

COMUNE DI SESTO FIORENTINO

16 - LUGLIO - 2019

TRIGEO

TRIGEO snc
di Andrea Nencetti e Benedetto
Burchini
Via Mazzini, 18
52011 Soci (AR)
P.IVA 02024110518
info@trigeo.it

RELAZIONE TECNICA

**“INDAGINE GEOFISICA DI SUPERFICIE N. 2
MISURE DI RUMORE SISMICO A STAZIONE
SINGOLA ALL’INTERNO DELL’AREA EX-
GINORI - SESTO FIORENTINO (FI)”**

FIRENZE
Via Nino Bixio, 9
50131 Firenze
firenze@trigeo.it
T/F 055 400619
M 328 7213928

AREZZO
Via Petrarca, 33
52100 Arezzo
arezzo@trigeo.it
T/F 0575 294500
M 339 2288117

COMMITTENTE :

S.IN.TER. S.R.L.
SISTEMI INTEGRATI TERRITORIALI
VIA DEL SALVIATINO, 14



CERTIFICATO
ISO N°14PA00028P06

ADDETTO ALLE PROVE
NON DISTRUTTIVE E
SEMIDISTRUTTIVE
NEL SETTORE CIVILE

TRIGEO s.n.c.
di Nencetti Andrea e Burchini Benedetto
Via Mazzini n°18 - 52011 - SOCI (AR)
P.IVA 02024110518
Tel/Fax: 0575 294500 - 055 9062212
Cell: 339 2288117 - 328 7213928
www.trigeo.it - info@trigeo.it



WWW.TRIGEO.IT

INDICE

INTRODUZIONE	3
1.0 MISURA HVSR – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE	4
2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	5
2.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V	5
2.3 REPORT DEI RISULTATI – MISURA HVSR	6

INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica riferisce sui risultati delle n. 2 misure di rumore a stazione singola (HVSR), eseguite presso due zone inserite all'interno dell'AREA EX-GINORI a SESTO FIORENTINO (FI).



Figura 1: Area d'intervento: Area Ex-Ginori – Sesto Fiorentino (FI).

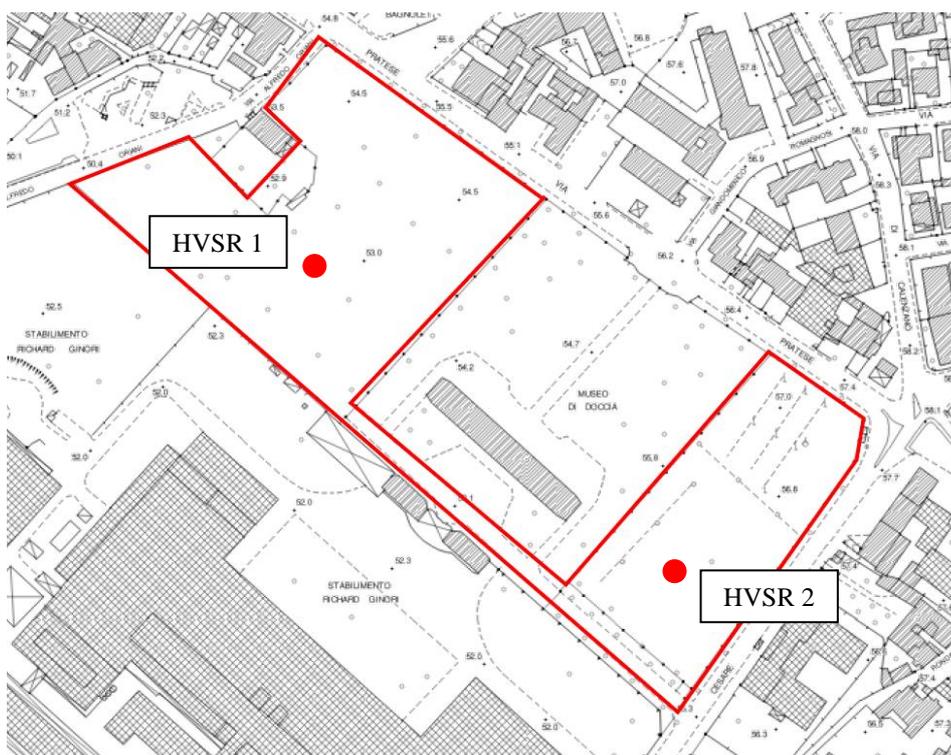


Figura 2: Ubicazione Misure di Rumore HVSR1 HVSR2 – Base CTR 2000 – Sesto Fiorentino (FI).

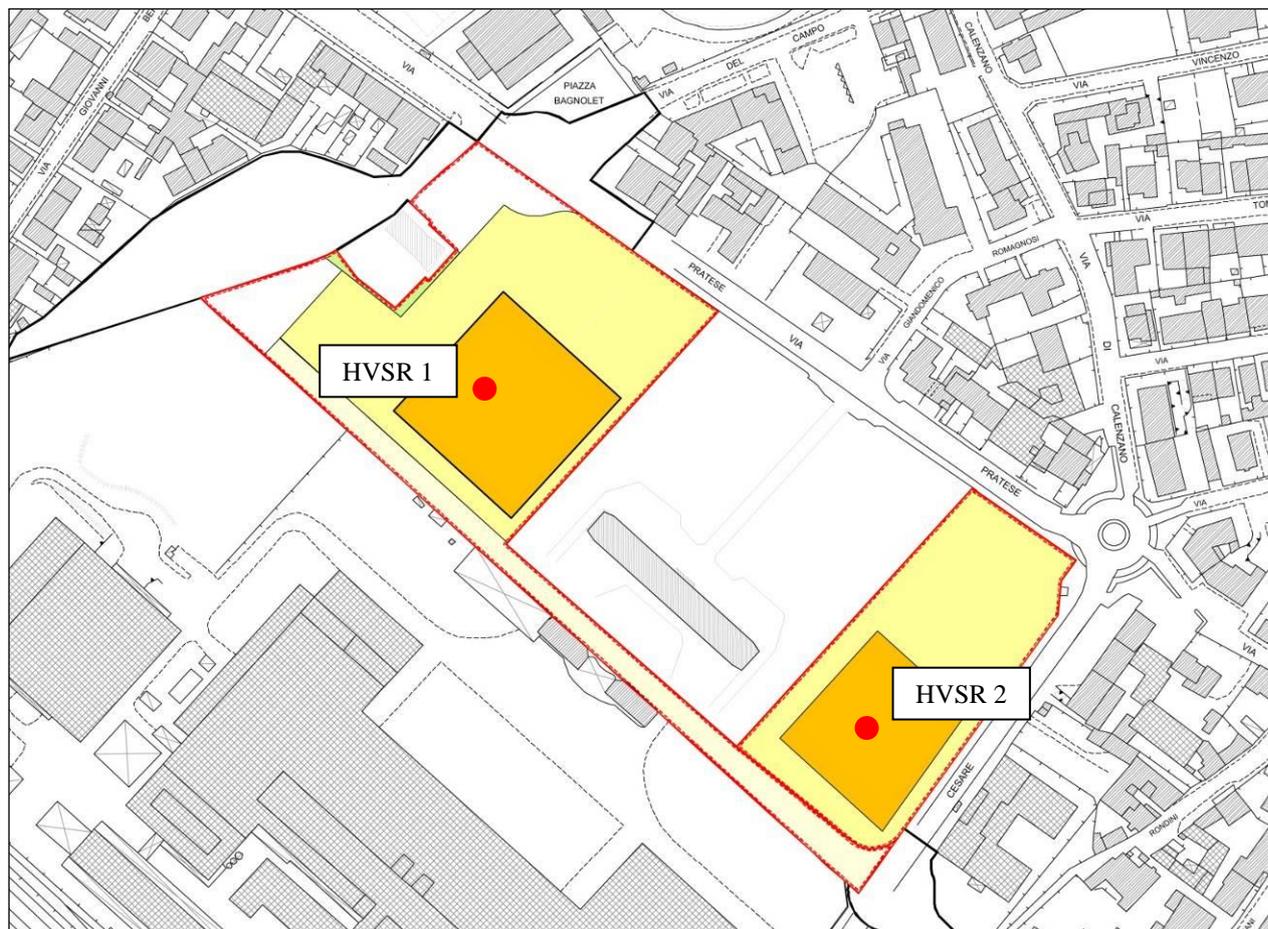


Figura 3: Ubicazione Misure di Rumore HVSr 1 HVSr2 – Sesto Fiorentino (FI).

Dopo aver preso visione della zona e delle problematiche ad essa connesse è stata programmata, con il tecnico incaricato, una campagna di due misure di rumore sismico a stazione singola elaborata con tecnica HVSr, all'interno delle aree indicate.

1.0 MISURA HVSr – SIGNIFICATIVITÀ E CLASSIFICAZIONE DELLE MISURE

La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Le misure di tipo passivo mirano a determinare caratteristiche medie del moto del suolo associato alle vibrazioni ambientali.

Poiché una misura di interesse ingegneristico ricade nell'intervallo 0.1-20 Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 15-40 minuti, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una

media, considerando che qualcuna potrà essere rimossa per la presenza di disturbi (transienti) che alterano lo spettro medio. Nel nostro caso la durata delle misure è stata pari a **1200 secondi (20 minuti)**.

La Frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz.

Nel nostro caso è stata utilizzata una Frequenza di campionamento pari a **300 Hz** ed in fase di elaborazione i dati sono stati ri-campionati a **128 Hz**.

Dal punto di vista pratico, nelle prove di sismica passiva si tratta di misurare vibrazioni del terreno caratterizzate da ampiezze molto piccole. Questo implica che la prova vada effettuata con cura, soprattutto per quanto riguarda l'accoppiamento dello strumento di misura con il terreno e la riduzione delle possibili fonti di disturbo nelle immediate vicinanze dei sensori. Lo strumento di misura va dunque posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo, possibilmente senza interfacce intermedie.

2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata nel presente lavoro risulta essere: SISMOMETRO SR04S3 "GeoBox" della Sara electronic instruments, dotato di 3 velocimetri GS11D 4.5 Hz Geospace, Technology – Huston – Texas –USA con frequenza di ca. 4.5 Hz.

I dati sono stati quindi registrati ed archiviati su un *notebook Toshiba satellite*, mediante il software di acquisizione **SEISMOWIN** mediante l'applicazione **SEISMOLOG-MT** per l'acquisizione dei microtrempi.

2.2 INTERPRETAZIONE DELLE MISURE H/V

Le misure H/V possono essere utilizzate negli ambiti:

- 1) della microzonazione sismica (**uso esplorativo**)
- 2) della stratigrafia sismica, nel qual caso la tecnica aspira a fornire indicazioni di tipo quantitativo sul profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (uso stratigrafico).

In questo contesto, le misure H/V hanno lo scopo di individuare la presenza di fenomeni di risonanza sismica dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno. In funzione di questi risultati è possibile fornire indicazioni qualitative e relative sull'entità del contrasto di impedenza responsabile del fenomeno di risonanza e informazioni sullo spessore delle coperture che ne sono responsabili. Elementi chiave di questo genere di applicazione delle misure H/V sono: un buon controllo geologico dell'area di interesse e la disponibilità di un campione

significativo di siti di misura (almeno 2 o 3) per ciascuna delle diverse unità litologiche o formazioni affioranti nella zona esplorata e potenzialmente interessanti ai fini della caratterizzazione sismica. Vengono prese in considerazione solo **misure di classe A o B** secondo la classificazione riportata sopra.

Vengono distinte le misure nelle quali è presente almeno un picco della curva H/V statisticamente significativo nell'intervallo di frequenze di interesse (**misure di Tipo 1** secondo la classificazione di Albarello et al. 2010) e quelle dove non ci sono picchi significativi (**misure di Tipo 2**). Le prime saranno rappresentative di siti o unità litologiche caratterizzate da possibili fenomeni di risonanza.

Se tutte le stime H/V dell'area sono state ottenute utilizzando le stesse procedure numeriche per l'analisi del dato (durata delle misure, ampiezza e caratteristiche delle finestre di liscio, ecc.) sarà possibile distinguere in prima approssimazione le aree dove ci si aspetta la presenza nel sottosuolo di variazioni significative del contrasto di impedenza sismica alla base delle coperture (ampiezza H/V > 3) da zone dove questi contrasti hanno ampiezze ridotte (H/V < 3). Sulla base delle frequenze di risonanza determinate sperimentalmente

F ₀ (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

sarà poi possibile fornire una stima di massima degli spessori delle coperture soffici responsabili dei possibili fenomeni di risonanza osservati. Un abaco utile in questo senso, che è stato utilizzato nell'ambito delle attività per il livello1 di microzonazione sismica nell'area interessata dal terremoto aquilano dell'Aprile 2009 (Albarello et al., 2010), è fornito in **Tabella 1**. Va sottolineato ancora una volta che i risultati prodotti a partire da un'interpretazione semplificata delle misure H/V, quale quella effettuata mediante la Tabella 1 hanno carattere statistico e semi quantitativo e vanno considerati solo previo confronto con le indicazioni derivanti da prove indipendenti.

2.3 REPORT DEI RISULTATI – MISURA HVSR

Vengono qui riportati i Report dell'elaborazione delle due misure eseguite secondo la tecnica H/V mediante software **WINMASW 2018 Academy**. I dati registrati sono stati ripuliti dai transienti attribuibili a disturbi locali e puntuali. Sui dati ripuliti è stata quindi eseguita l'elaborazione.

HVSR1



show data reset

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

step#2 - HV computation
 remove events with Pnl. & Tl. clean axes
 window length (s) 20
 tapering (%) 5
 amplitude threshold 15
 HVSR threshold 5 test removal
 15% spectral smoothing (triangular window)
 detrending order 2 no equalization
 Particle motion, all HVSRs, time lapse and video
 full output compute

continuity

3D motion
 save video show 3D motion

directivity analysis
 frequencies to highlight: 1.0 5.0 10.0 Hz compute

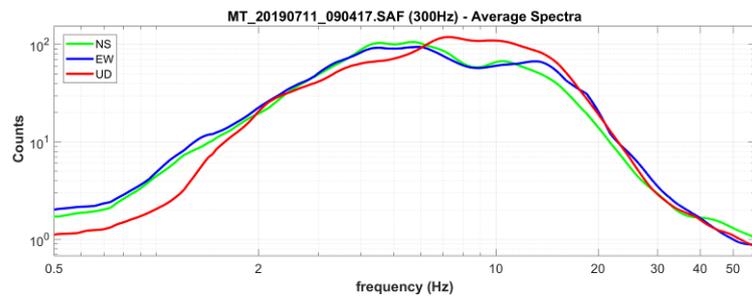
save - optional: save HVSR as it is
 save HV from 0.1 to 60 Hz
 save HV curve (as it is)

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

quick analysis (FV4/44)
 average Vs (m/s) (from surface to bedrock) 200
 depth of the bedrock (m) 20
 Vs of the bedrock 1000
 compute

highlight a frequency
 draw highlight 10 Hz

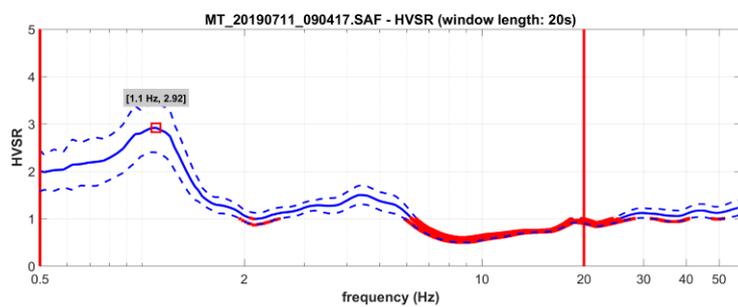
directivity over time
 directivity in time time step: 120 s



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 H/V peak [1.1 Hz]

- #1 - OK
- #2 - OK
- #3 - OK
- #4 - OK
- #5 - OK
- #6 - OK

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

L'esame della curva H/V ha evidenziato la presenza di un picco a 1.10 Hz.

HVSR2



show data reset

step#1 (optional) - declimate
 64 Hz new frequency resample

step#2 - HV computation
 remove events both Ref. & ... clean axes
 20 window length (s) Min. freq.: 0.5Hz
 5 tapering (%)
 15 amplitude threshold test removal
 5 HVSR threshold
 15% spectral smoothing (triangular window)
 2 detrending order no equalization
 Particle motion, all HVSRs, time lapse and video
 All output compute

continuity

3D motion
 save video show 3D motion

directivity analysis
 frequencies to highlight: 1.0 5.0 10.0 Hz compute

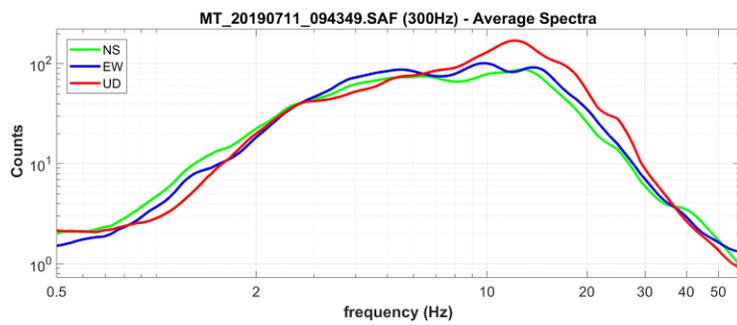
save-option#1: save HVSR as it is
 save HV from 0.1 to 60 Hz
 save HV curve (as it is)

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

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

highlight a frequency
 draw/highlight 10 Hz

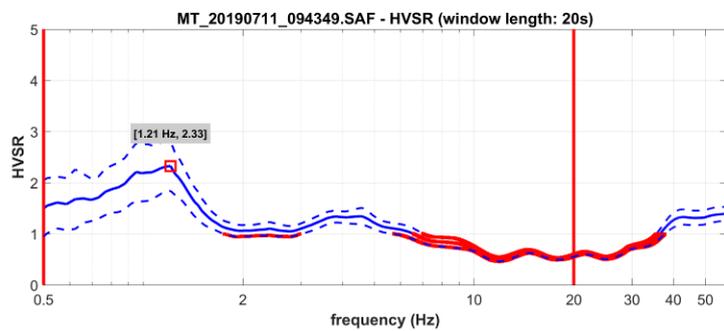
directivity over time
 directivity in time time 120 s



open working folder
 show location
 field notes

your comments

default axes



Criteria for a reliable H/V curve
 #1: OK
 #2: OK
 #3: OK

Criteria for a clear H/V peak [1.21 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), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/a, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

L'esame finale della curva H/V ha illustrato un picco a 1.21 Hz.

Considerando una V_s di copertura media attorno ai 400 m/s ed applicando la seguente formula:

$$f = \frac{V_s}{4h}$$

otteniamo una profondità per il substrato, pari a ca. 90-100 m da p.c.

Firenze, li 16/07/2019

TRIGEO s.r.l. Trigeo snc

di Nencetti Andrea e Burchini Benedetto

Via Mazzini n°18 - 52011 - SOCI (AR)

PIVA 02024110518

Tel/Fax: 0575 294900 - 055 9062212

Cell: 339 2288117 - 3287218928

www.trigeo.it - info@trigeo.it