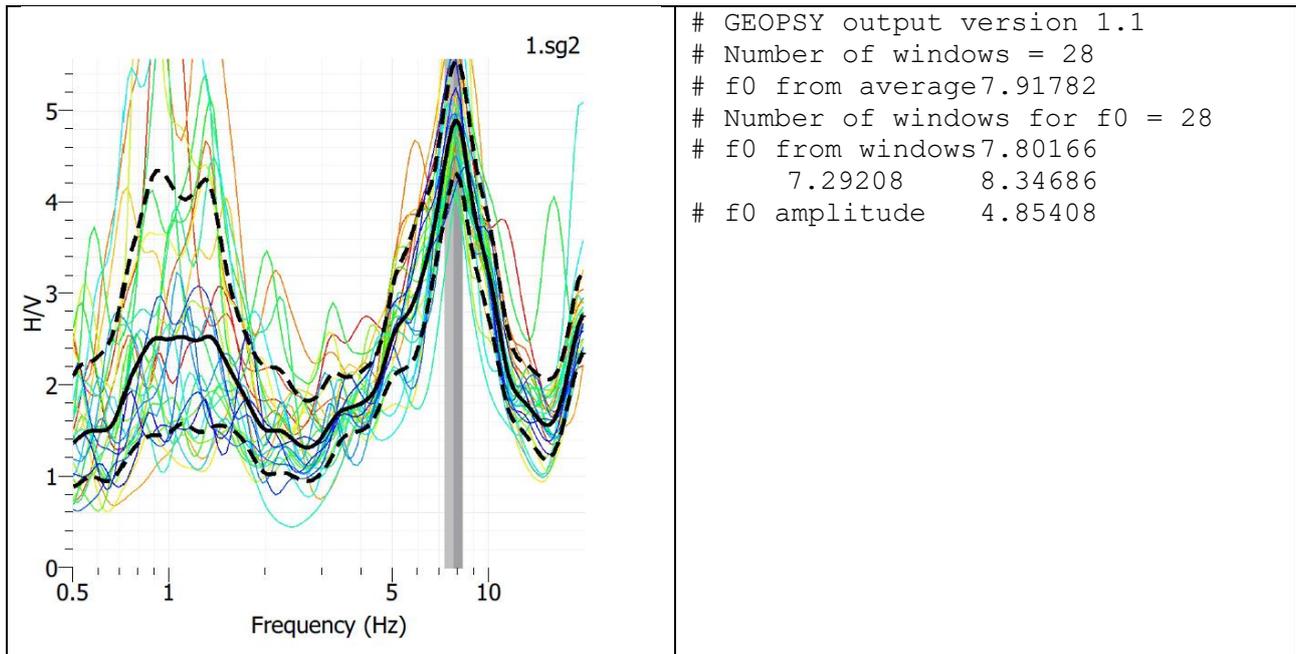


Foto 1 – Ubicazione HVSR_1



CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

3.2 HVSR_2

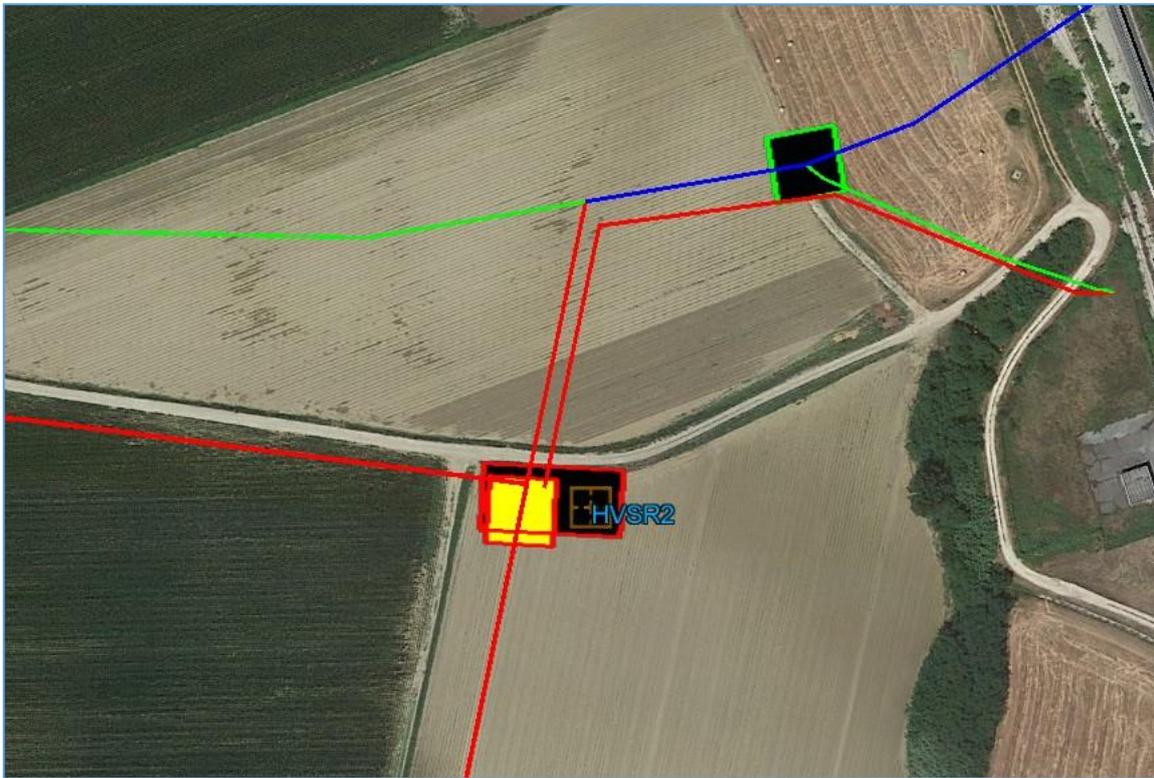
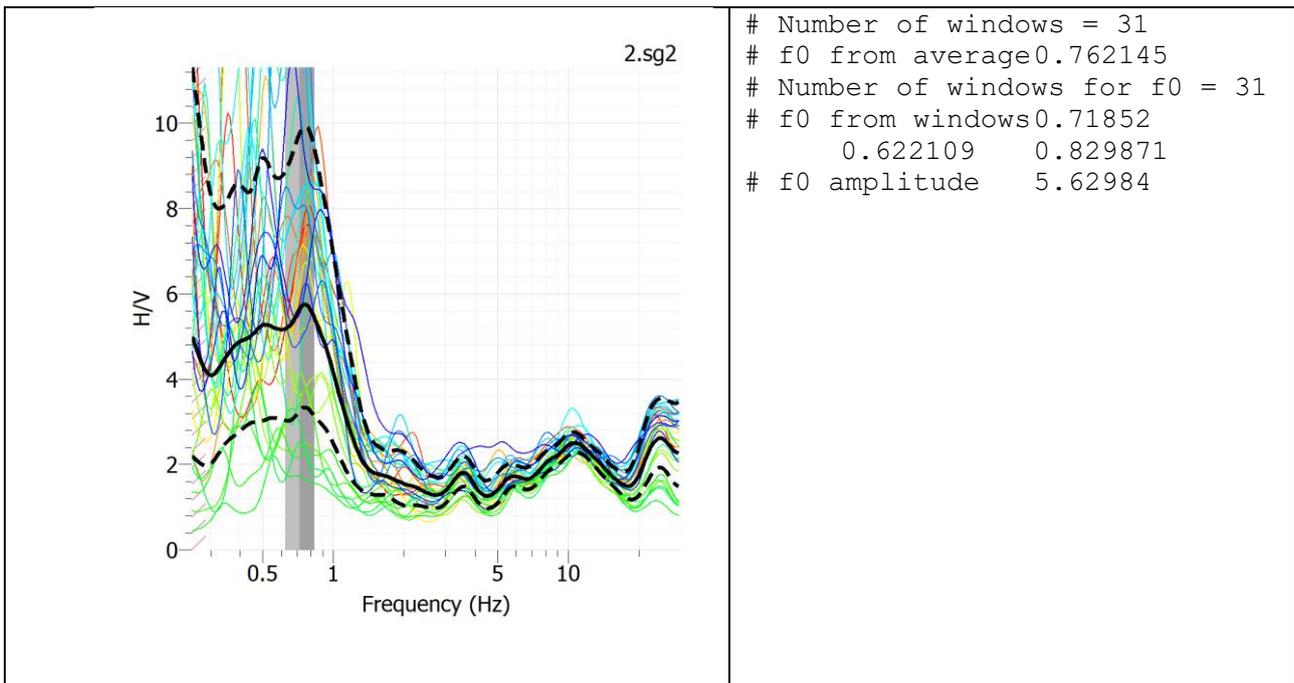


Foto 2 – Ubicazione HVSR_2



CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

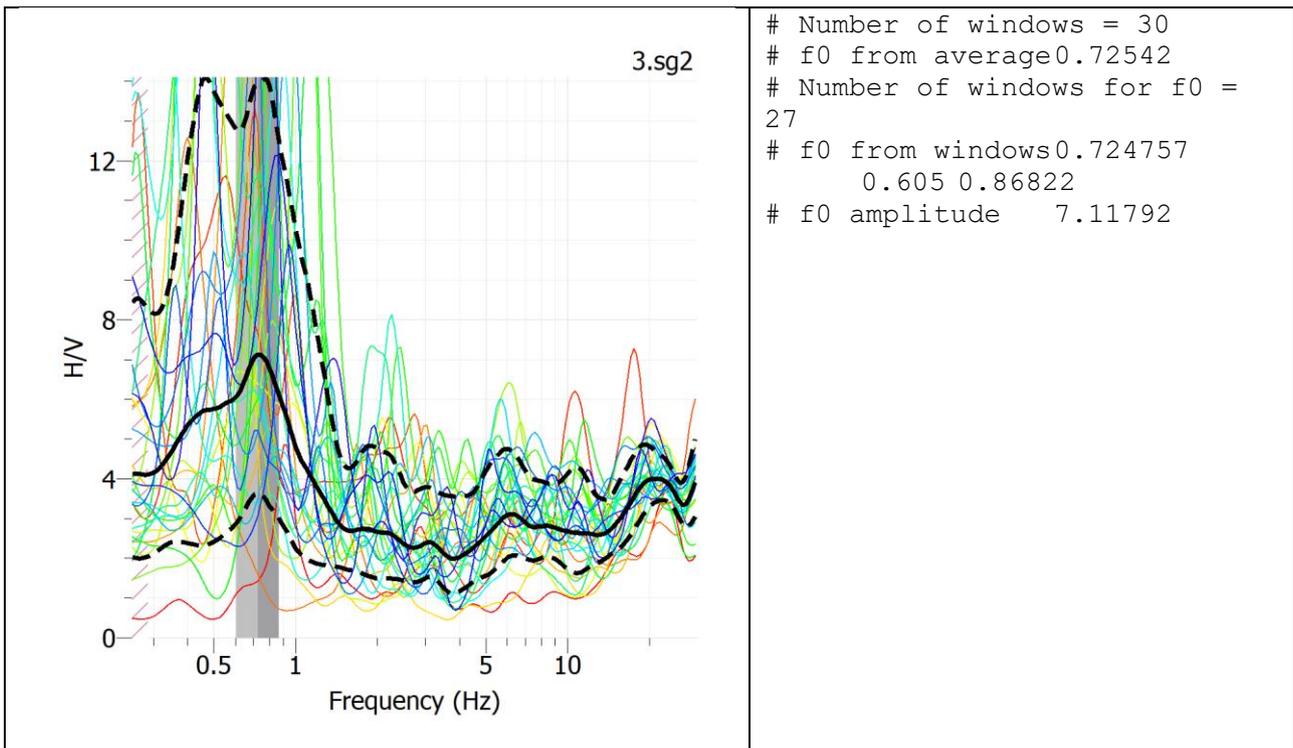
Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)

3.3 HVSR_3



Foto 3 – Ubicazione HVSR_3



CONSORZIO L.R.
Laboratori Riuniti

Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg delle Imprese di Catania n. 05184000874. Iscritta al R.E.A. 270647

consorzio@lr-srl.it

www.LR-SRL.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)

Tel. +39 095 336490

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona industriale, Capannone n. 5
94010 Catenanuova (EN)

Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. Terre e Rocce

Via C. Colombo n. 69
94018 Troina (EN)