



Comune di
PIEVE A NIEVOLE
(Provincia di Pistoia)

PIANO STRUTTURALE VARIANTE N. 1

(L.R. n.1 del 3 Gennaio 2005, art.53)

RELAZIONE GEOLOGICA

Luglio 2014

VARIANTE N.1

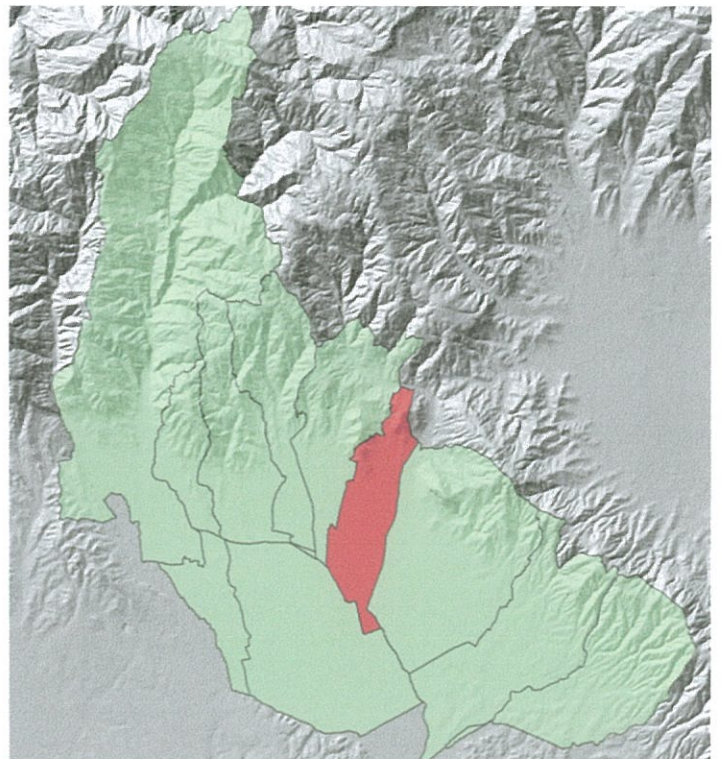
Responsabile del procedimento **Geom. Daniele Teci**
Garante della comunicazione **P. Ind. Daniele Michelozzi**

Coordinatore e Capogruppo **Arch. Massimo Paganelli**
Aspetti ambientali e VAS **Arch. Giampietro Bonvicini**
Geologia, Idraulica e sismica **Geol. Raffaele Lombardi**
Sist. Informativi Territoriali **Dott. Francesco Scaglione**

PIANO STRUTTURALE NON VARIATO

Responsabile del procedimento **Geom. Daniele Teci**
Garante della comunicazione **Geom. Patrizio Mancini**

Progettista incaricato **Arch. Massimo Paganelli**
Collab. Aspetti urbanistici **Arch. Giampietro Bonvicini**
Studi geologici ed ambientali **Geol. Leonardo Moretti**
Sist. Informativi Territoriali **Dott. Francesco Scaglione**



SOMMARIO

PREMESSA	pag.	1
1. METODOLOGIA DI STUDIO PER LA VARIANTE AL P.S.....	pag.	2
2. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	pag.	3
3. PERICOLOSITÀ IDRAULICA	pag.	4
4. METODOLOGIA D'INDAGINE PER LA MICROZONAZIONE.....	pag.	4
4.1 Riferimenti normativi.....	pag.	5
4.2 Aree di indagine.....	pag.	5
4.3 Indagini richieste.....	pag.	5
4.4 Microtremori e valutazione degli stessi.....	pag.	6
5. ELABORATI CARTOGRAFICI PRODOTTI.....	pag.	6
5.1 Carta dei dati di base.....	pag.	6
5.2 Carta delle frequenze.....	pag.	7
6. VALUTAZIONE SEMIQUALITATIVA ELABORATI LIVELLO 1.....	pag.	7
7. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE AI SENSI DEL 53/R.....	pag.	8
7.1 Prescrizioni per la definizione della fattibilità in sede di RU	pag.	8

ALLEGATO ALLA RELAZIONE

RELAZIONE INDAGINI RILIEVO RUMORE AMBIENTALE e ANALISI HVSR

COMUNE DI PIEVE A NIEVOLE

INDAGINI GEOLOGICO TECNICHE DI SUPPORTO ALLA VARIANTE AL PIANO STRUTTURALE RELAZIONE GEOLOGICA

PREMESSA

La presente relazione illustra i criteri e le modalità seguiti per l'effettuazione delle indagini geologiche di supporto alla Variante del vigente Piano Strutturale del Comune di Pieve a Nievole (Prov. Pistoia)) approvato con Delibera C.C. n° 51 del 23.06.2008.

Lo studio geologico per la variante fa riferimento al quadro normativo indicato dalla legislazione nazionale, da quella regionale e comunale come di seguito indicato:

- D.P.C.M. 5/11/1999 pubblicato su G.U. n° 229 del 22/12/1999 riguardante *"Approvazione del piano stralcio relativo alla riduzione del Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno"*
- Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno – PAI approvato con D.P.C.M. del 06/05/2005 e successive modifiche
- Legge Regionale 3 gennaio 2005 n. 1 *Norme per il governo del territorio 12/01/2005* Bollettino Ufficiale della Regione Toscana - N. 2
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Pistoia -PTC Variante Generale approvato con D.P.C. n° 123 del 21/04/2009
- DPGR 25 Ottobre 2011 n° 53/R "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) - Allegato A Direttive per le indagini geologiche
- Piano Strutturale del Comune di Pieve a Nievole vigente redatto ai sensi DPRGT n° 94/1985
- Regolamento Urbanistico del Comune di Pieve a Nievole vigente redatto ai sensi DPRGT n°26/R/2007 e approvato con Delibera C.C n° 13 del 27.02. 2009

Ciò premesso per significare che con la variante al Piano Strutturale l'Amministrazione Comunale di Pieve a Nievole si è posta lo scopo di verificare quali elaborati a livello sia di quadro conoscitivo che di progetto, per le tematiche geologiche, sono da aggiornare o produrre ex novo tenendo comunque in considerazione quanto già esistente in ambito sia del P.S. che del R.U.

Gli studi geologici vigenti sia del Piano Strutturale che del Regolamento Urbanistico vigenti fanno riferimento allo scenario normativo che come già detto risulta superato dall'entrata in vigore del disposto normativo della Regione Toscana DPGR 25 Ottobre 2011 n° 53/R "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) - Allegato A Direttive per le indagini geologiche

In ottemperanza a tale nuovo disposto si è reso necessario rendere coerente la variante con le nuove direttive e ciò ha comportato la predisposizione di nuovi elaborati cartografici con particolare riguardo alla zonazione sismica e di conseguenza ad una più specifica valutazione della pericolosità sismica.

1. METODOLOGIA DI STUDIO PER LA VARIANTE AL P.S

In base al nuovo scenario normativo per un adeguamento del quadro conoscitivo si è proceduto all'analisi e valutazione degli elaborati geologici di corredo al P.S. oggetto di variante e quelli redatti per il R.U.

L'analisi degli elaborati cartografici ha consentito di verificare che parte delle cartografie tematiche di carattere prettamente geologico vigenti e in uso dell'Amministrazione e come di seguito indicate ed elencate

QUADRO CONOSCITIVO P.S. VIGENTE	N° Tav.	Scala
Carta geologica	1	1:10.000
Carta geomorfologica con indicazioni litotecniche	2.1	1:5.000 Nord
Carta geomorfologica con indicazioni litotecniche	2.2	1:5.000 Sud
Carta delle aree allagate	2.3	1:10.000
Carta idrogeologica	3	1:10.000
Carta dell'acclività dei versanti	4	1:10.000
Carta dei dati di base	5	1:10.000
Carta della vulnerabilità della falda	6	1:10.000
Carta dell'uso del suolo attuale	7	1:10.000
QUADRO CONOSCITIVO R.U. VIGENTE		
Pericolosità Idraulica centro nord	2.1	1:5.000
Pericolosità Idraulica centro sud	2.2	1:5.000

non necessitano di variazione e che anche in sede di Variante si farà riferimento alle tematiche in esse contenute ed illustrate.

La verifica dell'esistente ha anche posto in luce l'esigenza di provvedere all'approntamento di nuove cartografie tematiche con particolare attenzione a quelle riguardante le problematiche sismiche.

2. PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Nella Tav. P1 del quadro di progetto in scala 1:10.000 è riportata la suddivisione del territorio secondo le situazioni di pericolosità geologica come definite al punto C1 delle Direttive per l'Indagini Geologiche Allegato A del DPCR 53/R mantenendo i perimetri definiti dalla Carta di Pericolosità Geomorfológica del Piano Strutturale vigente, senza apporvi modifiche, derivata a sua volta dalle indicazioni contenute nella carta geomorfologica del PS vigente.

Alla luce delle considerazioni su esposte sono state definite le aree a pericolosità geologica così distinte:

G1 -PERICOLOSITÀ BASSA Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa e/o a cedimenti per scarse caratteristiche dei terreni (classe non presente sul territorio di Pieve a Nievole)

G2- PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGIA MEDIA - Per il chiarimento delle eventuali problematiche è sufficiente il livello di approfondimento proprio della relazione geologico-tecnica e delle indagini geognostiche di supporto alla progettazione edilizia.

G3- PERICOLOSITÀ ELEVATA Nelle aree appartenenti a questa classe ogni intervento edilizio è subordinato all'esecuzione di indagini che dovranno essere condotte a livello di area nel suo complesso, al fine di escludere il verificarsi di fenomeni di instabilità del versante.

In sede di Regolamento Urbanistico nel definire la fattibilità per le aree ricadenti nel perimetro di tale classe di pericolosità ci si dovrà attenere ai seguenti criteri:

- la realizzazione di interventi che prevedano nuove edificazione e/o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità prevenendo eventuali interventi di messa in sicurezza che non pregiudicano la stabilità di aree adiacenti
- potranno essere realizzati nuovi interventi edilizi e infrastrutturali per i quali si dimostri che gli stessi non determinano condizioni di instabilità geomorfologica su aree di versante o di cedimenti in aree morfologicamente pianeggianti, ma caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche.

G4- PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA - Gli interventi di qualsiasi natura, anche non prettamente edificatori, che comportino la movimentazione di terre, modifiche morfologiche dei versanti e dei fondovalle per sbancamenti e riporti di terre, incremento della vulnerabilità degli insediamenti, localizzati in aree a rischio geomorfologico elevato non sono ammessi; la loro eventuale realizzazione è subordinata al consolidamento e bonifica integrale del comparto territoriale nel quale si collocano; il progetto dovrà essere supportato da indagini geotecniche, prospezioni geognostiche, verifiche di stabilità integrale dei versanti, studi geologico-tecnici approfonditi, che valutino la problematica a livello di area complessiva andando cioè

ad analizzare una significativa porzione di versante nella quale l'intervento si colloca. Gli interventi sono fattibili esclusivamente alla condizione che migliorino le condizioni geomorfologiche ante progetto. Il progetto delle opere di bonifica e consolidamento dovrà fare parte integrante degli altri documenti progettuali.

3. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Nell'anno 2009 il Comune di Pieve si è dotato del R.U. (*approvato con Delibera C.C n° 13 del 27.02. 2009*) e gli elaborati geologici di supporto allo stesso sono stati redatti in ottemperanza al dettato normativo indicato nella DPGR. 26/R/2007 che ha avuto come conseguenza un adeguamento e approfondimento di determinate tematiche trattate nel P.S e che a seguito di specifici studi, quali quelli di carattere idraulico, hanno permesso la redazione di nuove cartografie tematiche costituenti il quadro conoscitivo con particolare riferimento al rischio idraulico in conseguenza di eventi piovosi di rilevante intensità e durata.

A tale scopo in fase di predisposizione del R.U. infatti è stato eseguito sul comune di Pieve uno studio idraulico di dettaglio che mediante l'utilizzo di un modello idraulico bidimensionale ha dato indicazione dei battenti idraulici.

Dai risultati dello studio idraulico è discesa la redazione della carta della pericolosità idraulica dove sono individuate sul territorio zone soggette a rischio elevato (I3) e molto elevato (I4) per eventi alluvionali con TR da 30 a 200.

Per alcune di queste aree però studi successivi di dettaglio (es.Piani Attuativi, Piani di recupero) hanno invece evidenziato, utilizzando modelli idraulici più affinati, pericolosità idrauliche meno elevate che hanno consentito di definire scelte progettuali di mitigazione meno onerosi di quelli previsti e con tempi di realizzazione più celeri rispetto ad interventi su ampia area che coinvolgevano più Enti.

4. METODOLOGIA D'INDAGINE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Per quanto concerne la valutazione di tale tematismo dall'analisi dell'esistente è emersa la necessità di rendere la variante al P.S. coerente con la normativa in termini di indagini geologiche (53/R) mediante un'approfondimento della criticità del territorio da un punto di vista sismico in quanto il 53/R rispetto al 26/R/2007 prescrive che per i centri urbani o frazioni deve essere predisposta la Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) e la conseguente Carta della Pericolosità sismica evidenziando le criticità e indicando le aree per le quali sono previsti studi di approfondimento in fase esecutiva.

4.1. Riferimenti normativi

Lo studio e le indagini geofisiche di supporto sono state condotte secondo le specifiche tecniche contenute nei seguenti testi di riferimento normativo e tecnico:

- OPCM n° 3907 del 13/11/2010 che disciplina i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico previsti dall'Art. 11 della legge n° 77 del 24/06/2009
- INDIRIZZI E CRITERI DI MICROZONAZIONE SISMICA del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13/11/2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome opportunamente integrato dalle Specifiche Tecniche Regionali per la Microzonazione Sismica Regionale approvate con Deliberazione di Giunta n261 del 18/04/2011

4.2. Aree d'indagine

Lo studio ha preso in considerazione principalmente le aree urbanizzate del territorio maggiormente significative interessando prevalentemente la zona pianeggiante del comune e quella corrispondente alla fascia di raccordo fra le aree di pianura e i rilievi pedecollinari.

In queste due zone infatti si concentrano la quasi totalità delle residenze e delle attività artigianali, industriali e commerciali ed inoltre le stesse mostrano anche un'evidente omogeneità del modello geologico.

Le zone collinari e quelle a vocazione e destinazione agricola con valenza di tutela paesaggistica o di fasce di rispetto idraulico sono state escluse dalla programmazione di nuove indagini in situ, ma inserite nella carta della MOPS e in quella di pericolosità sismica sulla base di correlazioni con le zone indagate.

4.3. Indagini richieste

Il DPGRT n° 53/R ai punti B.1, punto B.7 e punto C.5 della 53/R recepisce le suddette normative e indica le indagini da eseguirsi per la redazione della cartografia su menzionata e in particolare il livello richiesto è il LIVELLO 1 che impone la raccolta organica di tutti i dati geologici e geofisici e un minimo di indagini in situ individuabili in indagini MASW, indagini di sismica passiva HVSR microtremori a stazione singola, le planimetrie con ubicazione indagini e relativa documentazione fotografica, carta dei dati di base aggiornata dalle nuove indagini.

Come prima fase è stata effettuata la ricerca e raccolta dei dati geologici, geotecnici e geofisici che ha comportato un aggiornamento dei dati di base finalizzati alla microzonazione tramite le seguenti modalità:

- ricerca presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Pieve a Nievole di studi geologici ed indagini geognostiche eseguiti sul territorio ed allegati alle pratiche edilizie sia per interventi diretti che a piani attuativi (P.A) in cui oltre alla descrizione e valutazione delle emergenze litostratigrafiche fossero contenute indagini mirate alla caratterizzazione del sottosuolo ai fini sismici
- acquisizione on line di dati stratigrafici consultabili dall'archivio della società ISPRA
- esecuzione di nuove indagini geofisiche consistenti in indagini di sismica passiva HVSR microtremori a stazione singola per n° 10 stazioni.

4.4. Microtremori e valutazione degli stessi

A seguito della suddivisione del territorio urbano in celle di 250 x 250 m si è potuto definire e posizionare una serie di stazioni per l'esecuzione dei microtremori ritenuti in questa fase necessari ad integrare i dati già esistenti, ma ancora meglio a produrre ex novo informazioni di carattere sismico.

I risultati dei rilievi sismici sono stati raccolti e descritti in una relazione tecnica, Allegato 1, a cura del Dott. Geol. Stragapede, che ha collaborato con lo scrivente per l'esecuzione ed interpretazione dei microtremori, che è stata sottoposta all'attenzione del settore della prevenzione sismica presso il Genio Civile di Area Vasta di Firenze.

5. ELABORATI CARTOGRAFICI PRODOTTI

Lo studio di microzonazione sismica di LIVELLO 1 consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista sismico procedendo ad un'analisi del quadro conoscitivo mirata all'acquisizione di dati litostratigrafici del sottosuolo.

La mappatura sismica del territorio che è discesa da tali approfondimenti va intesa quindi completativa e di arricchimento del quadro delle conoscenze senza annullare o cambiare l'effetto degli elaborati del Piano Strutturale riferiti alla pericolosità geologica ed idraulica in quanto una più specifica definizione degli aspetti sismici comporterà effetti ricadenti in fase di variante Regolamento urbanistico definendo per le diverse classi di pericolosità sismica le direttive e le prescrizioni da attuarsi.

5.1. Carta dei dati di base ai fini della microzonazione

Nella Tav. QC 5 bis scala 1:10.000 è indicata l'ubicazione delle diverse indagini utilizzate per la raccolta ed analisi dei dati di base suddividendo le stesse in base alla tipologia di esecuzione (sondaggi, pozzi, prove penetrometriche e indagini e rilievi sismici), la profondità raggiunta e la presenza di eventuale substrato.

6.2 Carta delle frequenze

Nella Tav. QC 5 ter scala 1:10.000 sono riportati i risultati della campagna di misure di microtremore a stazione singola HVSR condotte secondo gli standard e i criteri stabiliti dagli ICMS e indicati nel V. Ing. ria 2/11 per la misura delle frequenze fondamentali.

Come osservabile nella carta il territorio indagato mostra valori delle frequenze di picco f_0 (Hz) compresi fra 0,56 e 1 Hz per le aree dove le coperture alluvionali sovrastano il substrato con spessori $>$ di 50 m.

Per le aree della fascia pedecollinare e quelle prettamente collinari dove invece la copertura di terreni sciolti sul substrato diminuisce di spessore si ha progressivamente un più alto contrasto di impedenza sismica con valori dei picchi di frequenza $f_0 > 2$.

6.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS

Secondo le specifiche tecniche definite negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" redatti dalla Presidenza del C.M.e dal Dipartimento della protezione Civile nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all'OPCM 397/2010 è stata elaborata. a Tav. QC 5quater scala 1:10.000 dove sono indicate le zone del territorio comunale definite in relazione al diverso comportamento dei terreni sotto l'azione del sisma.

Come osservabile dalla cartografia su descritta emerge che il territorio di Pieve a Nievole è caratterizzato da terreni suscettibili di amplificazioni locali classificabili in:

Zona 2	Terreni di copertura su substrato argillitico e/o arenaceo con spessori compresi fra 3 – 9 m
Zona 3	Copertura alluvionale costituita da limi sabbiosi con spessori fino a – 60 m
Zona 4	Copertura alluvionale costituita da limi argillo sabbiosi con spessori $>$ 60 m

6. VALUTAZIONE SEMIQUALITATIVA ELABORATI DI LIVELLO 1

Allo scopo di verificare il grado di attendibilità degli elaborati cartografici redatti si è proceduto ad una valutazione degli stessi compilando la matrice della tabella indicata nell'allegato A che prevede 6 parametri (*carta geologica, sondaggi a distruzione, sondaggi a carotaggio, indagini geofisiche, prove geognostiche, misure di frequenza in sito*) ai quali è assegnato un peso; ogni parametro a sua volta prevede 3 indicatori ai cui è stato assegnato un punteggio a sua volta moltiplicato per il peso corrispondente.

La somma dei valori dei parametri a consentito di stilare una classifica di qualità come di seguito indicata:

Classe	Valore	Indicazioni
B	61%	<i>La classe potrebbe anche essere A ma il punteggio risente ovviamente del fatto di non avere un bedrock sismico rigido su cui si attestino i sondaggi più profondi nonostante le indagini sismiche eseguite</i>

7. PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE AI SENSI DEL 53/R

Dal confronto fra la carta delle frequenze e quella delle MOPS è stata approntata la Carta della Pericolosità per fattori sismici Tav. P 2.3 scala 1:10.000 dove è evidenziata la perimetrazione delle aree a diversa pericolosità sismica secondo il seguente schema classificativo:

S2- PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA – zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta agli effetti dinamici in occasione di eventi sismici; aree di pianura in cui i terreni sciolti presentano di scadenti proprietà geotecniche che possono dar luogo a cedimenti limitati.

S3 - PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA – zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici; zone con terreni di fondazione scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi, terreni suscettibili di liquefazione dinamica (comuni classificati in zona sismica 2); zone di contatto fra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche diverse; aree interessate da deformazioni di faglie attive; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica fra copertura e substrato rigido per spessori massimo di 10 m.

7.1. Prescrizione per la definizione della fattibilità sismica in sede di Ru

S2- AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA – zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti dalla classe di pericolosità S3.

Il R.U. nel definire la fattibilità degli interventi previsti su aree ricadenti in tale classe di pericolosità dovrà valutare i singoli fenomeni indotti secondo quanto definito al punto 3.5 delle direttive di cui all'Allegato A del DPRG n°53/R/2009.

S3 – AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE ELEVATA

IL R.U. nel definire la fattibilità per le aree ricadenti nel perimetro di tale classe di pericolosità dovrà valutare i singoli fenomeni indotti secondo quanto definito al punto 3.5 delle direttive di cui all'Allegato A del DPRG n°53/R.

Gli interventi di qualsiasi natura, anche non prettamente edificatori, ricadenti nella classe di pericolosità S3 che comportino la movimentazione di terre, modifiche morfologiche dei versanti e dei fondovalle per sbancamenti e riporti di terre, incremento della vulnerabilità degli insediamenti, localizzati in aree a rischio geomorfologico elevato dovranno essere supportati da indagini geotecniche, prospezioni geognostiche, verifiche di stabilità integrale dei versanti, studi geologico-tecnici approfonditi, che valutino la problematica a livello di area complessiva andando cioè ad analizzare una significativa porzione di versante nella quale l'intervento si colloca.

Dott. Geol. Raffaele Lombardi

Ord. Geologi della Toscana n° 370



Pistoia Luglio 2014

ALLEGATO

**RILIEVO RUMORE AMBIENTALE
ANALISI HVSR
RELAZIONE INDAGINI**



Geol. Francesco Stragapede
Via V.P.le Montalbano 88/c
Serravalle P.se-Casalguidi (PT)
tel./fax 0573/929214
email soilpro@soilpro.it

RELAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA

rilievo rumore ambientale
analisi HVSR

Variante al Piano Strutturale
Comune di Pieve a Nievole (PT)

Serravalle P.se 14.02.2014

(geol. Francesco Stragapede)





SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

**RELAZIONE
INDAGINE GEOGNOSTICA**

**rilievo rumore ambientale
analisi HVSr**

**Variante al Piano Strutturale
Comune di Pieve a Nievole (FC)**

PREMESSA

La presente relazione riferisce i risultati dell'indagine geognostica di tipo geofisico, condotta attraverso rilevamento dei microtremori su stazione singola per analisi spettrale delle componenti orizzontale e verticale del moto su n.10 distinte postazioni, nell'ambito del territorio comunale di Pieve a Nievole (PT) oggetto di variante al Piano Strutturale.

L'indagine e' stata condotta nelle aree indicate e secondo le specifiche della Committenza ed e' intesa a verificare la locale frequenza di sito ed a stimare lo spessore delle "coperture" del substrato geofisico di riferimento, ai sensi degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica approvati dal Dipartimento di Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e Province Autonome e dei successivi aggiornamenti.

INDAGINI ESEGUITE

Preso atto della agibilita' ed operativita' strumentale dei luoghi di interesse, della natura dei sedimenti nel sottosuolo e delle specifiche avanzate dal tecnico incaricato dello studio geologico, il rilievo e l'analisi delle componenti vibrazionali orizzontale e verticale dei rumori ambientali (rilievo dei microtremori su stazione singola per analisi HVSr) e' stato sviluppato su n.10 distinte postazioni, individuate in corrispondenza o nell'intorno prossimo delle zone preliminarmente concordate dalla Committenza.

Il rilievo dei microtremori, e' stato condotto impiegando apparato velocimetrico dotato di n.3 sensori orientati con frequenza di 4.5 e 2.0 Hz, corredati di certificato di risposta e funzioni di equalizzazione del dato, apparato SR04 della SARA srl – Perugia.

Il rilievo dei microtremori, e' stato elaborato attraverso la tecnica HVSR o di Nakamura, e consente di determinare la "frequenza di risonanza" di uno strato caratteristico del sito, per il quale assume valore massimo il rapporto $RHV = HS / VS$ (*Horizontal to Vertical Ratio*) tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo, assumendo che la componente verticale (V) del *noise*, nel passare dal *bedrock* alla superficie, non subisce amplificazione.

Con l'impiego di programmi votati (Jsesame – Geopsy - Geoexplorer), si e' ricercato il valore di picco relativo del rapporto delle componenti spettrali vibrazionali orizzontali e verticale del rumore ambientale H / V sulla postazione di rilievo, accertando la presenza nel sottosuolo di particolari o singolari gradienti di rigidita'.

Procedura di acquisizione

- a) Le misure sono state condotte su terreno libero, in aree anche adiacenti a strutture e/o edifici, dei quali e' stata riportata la presenza nella scheda di riferimento, ad una distanza tale da evitare comunque l'interferenza di tali elementi sulla misura stessa.
- b) L'apparato di misura risulta composto da velocimetri orientati sulle tre componenti dello spazio e di frequenza idonea alle finalita' dell'indagine, opportunamente reso solidale al suolo nella postazione di misura e livellato rispetto agli apparati di misurazione
- c) Si e' operato nelle condizioni meteo ottimali, evitando giornate piovose e/o particolarmente ventose e effettuando le registrazioni in condizioni logistiche nelle quali potevano in prima analisi essere evitati transienti di particolare intensita' o sorgenti monotone localizzate in prossimita' dell'apparato
- d) La registrazione e' stata protratta tra min 15 e min 30 in continuo, operando con frequenza di campionamento di 400 Hz sui tre canali di registrazione

Processing dei dati

- a) L'elaborazione e la restituzione grafica dei dati e' stata effettuata impiegando software open source Geopsy e con Geoexplorer della Sara Instruments srl
- b) Il processing dei dati e' stato effettuato suddividendo la finestra di registrazione in sottofinestre di lunghezza compresa tra sec 25 e sec 50
- c) La preliminare elaborazione e' stata condotta escludendo le finestre temporali di analisi che presentavano la registrazione di transienti legati a sorgenti monotone

e/o specifiche prossime al sensore, quali impianti o transito di pedoni o automezzi nelle vicinanze

- d) Il trattamento preliminare dei dati e' stato condotto operando il lisciamento (smoothing) degli spettri, restituiti mediante preliminare utilizzo delle FFT (Fast Fourier Transform), attraverso la tecnica di Konno-Ohmachi
- e) Il processo di restituzione della componente orizzontale e' stato effettuato mediante media geometrica delle due componenti spettrali orizzontali E-O e N-S
- f) Il calcolo del rapporto spettrale delle componenti orizzontale e verticale media del moto del suolo H/V e' stato effettuato per ciascuna finestra di analisi
- g) La determinazione del valore medio della curva H/V e della relativa deviazione standard e' stata calcolata sulla base delle curve H/V determinate per le diverse finestre temporali gia' selezionate

Interpretazione dei dati

- a) L'interpretazione preliminare dei dati e' stata effettuata verificando la persistenza temporale e la persistenza angolare del rapporto delle componenti vibrazionali orizzontale e verticale del moto, escludendo quindi valori di picco del rapporto H/V determinati da transienti o sorgenti monotone arealmente localizzate
- b) L'"affidabilita'" della curva del rapporto delle componenti H/V e la "chiarezza" del valore di picco del rapporto medesimo sono verificate attraverso l'analisi dei criteri "Sesame"; alcune delle misurazioni sono state ripetute con tempi di acquisizione piu' elevati o in orari differenti, laddove i Criteri di qualita' non risultavano soddisfatti

ELABORAZIONE DEI DATI

I dati di prima restituzione sono rappresentati dai valori di frequenza caratteristica del sito di rilevamento, che costituisce la "*frequenza di risonanza*" dello strato delle "coperture" sotteso da una soluzione di rigidita' con elevato contrasto di impedenza, per il quale assume valore massimo il rapporto tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo *H/V (Horizontal to Vertical Ratio)*.

Lo spessore del sedimento sotteso alla soluzione di continuita' caratteristica del sito e qualificata dal contrasto di impedenza di maggiore rilievo puo' essere determinata attraverso abachi che relazionano la frequenza di sito con un ordine di grandezza della profondita' della soluzione di rigidita'.

Tali abachi presumono un valore caratteristico medio delle velocità delle onde S dei terreni delle coperture, come nella tabellazione di seguito riportata

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

tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – D. Albarello e S. Castellaro
aggiornamento Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica – ingegneria sismica anno XXVIII n.2/11)

ovvero contemplano nelle valutazioni, in analisi più avanzate, i gradienti potenziali di velocità nel sottosuolo del valore caratteristico delle onde S dei terreni di copertura

	Terreni coesivi	Sabbie	Terreni Rimaneggiati /conoidi
	$V_o=190$	$V_o=170$	$V_o=110$
	$a=0.20$	$a=0.25$	$a=0.40$
v	H	H	H
0.5	230	260	334
0.6	183	204	249
0.7	151	167	194
0.8	128	140	157
0.9	111	120	130
1	98	105	110
1.5	59	62	58
2	42	43	37
3	26	25	20
4	18	18	13
5	14	13	10
6	11	11	8
7	9	9	6
8	8	8	5
9	7	7	4
10	6	6	4
15	4	4	2
20	3	3	2

“Il contributo della sismica passiva al modello geologico-geofisico” – D. Albarello – Roma 2009

Una analisi di maggiore dettaglio sulla soggiacenza della soluzione di rigidita' alla base delle "coperture" puo' essere sviluppata impiegando la relazione tra spessore dello strato al bedrock, la frequenza e/o periodo di risonanza di sito e la velocita' delle onde S dei sedimenti di "copertura".

La relazione, espressa dalla seguente formulazione

$$H = \frac{V_s T_1}{4} \qquad V_s = \frac{4H}{T_1}$$

dove **H** e' lo spessore delle locali "coperture" / la profondita' di soggiacenza della soluzione di rigidita' con il maggiore contrasto di impedenza

V_s e' la velocita' media delle onde S misurata per i sedimenti delle coperture, stimata per ordine di grandezza o acquisita mediante differenti indagini

T₁ e' il periodo (reciproco della frequenza di sito) relativo al valore di picco del rapporto delle componenti spettrali del moto del suolo H/V

consente di determinare, per le differenti verticali di rilevamento, la quota di soggiacenza della soluzione di continuita' a maggiore gradiente di rigidita', attraverso il valore della frequenza corrispondente al valore di picco del rapporto H/V, disponendo di indagini geofisiche che indichino, per i terreni delle "coperture" i valori medi caratteristici di velocita' delle onde S.

Nelle ipotesi di sedimenti di "copertura" qualificati da velocita' delle onde S caratteristiche medie di 200 m/sec.

postazione rilievo	frequenza di sito Hz	spessore delle "coperture" metri
A	1.645 ± 0.189	27-34
B	0.548 ± 0.065	82-104
C	0.449 ± 0.021	106-117
D	0.426 ± 0.036	108-128
E	0.821 ± 0.086	55-68
F	1.309 ± 0.155	34-43
G	1.410 ± 0.147	32-40
H	1.191 ± 0.113	38-46
I	0.702 ± 0.116	61-85
L	0.537 ± 0.061	84-105

In allegato si riportano le seguenti tavole grafiche:

- a) Carta topografica con la localizzazione dei punti di rilievo
- b) Carta topografica con accostato, ad ogni postazione di rilievo, il grafico dell'andamento del rapporto spettrale relativo alla misurazione, con l'intervallo di confidenza corrispondente
- c) Carta delle frequenze di sito, dove e' riportato, vicino alla postazione di rilevamento, il valore in Hertz della frequenza per la quale risulta massimo il rapporto delle componenti vibrazionali del suolo e le curve di isofrequenza, come calcolate con programma di contouring sulla base dei valori misurati, nell'ambito dell'area di investigazione
- d) Schede di elaborazioni delle misure, che riferiscono nei relativi report
 - a. l'ubicazione della postazione di rilevamento, con relativa ripresa fotografica, le caratteristiche della strumentazione impiegata, le modalita', tempi e frequenza di campionamento dei dati, condizioni meteo e presenza di eventuali elementi o sorgenti dinamiche di disturbo
 - b. time histories di analisi per le n.3 componenti di registrazione
 - c. rapporto delle componenti vibrazionali del suolo e grafico dell'andamento del valore delle componenti di misurazione
 - d. grafici di persistenza temporale ed angolare del rapporto delle componenti vibrazionali orizzontale e verticale del suolo
 - e. scheda di analisi della curva del rapporto delle componenti spettrali nella frequenza e verifica dei criteri "curve reliability" e "peak clarity" Sesame.

Serravalle P.se 14.02.2014




LOCALIZZAZIONE POSTAZIONI DI MISURA



A ● postazione di rilevamento misura dei microtremori

CARTA DEI RAPPORTI SPETTRALI H/V



A  postazione di rilevamento misura dei microtremori e grafico dei rapporti spettrali delle componenti orizzontali con la componente verticale

CARTA DELLE FREQUENZE



1.52 ● postazione di misura
valori frequenze di risonanza

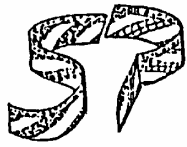
1.50 — isopete misura di frequenza

SCHEDE DI ELABORAZIONE

**rilievo microtremori
(analisi HVSR - metodo di Nakamura)**

rilievo rumore ambientale
analisi HVSR

Variante al Piano Strutturale
Comune di Pieve a Nievole (PT)



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “A”

CANTIERE **Via Gramsci - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140116_095227.SAF**

DATA **16-gen-2014** ORA INIT **09^h52^m27^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 15**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **15 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

NEARBY Str/Elem **recinzioni / fabbricati**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°52'30.3" N

10°47'24.6" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

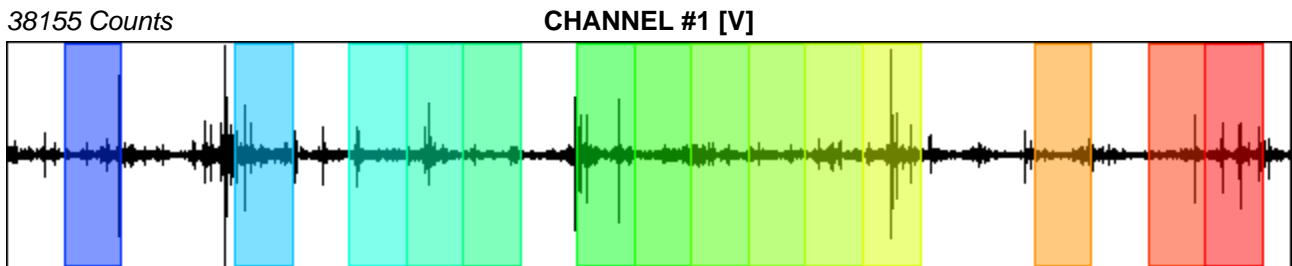
Recording start time: 2014/01/16 09:52:27

Recording length: 15 min

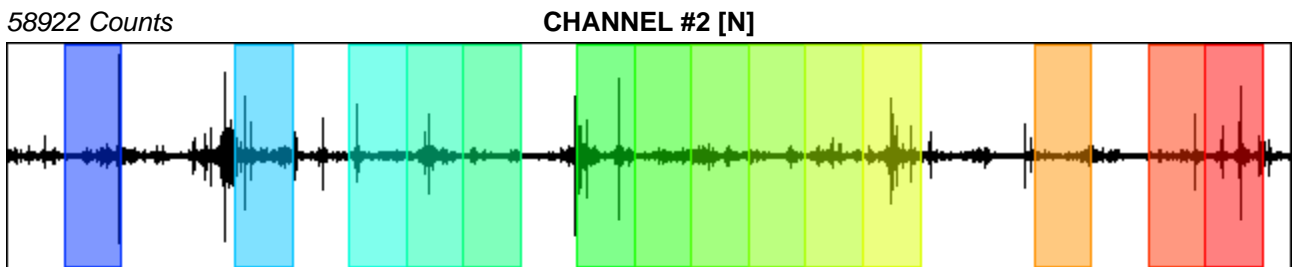
Windows count: 14

Average windows length: 40

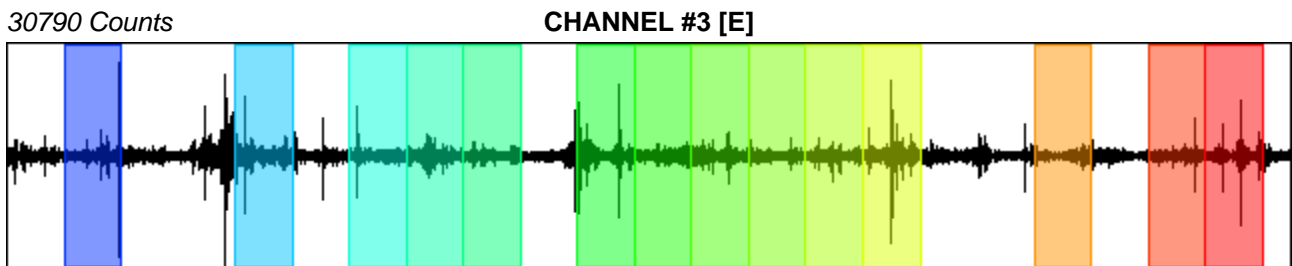
Signal coverage: 62.22%



-38721 Counts



-57310 Counts



-34061 Counts

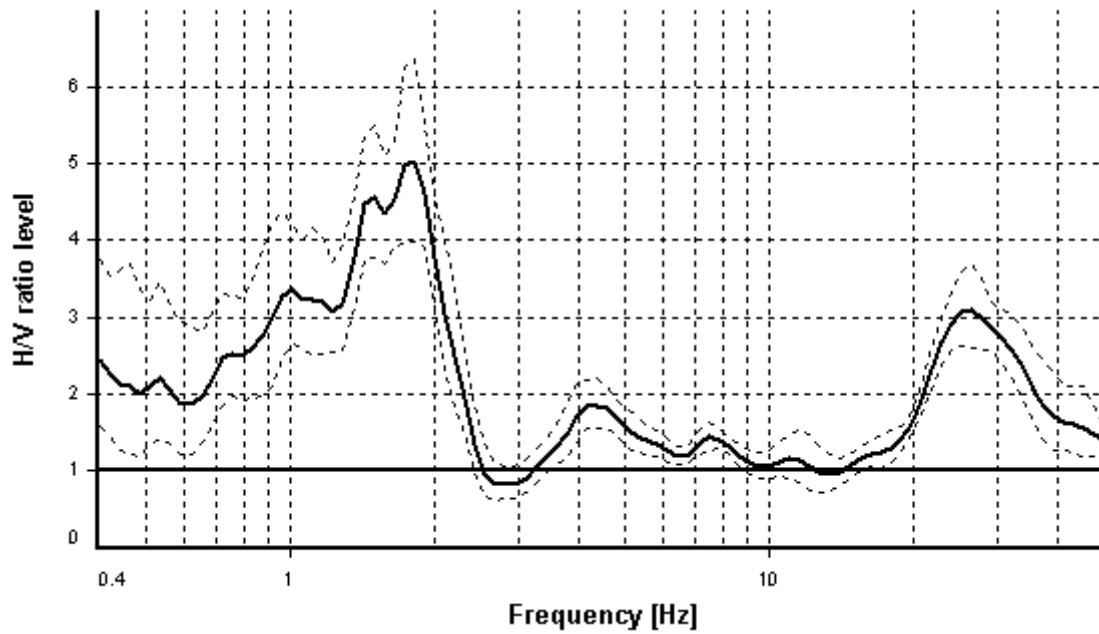
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

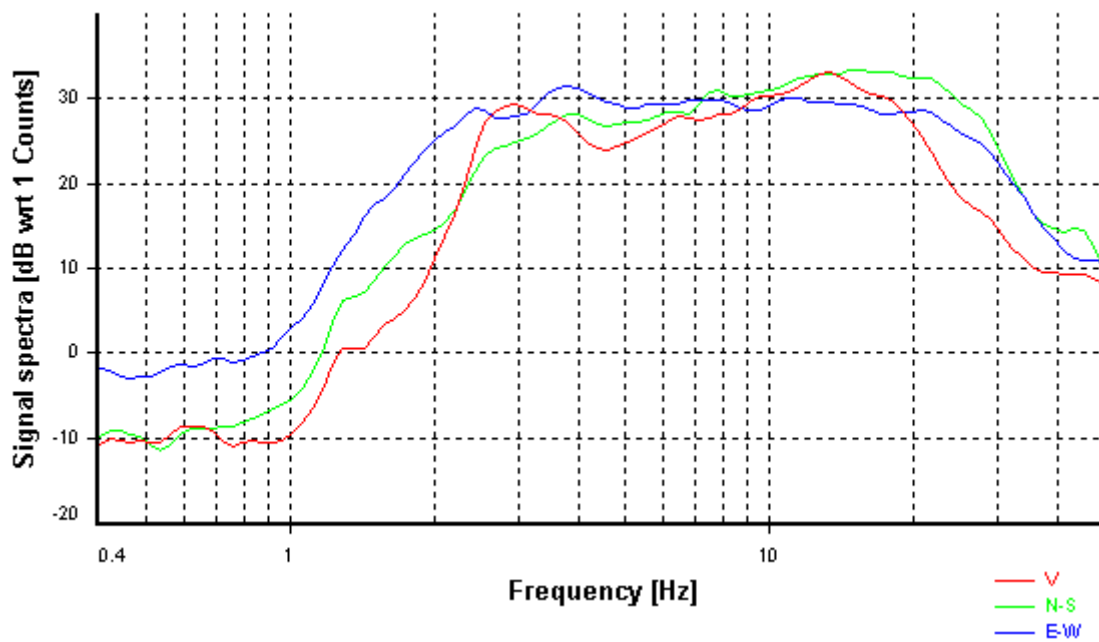
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

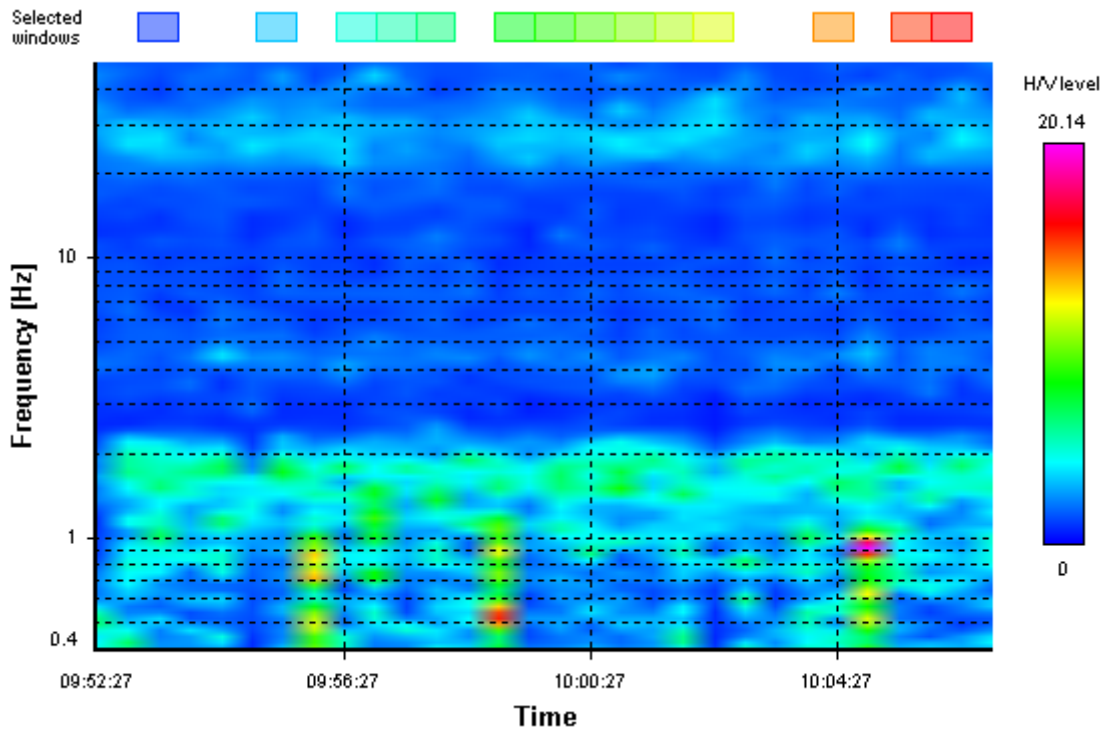
HVSR average



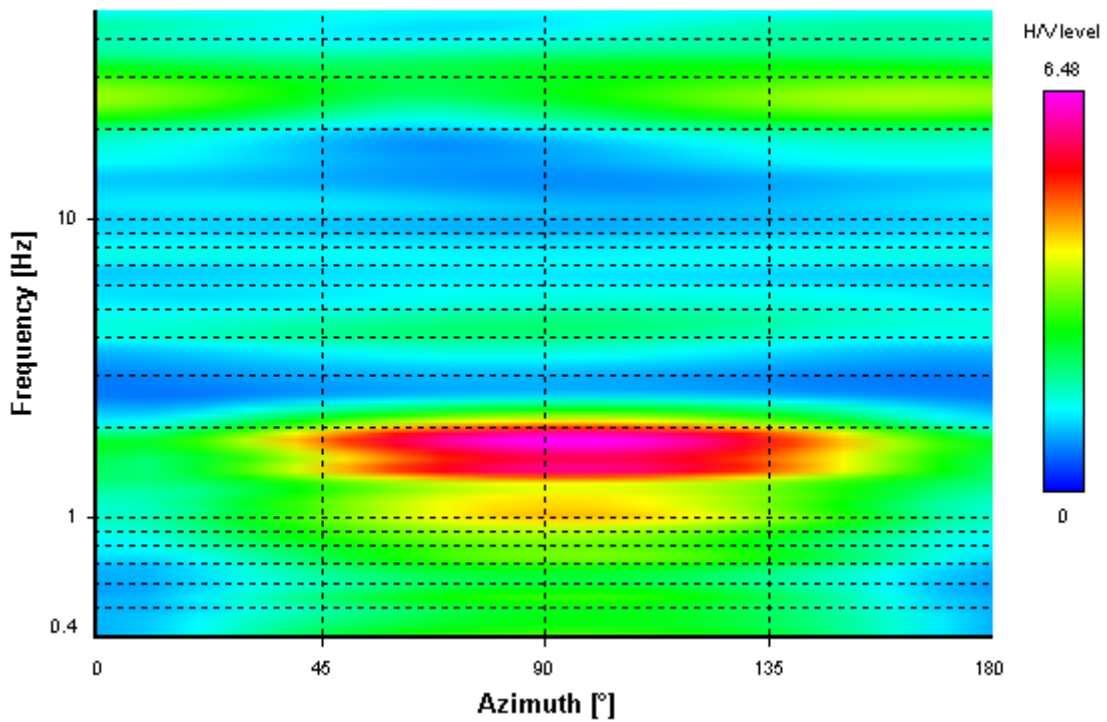
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



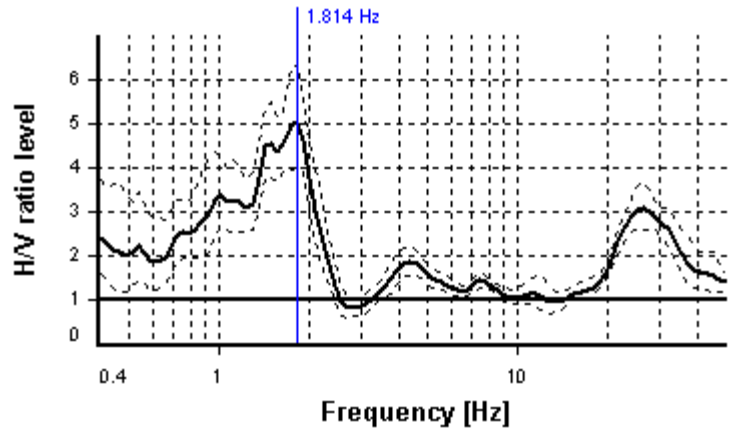
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.814 Hz

A_0 amplitude = 5.043

Average $f_0 = 1.645 \pm 0.189$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	14 valid windows (length > 5.51 s) out of 14	OK
$n_c(f_0) > 200$	1015.91 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.79176 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2.20491 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.04 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.18939 \geq 0.18141	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.26334 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSr – postazione “B”

CANTIERE **Via Nuova - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140211_152239.SAF**

DATA **11-feb-2014** ORA INIT **15^h22^m39^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

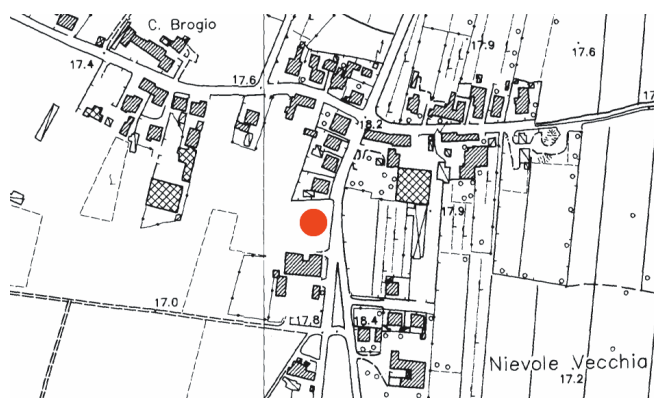
WEATHER CONDITIONS ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **11 °C** VENTO **assente** PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo** NEARBY Str/Elem **pali illuminazione**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS **43°52'03.8" N 10°47'09.8" E**



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

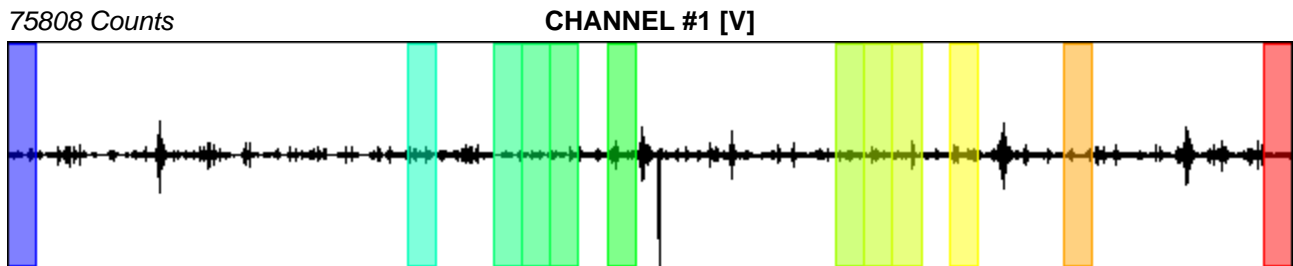
Recording start time: 2014/02/11 15:22:39

Recording length: 30 min

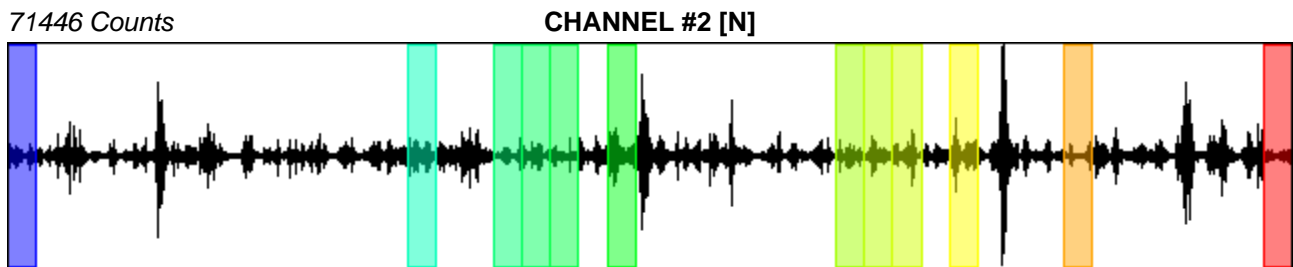
Windows count: 12

Average windows length: 40

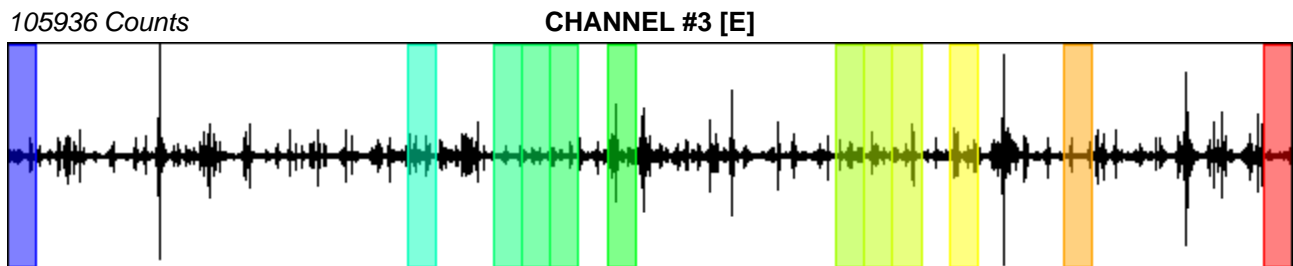
Signal coverage: 26.67%



-249296 Counts



-70527 Counts



-104723 Counts

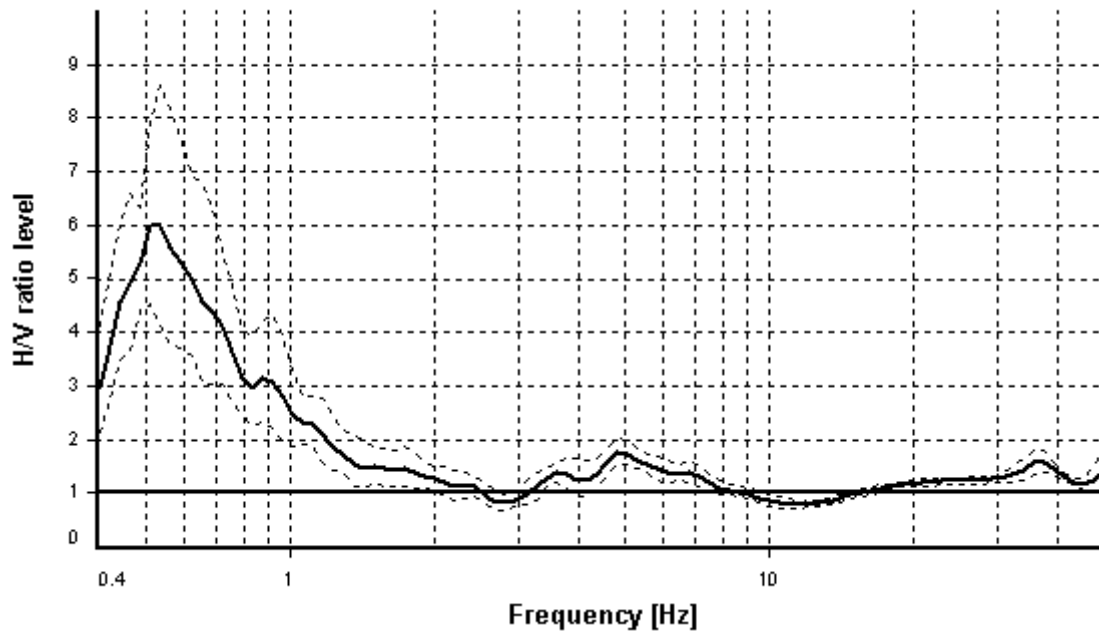
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwith = 5%)

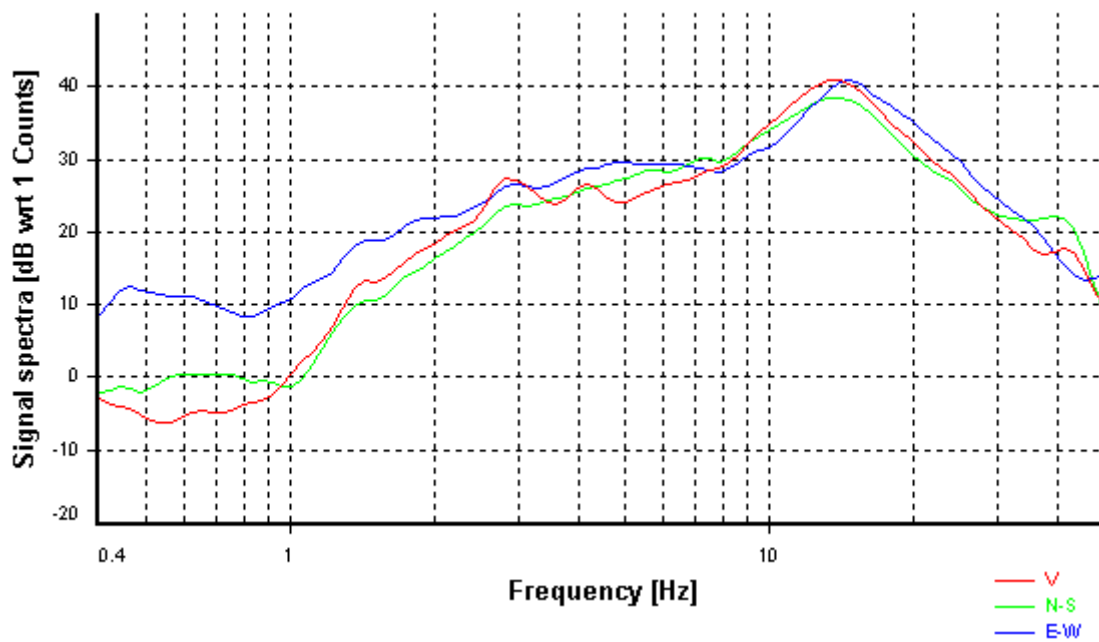
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

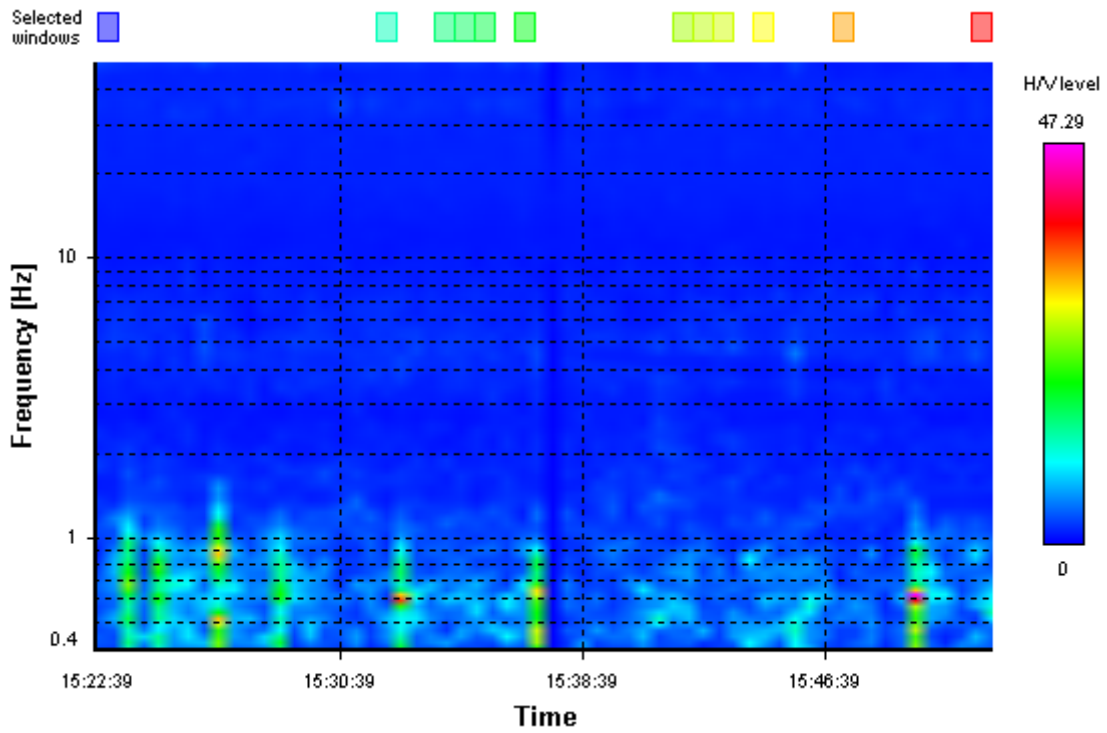
HVSR average



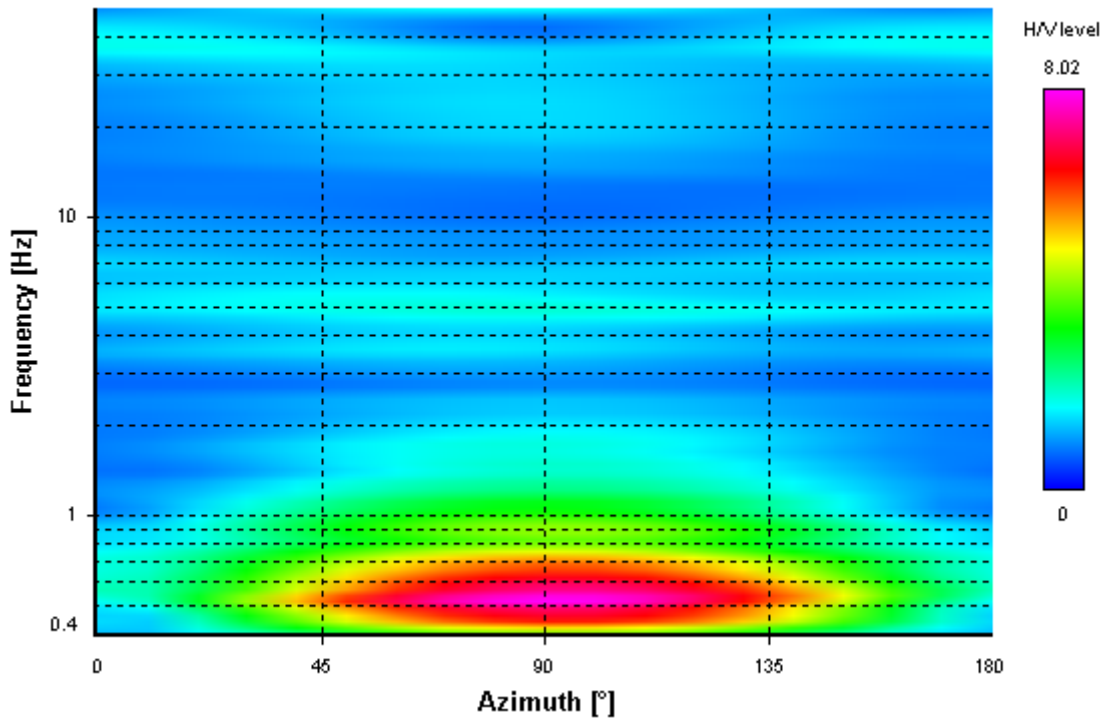
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



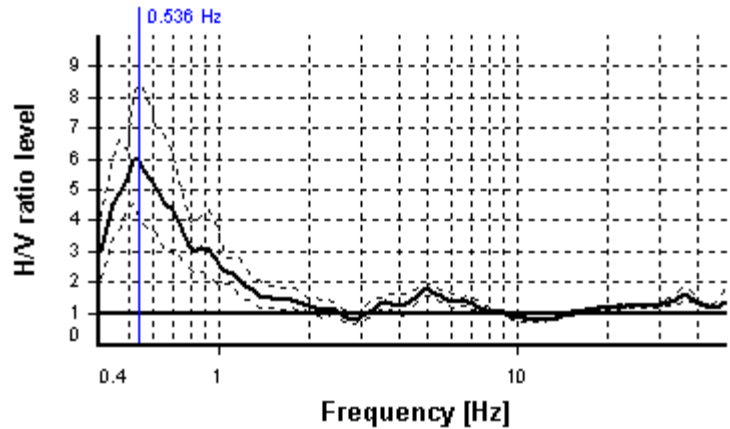
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

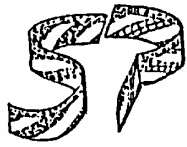
0.536 Hz

A_0 amplitude = 5.978

Average $f_0 = 0.548 \pm 0.065$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 18.66 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	257.27 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 21	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.4 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.83133 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.98 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06549 < 0.0804	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.44068 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “C”

CANTIERE L'Alberello - Pieve a Nievole FILE NAME **MT_20140211_160043.SAF**

DATA **11-feb-2014** ORA INIT **16^h00^m43^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **10 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

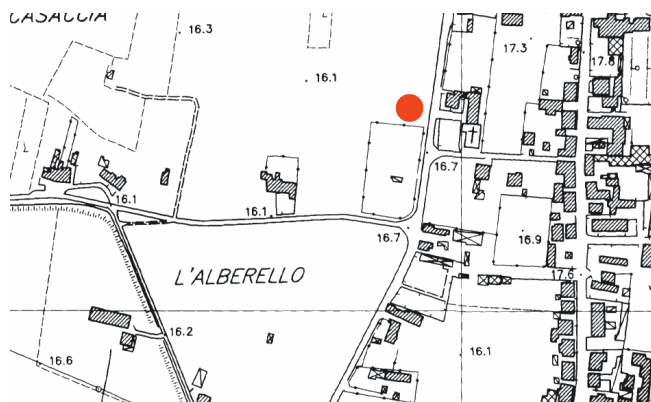
NEARBY Str/Elem **recinzioni / alberi**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°51'45.2" N

10°47'05.6" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

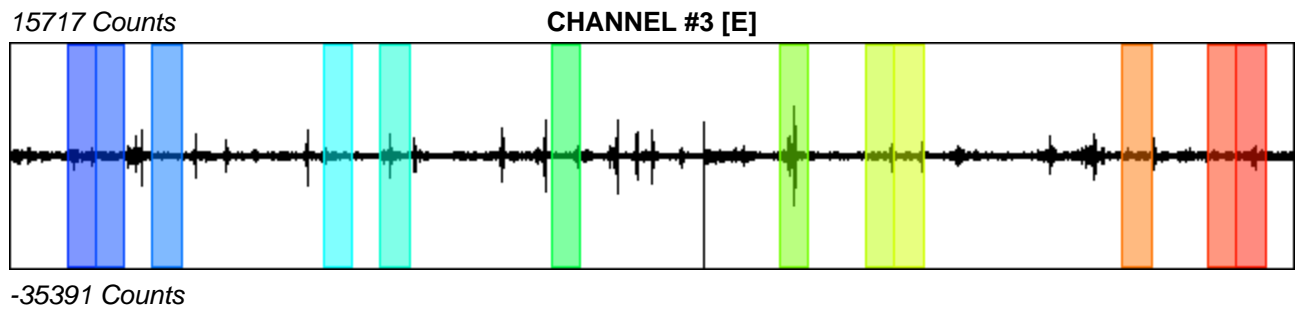
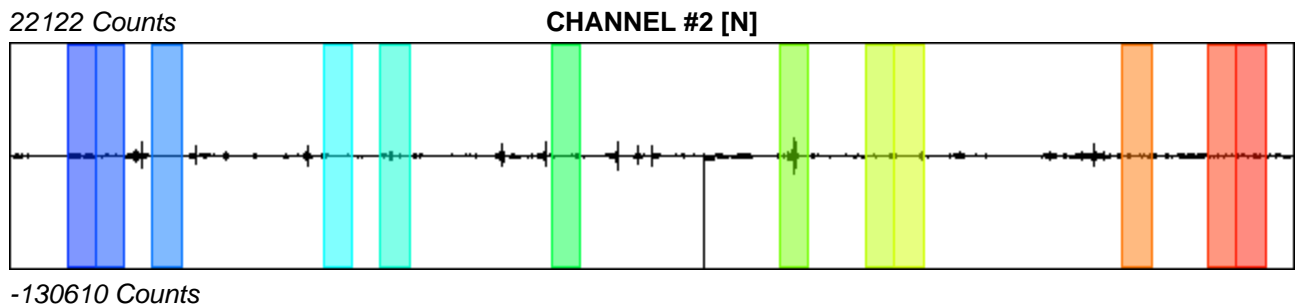
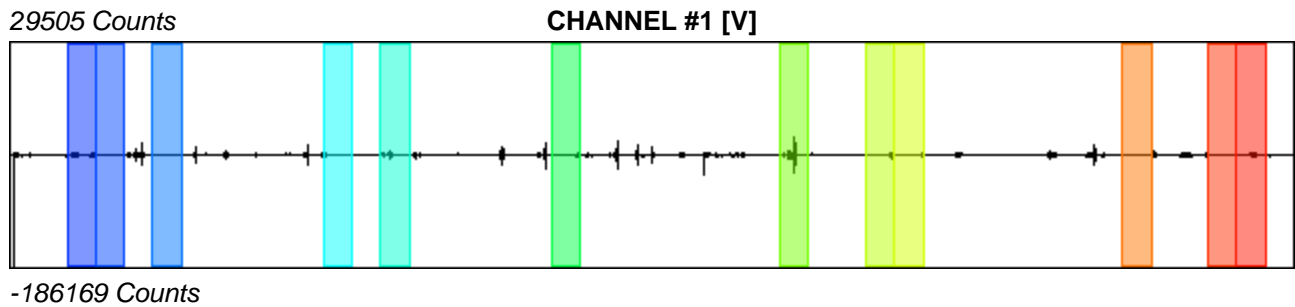
Recording start time: 2014/02/11 16:00:43

Recording length: 30 min

Windows count: 12

Average windows length: 40

Signal coverage: 26.67%



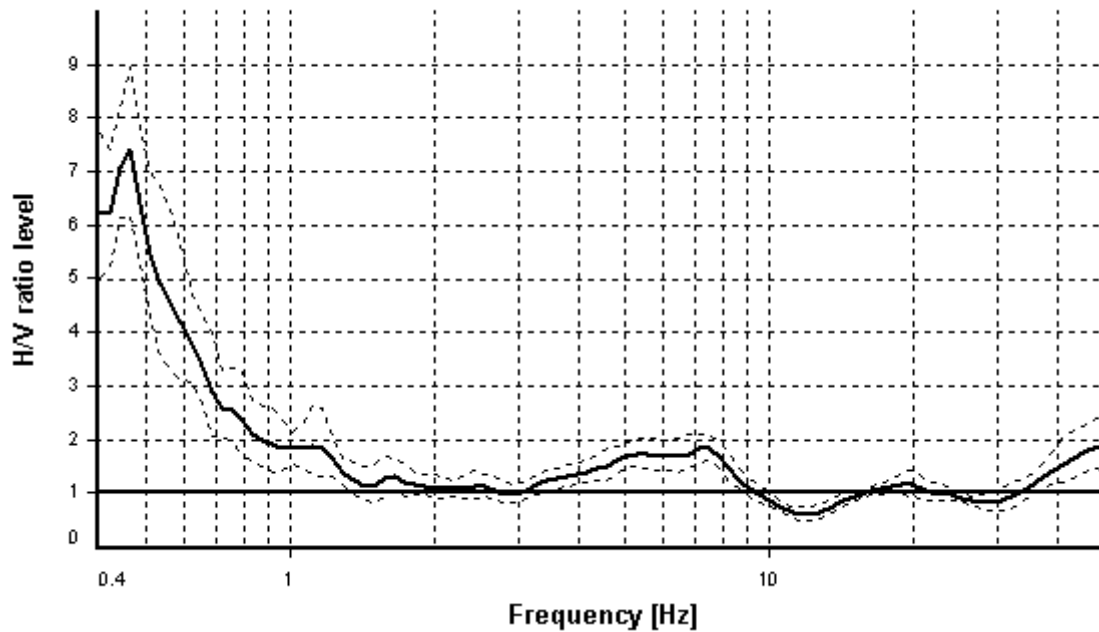
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwith = 5%)

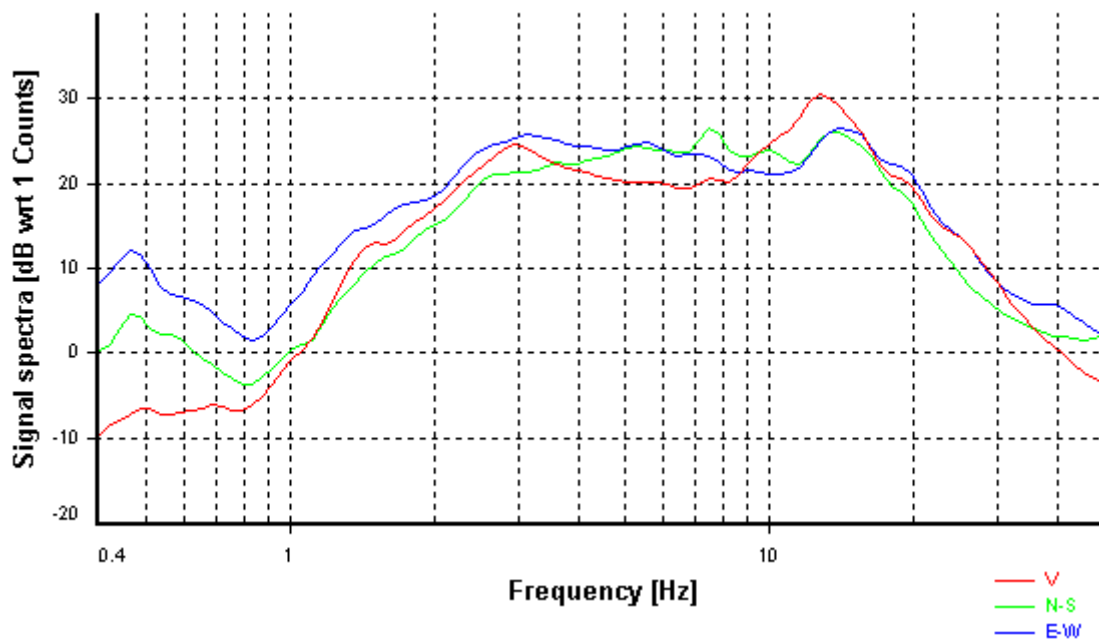
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

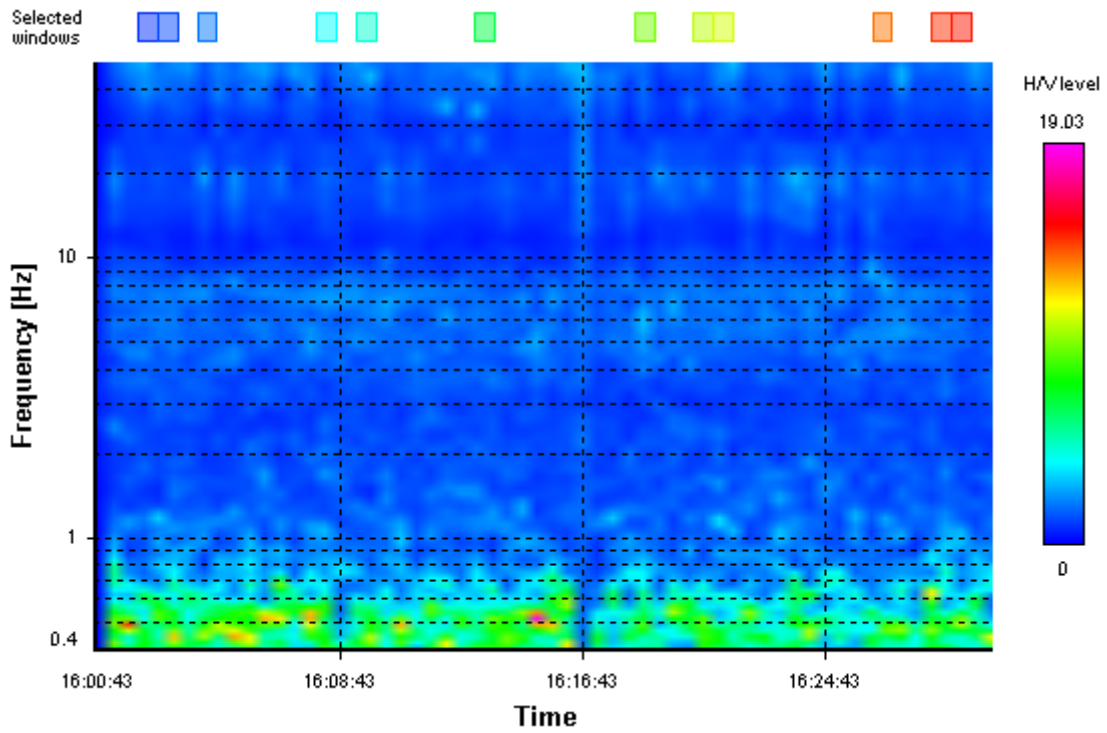
HVSR average



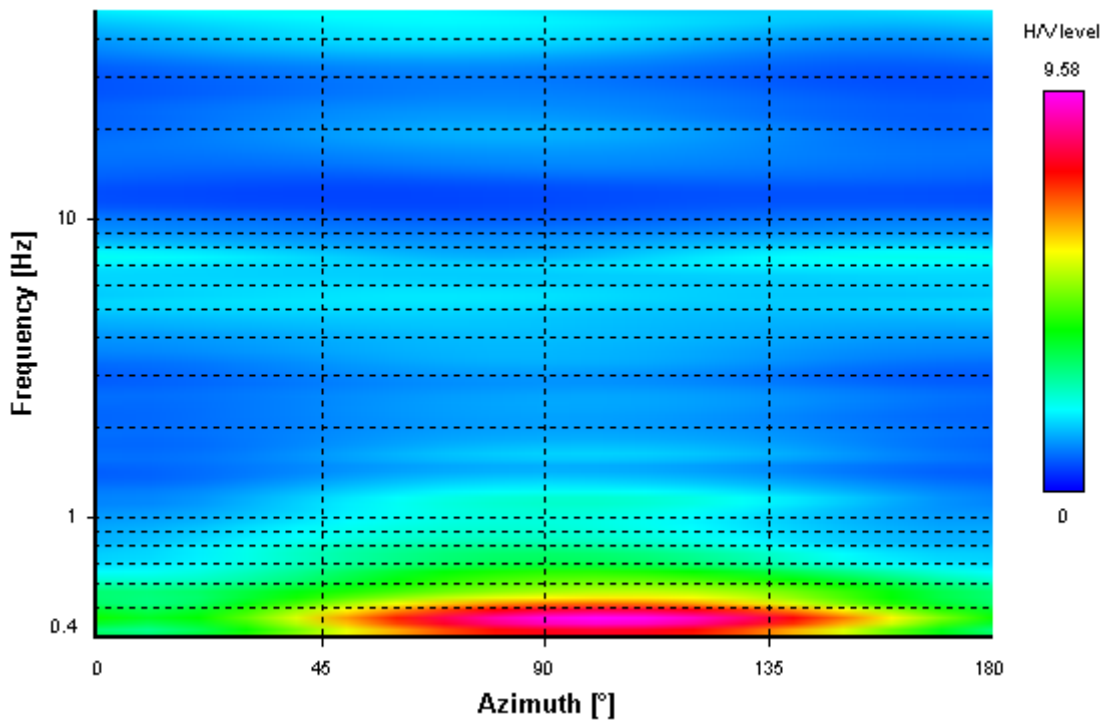
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



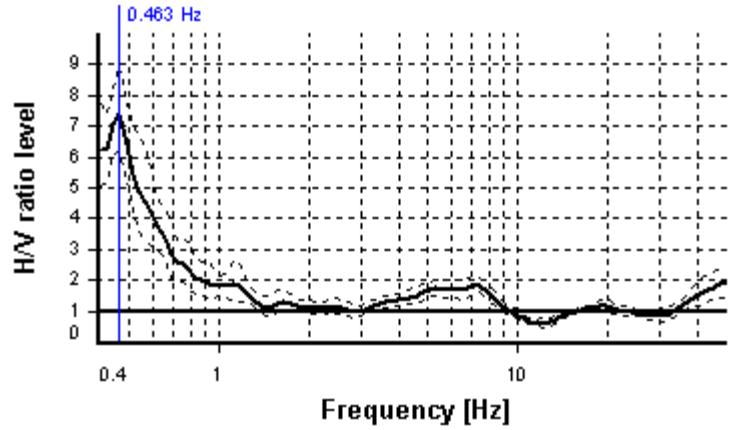
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

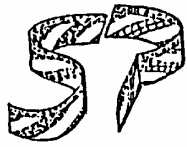
0.463 Hz

A_0 amplitude = 7.432

Average $f_0 = 0.449 \pm 0.021$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 21.6 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	222.25 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 18	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.65143 Hz	OK
$A_0 > 2$	7.43 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02091 < 0.0926	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.20222 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEMA RILIEVO HVSR – postazione “D”

CANTIERE **P.re Colmate - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140211_163844.SAF**

DATA **11-feb-2014** ORA INIT **16^h38^m44^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **8 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

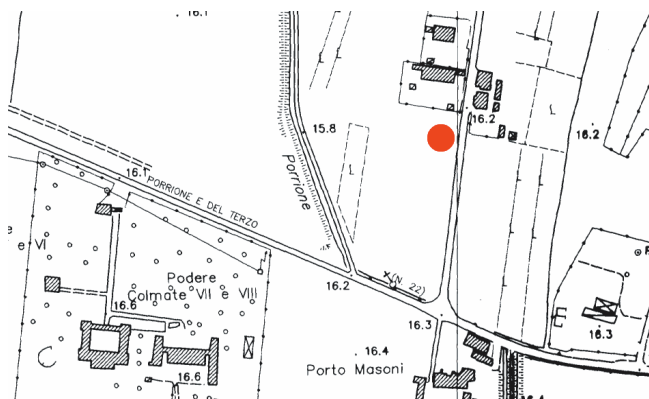
NEARBY Str/Elem **no presenti**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°51'16.1" N

10°47'06.1" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

Recording start time: 2014/02/11 16:38:44

Recording length: 30 min

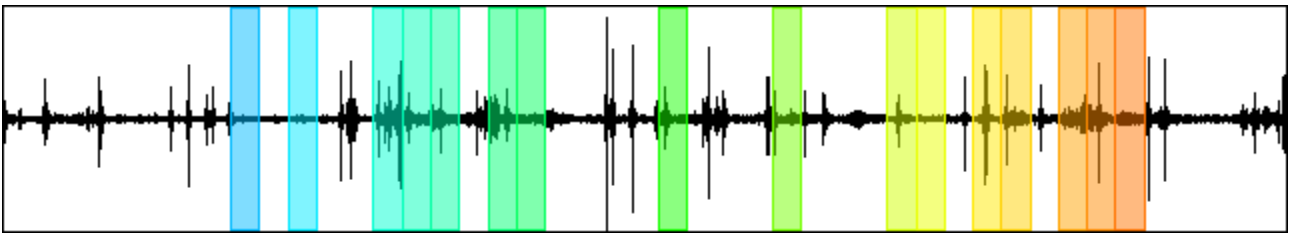
Windows count: 16

Average windows length: 40

Signal coverage: 35.56%

31734 Counts

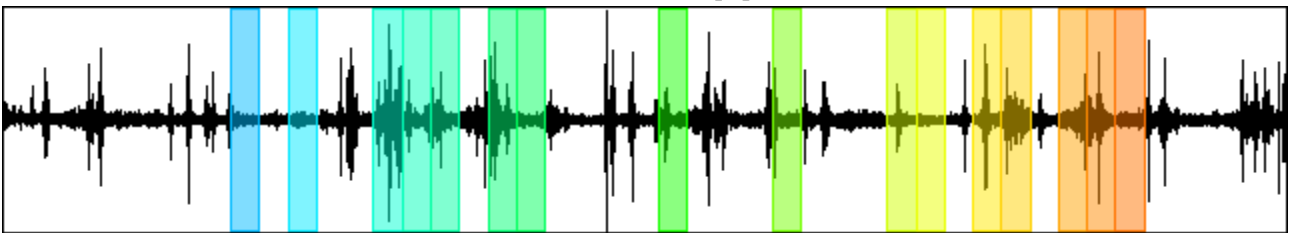
CHANNEL #1 [V]



-34917 Counts

16198 Counts

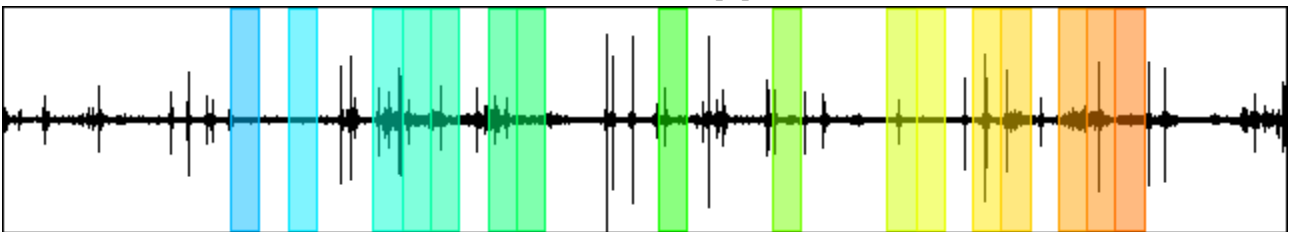
CHANNEL #2 [N]



-16493 Counts

31540 Counts

CHANNEL #3 [E]



-41008 Counts

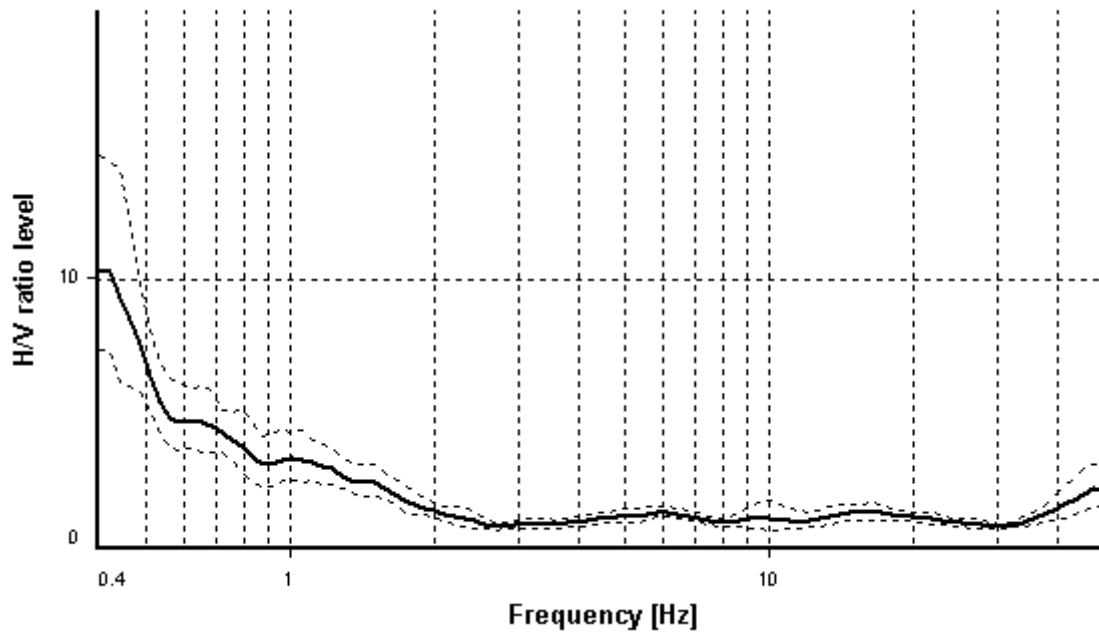
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

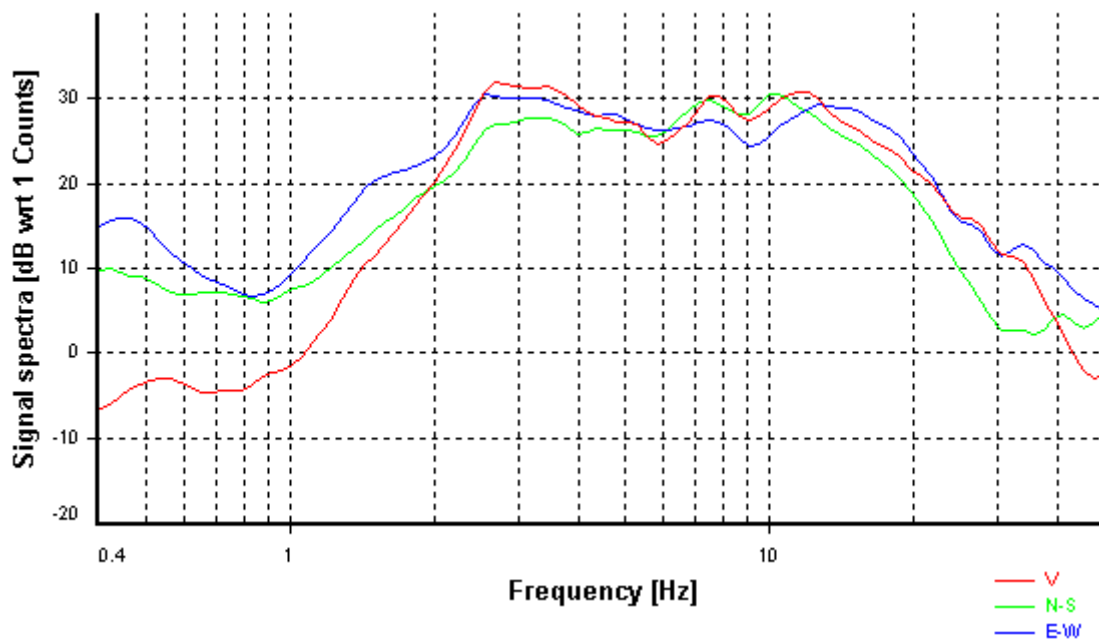
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

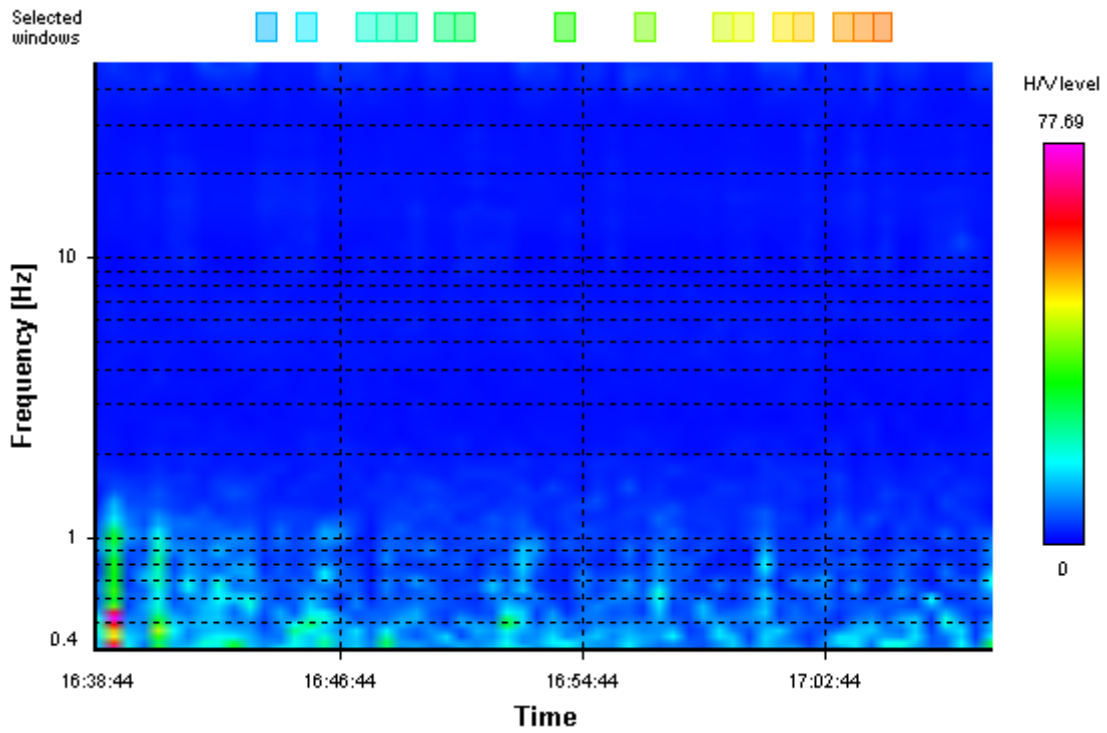
HVSR average



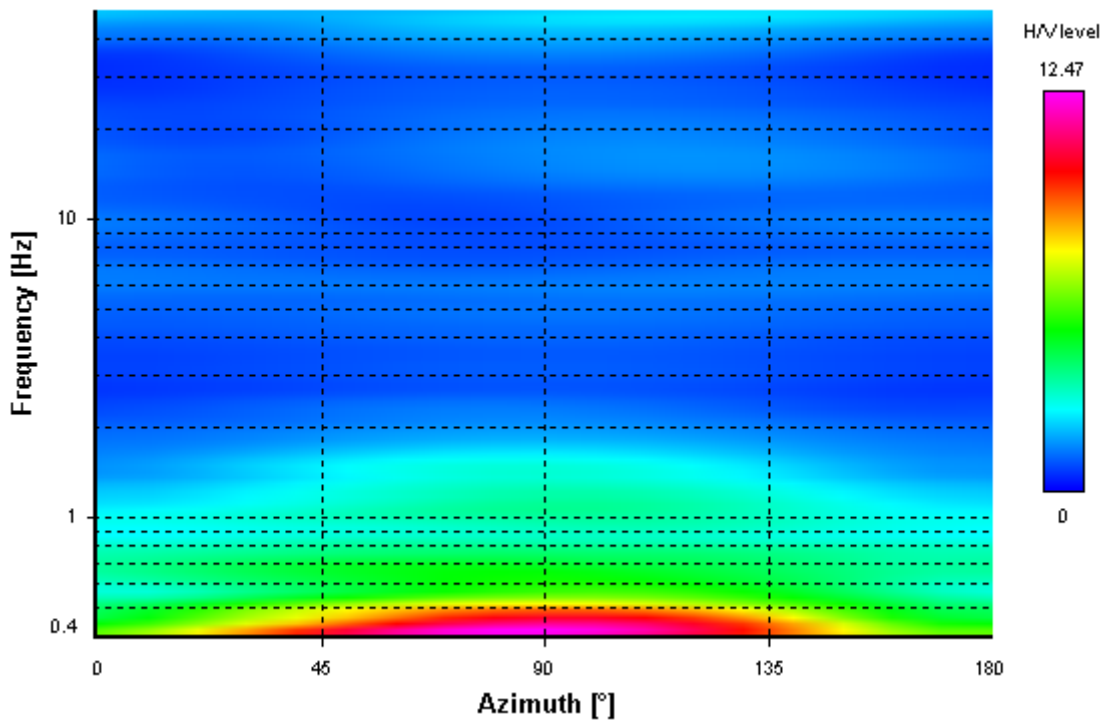
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



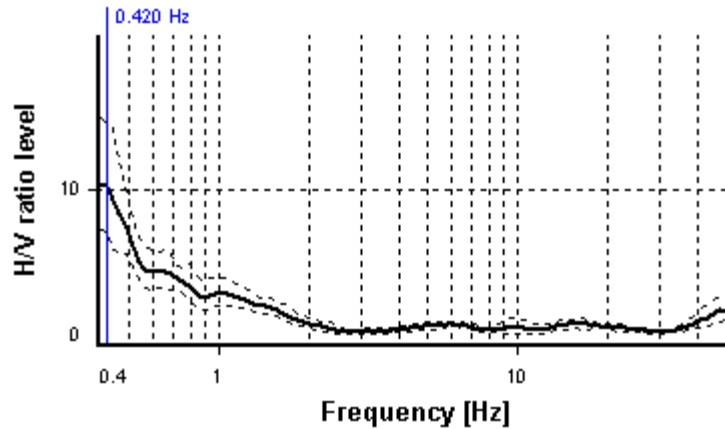
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

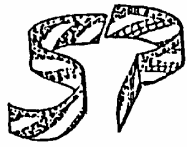
0.420 Hz

A_0 amplitude = 10.234

Average $f_0 = 0.426 \pm 0.036$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	16 valid windows (length > 23.81 s) out of 16	OK
$n_c(f_0) > 200$	268.79 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 16	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.56276 Hz	OK
$A_0 > 2$	10.23 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03578 < 0.084	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.40185 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “E”

CANTIERE **Palagina - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140211_154953.SAF**

DATA **11-feb-2014** ORA INIT **15^h49^m53^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **90° Nord**

TEMPERATURA **12 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

NEARBY Str/Elem **pali illuminazione**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°52'04.2" N

10°47'36.7" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

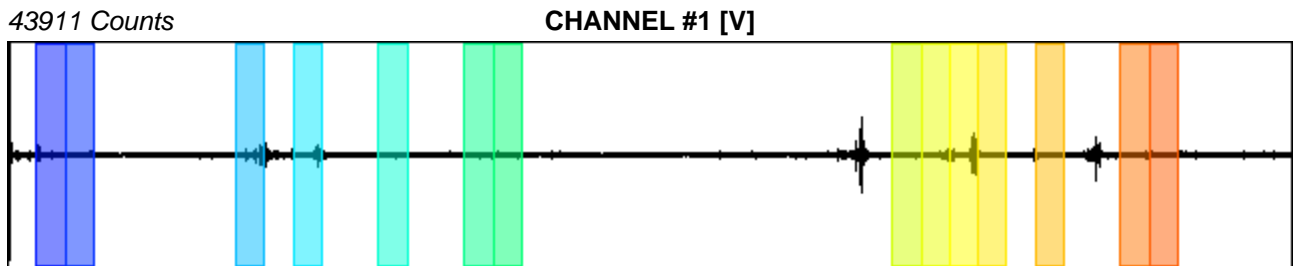
Recording start time: 2014/02/11 15:49:53

Recording length: 30 min

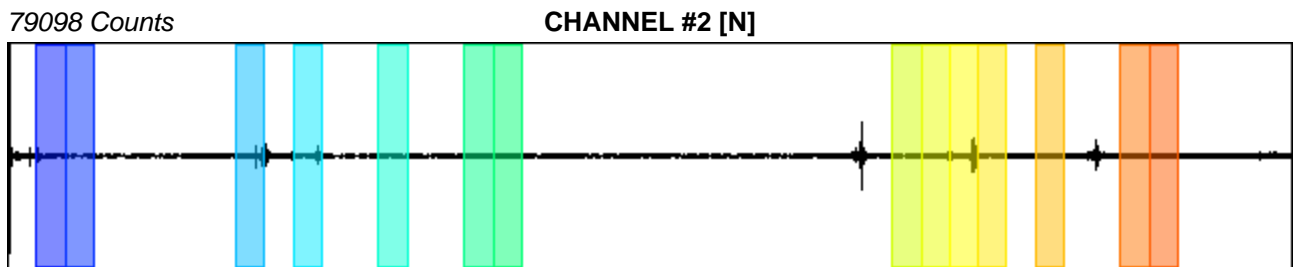
Windows count: 14

Average windows length: 40

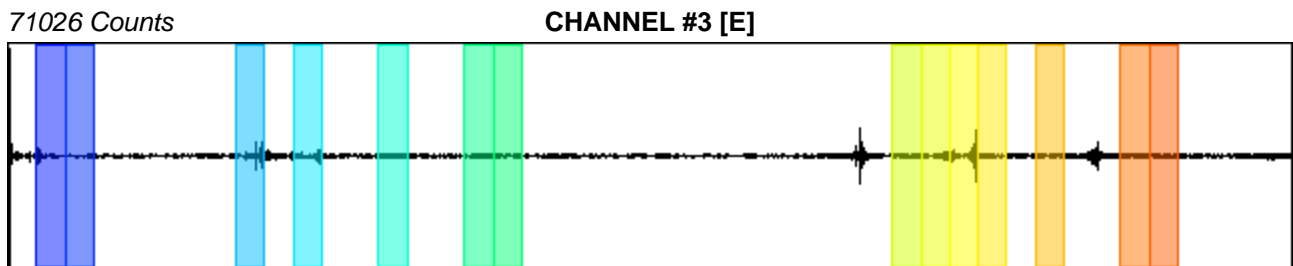
Signal coverage: 31.11%



-41255 Counts



-69068 Counts



-73893 Counts

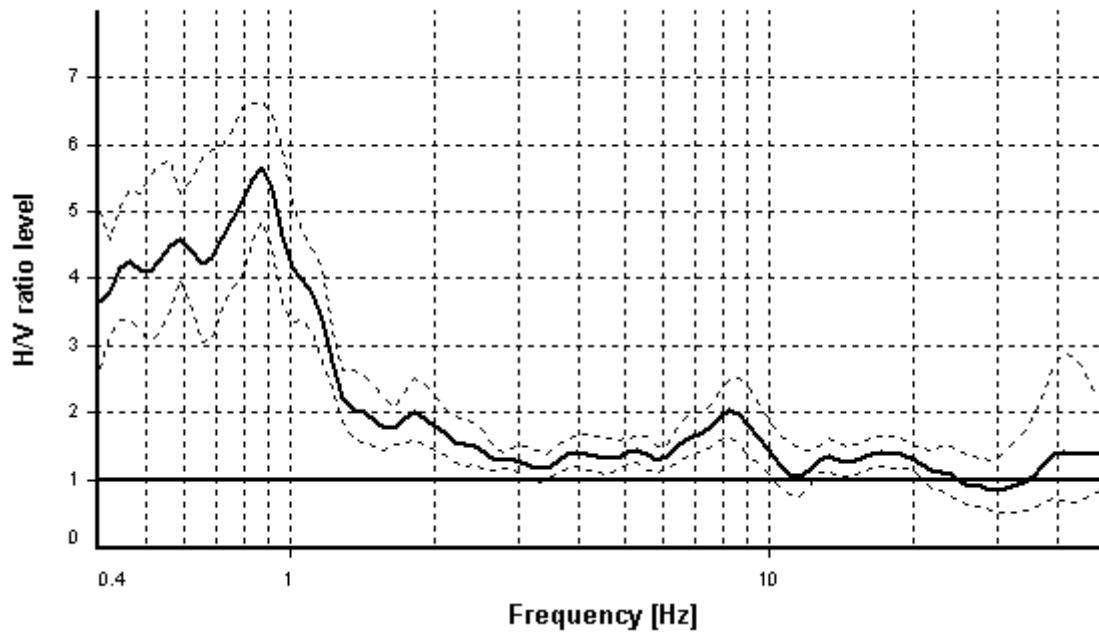
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

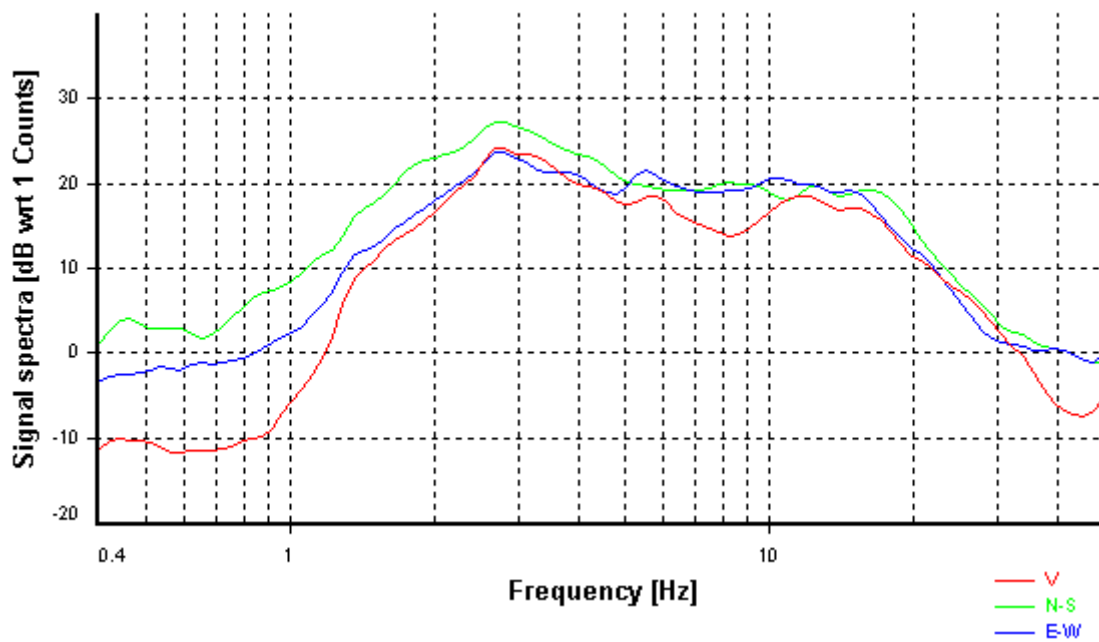
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

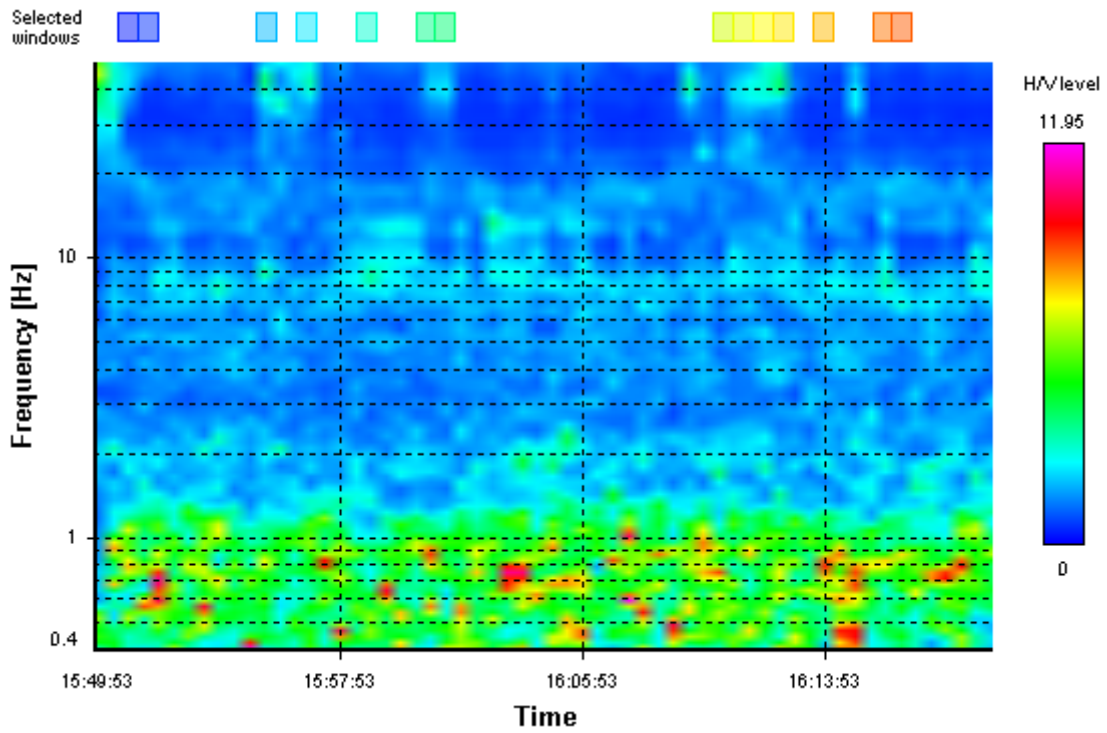
HVSR average



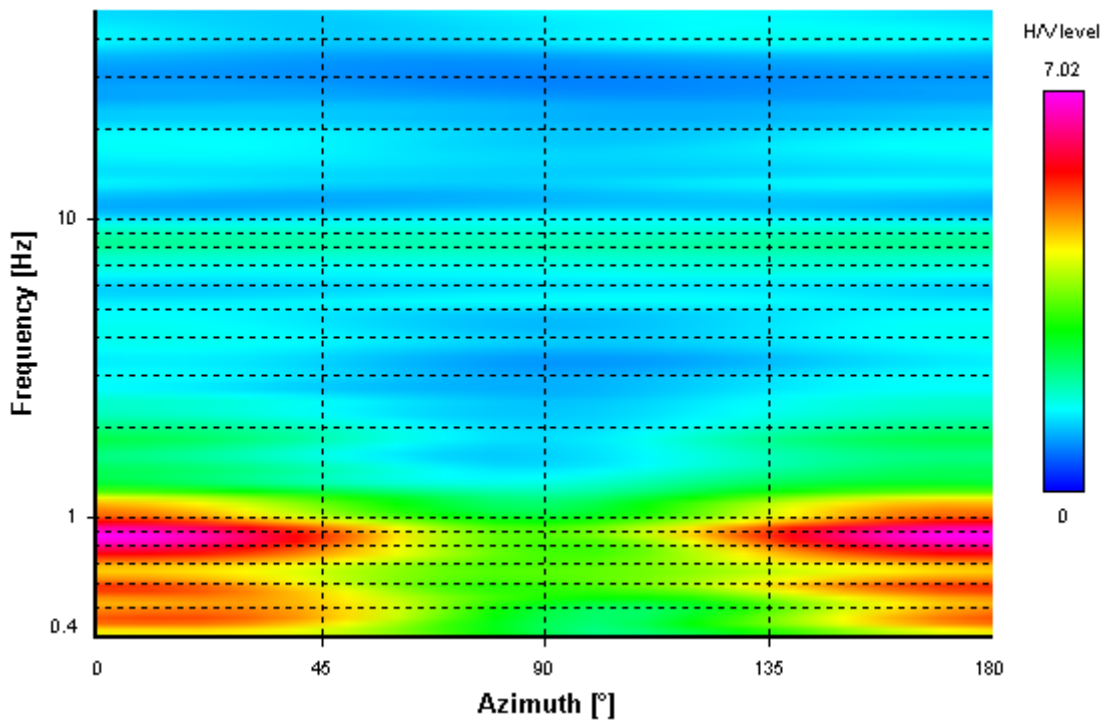
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



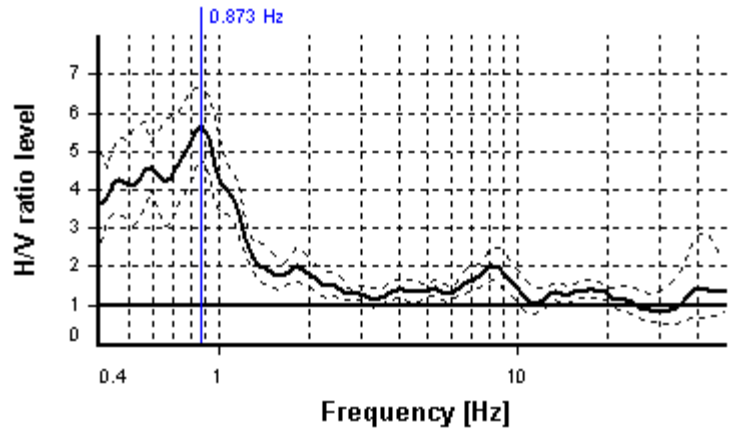
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.873 Hz

A_0 amplitude = 5.676

Average $f_0 = 0.821 \pm 0.086$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	14 valid windows (length > 11.46 s) out of 14	OK
$n_c(f_0) > 200$	488.81 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	1.22806 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.68 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08574 < 0.13093	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.16933 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “F”

CANTIERE **Il Melo - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140211_163010.SAF**

DATA **11-feb-2014** ORA INIT **16^h30^m10^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **90° Nord**

TEMPERATURA **10 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

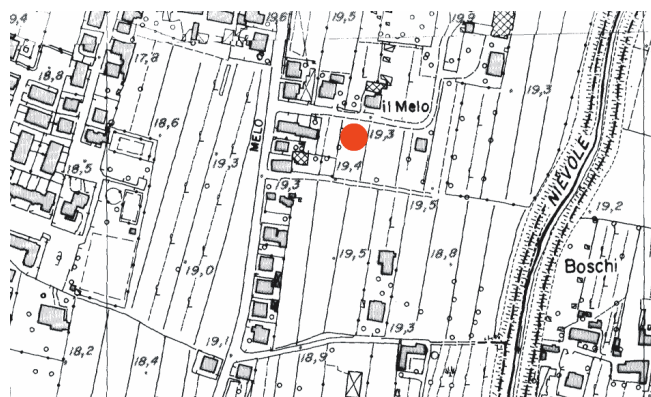
NEARBY Str/Elem **no presenti**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°52'23.5" N

10°47'41.3" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

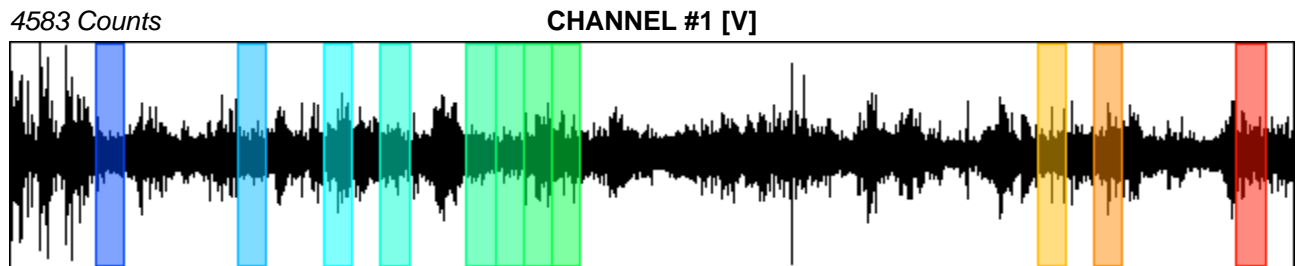
Recording start time: 2014/02/11 16:30:10

Recording length: 30 min

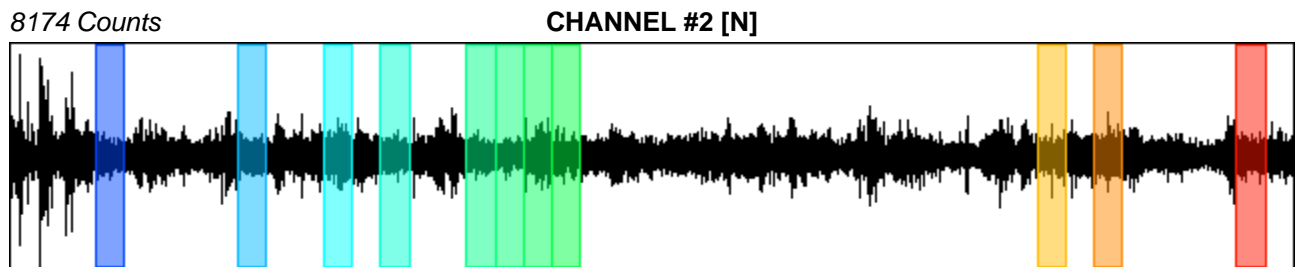
Windows count: 11

Average windows length: 40

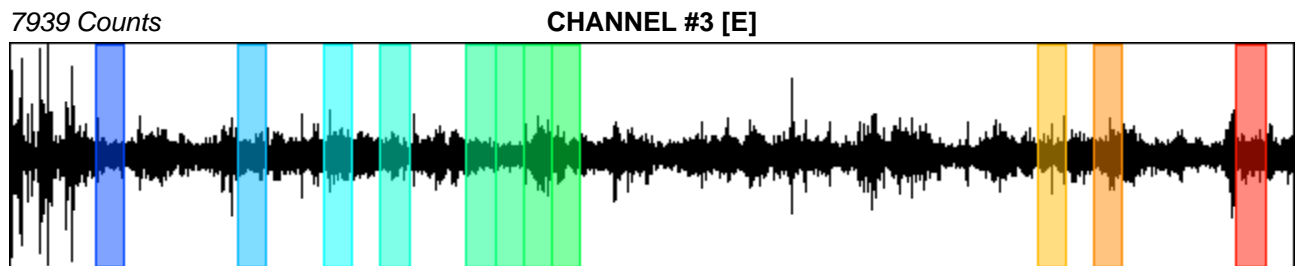
Signal coverage: 24.44%



-4510 Counts



-9056 Counts



-7789 Counts

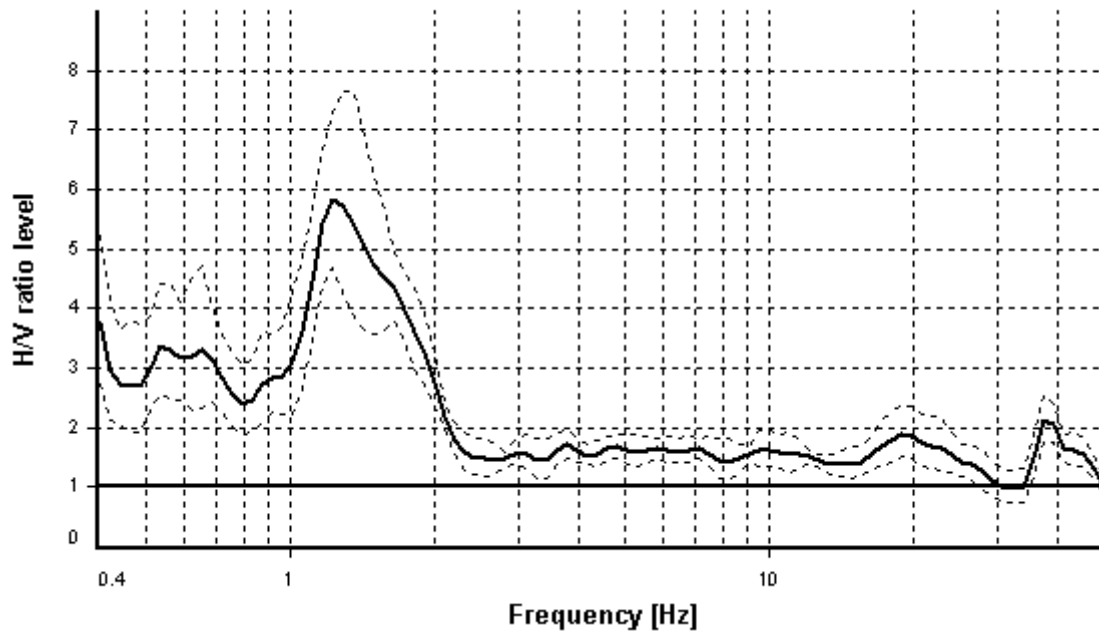
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

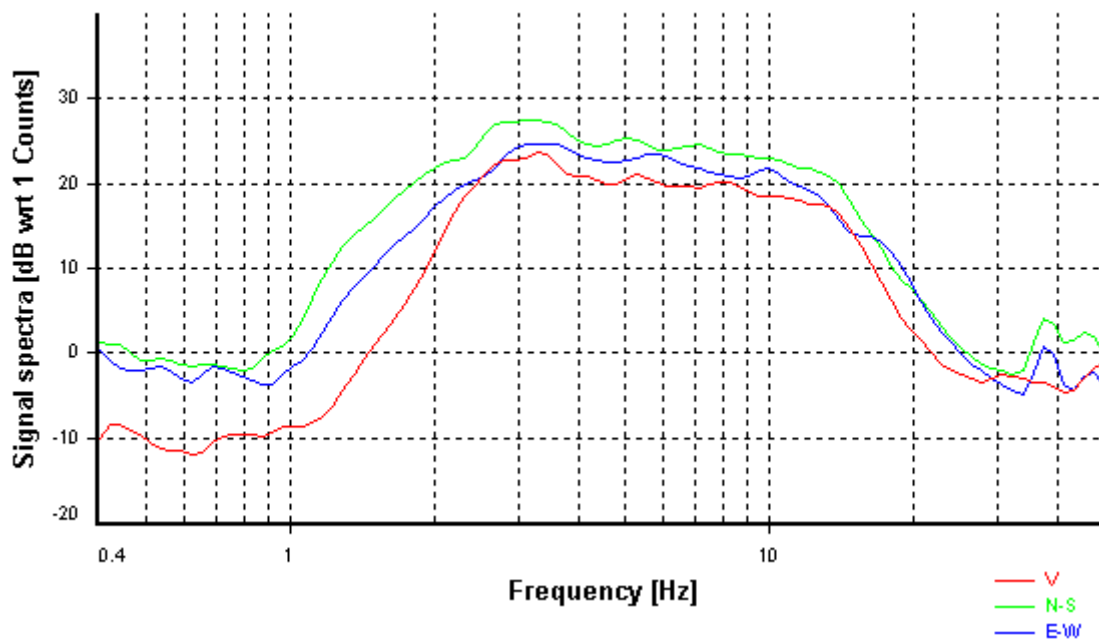
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

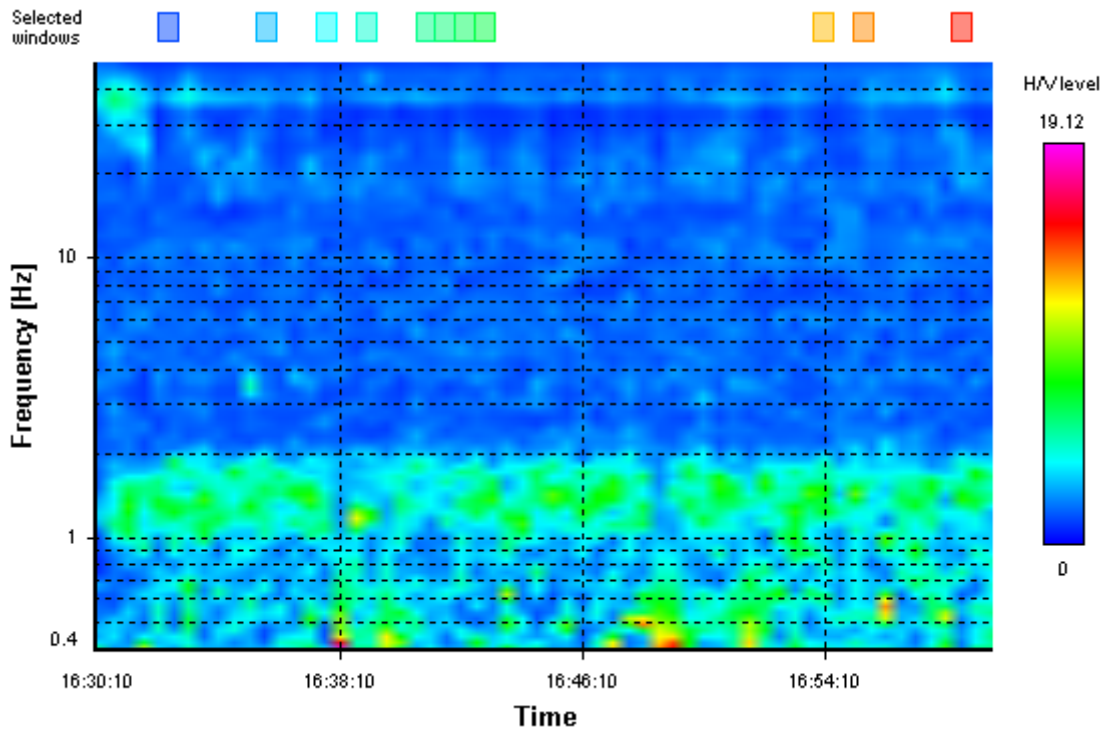
HVSR average



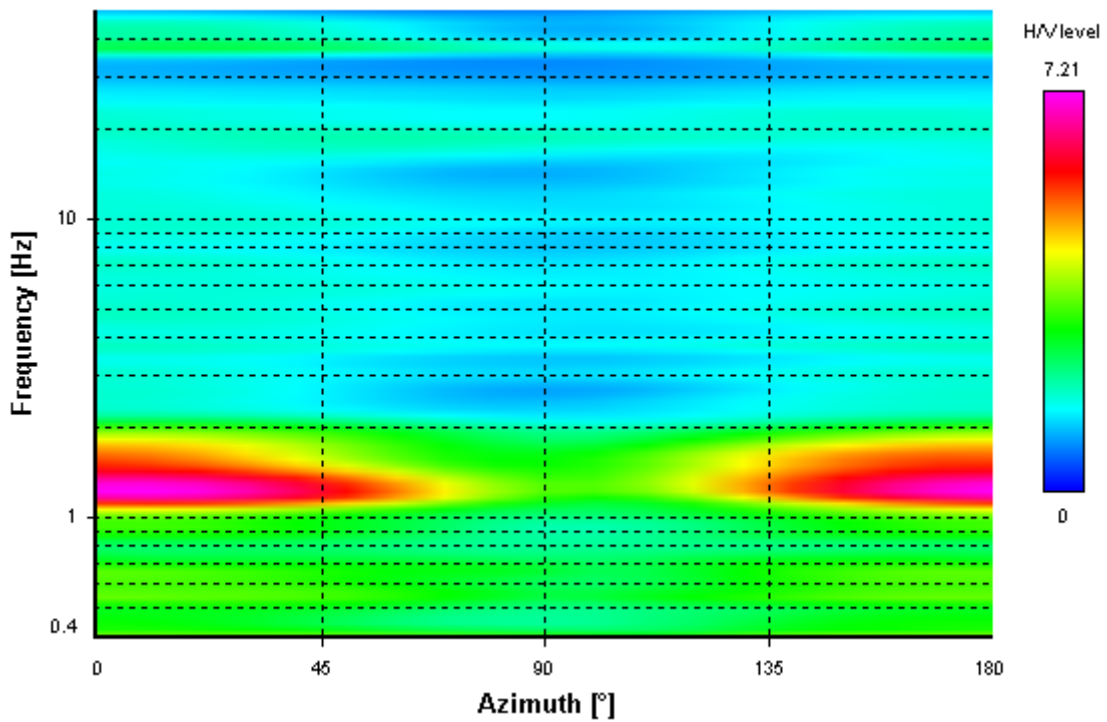
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



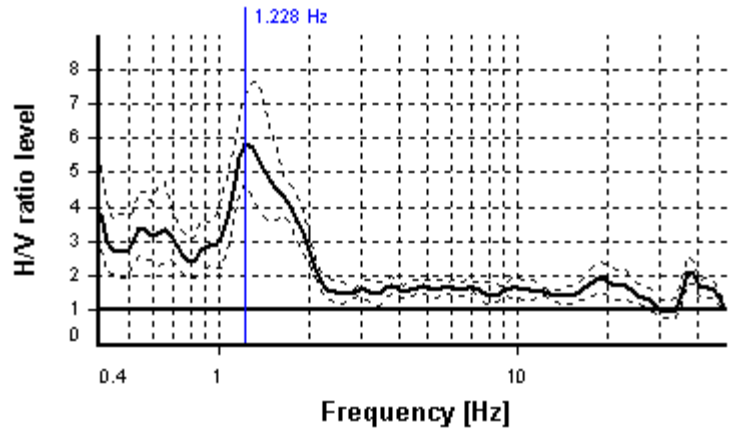
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

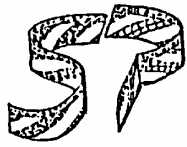
1.228 Hz

A_0 amplitude = 5.840

Average $f_0 = 1.309 \pm 0.155$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 8.14 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	540.35 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.96231 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.84 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	5% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.15505 >= 0.12281	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24745 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “G”

CANTIERE **Via Fonda - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140128_150221.SAF**

DATA **28-gen-2014** ORA INIT **15^h02^m21^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 20**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **4.5 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

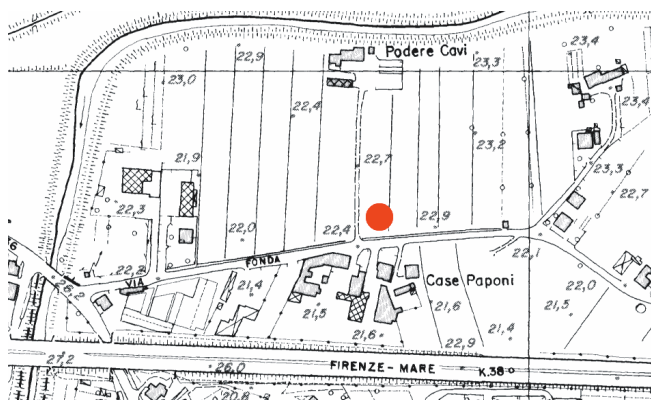
WEATHER CONDITIONS ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **15 °C** VENTO **assente** PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo** NEARBY Str/Elem **pali illuminazione**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS **43°52'38.6" N 10°48'09.5" E**



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

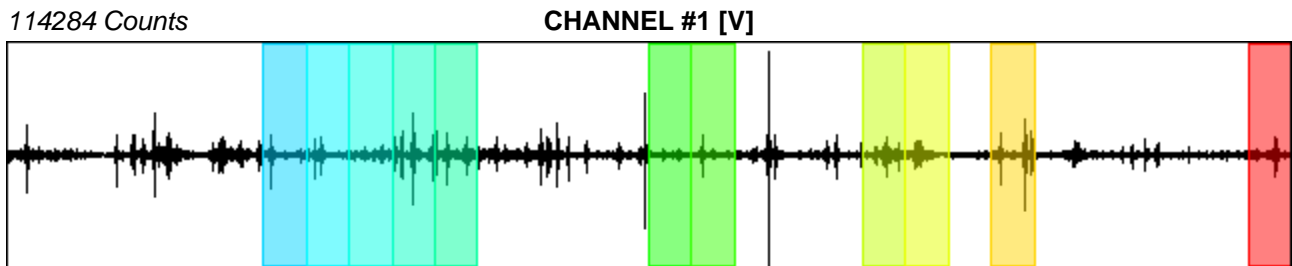
Recording start time: 2014/01/28 15:02:21

Recording length: 20 min

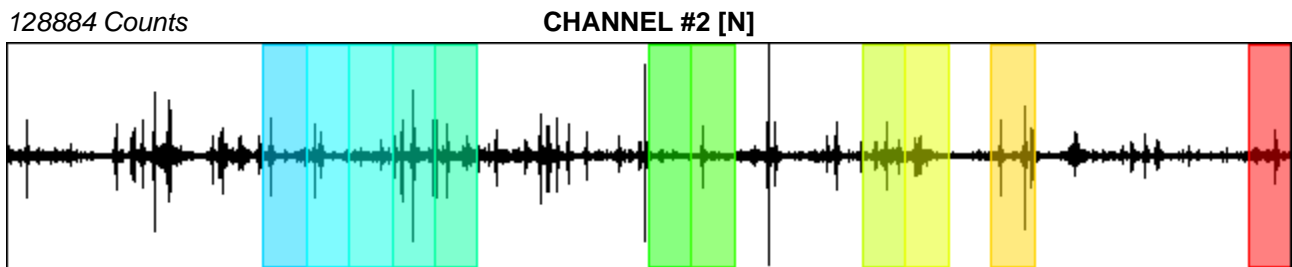
Windows count: 11

Average windows length: 40

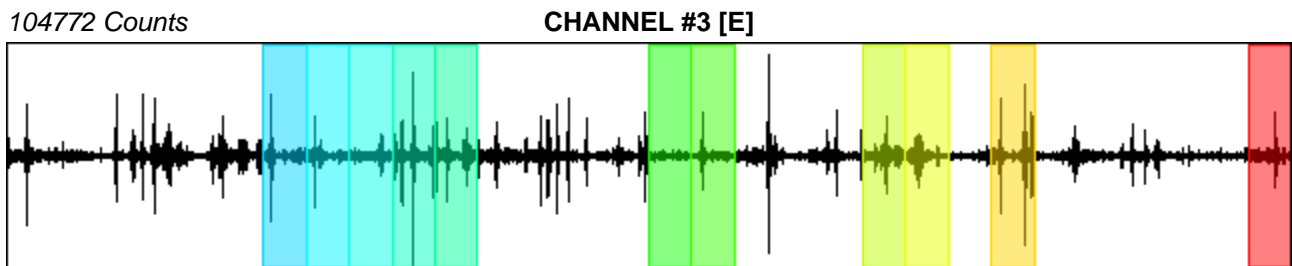
Signal coverage: 36.67%



-122672 Counts



-126241 Counts



-115631 Counts

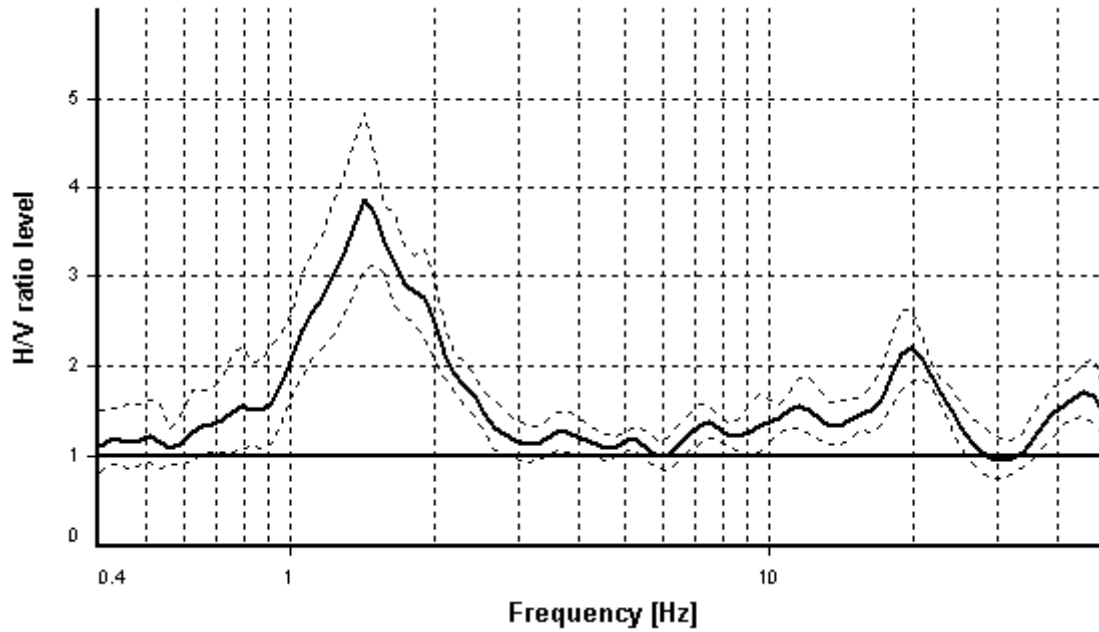
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

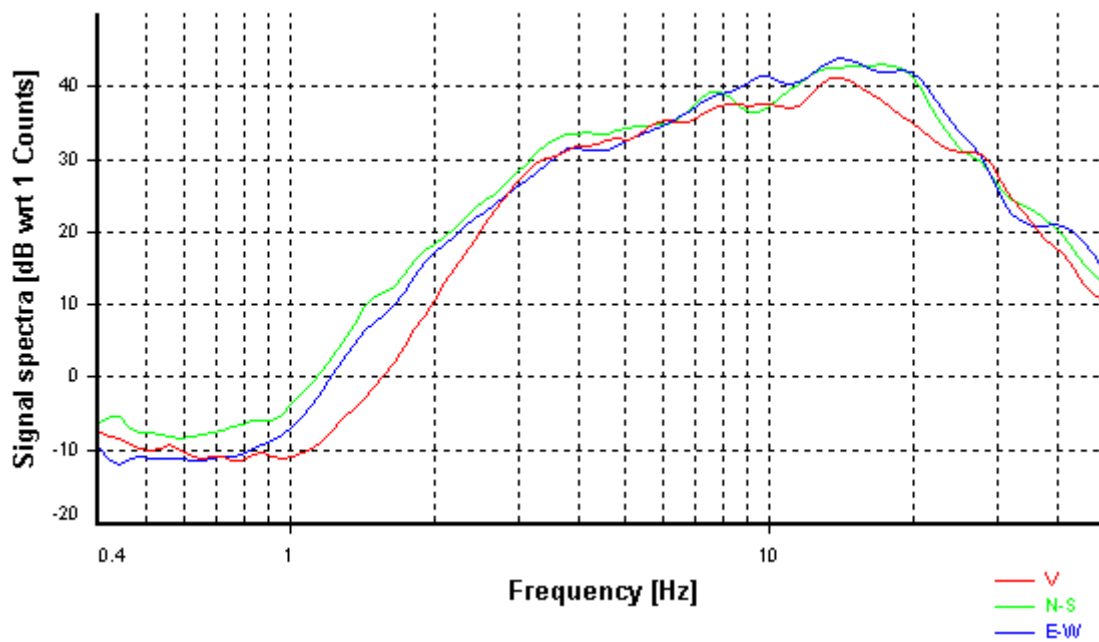
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

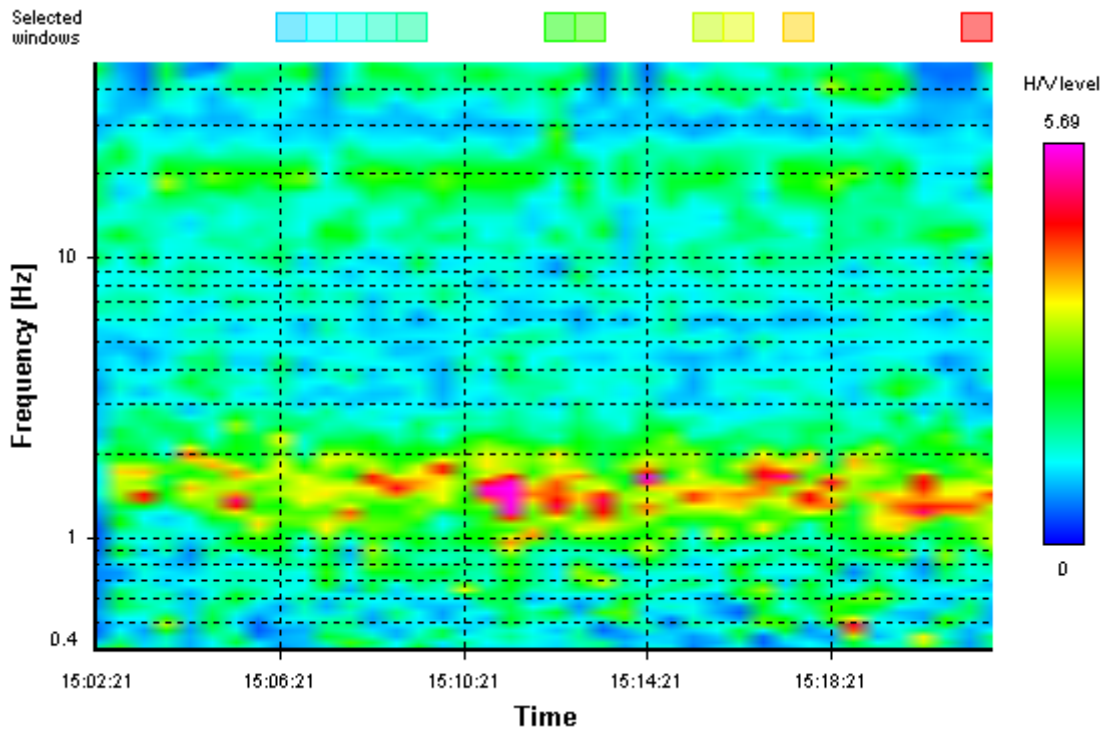
HVSR average



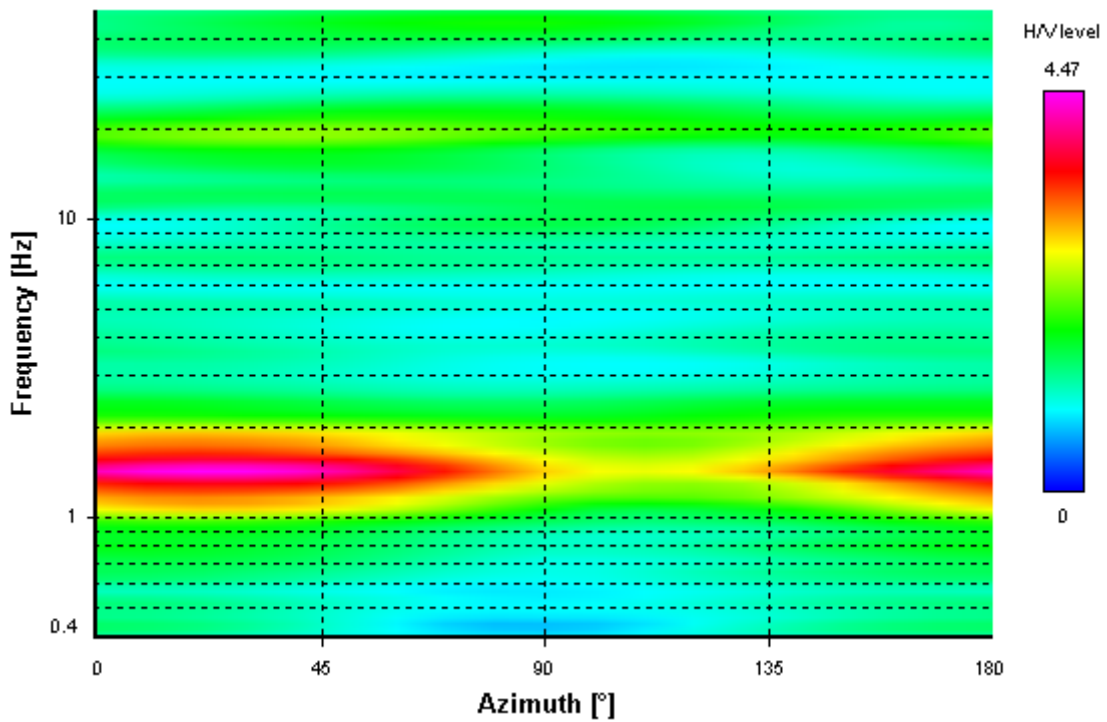
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



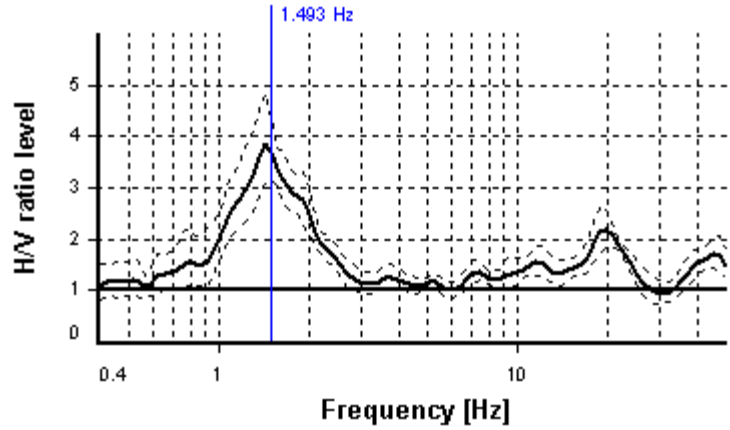
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.493 Hz

A_0 amplitude = 3.702

Average $f_0 = 1.410 \pm 0.147$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 6.7 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	656.75 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.96231 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2.31512 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.7 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	4.76% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14701 < 0.14926	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17477 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “H”

CANTIERE **Le Cantarelle - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140128_152832.SAF**

DATA **28-gen-2014** ORA INIT **15^h28^m32^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 20**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **4.5 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **15 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **assente**

GROUND TYPE **suolo**

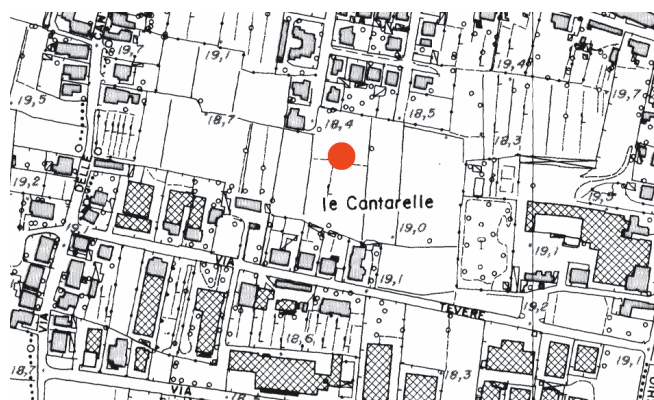
NEARBY Str/Elem **alberi / recinzioni**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°52'19.5" N

10°48'07.7" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

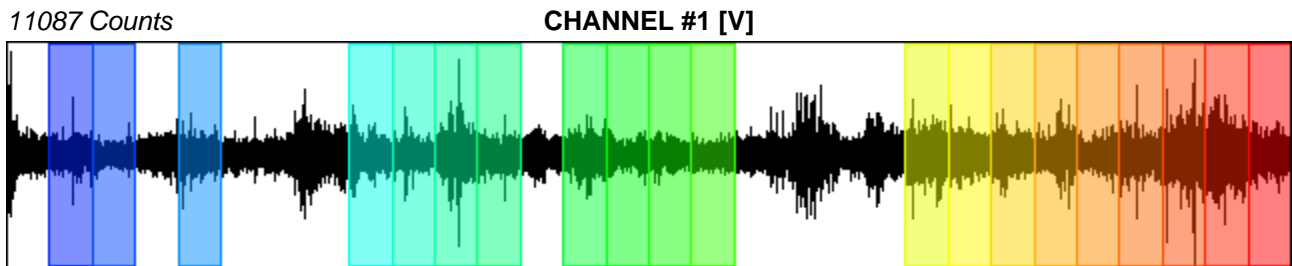
Recording start time: 2014/01/28 15:28:32

Recording length: 20 min

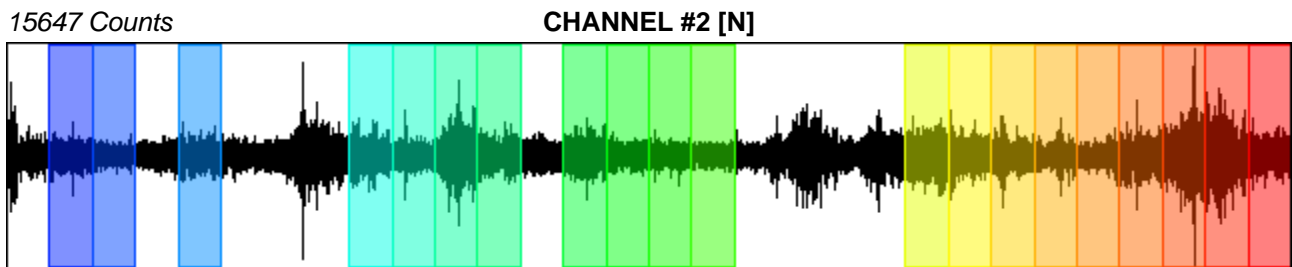
Windows count: 20

Average windows length: 40

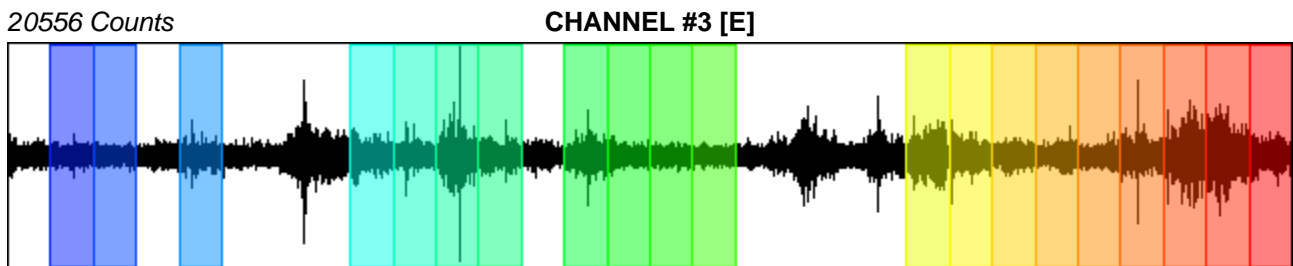
Signal coverage: 66.67%



-11911 Counts



-16198 Counts



-19402 Counts

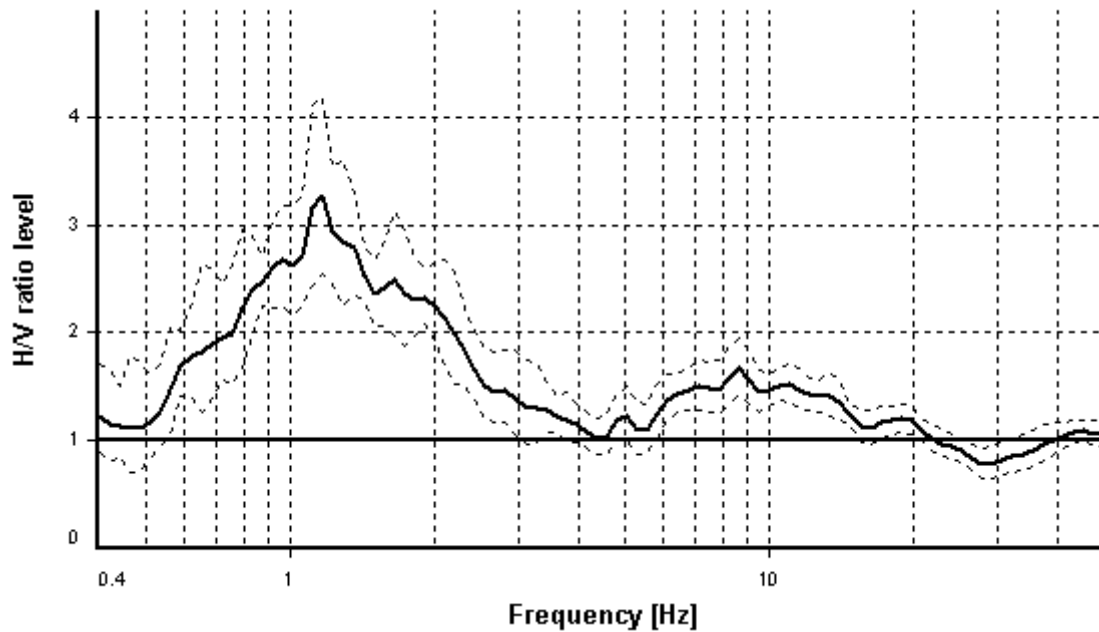
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwith = 5%)

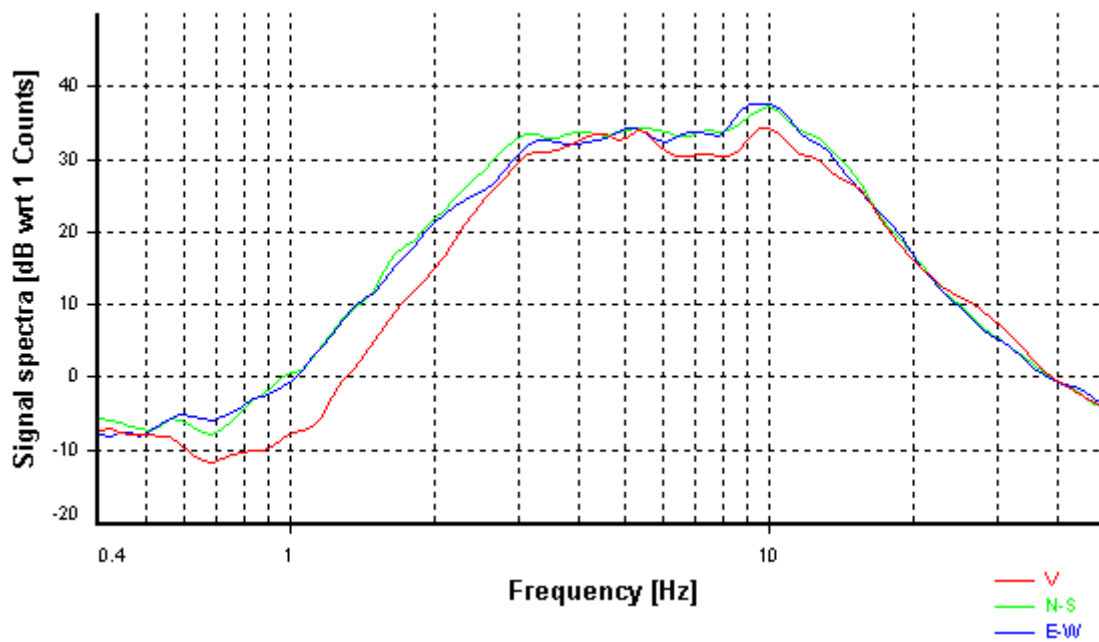
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

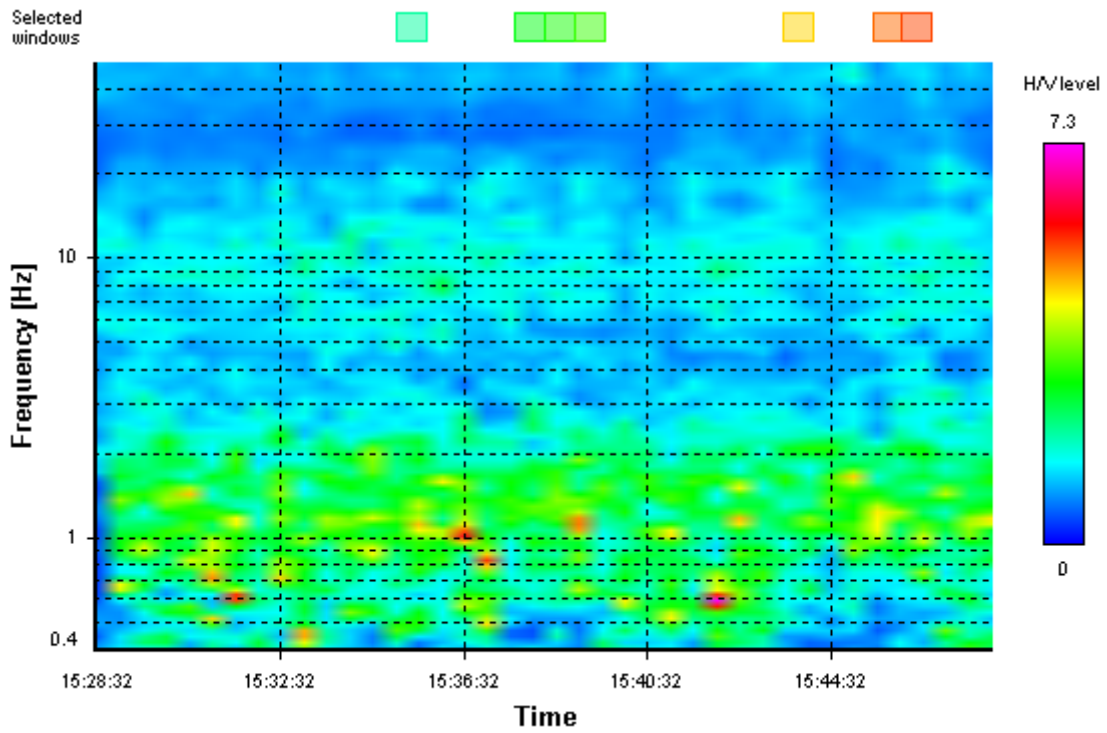
HVSR average



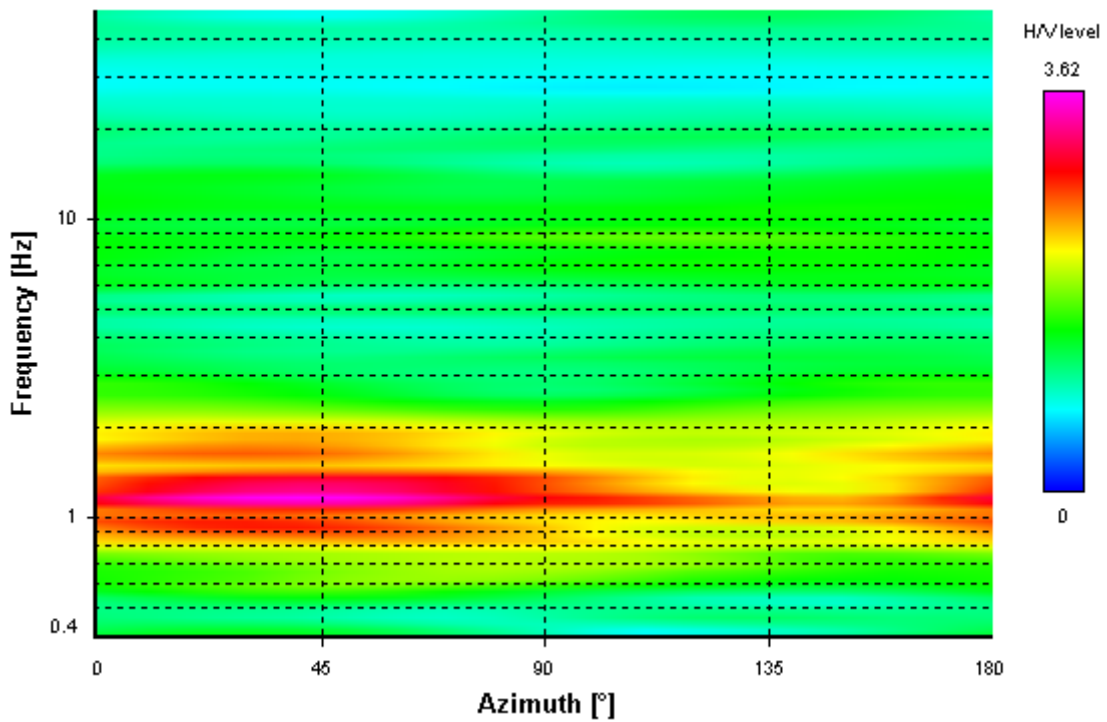
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



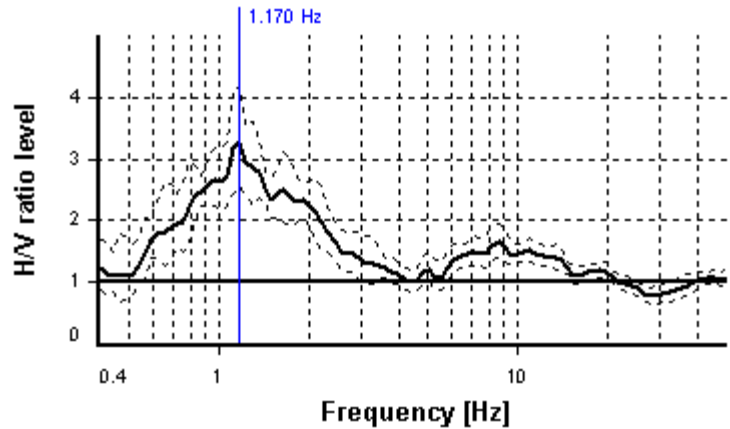
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.170 Hz

A_0 amplitude = 3.270

Average $f_0 = 1.191 \pm 0.113$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	7 valid windows (length > 8.55 s) out of 7	OK
$n_c(f_0) > 200$	327.49 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.56276 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2.55232 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.27 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11333 < 0.11696	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.28004 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “I”

CANTIERE **Prato Vecchio - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140129_163447.SAF**

DATA **29-gen-2014** ORA INIT **16^h34^m47^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

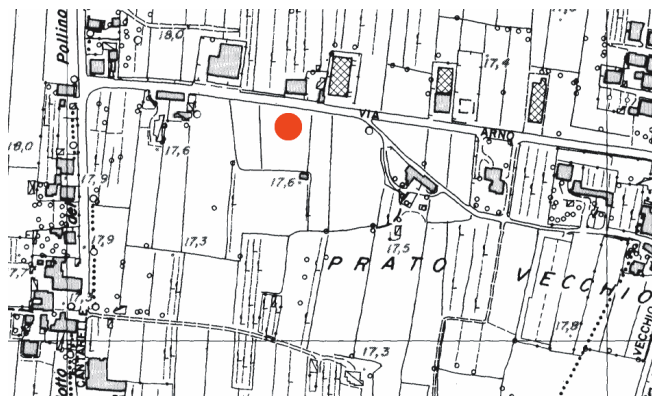
WEATHER CONDITIONS ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **10 °C** VENTO **assente** PIOGGIA **debole**

GROUND TYPE **suolo** NEARBY Str/Elem **alberi / recinzioni**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS **43°52'01.8" N 10°48'01.7" E**



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

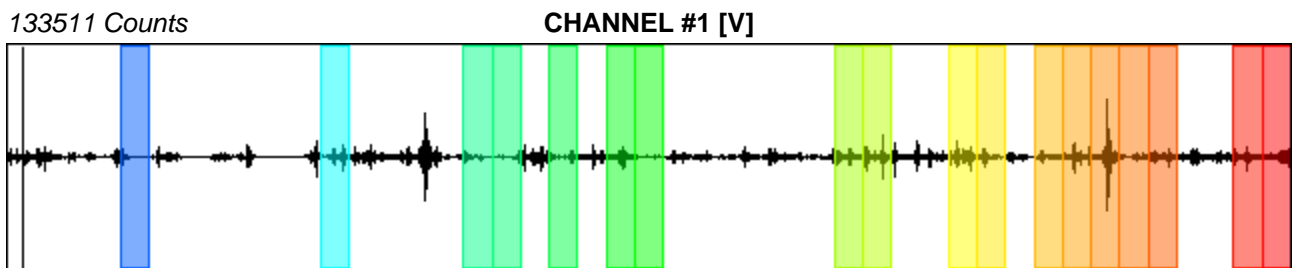
Recording start time: 2014/01/29 16:34:47

Recording length: 30 min

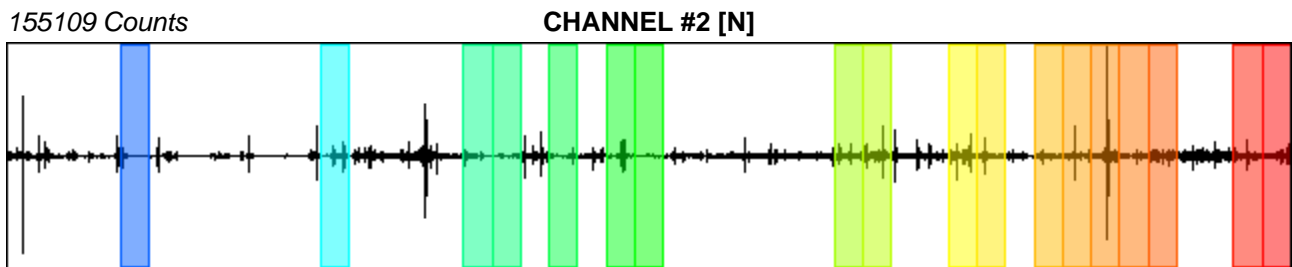
Windows count: 18

Average windows length: 40

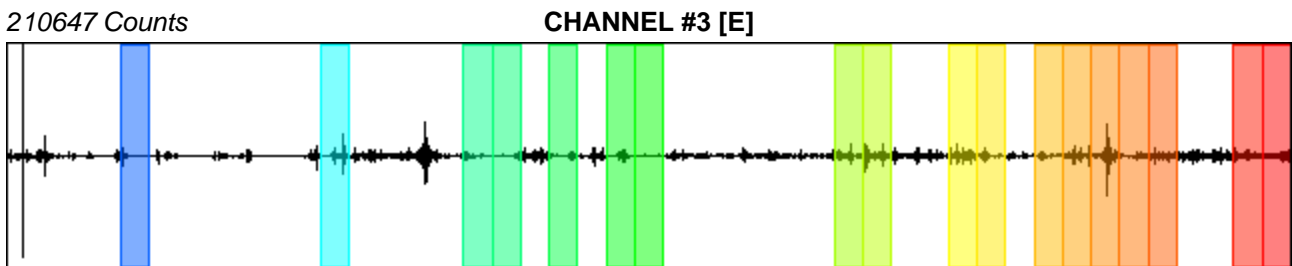
Signal coverage: 40%



-136388 Counts



-135246 Counts



-191204 Counts

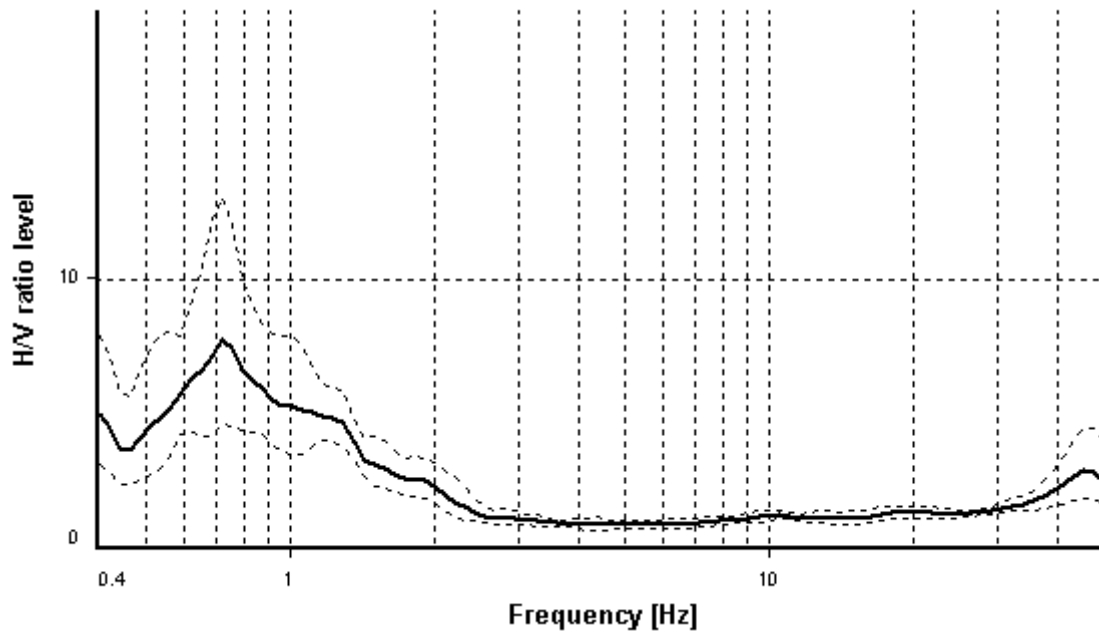
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

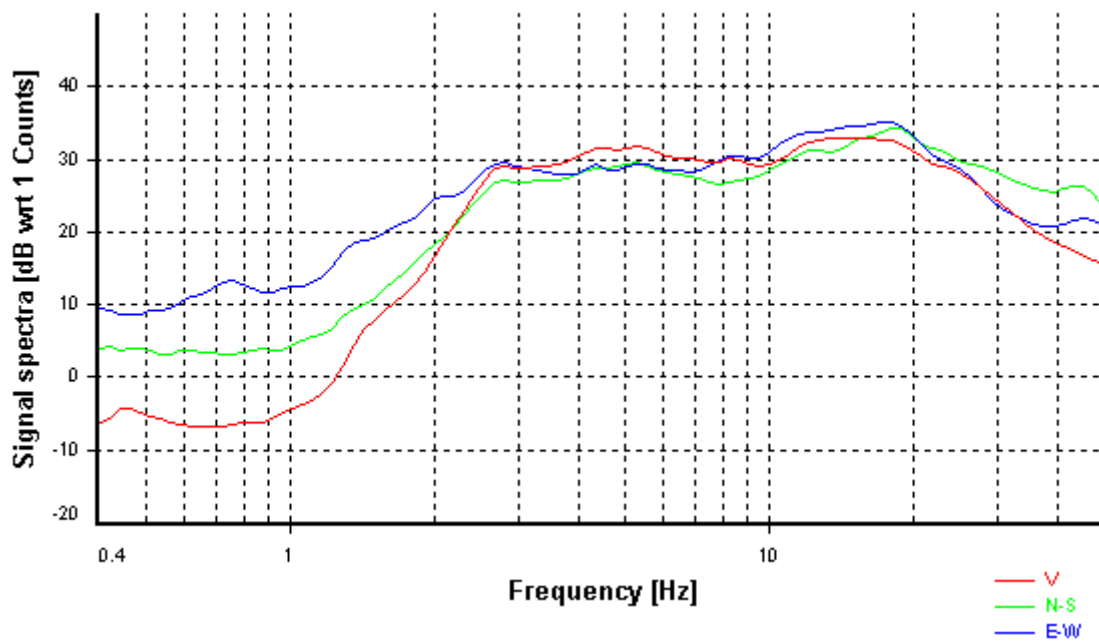
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

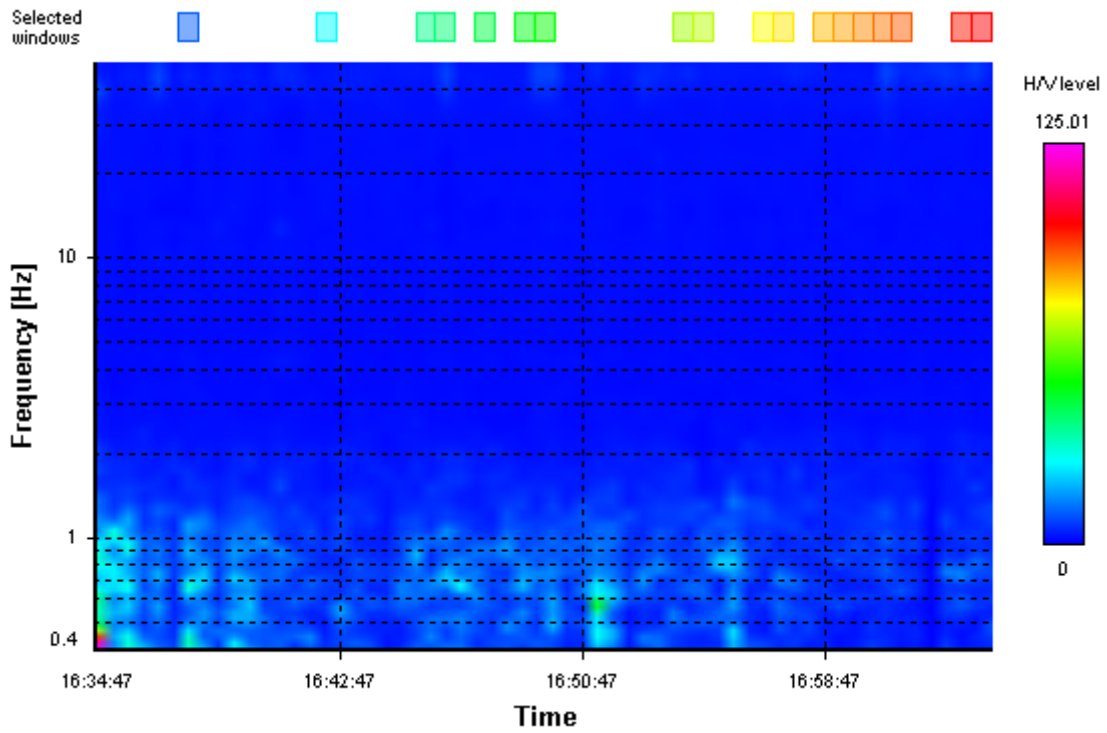
HVSR average



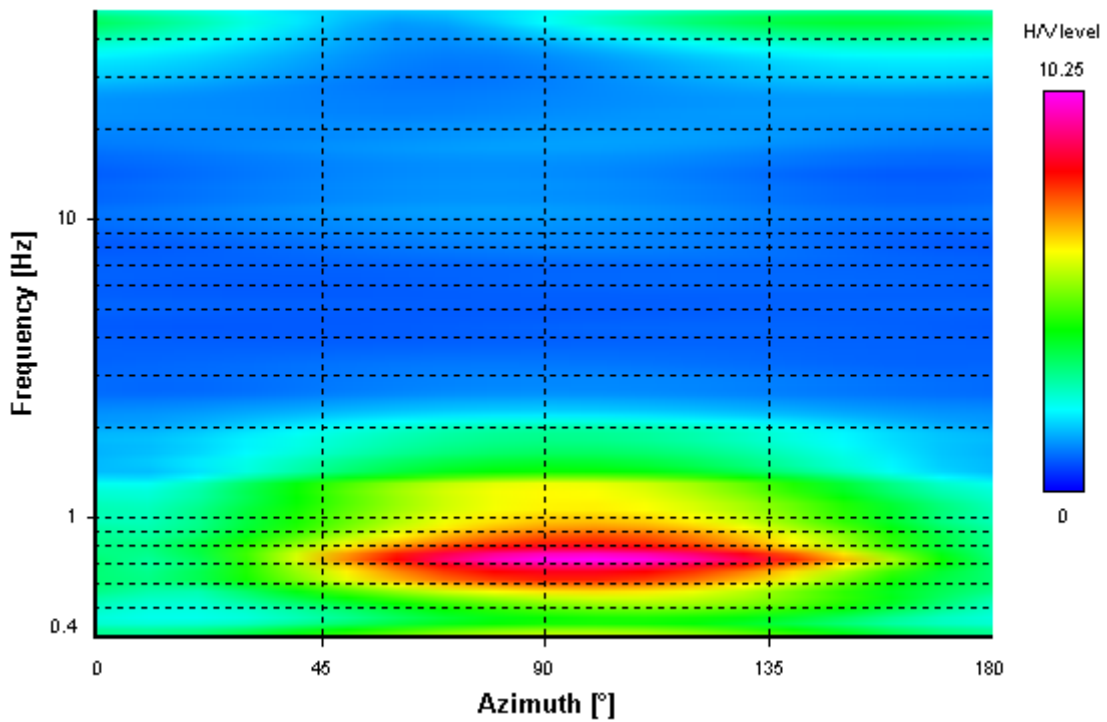
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



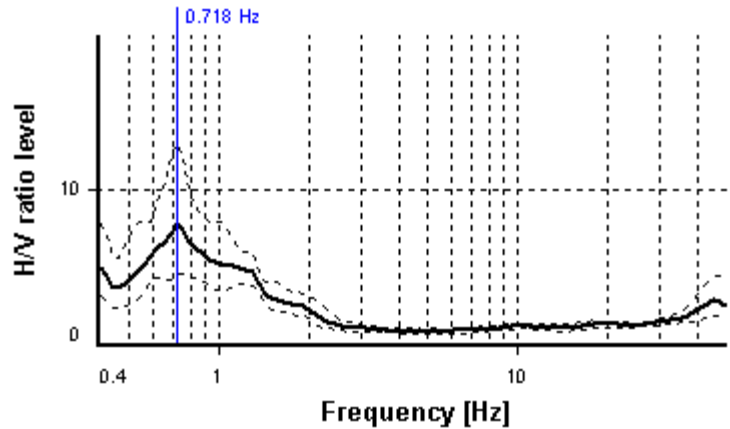
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

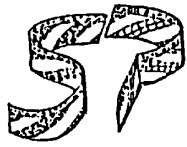
0.718 Hz

A_0 amplitude = 7.730

Average $f_0 = 0.702 \pm 0.116$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	18 valid windows (length > 13.92 s) out of 18	OK
$n_c(f_0) > 200$	517.09 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 27	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.46302 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	1.42155 Hz	OK
$A_0 > 2$	7.73 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11578 \geq 0.10773	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.68555 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK



SOIL PROSPECTING

Francesco Stragapede
GEOLOGO

SCHEDA RILIEVO HVSR – postazione “L”

CANTIERE **Bellosguardo - Pieve a Nievole** FILE NAME **MT_20140129_155727.SAF**

DATA **29-gen-2014** ORA INIT **15^h57^m27^s** DURATA REGISTRAZIONE **min 30**

SAMPLE FREQ **Hz 400** SENSOR TYPE **2.0 Hz** INSTRUMENT **SARA-PG SR04**

WEATHER CONDITIONS

ORIENTAZIONE **0° Nord**

TEMPERATURA **6 °C**

VENTO **assente**

PIOGGIA **debole**

GROUND TYPE **suolo/riporti**

NEARBY Str/Elem **alberi / fabbricati**

TRANSIENTI **traffico veicolare** MONOTONIC NOISE SOURCES **non evidenti**

COORDINATE GPS

43°51'38.6" N

10°48'01.6" E



estratto carta tecnica provinciale



ripresa fotografica postazione di rilievo

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 400 Hz

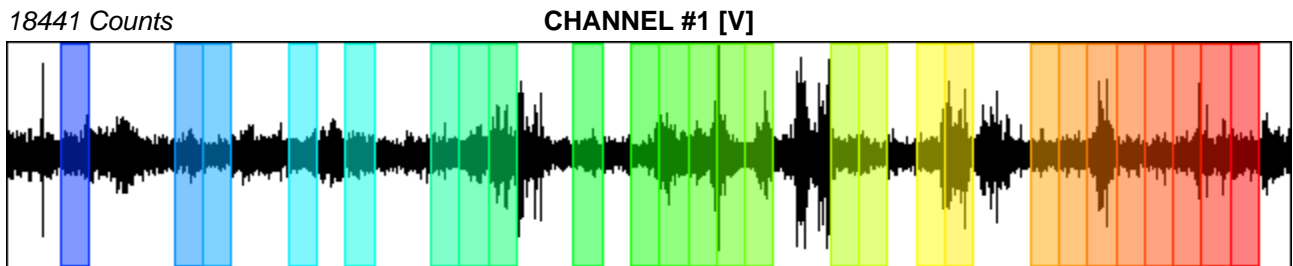
Recording start time: 2014/01/29 15:57:27

Recording length: 30 min

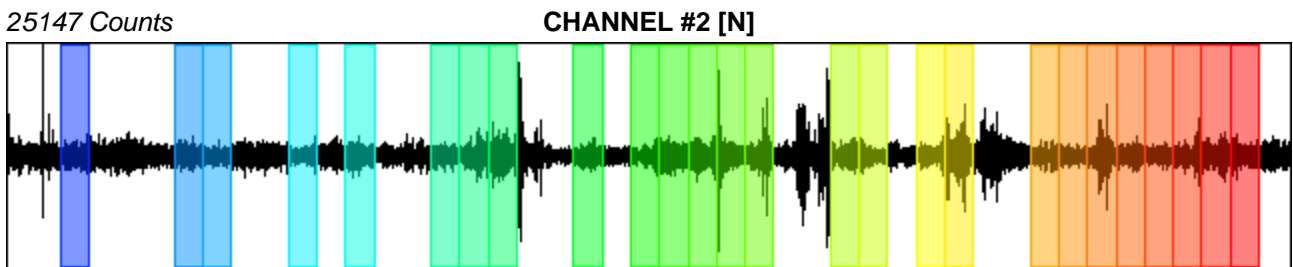
Windows count: 26

Average windows length: 40

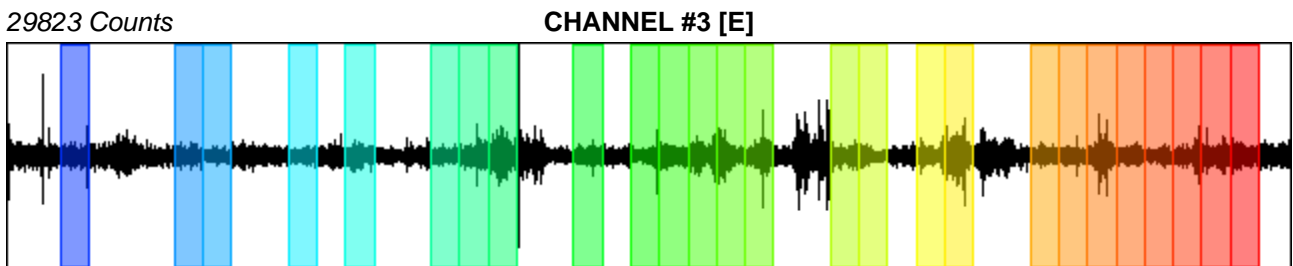
Signal coverage: 57.78%



-15747 Counts



-21723 Counts



-24477 Counts

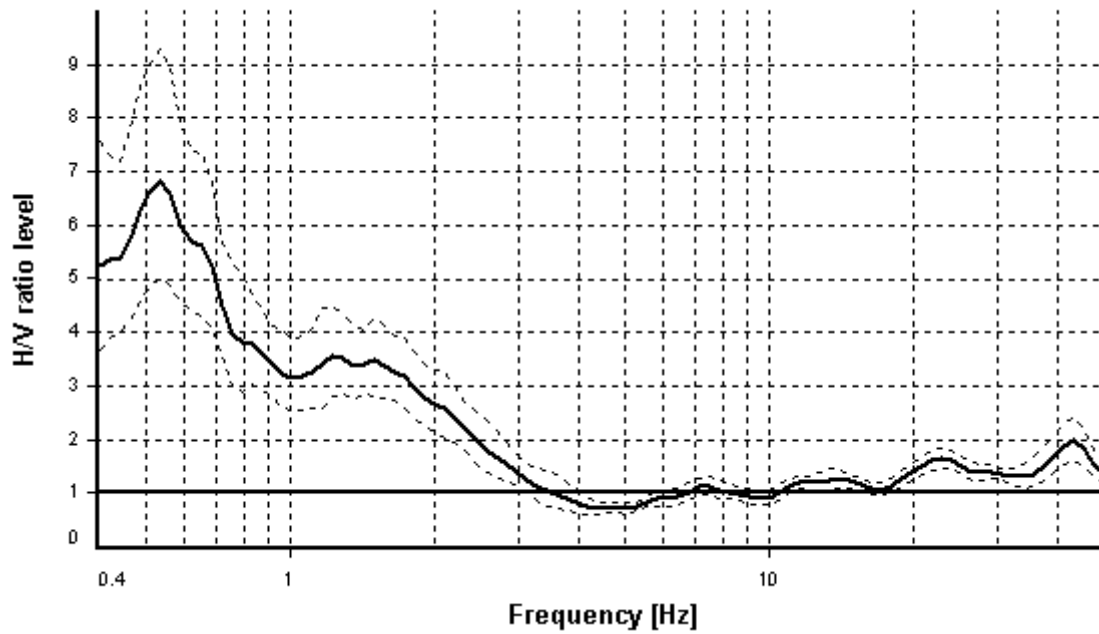
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwith = 5%)

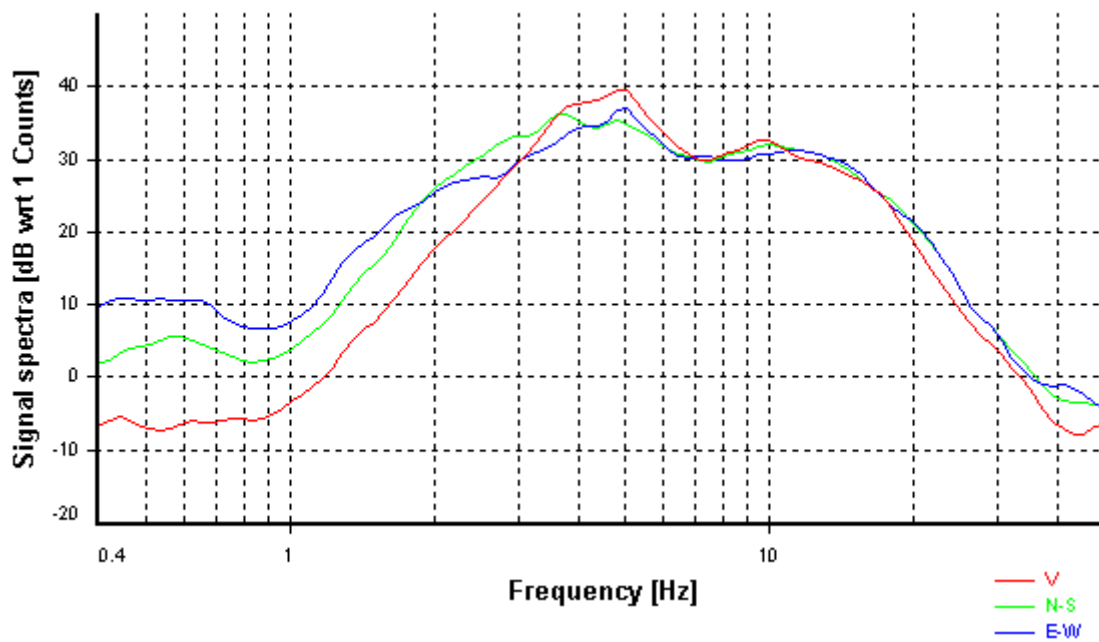
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

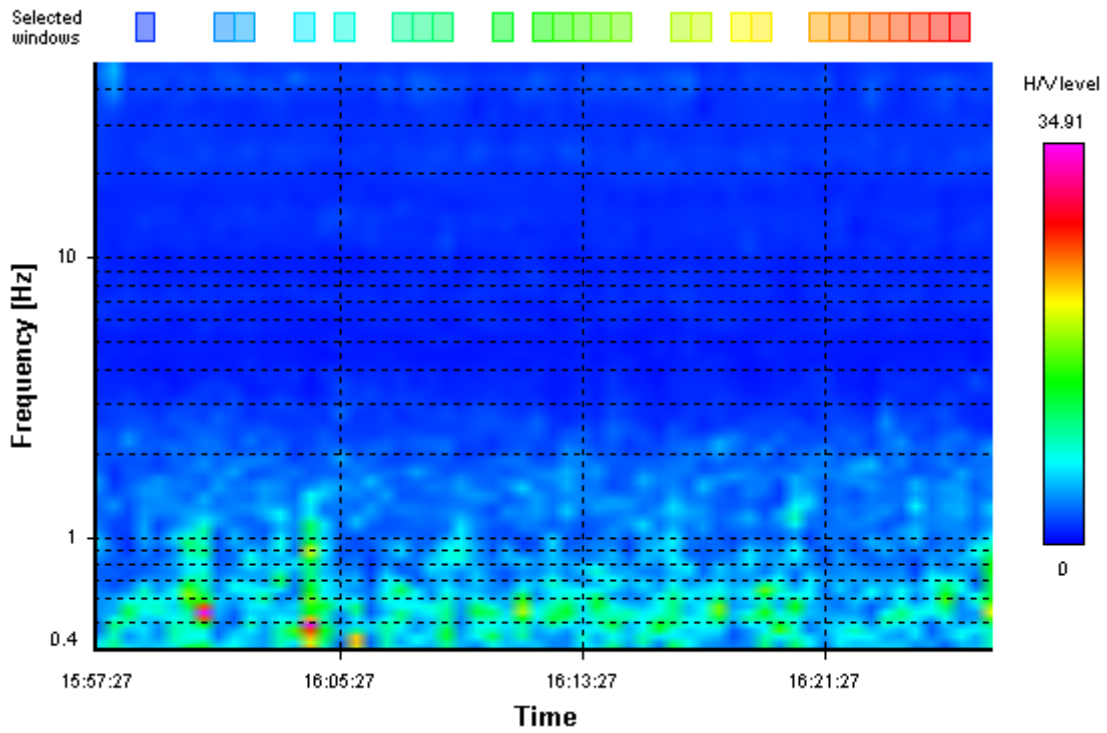
HVSR average



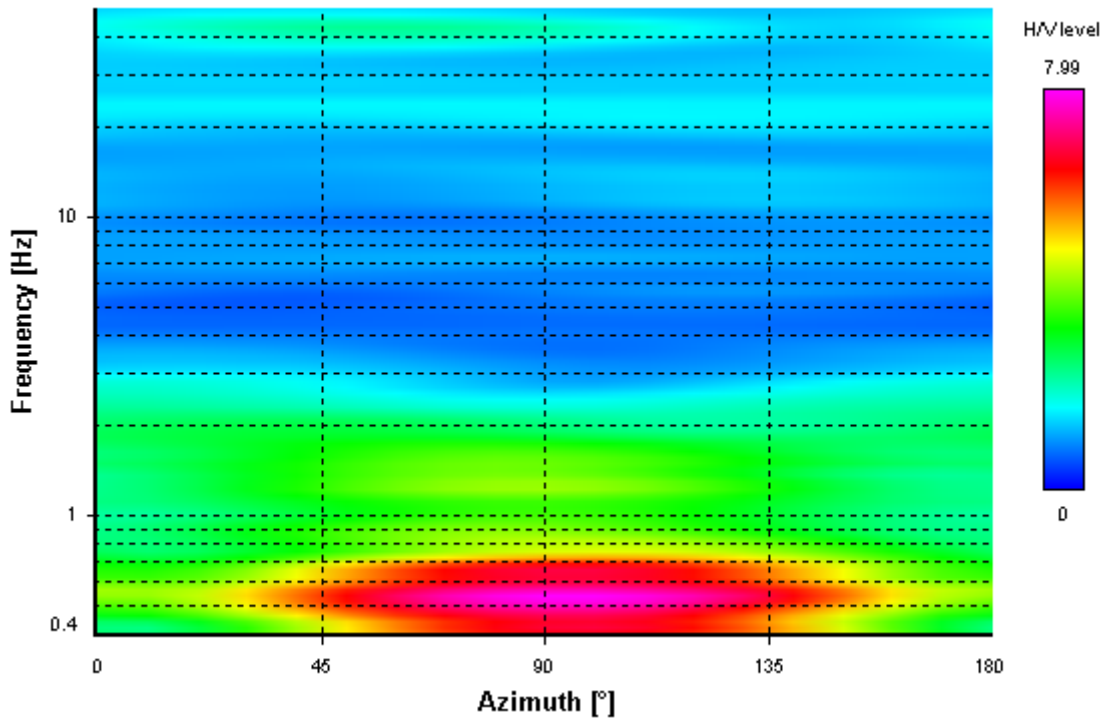
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



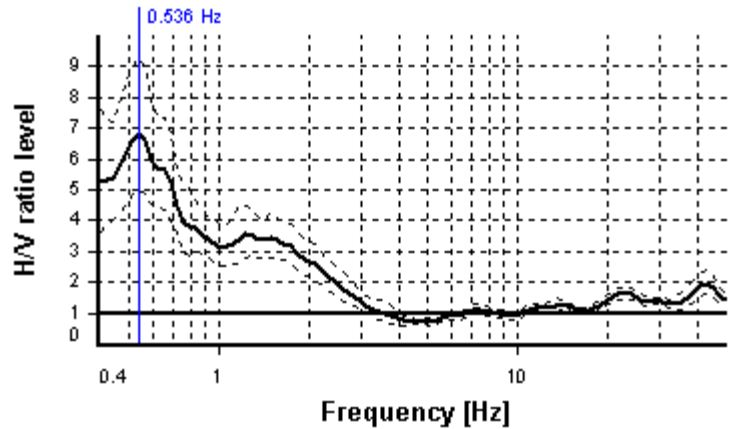
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.536 Hz

A_0 amplitude = 6.827

Average $f_0 = 0.537 \pm 0.061$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	26 valid windows (length > 18.66 s) out of 26	OK
$n_c(f_0) > 200$	557.42 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 21	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.91651 Hz	OK
$A_0 > 2$	6.83 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06087 < 0.0804	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.36102 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK