

**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO**  
Geologo Consulente ambientale  
Pianificazione Territoriale  
Via Luigi Cibrario 31/6 –16154 Genova  
Cell 335 6450816 tel/fax 010/6049472  
email ebarboro@gmail.com  
pec ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

## **PROGETTO URBANISTICO OPERATIVO SUB AMBITO B**

**DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE n.28**

**EX OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO  
VIA G. MAGGIO  
COMUNE DI GENOVA**



### **INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA-IDROLOGICA-SISMICA**

Dott.ssa Geol. Elisabetta Barboro

O.R.G.L. N° 164

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elisabetta Barboro', written over a white background.



rif. 67bis /2015

Genova, 30 settembre 2017

## **1. PREMESSA**

In considerazione dell'entrata in vigore della D.G.R. n°216 del 17/03/2017 in cui il Comune di Genova rientra in classe sismica 3 e che il P.U.O. relativo al Distretto di Trasformazione n. 28 del P.U.C. risulta adottato con D.G.C. 43/2017, si è resa necessaria questa integrazione di carattere geologico al fine di rendere conforme tale strumento urbanistico ai dettami della D.G.R. 471/10 e D.G.R. 714/2011.

Il seguente studio ha lo scopo di dotare il P.U.O. in oggetto, in considerazione della sua estensione di poco maggiore ai 5 ettari, di analisi di microzonazione sismica di II° livello, così come dettato dalle normative di settore.

A seguito di una dettagliata campagna di indagini geofisiche e dalle informazioni di carattere geologico-stratigrafico già in possesso, si è elaborata la "Carta di microzonazione sismica" riportata in allegato.

## **2. MICROZONAZIONE SISMICA**

Come previsto dalla D.G.R. 471/10 e dalla D.G.R. 714/2011 è stato realizzato uno studio di microzonazione sismica di I° livello, già contenuto nella relazione geologica precedente e di II° livello, estesi all'area del P.U.O.

Lo studio di microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere le condizioni di sito che possono modificare ed amplificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (moto sismico di riferimento) o possono produrre effetti cosismici rilevanti (fratture, frane, liquefazione, densificazione, movimenti differenziali deformazioni permanenti ecc.) per le costruzioni e le infrastrutture. Questi fenomeni vengono generalmente definiti come effetti locali.

Essa deve essere considerata anche come base conoscitiva ai fini della prevenzione sismica e della riduzione del rischio sismico in quanto, evidenziando tutti quei fattori che possono incrementare la pericolosità sismica locale, può permettere di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale.

Lo studio di MS di I° livello ha rappresentato un livello propedeutico al successivo studio di MS II° livello ed ha avuto il fine, sulla base dei dati di natura geologica e geotecnica già presenti, di suddividere l'area del P.U.O. in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è stato finalizzato alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) che rappresenta una valutazione degli effetti locali o di sito ai fini della riduzione del rischio sismico attraverso la rappresentazione degli elementi e delle situazioni di rischio e criticità riscontrate nel quadro conoscitivo sulla base degli elementi predisponenti alle amplificazioni e alle instabilità sismiche.

Partendo dalla carta di microzonazione di I° livello si sono individuate due potenziali aree con fattori di amplificazione litostratigrafica, legate alla presenza di potenziali riporti antropici di spessore elevato e di coltri detritiche frammiste a cappellaccio d'alterazione di spessore maggiore di 5 mt., su cui concentrare le nuove indagini di approfondimento.

E' stato inoltre rilevato un fattore di amplificazione topografica rappresentato dalla scarpata determinata dall'orlo di terrazzo nel settore settentrionale dell'area del P.U.O.

Il risultato degli approfondimenti di II° livello è una carta denominata "Carta di microzonazione sismica", ottenuta associando una quantificazione numerica degli effetti alle zone, o a parti di esse, rappresentate nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di I° livello. Sulla carta sono stati riportati anche i punti di misura di rumore ambientale (HVSR), con indicazione dei valori di  $f_0$  (frequenza di risonanza).

## **2.1 Fattori di amplificazione litostratigrafica**

Il fattore di amplificazione litostratigrafica viene determinato tramite lo studio delle funzioni di trasferimento, che rappresentano le modifiche (in frequenza ed ampiezza) subite dal segnale sismico a causa dell'attraversamento di materiali più "soffici" sovrapposti ad un substrato rigido. Il prodotto di convoluzione fra la funzione di trasferimento e l'input sismico previsto al substrato determinerà il moto in superficie. Il rapporto tra lo spettro del moto in superficie e quello del moto al bedrock permetterà di determinare il fattore di amplificazione per tutto il range spettrale o per bande di frequenze. Il fattore di amplificazione può essere derivato da rapporti spettrali espressi in termini di accelerazione (FA) o come rapporto tra spettri di velocità del moto del suolo (FV).

### **2.1.1 Indagini sismiche**

Ad integrazione delle indagini geognostiche già realizzate nel mese di luglio 2005, utilizzate nello studio di I° livello, in data 26 settembre 2017 è stata eseguita un'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola mediante misura di microtremori ambientali (HVSr), per la caratterizzazione degli effetti sismici di sito con i seguenti obiettivi:

- a) ricostruire la stratigrafia sismica del sottosuolo;
- b) stimare il profilo della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ );
- c) evidenziare le aree del P.U.O. che possono presentare amplificazione stratigrafica del moto del suolo rispetto al substrato di riferimento (caratterizzazione delle frequenze di risonanza del sottosuolo).

Le indagini, concentrate in particolare nelle aree individuate come Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sulla "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica", sono state realizzate per compensare alcune incertezze del I° livello con approfondimenti conoscitivi ed eventualmente, se confermate le condizioni di sito che possono modificare ed amplificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (moto sismico di riferimento), fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati, della modificazione locale del moto sismico in superficie.

L'utilizzo di questa tecnica geofisica consente di ottenere tutta una serie di informazioni, in particolare sulle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utili per verificare l'interazione dal punto di vista sismico del sistema terreno-strutture.

Nella letteratura internazionale è ampiamente riconosciuto che le curve H/V ottenute dal microtremore sismico indicano le frequenze di risonanza del sito, ossia le frequenze in cui è lecito attendere in superficie la massima amplificazione del moto del bedrock.

Le misure di microtremore a stazione singola consentono infatti, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali, di ottenere immediatamente, come misura diretta, la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (direttamente correlabile al periodo di oscillazione proprio del sito, senza stimare quest'ultimo sulla base delle  $V_s$ ).

Inoltre, opportunamente invertite, permettono anche di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia che il  $V_{s,30}$  e di ricostruire un modello geofisico del sottosuolo.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

L'insieme dei dati ottenuti permette pertanto di identificare la presenza di fenomeni di risonanza sismica nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (1-10 Hz).

In particolare sono state eseguite 10 stazioni di misura la cui ubicazione dettagliata è riportata sulla "Carta di microzonazione sismica" in allegato (cfr. Tav. 1).

I risultati ottenuti dalle prove sono riportati nella tabella seguente:

Stazione di misura	Vs,30 (mt/sec)	Frequenza di risonanza del sottosuolo (Hz)
Tr1	596	24,16
Tr2	548	16,56
Tr3	-	-
Tr4	537	19,25
Tr5	607	43,09
Tr6	644	35,63
Tr7	603	18,09
Tr8	498	13,38
Tr9	569	45,31
Tr10	544	17,69

Le misure hanno evidenziato in tutte le prove, ad esclusione della Tr3, un contrasto sismico tra substrato roccioso e terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso), a profondità variabili tra 1,8÷5,0 mt da p.c.

Nella prova Tr3 la curva H/V mostra un andamento privo di picchi di particolare ampiezza, pressoché piatto, per cui non sono presenti rilevanti contrasti di rigidezza.

Le frequenze di risonanza del sottosuolo, ben riconoscibili come picchi nei grafici H/V, risultano in tutti i casi esterne all'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (1-10 Hz), corrispondenti pertanto a contrasti di impedenza sismica che non danno luogo a fenomeni di amplificazione di sito.

I dati ricavati dalle prove sono riportati nella documentazione in allegato.

## **2.2 Fattori di amplificazione topografica**

Sono determinati dalle forme morfologiche di superficie o sepolte come creste e scarpate.

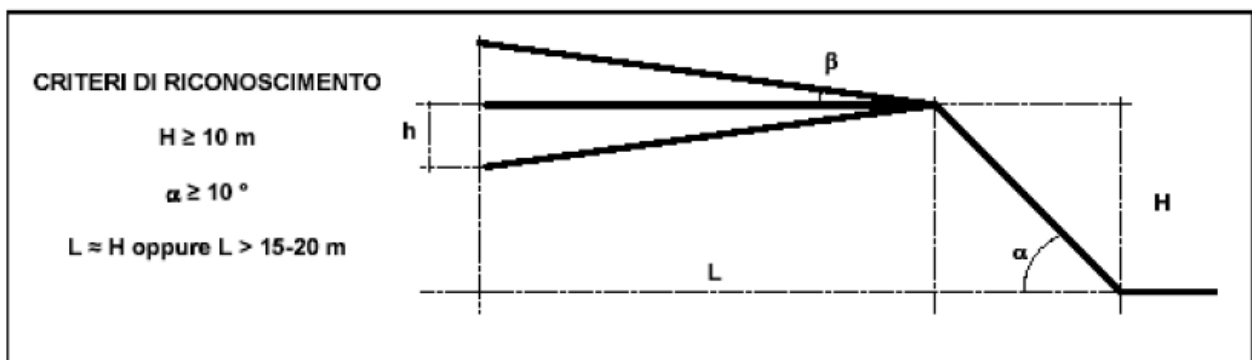
Analogamente al calcolo dell'amplificazione sismica per effetti litologici, si è seguita la procedura per la valutazione dell'amplificazione sismica locale a causa di effetti morfologici legati alla conformazione topografica in corrispondenza della scarpata rappresentata dall'orlo di terrazzo.

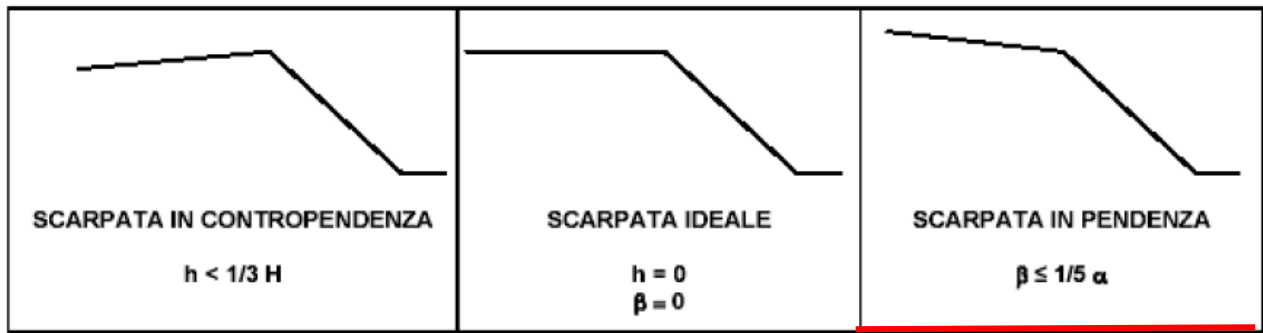
La quantificazione numerica degli effetti di amplificazione topografica è stata effettuata utilizzando la metodologia semplificata che prevede l'utilizzo di "abachi" specifici che forniscono il valore del fattore di amplificazione (Fa) calcolato tra 0,1 e 0,5 sec.

In particolare sono stati utilizzati gli abachi di riferimento riportati nel documento nazionale ICMS, Volume 2, Parte III-§ 3.3.1 e 3.3.2.

I dati di ingresso utilizzati sono:

- dislivello altimetrico massimo H (15 mt) e dislivello altimetrico minimo h (5 mt);
- inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale (26°);
- inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore (5°).





Il fattore  $F_a$  calcolato tra 0,1 e 0,5 sec è risultato pari a **1,1**, con un'estensione della relativa area di influenza ( $A_i$ ) pari a **15 mt**.

Il valore di  $F_a$  è assegnato al ciglio del fronte principale, mentre all'interno della relativa area di influenza ( $A_i$ ), il valore va scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario.

### 3. CONCLUSIONI

Lo studio di microzonazione sismica di II° livello e l'approfondimento di indagini eseguiti hanno permesso di evidenziare l'assenza di fattori di amplificazione litostratigrafica all'interno dell'area di P.U.O. e di quantificare gli effetti di amplificazione topografica in corrispondenza della scarpata rappresentata dall'orlo di terrazzo.

I risultati dello studio sono riportati sulla "Carta di microzonazione sismica" in allegato (cfr. Tav.1).

IL TECNICO INCARICATO

*Elisabetta Barbora*




### ALLEGATI:

TAV. 1 - CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA IN SCALA 1:1.200


INDAGINI GEOFISICHE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI H/V

**LEGENDA**


ZONE STABILI

 **FA = 1 - FV = 1**

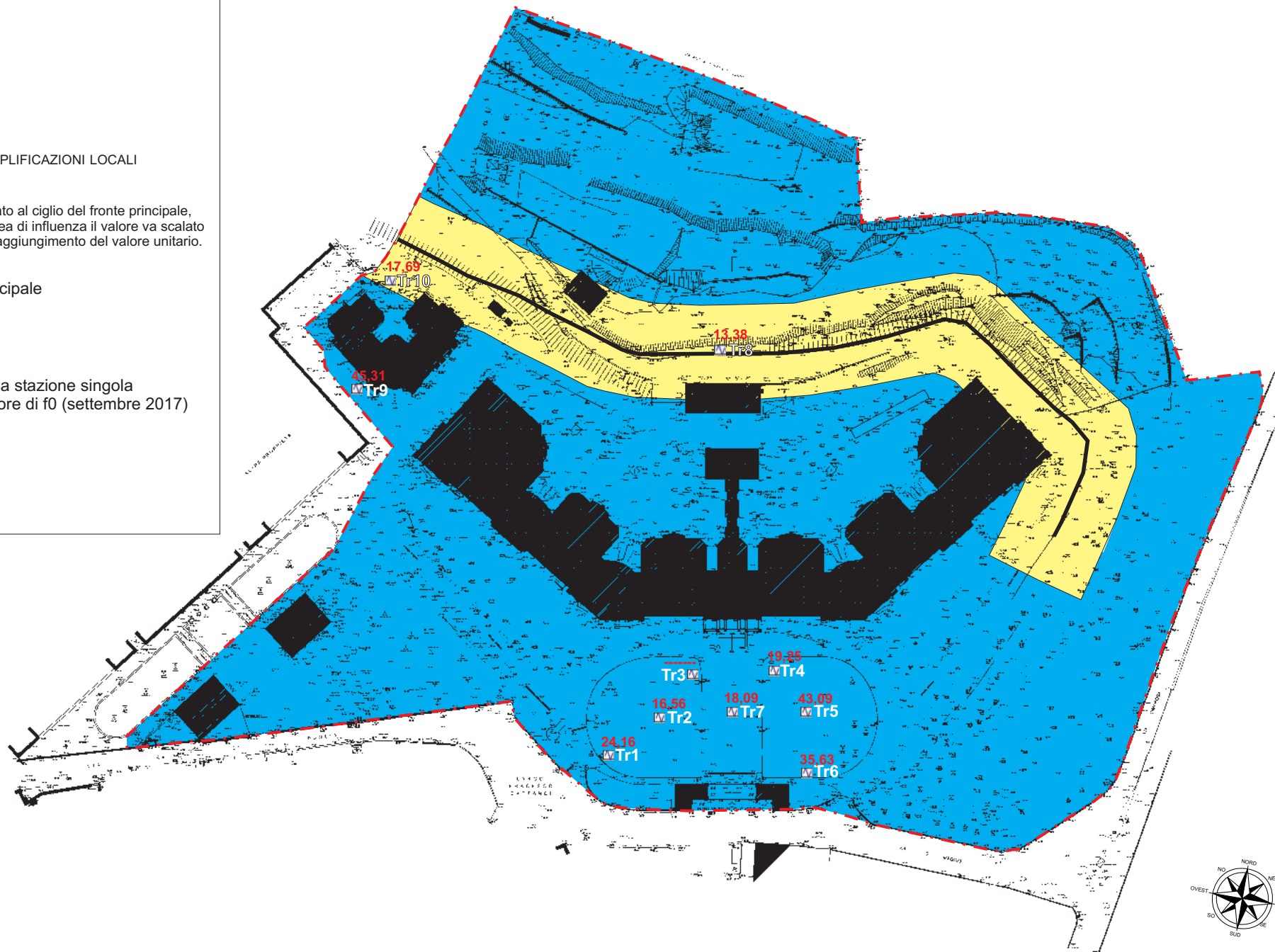
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

 **FA = 1,1**  
 Il valore di Fa è assegnato al ciglio del fronte principale, mentre all'interno dell'area di influenza il valore va scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario.

 Ciglio del fronte principale

**13,38**  **Tr1** Stazione microtremore a stazione singola con indicazione del valore di f0 (settembre 2017)

 Area del P.U.O.



**Dott. ALBERTO LIPARTITI**

**Geologo**

Via Marconi 55 – 16010 Masone (GE)

Tel. 0108934022-Fax 0108932403 – Cell. 3287253712

E-mail: [alberto.lipartiti@alice.it](mailto:alberto.lipartiti@alice.it) - P.E.C. [alberto.lipartiti@epap.sicurezza postale.it](mailto:alberto.lipartiti@epap.sicurezza postale.it)

---

## COMUNE DI GENOVA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

**INDAGINI GEOFISICHE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA  
MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI H/V**

**RAPPORTO TECNICO DI SINTESI**

Dott. Geol. Alberto Lipartiti

O.R.G.L. n° 450



28 settembre 2017

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. GENERALITÀ SULLA TECNICA IMPIEGATA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MODALITÀ DI INDAGINE .....</b>	<b>5</b>
<i>3.1. PROCEDURA DI ANALISI DATI .....</i>	<i>6</i>
<b>4. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE .....</b>	<b>6</b>

## ALLEGATI NEL TESTO

ELABORATI INDAGINI



## 1. PREMESSA

Al fine di determinare le caratteristiche sismo-stratigrafiche del sottosuolo in corrispondenza di alcuni lotti di terreno all'interno del complesso dell'ex Ospedale Psichiatrico di Quarto, in Via G. Maggio, nel Comune di Genova, in data 26 settembre 2017 è stata eseguita un'indagine geofisica di sismica passiva a stazione singola mediante misura di microtremori ambientali (HVSr).

In particolare sono state approntate 10 stazioni di misura, la cui ubicazione è riportata nella figura sottostante.

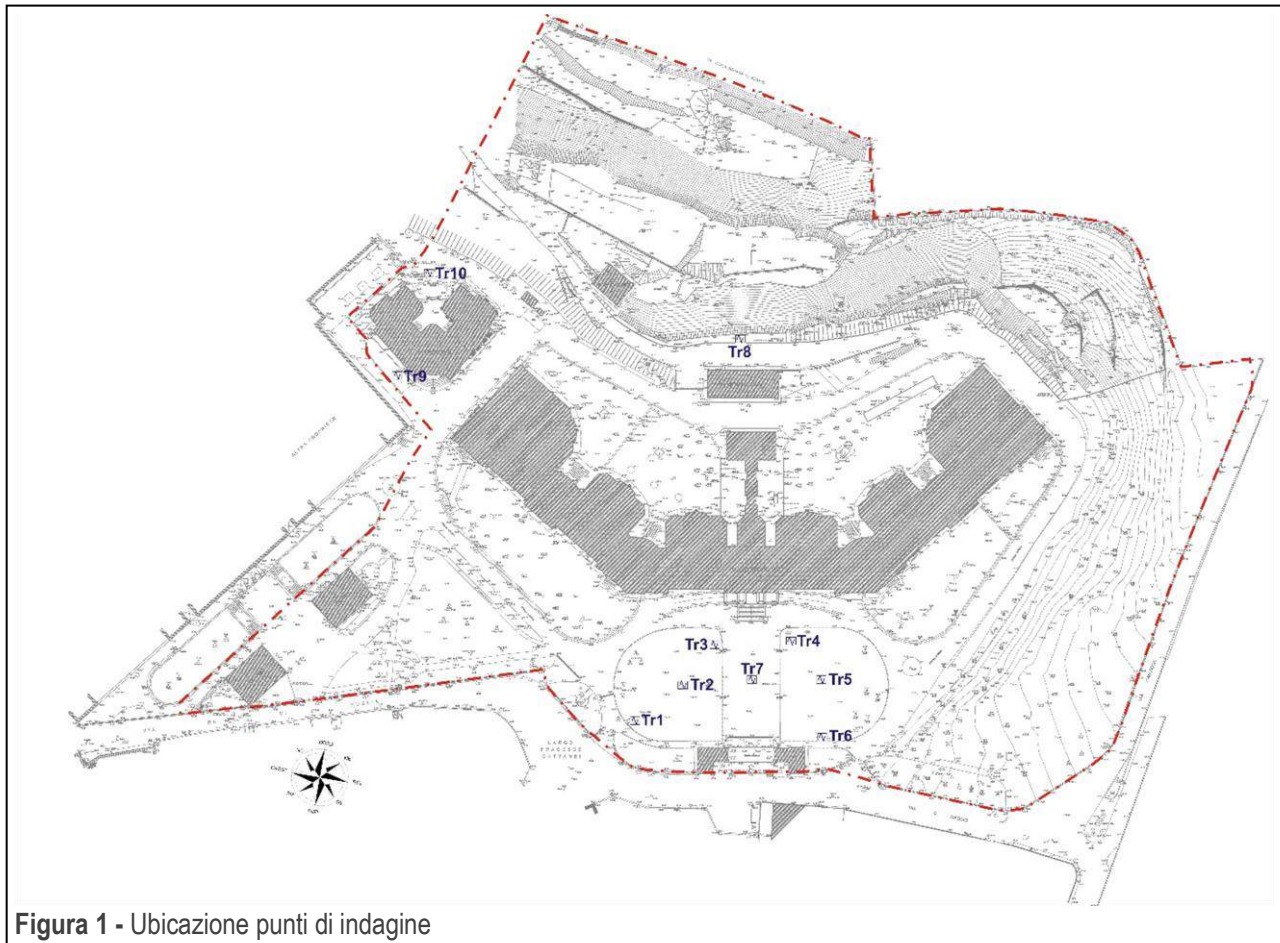


Figura 1 - Ubicazione punti di indagine

L'utilizzo di questa tecnica geofisica consente di ottenere tutta una serie di informazioni, in particolare sulle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utili per verificare l'interazione dal punto di vista sismico del sistema terreno-strutture.

Le misure di microtremore a stazione singola consentono infatti, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali, di ottenere immediatamente, come misura diretta, la frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo, direttamente correlabile al periodo di oscillazione proprio del sito, senza stimare quest'ultimo sulla base delle  $V_s$ .

Inoltre, opportunamente invertite, permettono anche di stimare in maniera rapida sia la stratigrafia che il  $V_{s30}$ , e di ricostruire un modello geofisico del sottosuolo, che può essere utilizzato per la valutazione degli effetti sismici di sito.

Dall'elaborazione dei dati relativi alle misure di sismica passiva a stazione singola è possibile ottenere:

- ✓ la misura diretta delle frequenze di risonanza dei terreni di sottosuolo, utile anche ai fini degli studi di Risposta Sismica Locale (RSL), anche a livello di pianificazione territoriale (microzonazione sismica);

- ✓ la misura diretta delle frequenze di risonanza delle strutture;
- ✓ i profili di velocità delle onde di taglio Vs utili al calcolo della Vs<sub>30</sub> (velocità media delle onde S nei primi trenta metri di sottosuolo), tramite opportuna inversione in presenza di un vincolo, ossia della profondità di un riflettore di cui si riconosca il marker nella curva H/V oppure della stima di Vs dello strato superficiale (Castellaro e Mulargia, 2009);
- ✓ la stratigrafia del sottosuolo e la presenza di eventuali discontinuità all'interno del bedrock. Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazione le variazioni del rapporto tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali alle varie frequenze, con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo al di sotto del punto di misura. Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha un contrasto di impedenza che è tanto più marcato tanto più grande è il picco in questione.

Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione) operazione questa usualmente eseguita tramite i punti di taratura.

Condizione necessaria per trasformare una curva H/V in un profilo di Vs medie è il possesso di un vincolo, che normalmente è la profondità di un contatto tra litologie diverse, anche molto superficiale, riconoscibile nella curva H/V oppure la conoscenza della Vs media del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2009). In assenza di qualsiasi vincolo esistono infiniti modelli (cioè combinazioni, Vs-H) che soddisfano la stessa curva H/V. Una curva H/V piatta non può dare informazioni sulle Vs medie del sottosuolo perché mancherebbero gli elementi a cui vincolare il fit: un modello di sottosuolo che preveda un singolo strato con Vs media costante (e di qualsiasi valore) fitterebbe ugualmente bene la curva. In presenza di terreni senza contrasti di impedenza, in altre parole, non si possono ricavare informazioni sulla Vs con il solo metodo H/V+vincolo.

## 2. GENERALITÀ SULLA TECNICA IMPIEGATA

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole ( $10^{-15}$ - $10^{-12}$  [m/s<sup>2</sup>]<sup>2</sup>) in termini di accelerazione di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in

frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in figura 2, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo minimo, di riferimento mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono prodotti delle onde oceaniche sulle coste.

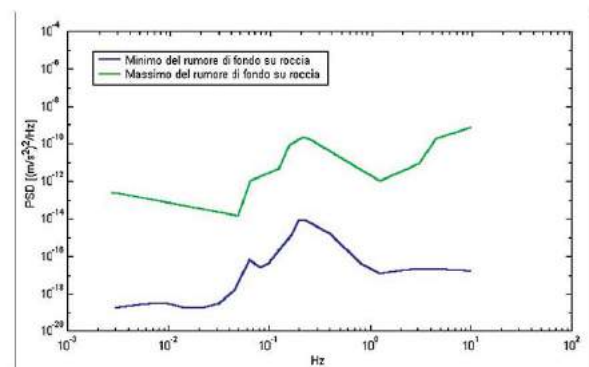


Figura 2

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali, che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Nel tragitto dalla sorgente al sito le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda e attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di raytracing, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore impiegato per la rilevazione del microtremore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però sepolta all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione. Purtroppo, esiste abbondante letteratura comprovante il fatto che l'ampiezza del picco H/V, pur essendo legata all'entità del contrasto di impedenza tra strati, non è correlabile all'amplificazione sismica in modo semplice (cfr. Mucciarelli e Gallipoli, 2001; SESAME, 2005 e referenze ivi contenute).

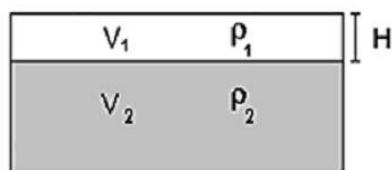


Figura 3 - Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità  $\rho$  e velocità di propagazione  $V$

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso (es. Guillier et al., 2005). Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema di Figura 3 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_{s1}/4H \quad (f_r) = V_{p1}/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di onde di volume P o S e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva  $H/V$  relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto  $H/V$ , che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente.

Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti  $H/V$  misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

### **3. MODALITÀ DI INDAGINE**

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Lo strumento Tromino® (Micromed S.p.A.), è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali, orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V e senza cavi esterni.

Il rumore sismico ambientale è stato acquisito ad una frequenza di campionamento di 128 Hz, amplificato e digitalizzato a 24 bit equivalenti e registrato per 20 minuti. In tutte le prove, al di fuori della Tr7 posizionata sulla pavimentazione in asfalto, lo strumento è stato posizionato direttamente su terreno naturale.

### 3.1. Procedura di analisi dati

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve H/V, ottenute col software Grilla in dotazione al tromografo Tromino®, con parametri:
  - ✓ larghezza delle finestre d'analisi 20 sec;
  - ✓ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;
  - ✓ rimozione manuale dei transienti sulla serie temporale degli H/V.
2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

La ricerca dei picchi da interpretare è stata effettuata, congiuntamente, nel grafico H/V ed in quello degli spettri delle singole componenti. In particolare, i picchi H/V di origine stratigrafica sono quelli generati da un minimo nella componente verticale del moto, che significa minimo delle onde di Rayleigh alla frequenza di risonanza.

Le curve H/V sono state quindi invertite per ottenere il modello di sottosuolo (profilo di  $V_s$  medie) il cui corrispondente H/V teorico meglio approssima la curva H/V sperimentale. Tale modello è ottenuto dal fit vincolato della curva H/V secondo le procedure descritte in Castellaro e Mulargia (2009).

Dal profilo di  $V_s$  è stato ricavato il valore del parametro  $V_{s30}$ , valore che porta con sé un'incertezza stimata tipica dell'ordine del 20%.

## 4. INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

I risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati sopra descritti sono i seguenti:

- Tr1** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **24,16 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=670$  mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra i diversi livelli. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 3,3 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 596 mt/sec.-
- Tr2** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **16,56 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=630$  mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra i diversi livelli. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 4,5 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 548 mt/sec.-
- Tr3** - La curva H/V mostra un andamento privo di picchi di particolare ampiezza, pressoché piatto, per cui non sono presenti rilevanti contrasti di rigidità. Deboli deviazioni dalla planarità sono legate a diverse condizioni di alterazione e fratturazione dell'ammasso roccioso con basso contrasto di impedenza.-
- Tr4** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica, di modesta ampiezza, alla frequenza di **19,25 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=320$

mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=603$  mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra i diversi livelli. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 4,2 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 537 mt/sec.-

- Tr5** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **43,09 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=650$  mt/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 2,0 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 607 mt/sec.-
- Tr6** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **35,63 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=705$  mt/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 2,3 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 644 mt/sec.-
- Tr7** - Nonostante il disturbo rappresentato dalla pavimentazione in asfalto, responsabile dell'inversione di velocità visibile fino alla frequenza di 30 Hz, sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica, di modesta ampiezza, alla frequenza di **18,09 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=710$  mt/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 4,5 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 603 mt/sec.-
- Tr8** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **13,38 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra la coltre detritica di copertura ( $V_s=270$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=600$  mt/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra la coltre detritica di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 5,0 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 498 mt/sec.-
- Tr9** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica, di modesta ampiezza, alla frequenza di **45,31 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica rimneggiata e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=600$  mt/sec). L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 1,8 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 569 mt/sec.-
- Tr10** - Sulla curva H/V è identificabile 1 picco di origine stratigrafica alla frequenza di **17,69 Hz** (frequenza di risonanza fondamentale). Considerate le caratteristiche stratigrafiche il picco corrisponde al passaggio tra i terreni di copertura (coltre detritica rimaneggiata e livello di alterazione del substrato roccioso) ( $V_s=315$  mt/sec) ed il substrato roccioso fratturato ( $V_s=610$  mt/sec). L'andamento della curva mostra un passaggio graduale tra i diversi livelli. L'inversione vincolata della curva H/V indica il contatto tra i terreni di copertura ed il substrato roccioso fratturato ad una profondità di 3,9 mt da p.c. La  $V_{s30}$  ricavata dalla prova è pari a 544 mt/sec.-

Informazioni stratigrafiche di dettaglio per l'inversione delle curve sono state reperite dai dati ricavati dai sondaggi a carotaggio continuo già realizzati in corrispondenza dell'area in esame nel mese di luglio 2005.



Foto 1 - Prova Tr1



Foto 2 - Prova Tr2



Foto 3 - Prova Tr3



Foto 4 - Prova Tr4



Foto 5 - Prova Tr5



Foto 6 - Prova Tr6





Foto 7 - Prova Tr7



Foto 8 - Prova Tr8



Foto 9 - Prova Tr9



Foto 10 - Prova Tr10

Il tecnico incaricato  
Dott. Geol. Alberto Lipartiti



*Alberto Lipartiti*

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr1

Strumento: TRZ-0167/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 26/09/17 08:57:44 Fine registrazione: 26/09/17 09:17:44

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

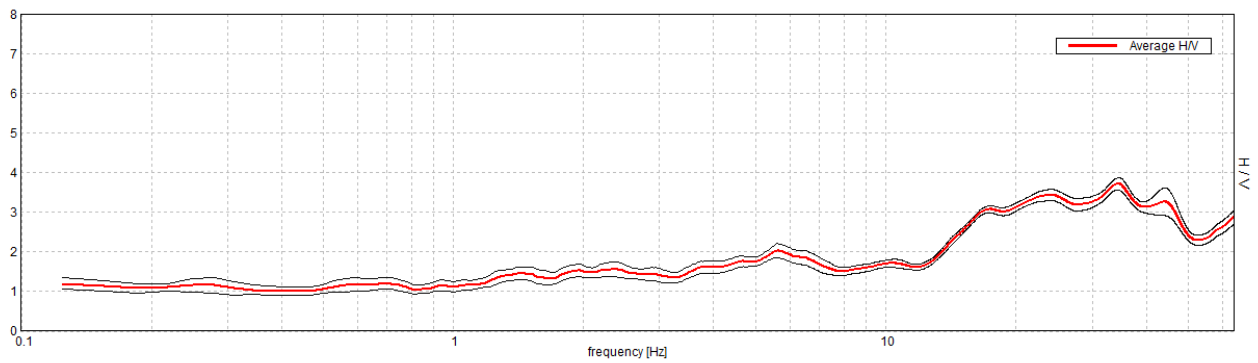
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

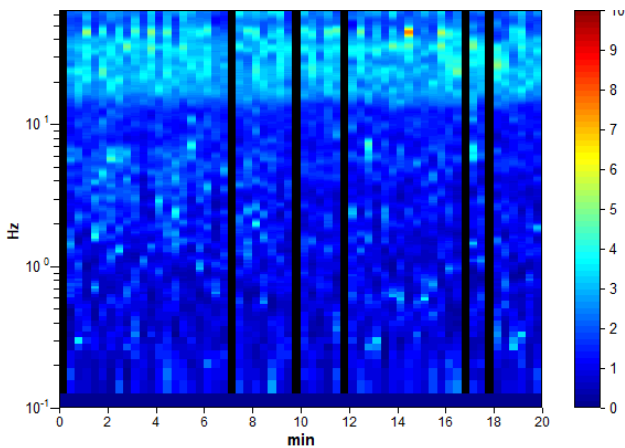
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

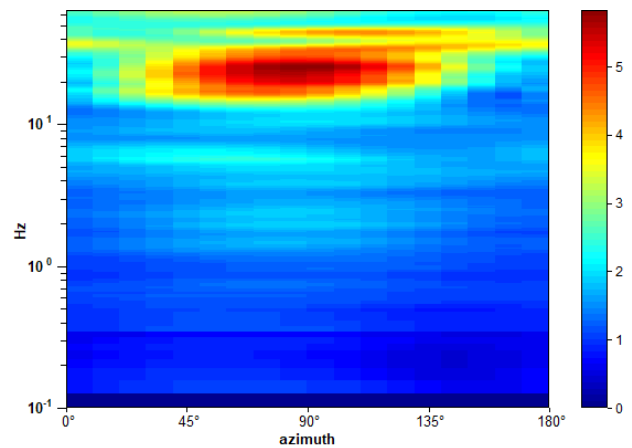
Max. H/V at 24.16 ± 0.63 Hz. (In the range 20.0 - 25.0 Hz).



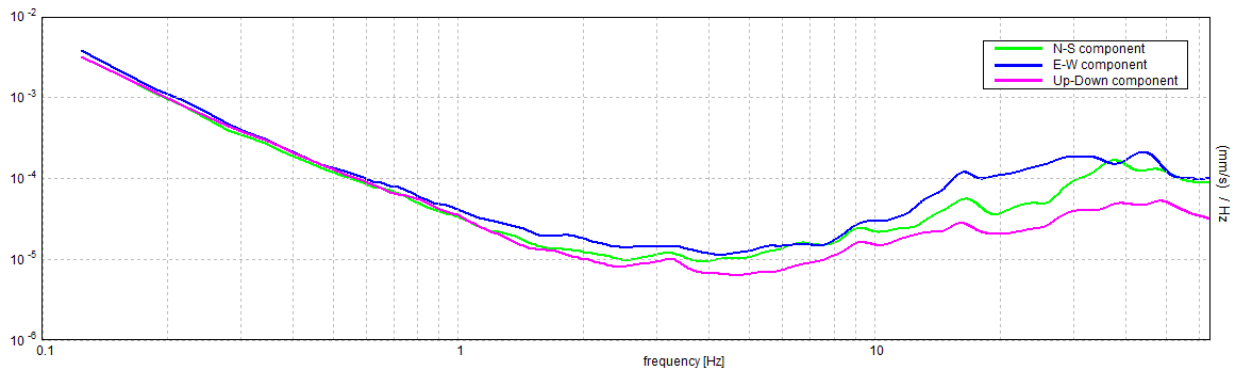
### SERIE TEMPORALE H/V



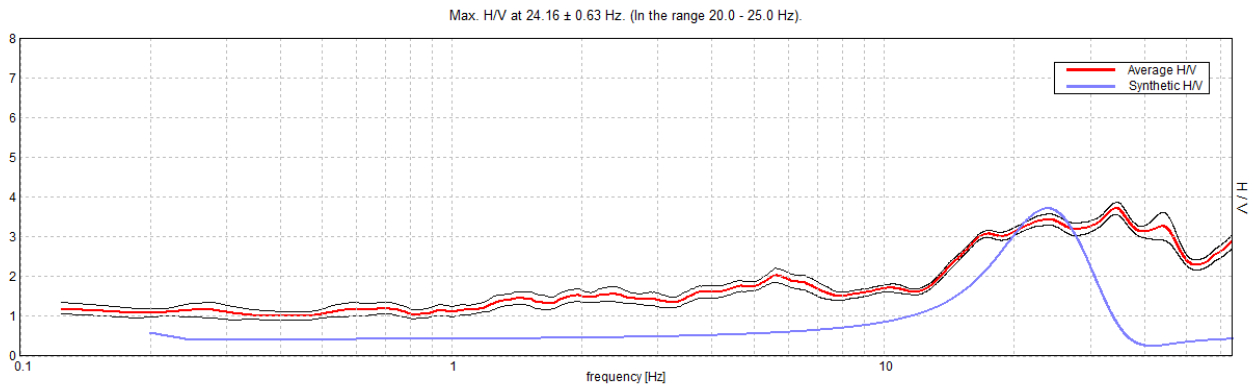
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

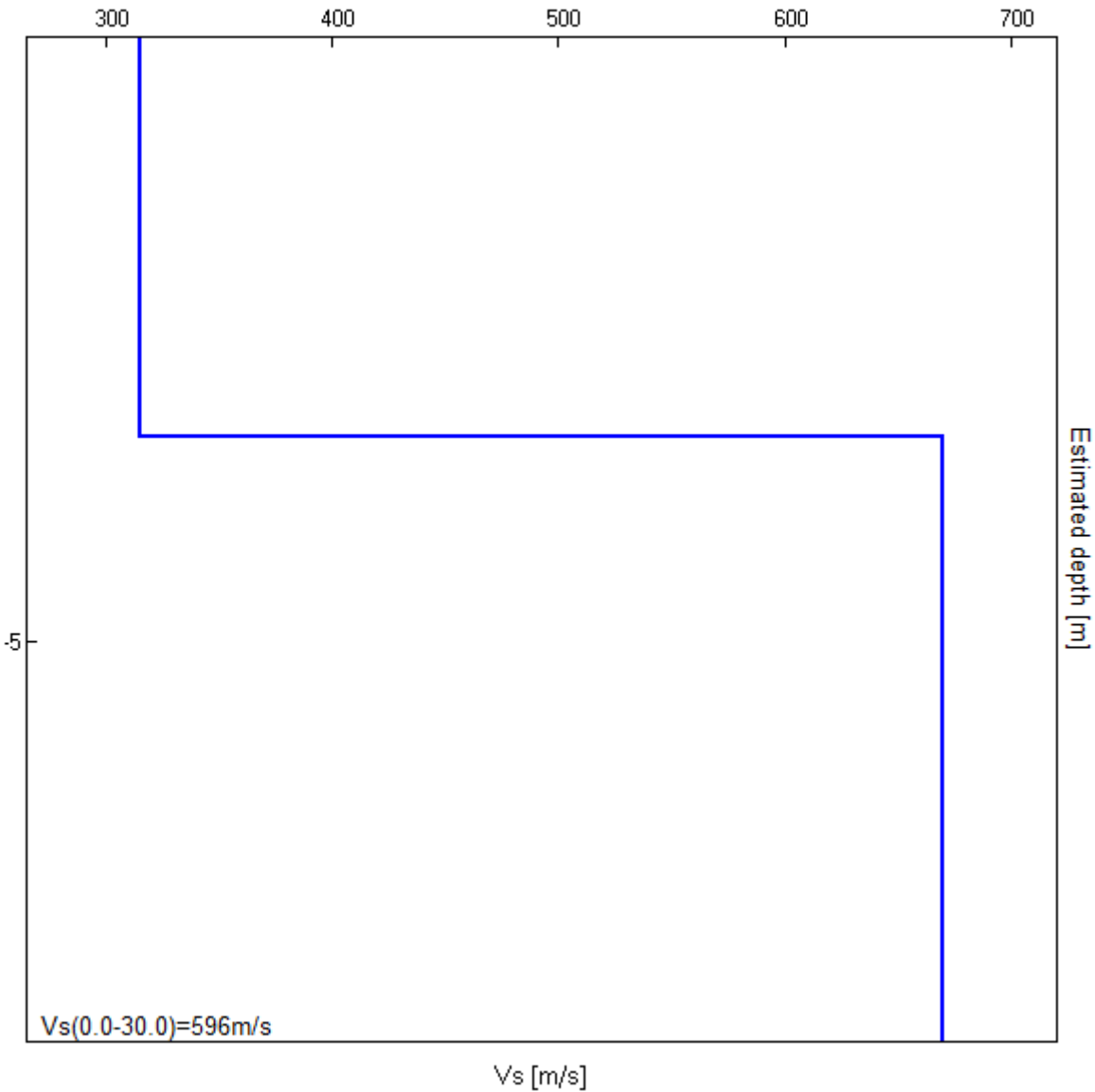


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.30	3.30	315
inf.	inf.	670

Vs(0.0-30.0)=596m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $24.16 \pm 0.63$  Hz (nell'intervallo 20.0 - 25.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$24.16 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$26088.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1160	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	12.594 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$3.43 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02589  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.62546 < 1.20781$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.141 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

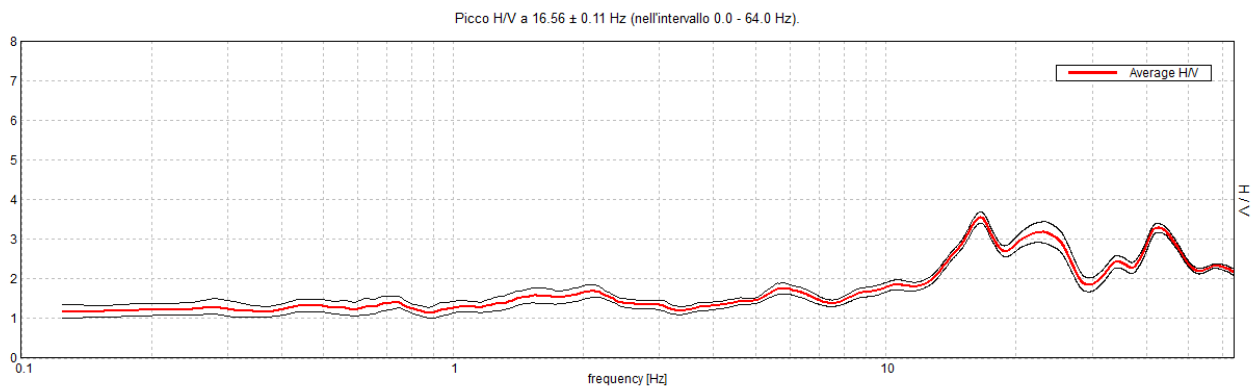
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr2

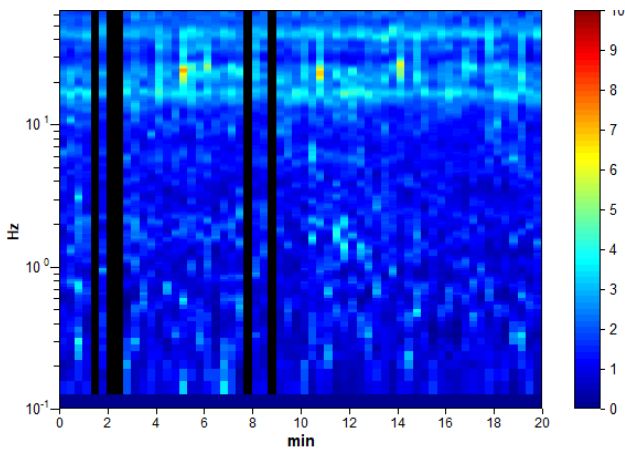
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 09:20:32 Fine registrazione: 26/09/17 09:40:32  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

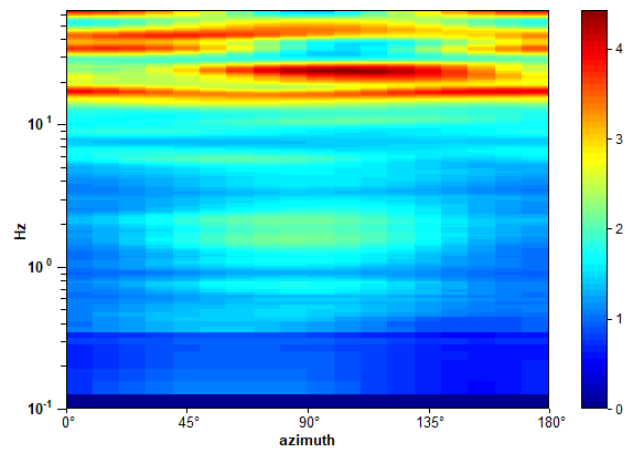
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



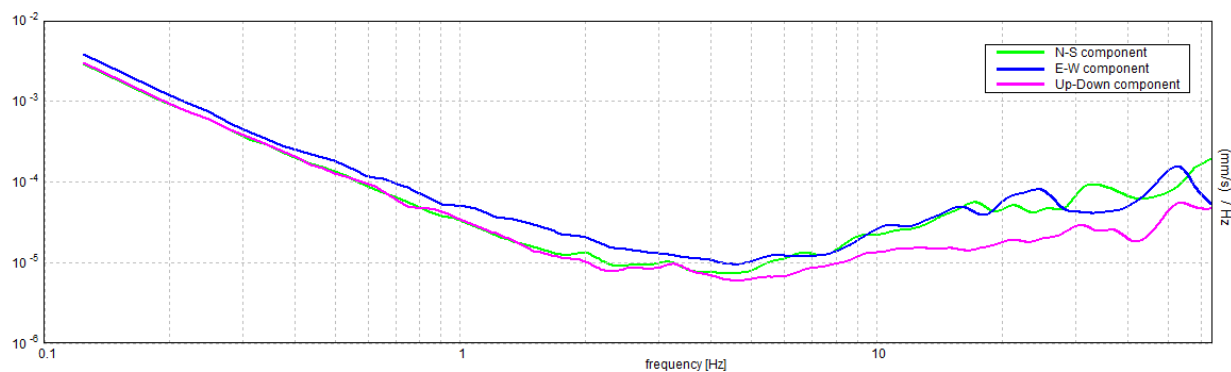
### SERIE TEMPORALE H/V



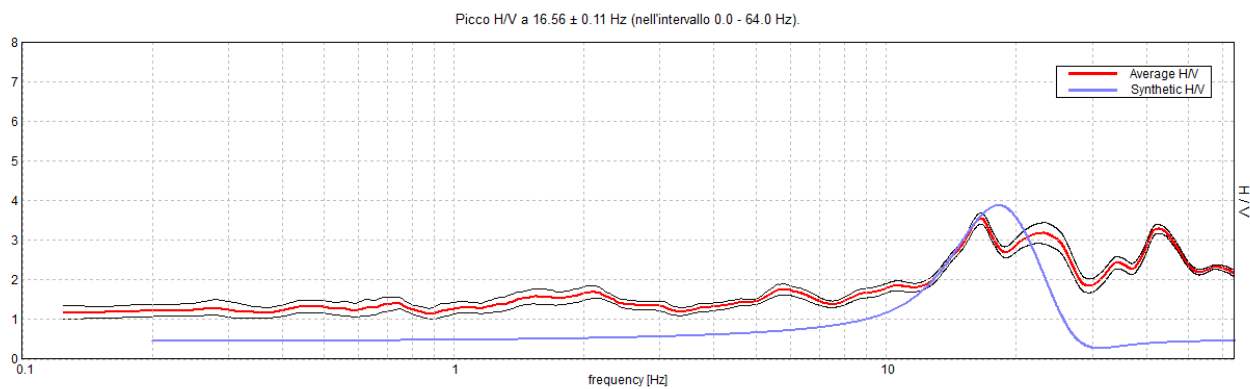
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



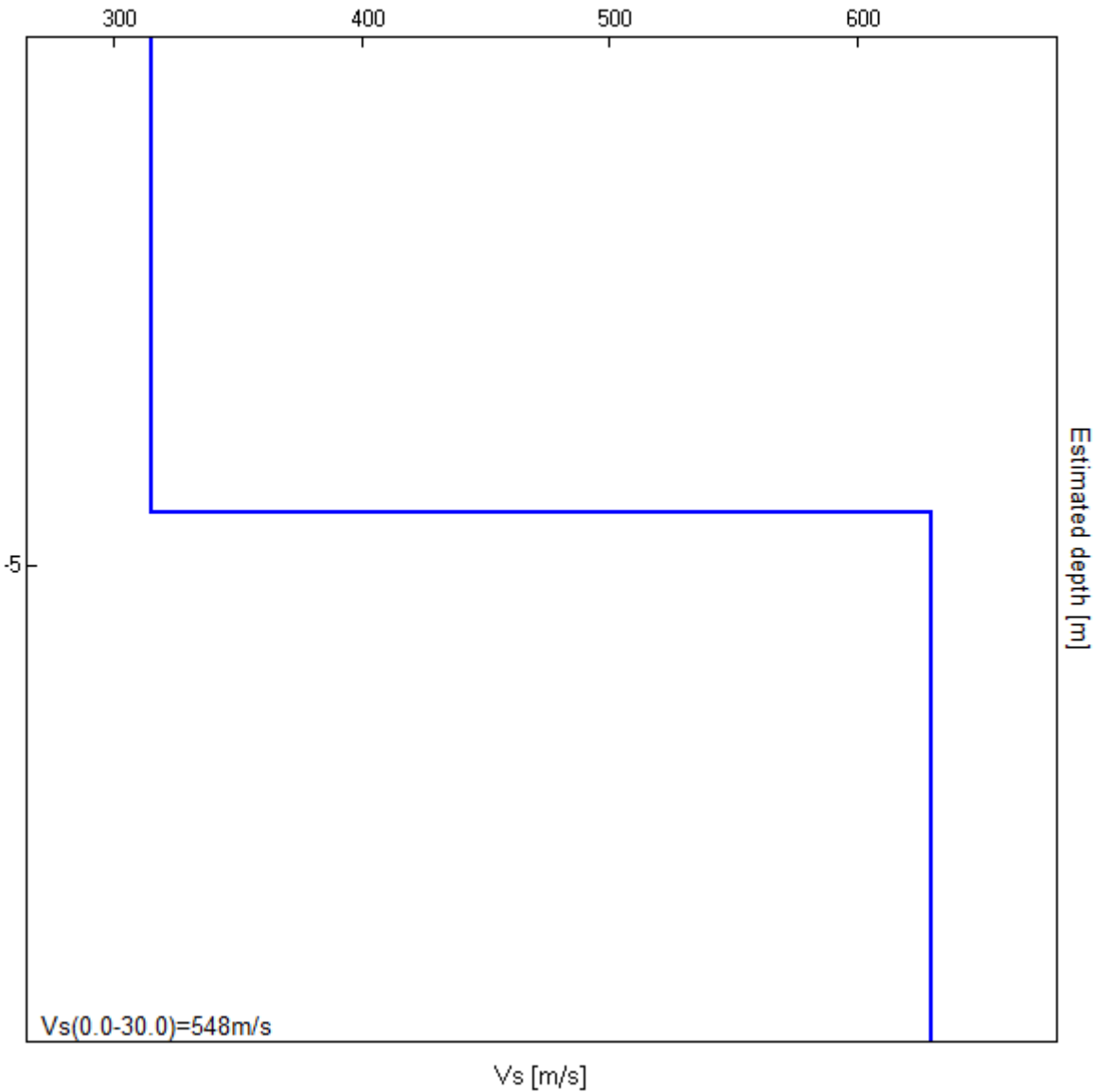
### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
4.50	4.50	315
inf.	inf.	630

Vs(0.0-30.0)=548m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $16.56 \pm 0.11$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$16.56 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$18218.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 796	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	9.906 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$3.55 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00638  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10568 < 0.82813$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1406 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

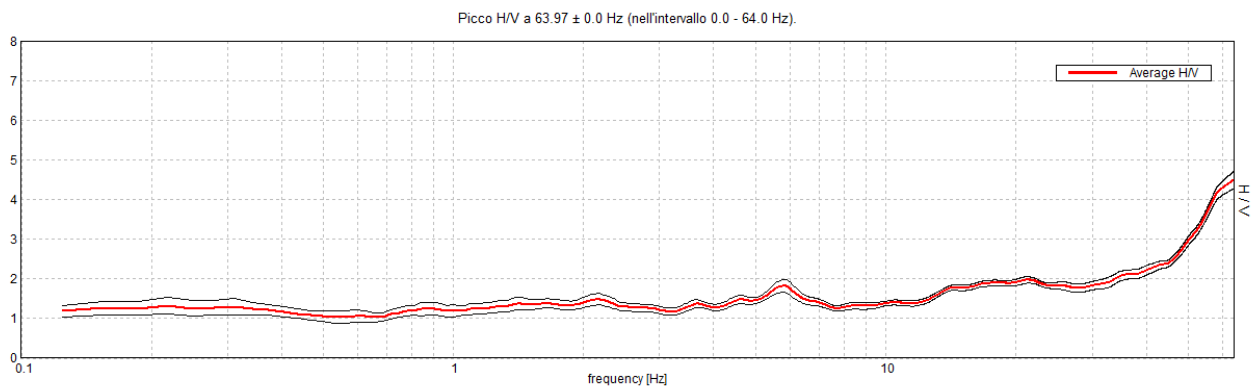
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr3

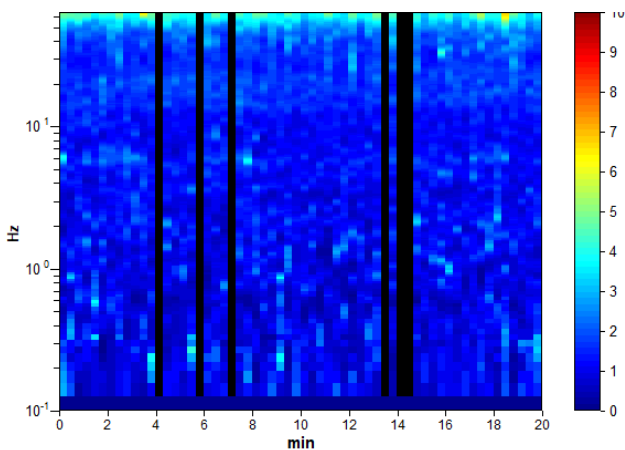
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 09:43:08 Fine registrazione: 26/09/17 10:03:08  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

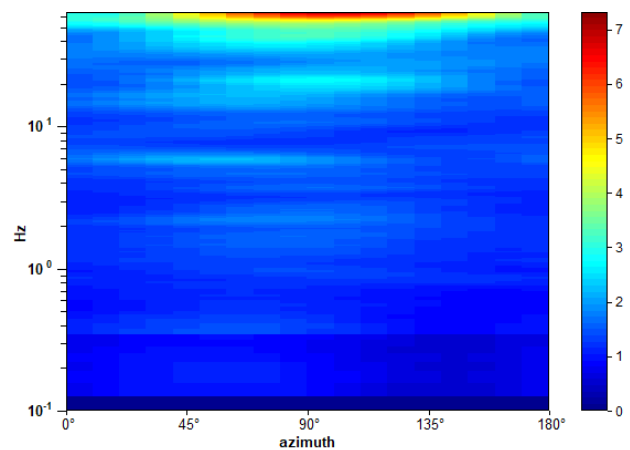
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



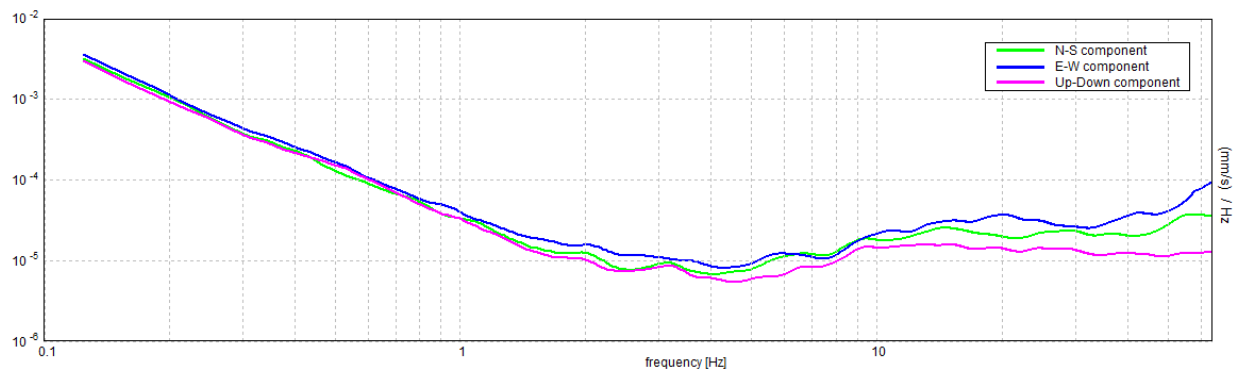
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $63.97 \pm 0.0$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$63.97 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$69086.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1026	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	40.844 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$4.51 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.0 < 3.19844$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2169 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

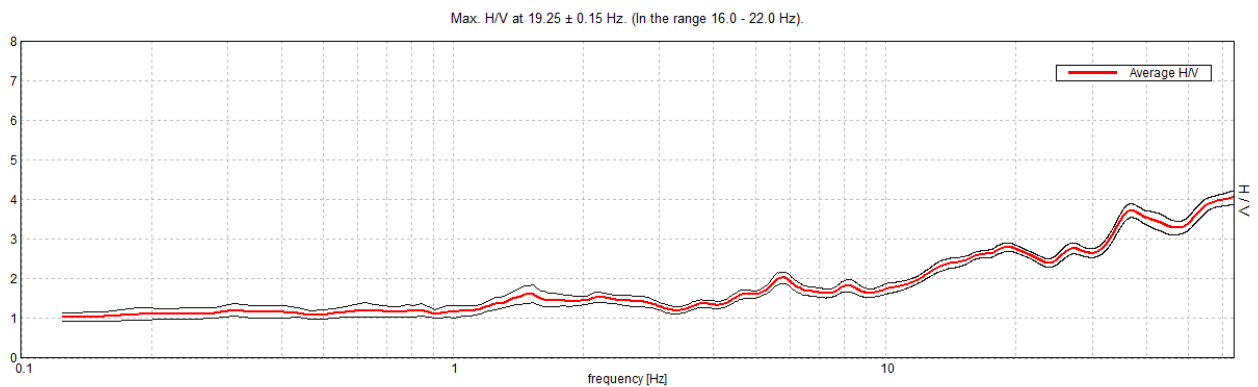
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr4

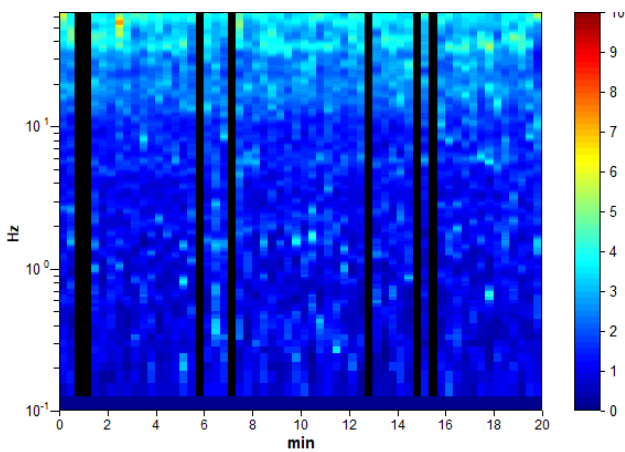
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 10:08:51 Fine registrazione: 26/09/17 10:28:51  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

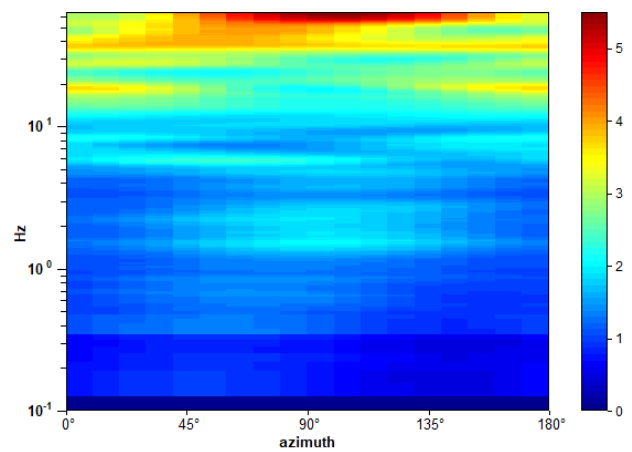
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



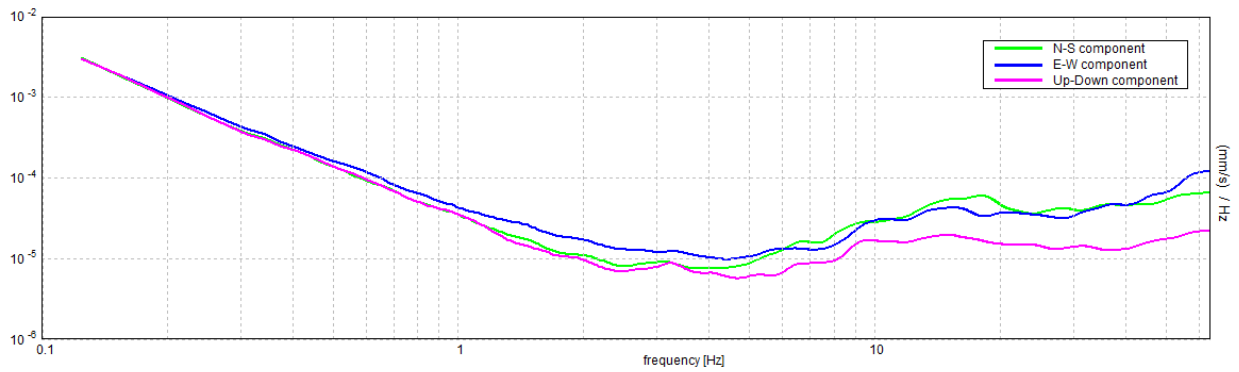
### SERIE TEMPORALE H/V



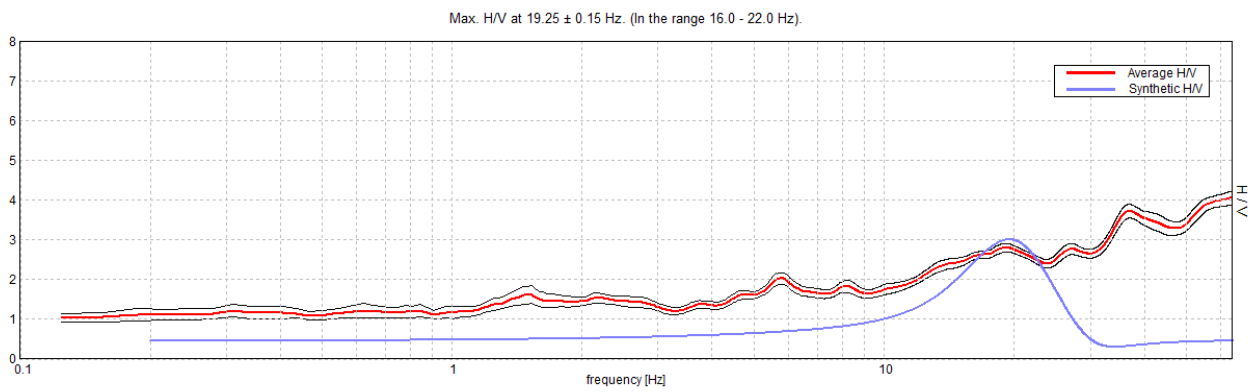
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

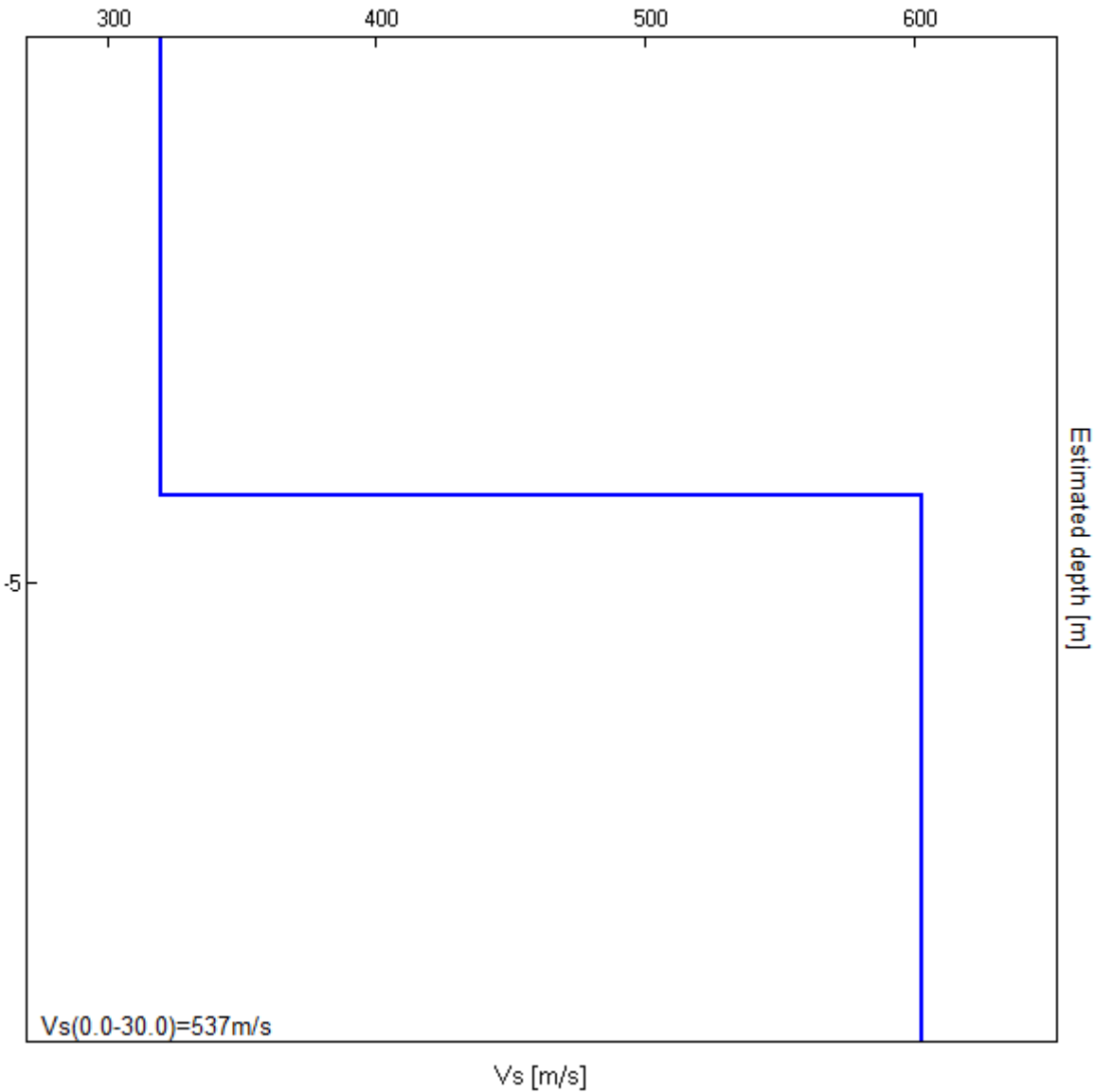


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
4.20	4.20	320
inf.	inf.	603

Vs(0.0-30.0)=537m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $19.25 \pm 0.15$  Hz (nell'intervallo 16.0 - 22.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$19.25 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$20405.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 925	OK	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.80 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0078  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15018 < 0.9625$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1068 < 1.58$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr5

Strumento: TRZ-0167/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 26/09/17 10:30:52 Fine registrazione: 26/09/17 10:50:52

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

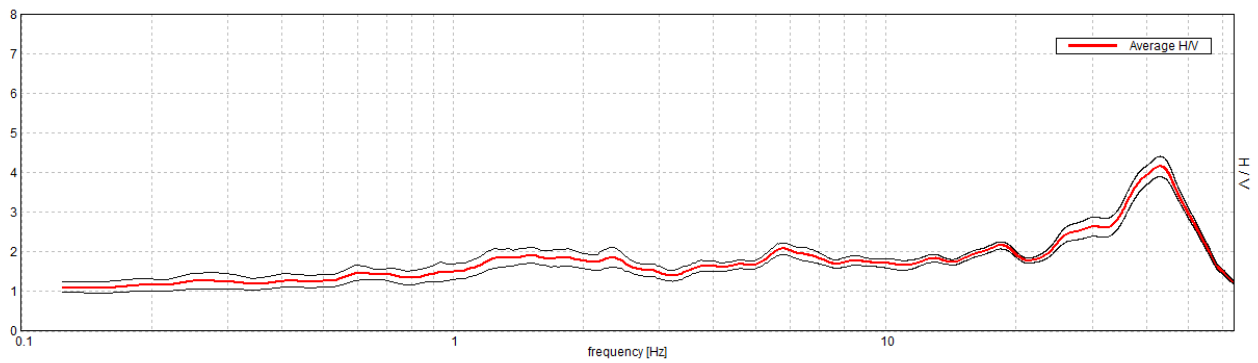
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

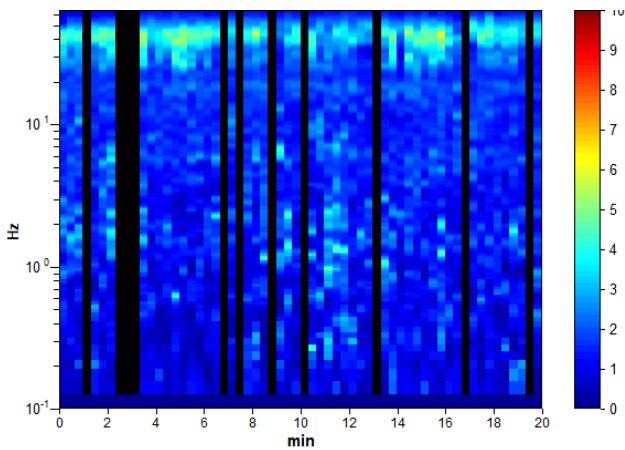
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

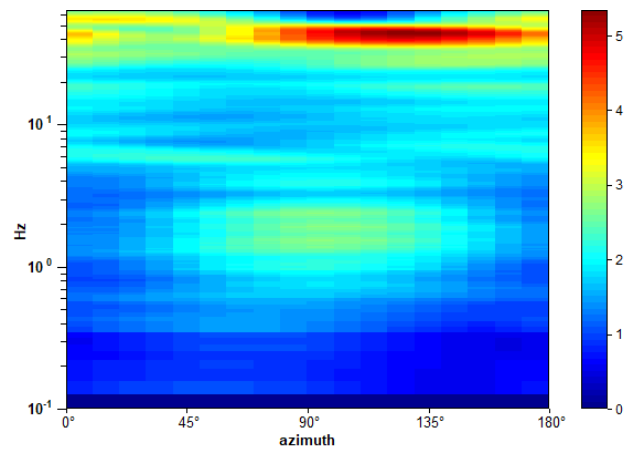
Picco H/V a 43.09 ± 0.72 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



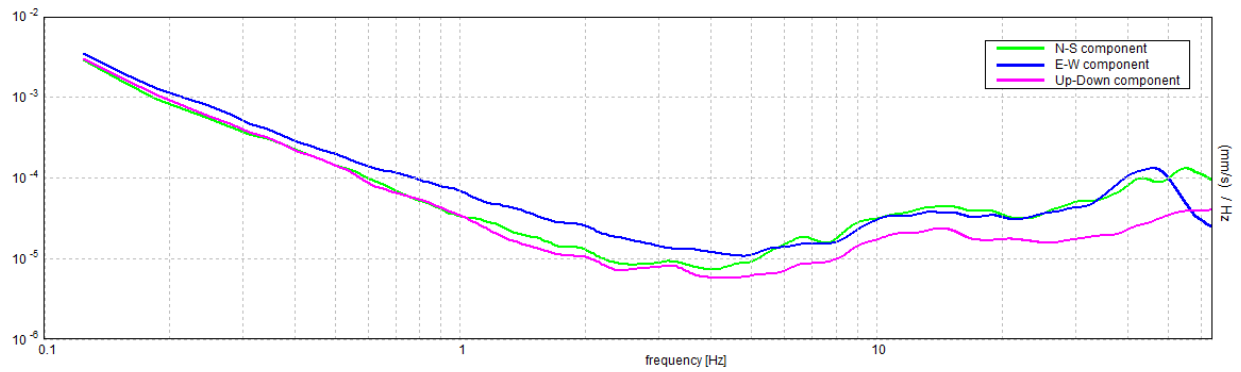
### SERIE TEMPORALE H/V



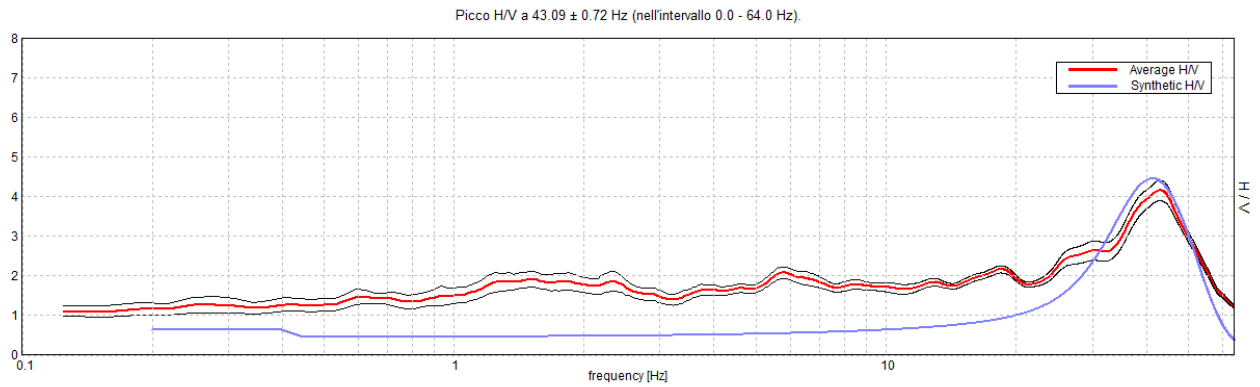
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

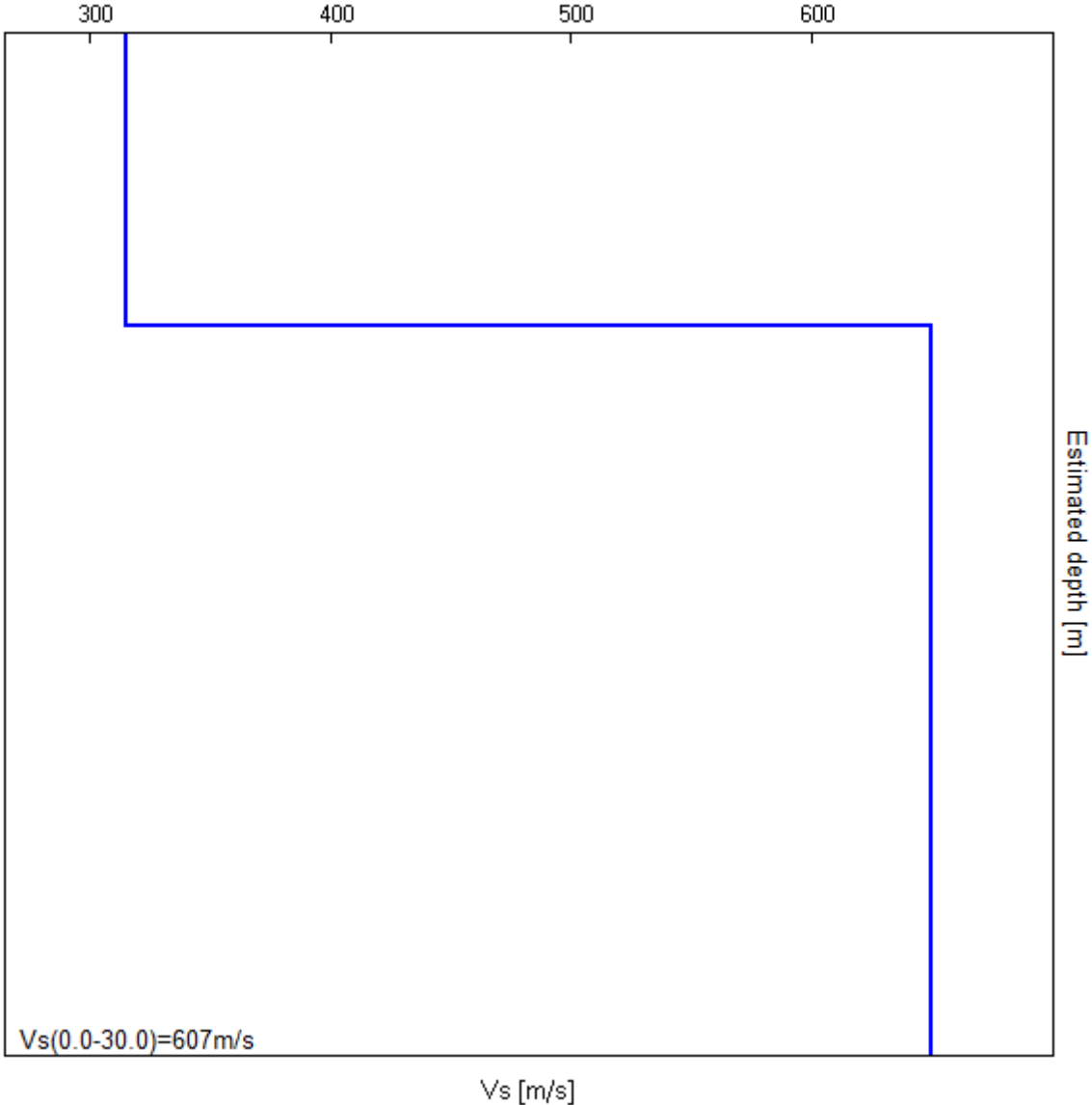


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2.00	2.00	315
inf.	inf.	650

Vs(0.0-30.0)=607m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $43.09 \pm 0.72$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$43.09 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$42231.9 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1360	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	24.313 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	55.5 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$4.15 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.0166  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.71523 < 2.15469$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.257 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

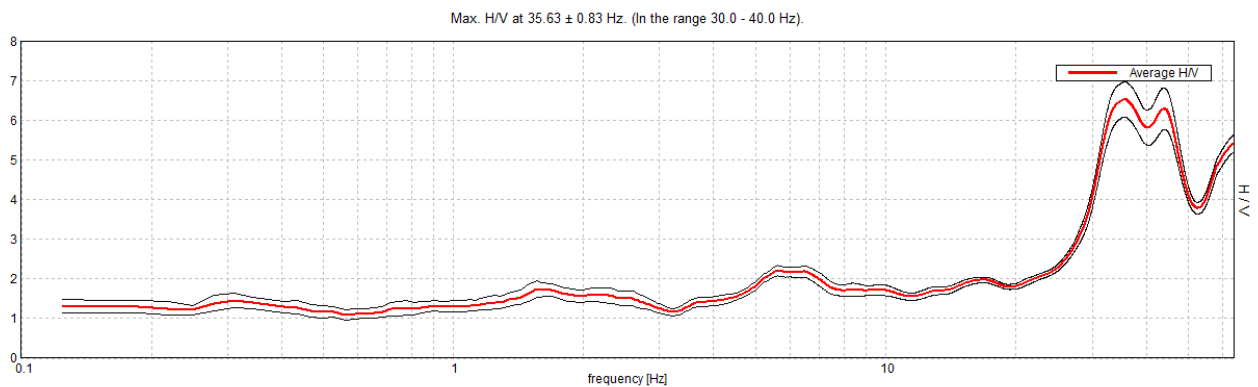
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr6

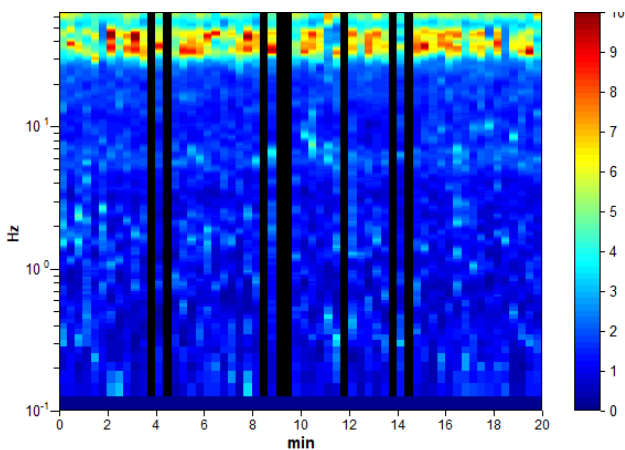
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 10:53:52 Fine registrazione: 26/09/17 11:13:52  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 87% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

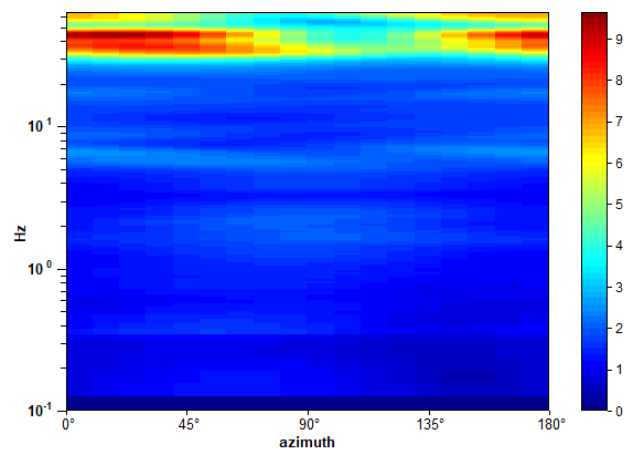
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



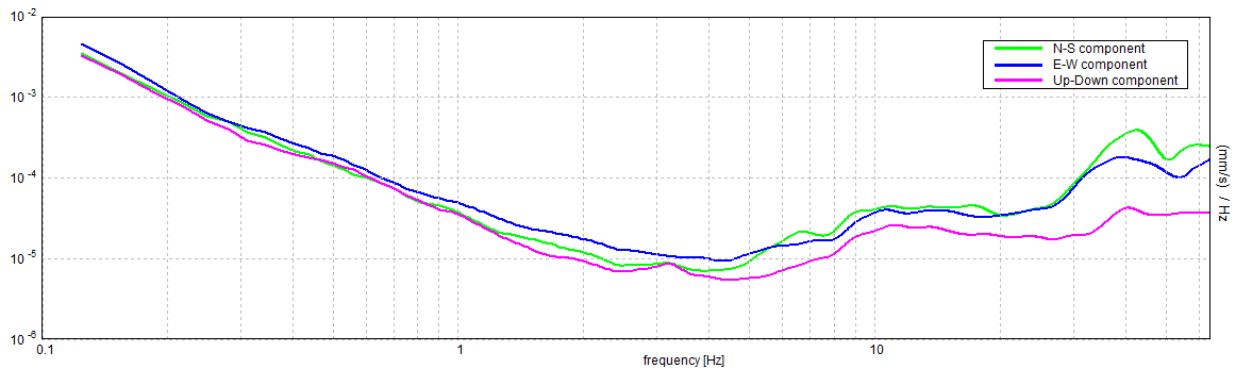
### SERIE TEMPORALE H/V



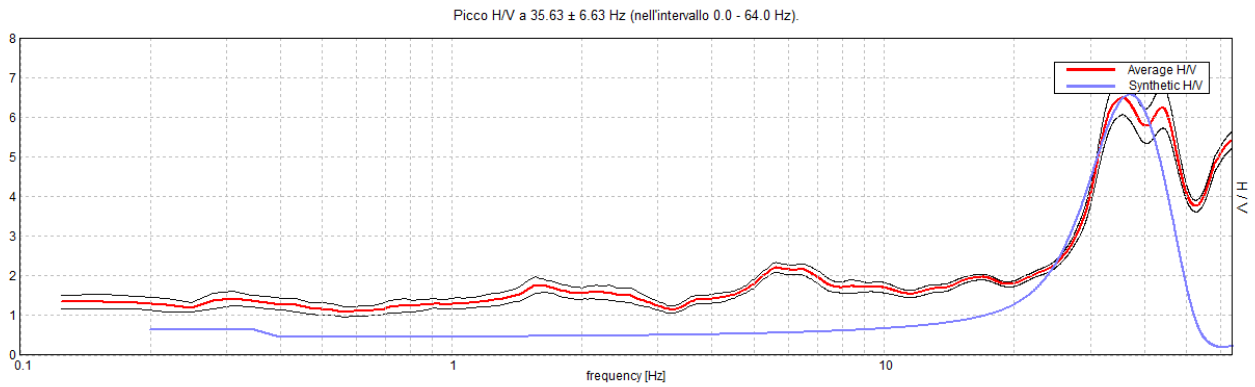
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

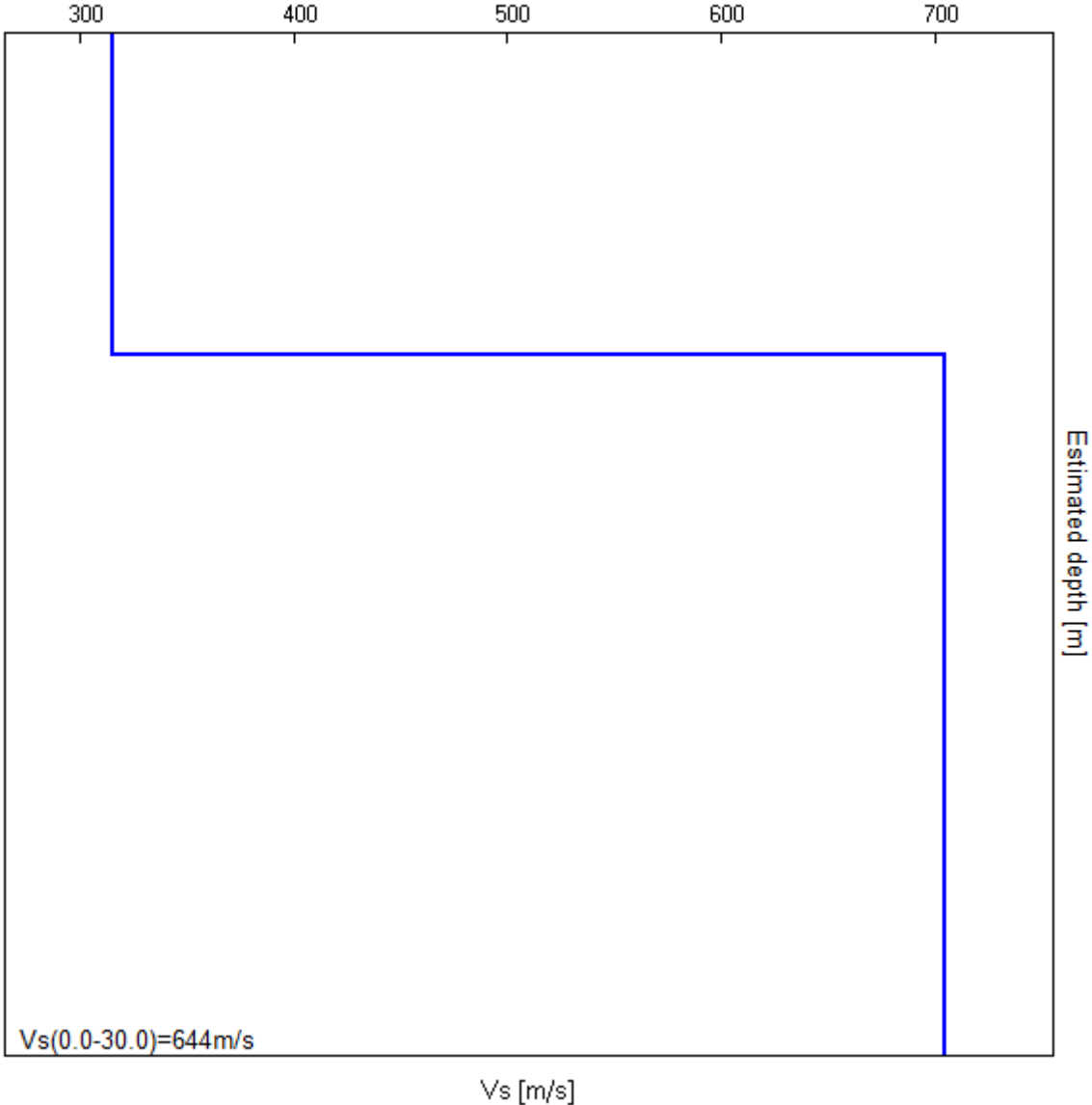


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
2.30	2.30	315
inf.	inf.	705

Vs(0.0-30.0)=644m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $35.63 \pm 0.83$  Hz (nell'intervallo 30.0 - 40.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$35.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$37050.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1479	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	28.563 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$6.52 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02319  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.82616 < 1.78125$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4445 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

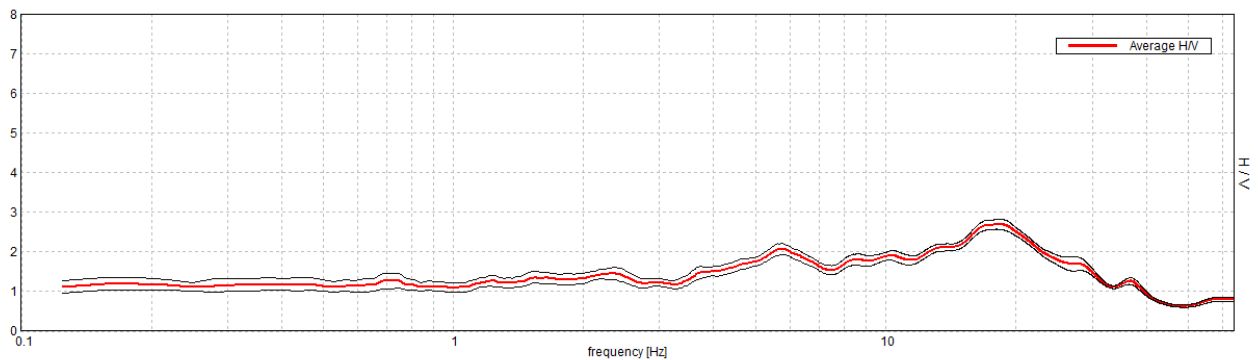
## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr7

Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 11:17:37 Fine registrazione: 26/09/17 11:37:37  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

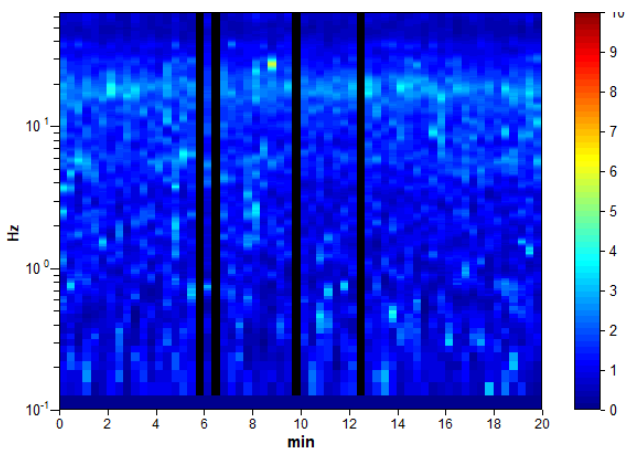
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

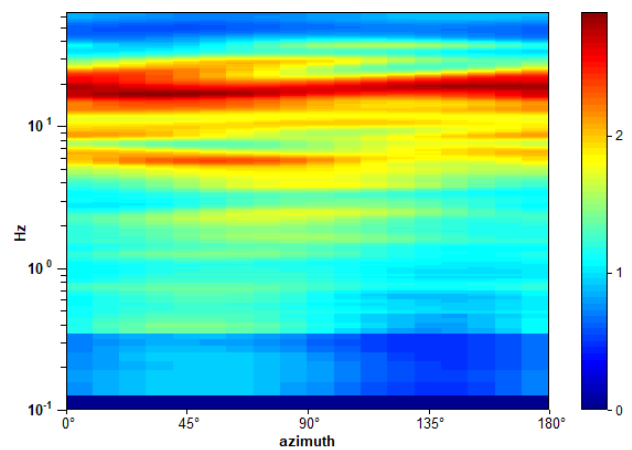
Picco H/V a  $18.09 \pm 0.58$  Hz (nell'intervallo 16.0 - 20.0 Hz).



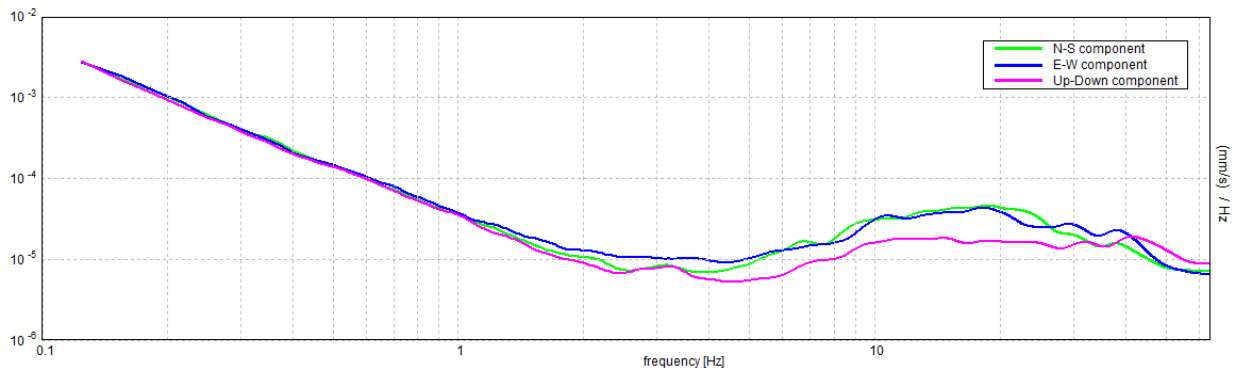
### SERIE TEMPORALE H/V



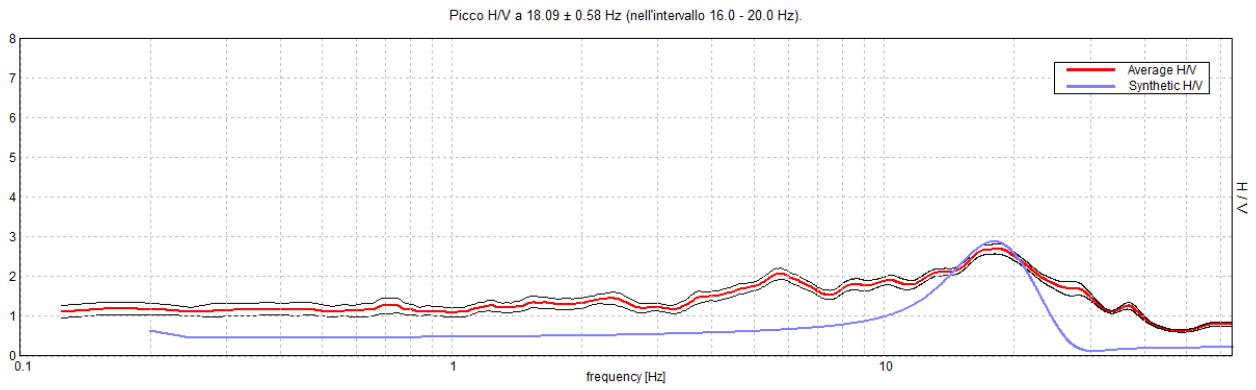
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

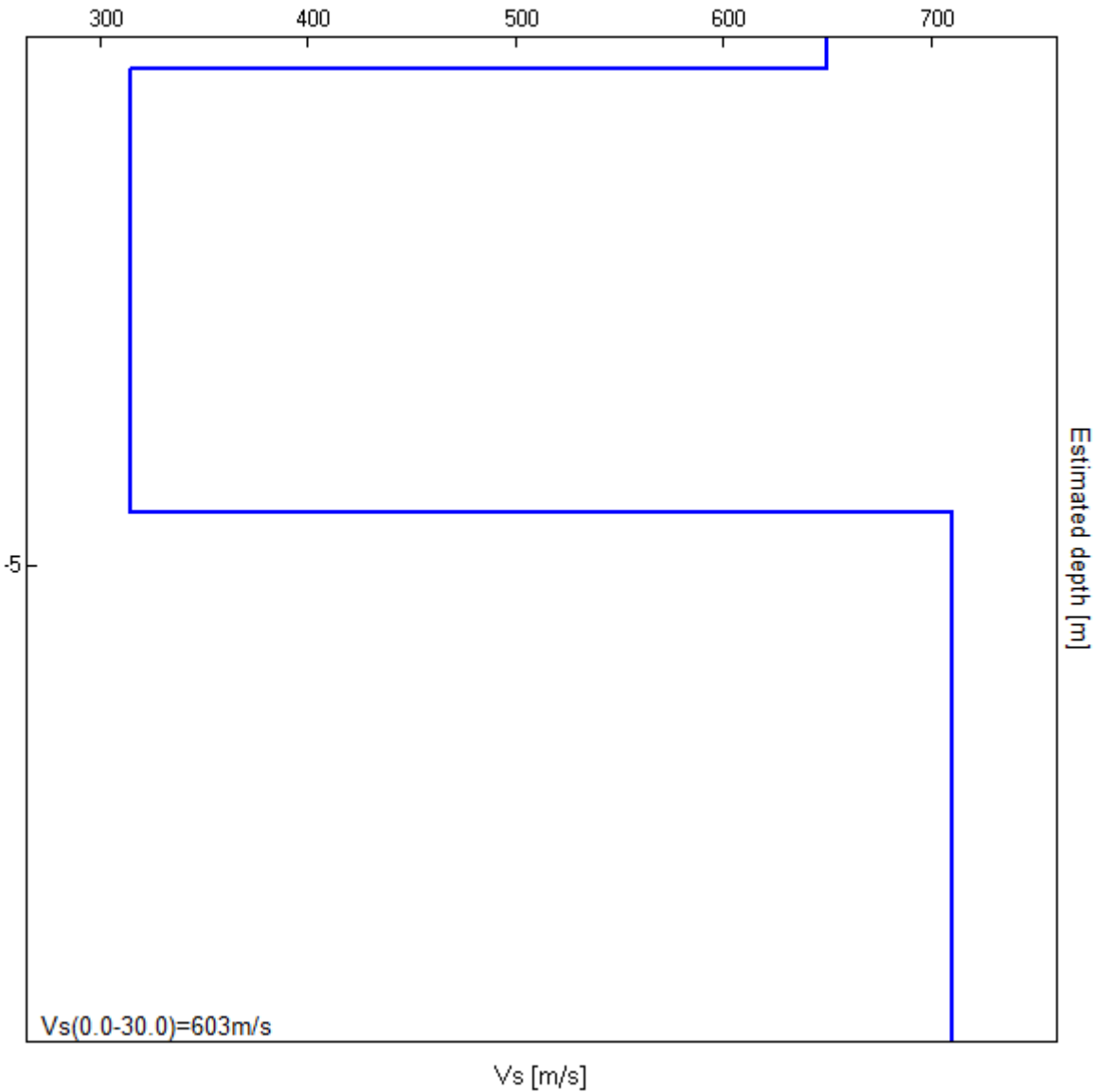


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
0.30	0.30	650
4.50	4.20	315
inf.	inf.	710

Vs(0.0-30.0)=603m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $18.09 \pm 0.58$  Hz (nell'intervallo 16.0 - 20.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$18.09 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$20265.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 870	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	30.938 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.70 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03187  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.57657 < 0.90469$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1282 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr8

Strumento: TRZ-0167/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 26/09/17 11:46:33 Fine registrazione: 26/09/17 12:06:33

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

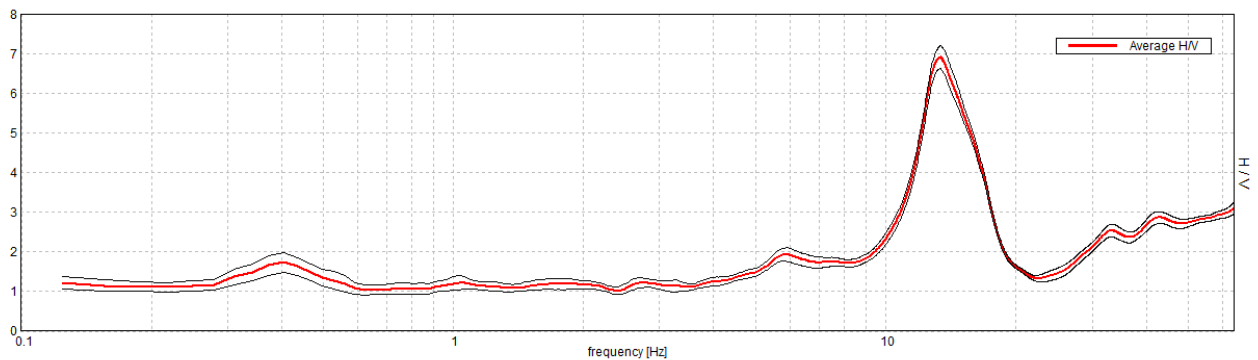
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

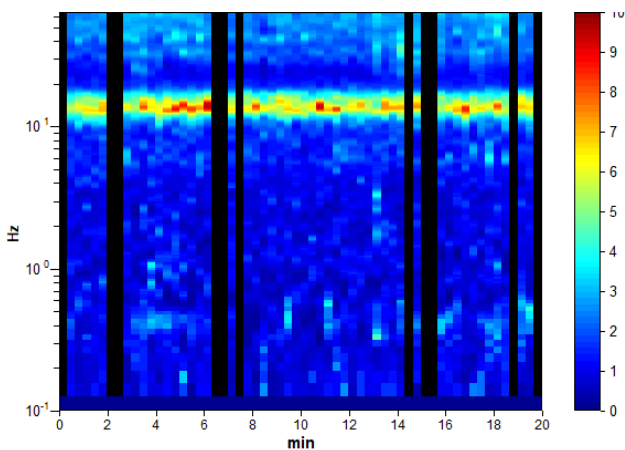
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

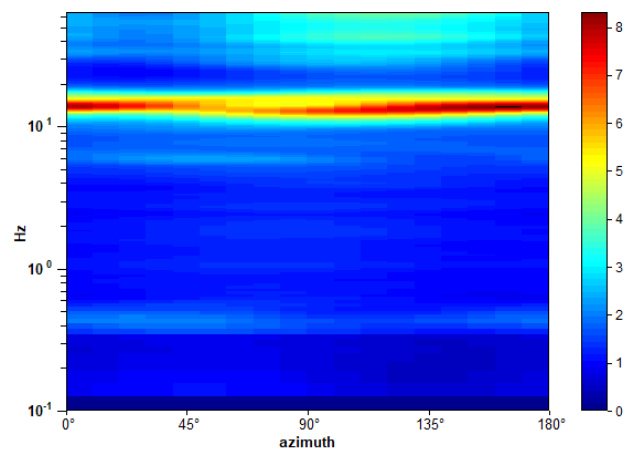
Picco H/V a  $13.38 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



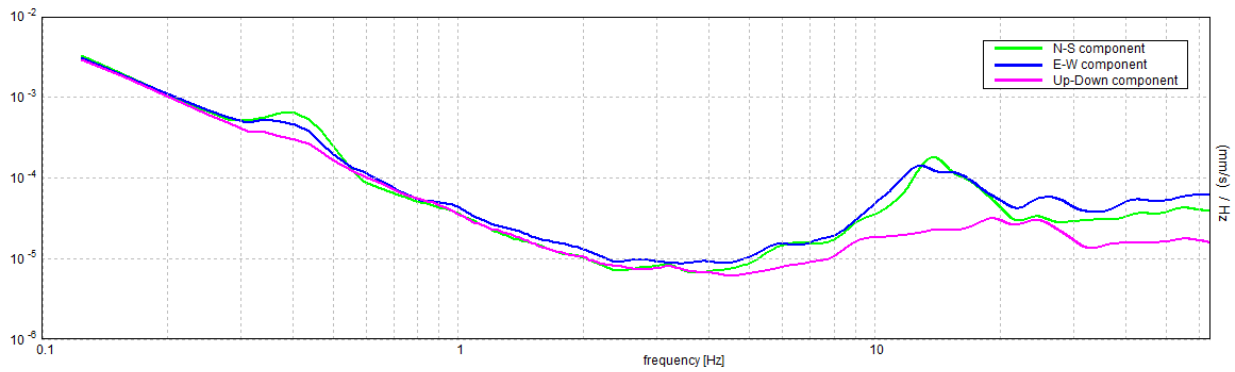
### SERIE TEMPORALE H/V



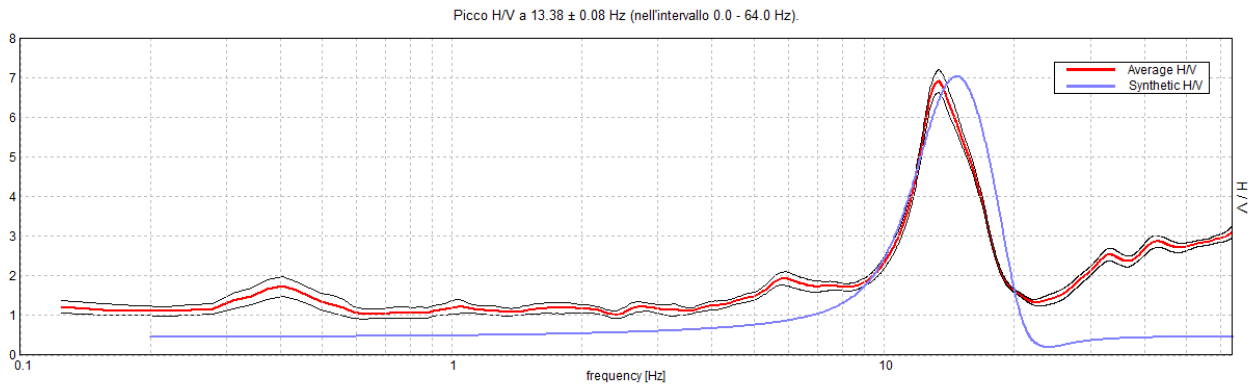
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

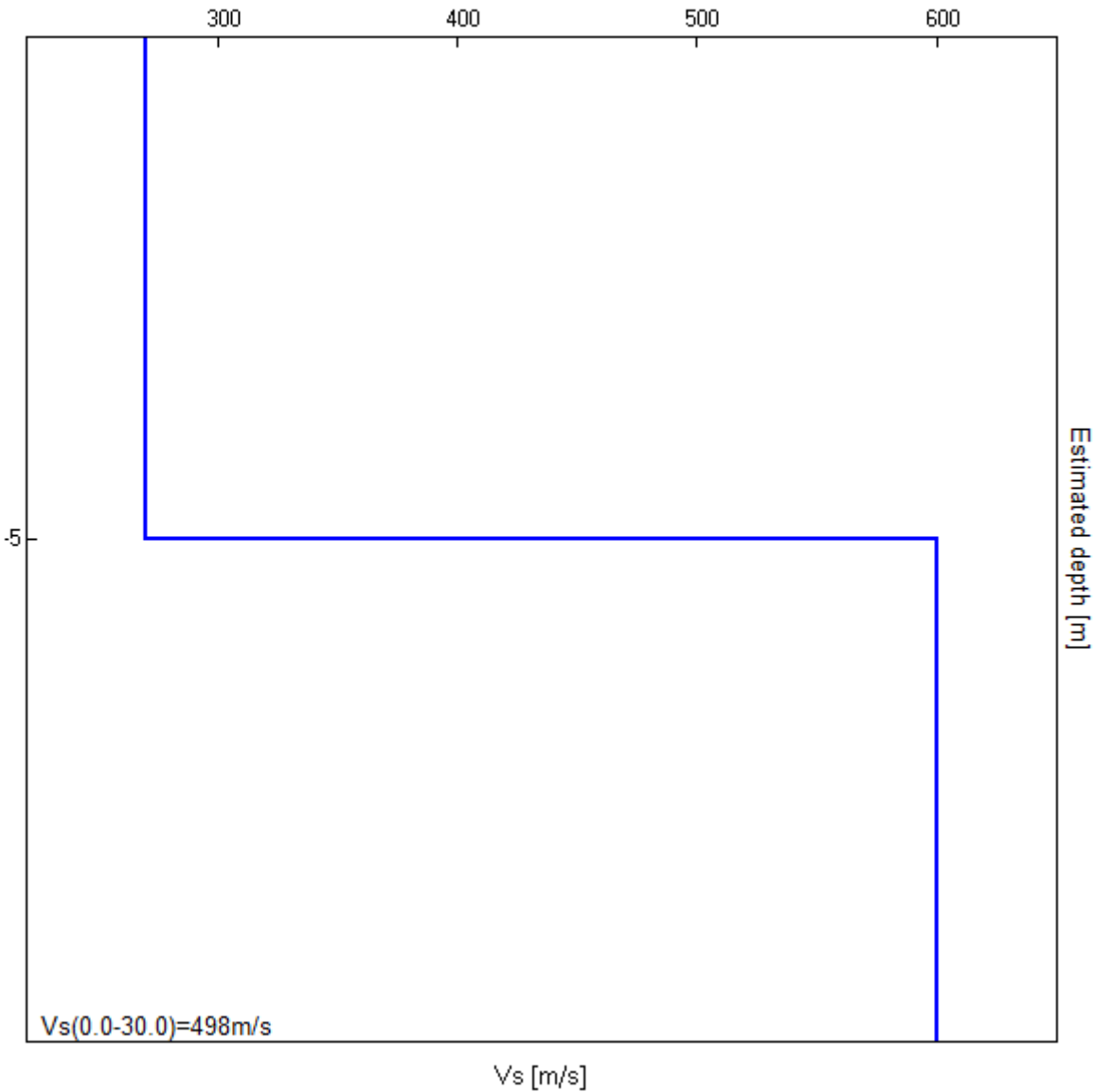


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
5.00	5.00	270
inf.	inf.	600

Vs(0.0-30.0)=498m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $13.38 \pm 0.08$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$13.38 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$13107.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 643	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	11.219 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	17.25 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$6.91 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.00568  < 0.05$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.07602 < 0.66875$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2902 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

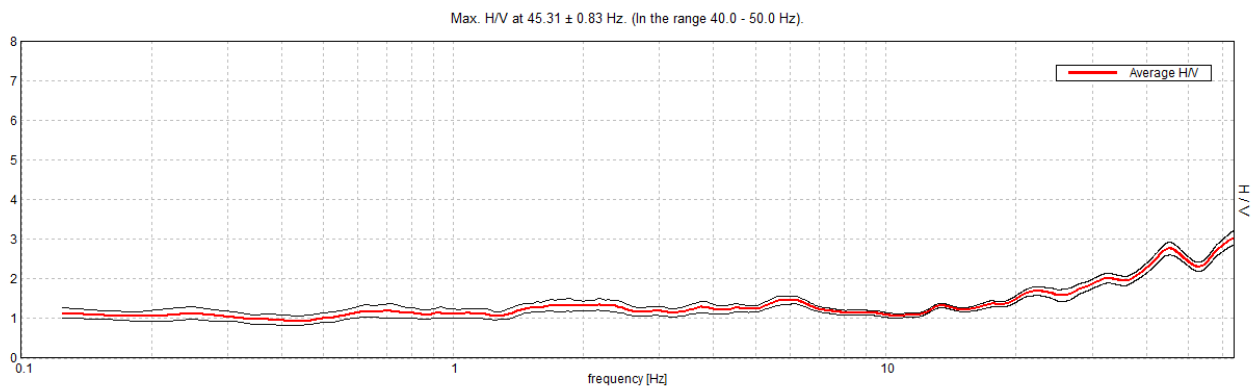
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr9

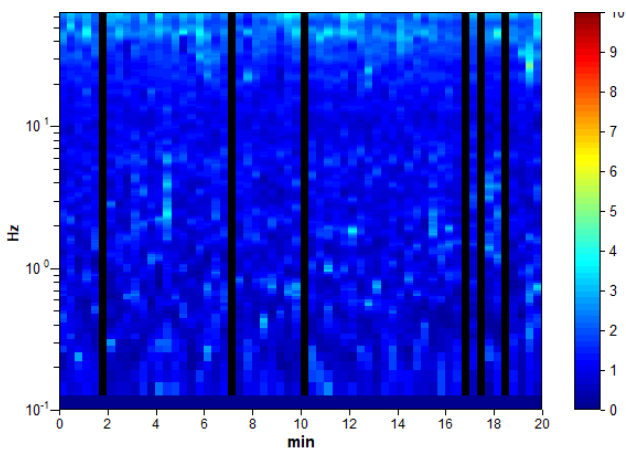
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 12:22:55 Fine registrazione: 26/09/17 12:42:55  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

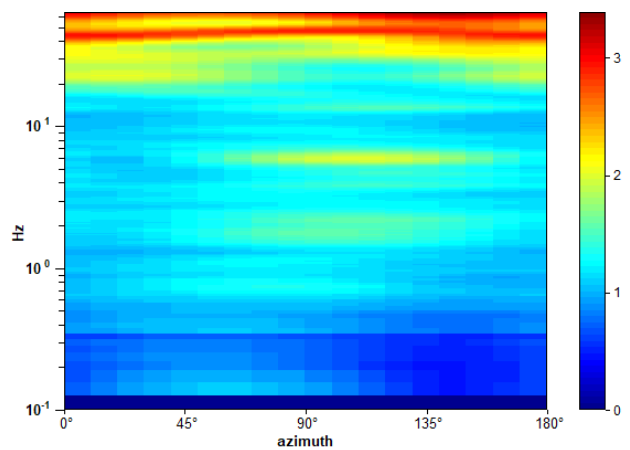
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



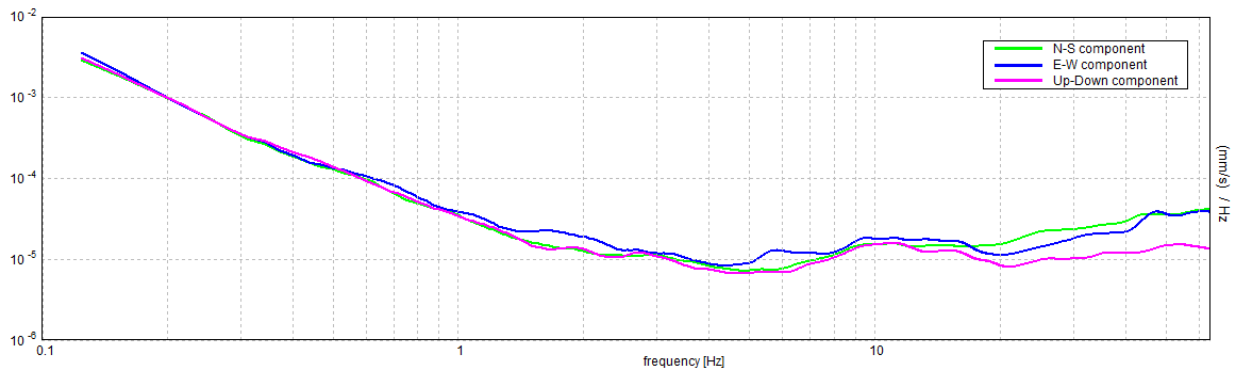
### SERIE TEMPORALE H/V



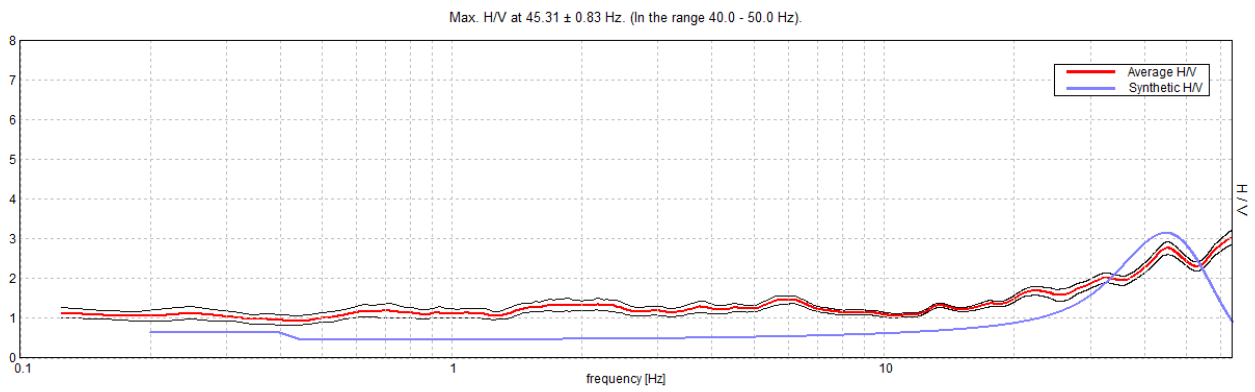
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

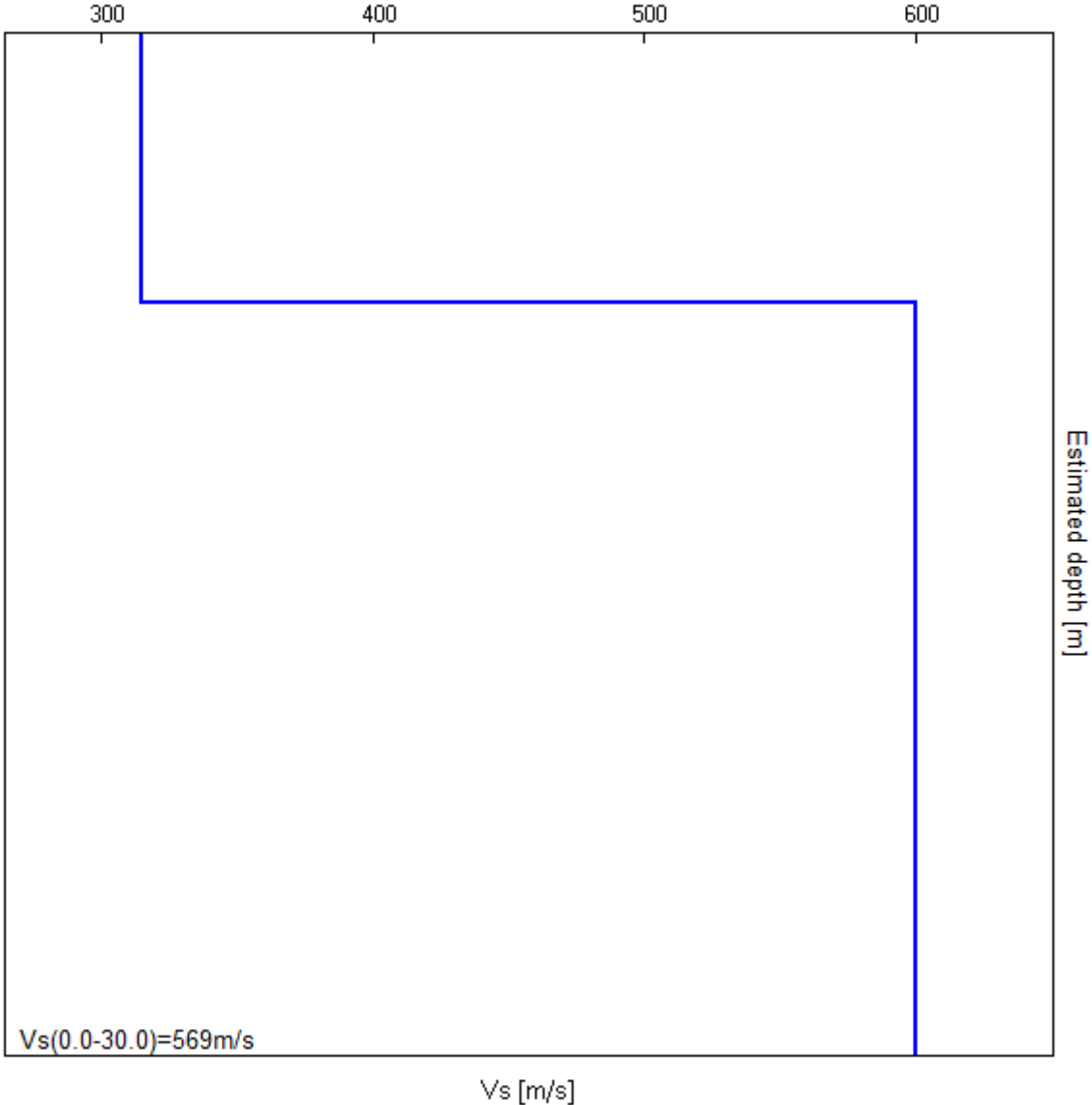


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
1.80	1.80	315
inf.	inf.	600

Vs(0.0-30.0)=569m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $45.31 \pm 0.83$  Hz (nell'intervallo 40.0 - 50.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$45.31 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$48937.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1324	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	19.063 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$2.76 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01837  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.83252 < 2.26563$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1615 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

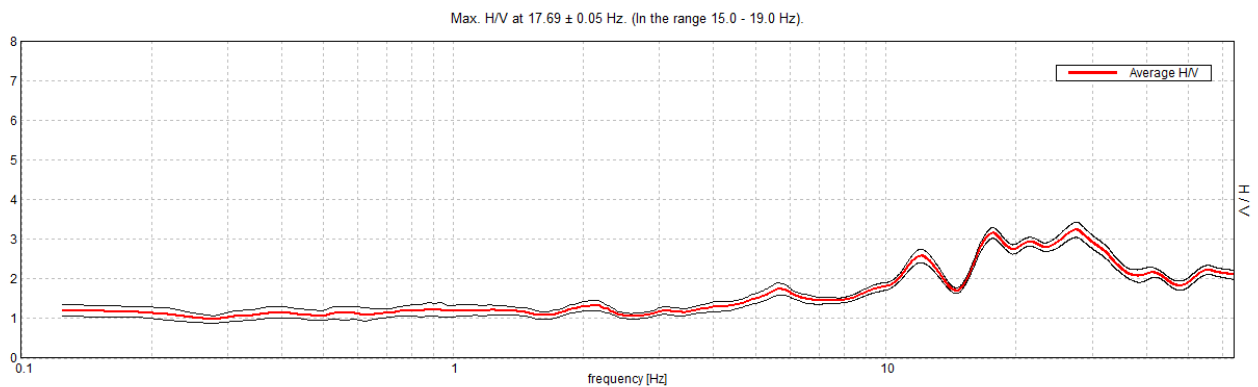
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## GENOVA, EX-OSPEDALE PSICHIATRICO DI QUARTO, Tr10

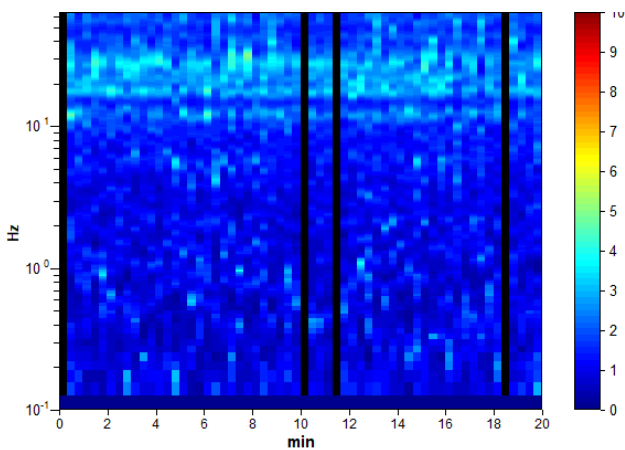
Strumento: TRZ-0167/01-12  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 26/09/17 12:49:27 Fine registrazione: 26/09/17 13:09:27  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 93% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

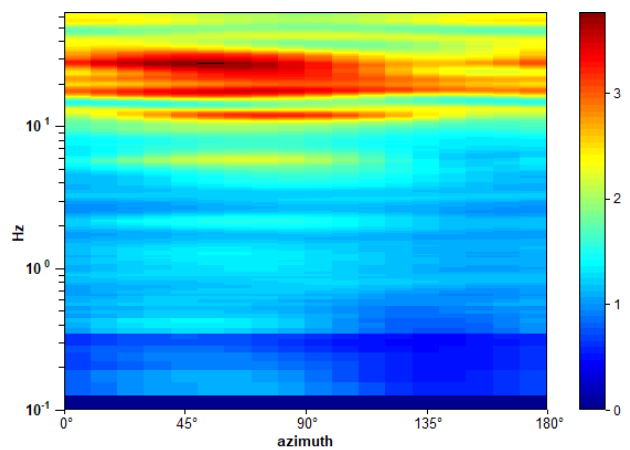
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



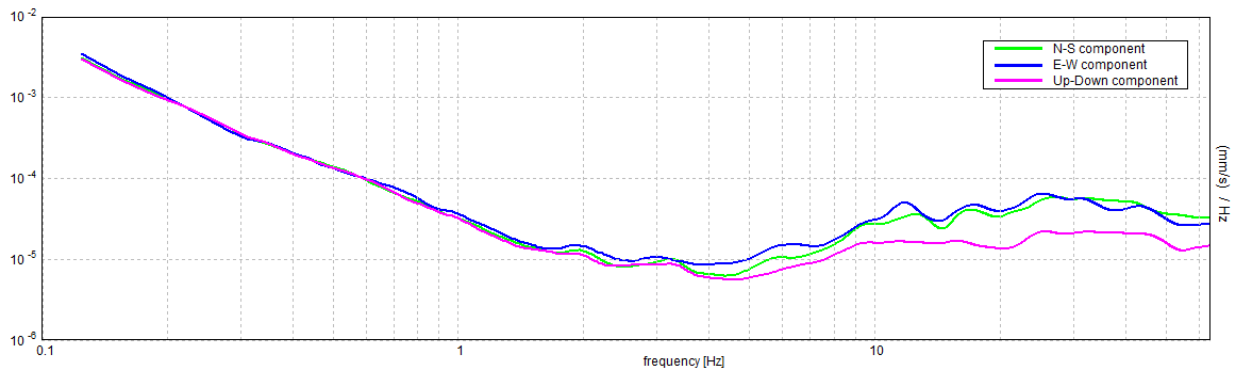
### SERIE TEMPORALE H/V



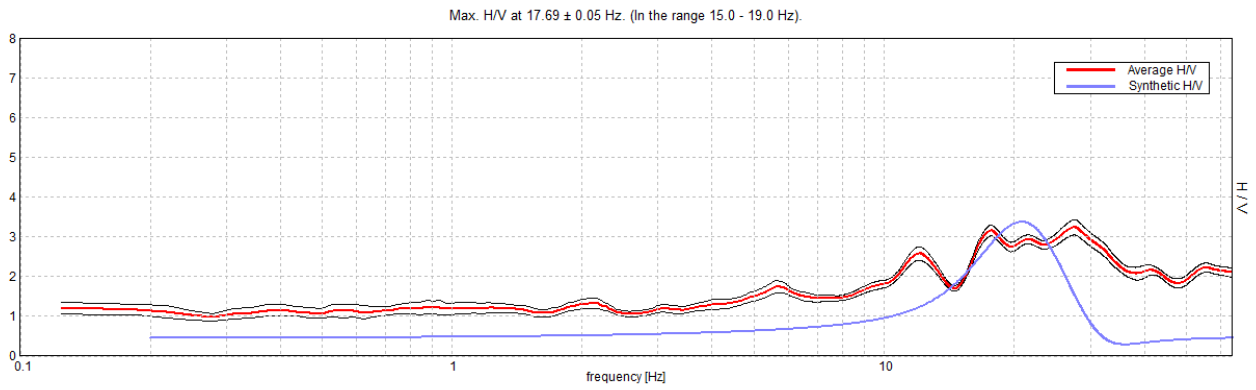
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

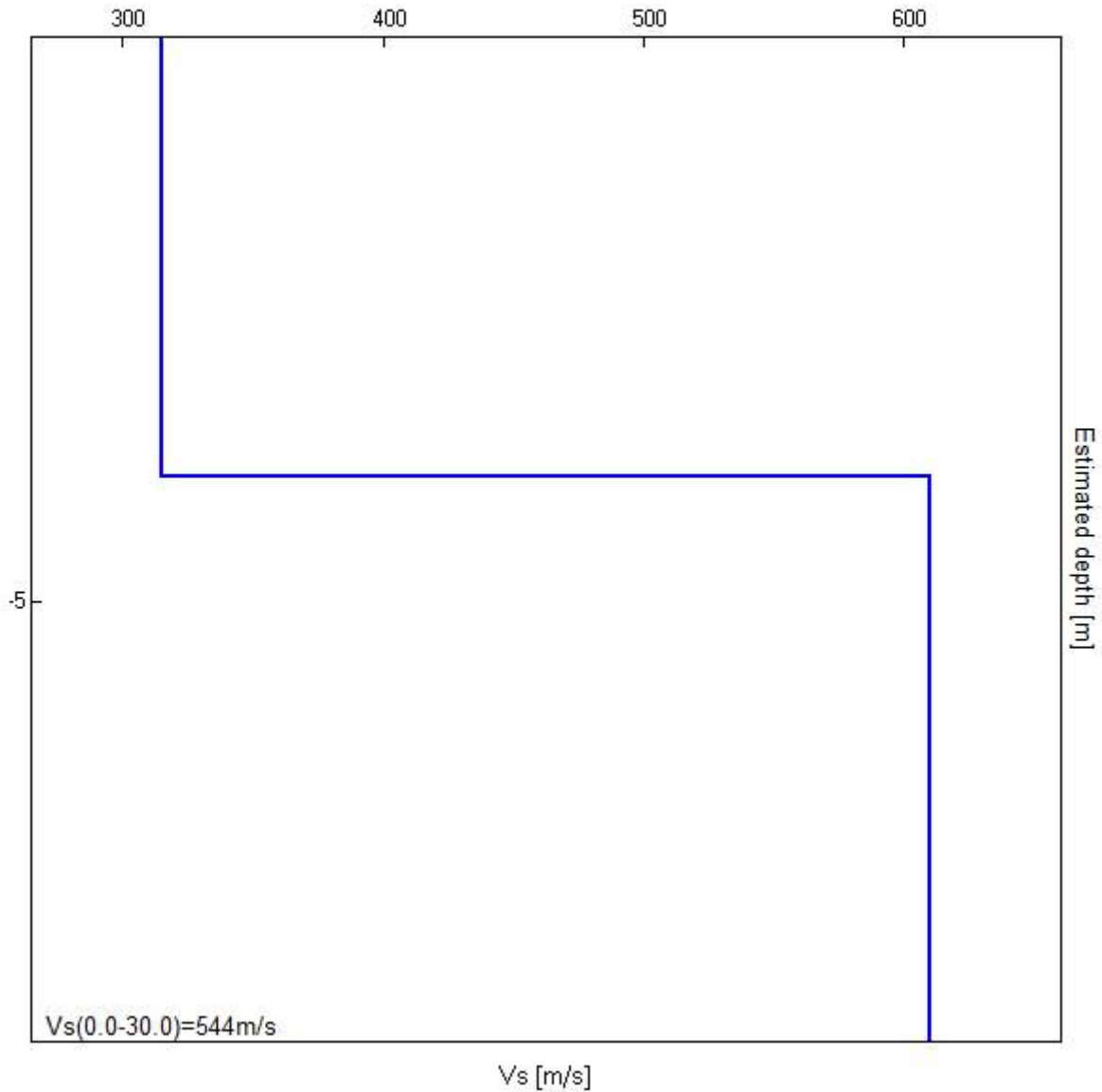


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
3.90	3.90	315
inf.	inf.	610

Vs(0.0-30.0)=544m/s





[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $17.69 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 15.0 - 19.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$17.69 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$19810.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 850	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.594 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$3.16 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00282  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04994 < 0.88438$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1379 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20