

HVSR

Part I Easy HVSR	1
1 Descrizione tecnica	2
Part II Comandi generali	3
Part III I passi dell'analisi	8
1 Dati generali	9
2 Tracce	10
3 Selezione	10
4 Analisi spettrale	14
5 Spettro H/V	16
Part IV Grafici	22
1 Tracce	22
2 Spettri medi	23
3 Rapporto spettrale H/V	24
4 Mappa stazionarietà	24
5 Mappa direzionalità	25
6 Stratigrafia	26
7 Profilo velocità	26
Part V Tecniche in Easy HVSR	26
1 Filtro	26
2 Lisciamento	27
3 Somma direzionale	29
Part VI Tutorial	29
1 Passo 1- Lettura tracce	29
2 Passo 2- Seleziona finestre	38
3 Passo 3- Analisi spettrale	43
4 Passo 4- Verifiche di affidabilità	49
5 Passo 5- Modello stratigrafico	53
Part VII Importazione da testo e file SAF	57
Part VIII Geoapp	58
1 Sezione Geoapp	59
Part IX Contatti	59

Index

1 Easy HVSR

Easy HVSR permette l'analisi del rapporto spettrale dei microtremori con registrazioni a stazione singola. La semplicità d'uso e la velocità di esecuzione dei calcoli, consente di ottenere risultati immediati nella stima di: frequenza di risonanza, profilo stratigrafico e velocità delle onde di taglio equivalente V_s,eq . Il tutto secondo le direttive suggerite dal progetto **SESAME**. Il software importa file **SEG2**, **SAF** e **ASCII**.



Personalizzazione dell'analisi

E' possibile scegliere i vari modi in cui trattare i dati, scegliendo i metodi piu' opportuni per la somma direzionale delle tracce nelle direzioni orizzontali, per il lisciamiento dati e per la banda di frequenza da analizzare.

Tra le somme direzionali a disposizione e' infatti possibile scegliere dalla piu' semplice media aritmetica alla media quadratica o geometrica. Tra i metodi per il lisciamiento dei dati, suggeriti dal progetto SESAME, si possono scegliere: **Konno e Ohmachi (1998)**, Triangolare costante e Triangolare proporzionale. Si possono scegliere le finestre temporali da includere ed escludere semplicemente con un segno di spunta, vedendo in tempo reale le variazioni delle modifiche apportate. Il tutto supportato dalla possibilita' di filtrare i dati in input automaticamente.

Visualizzazione dei dati

Tutti i risultati vengono rappresentati in grafici personalizzabili. I grafici a disposizione sono: le tracce nelle tre direzioni in analisi con la rappresentazione delle finestre temporali scelte; lo spettro medio delle

tracce; la mappa per la verifica della stazionarietà della registrazione; la mappa per la verifica dell'isotropia direzionale della registrazione; il rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia con la possibile sovrapposizione della curva dell'ellitticità di più modelli stratigrafici non solo del modo fondamentale ma anche di quelli superiori; la rappresentazione grafica del profilo stratigrafico; il profilo delle velocità associato alla stratigrafia.

Risultati

Permette di valutare in automatico una prima stima del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento spettrale H/V registrato in situ ed analizzato per poi 'sintonizzarlo' ed affinarlo con maggiore rapidità. Si ottiene così, oltre che la frequenza naturale di vibrazione della stratigrafia tipica della tecnica HVSR, l'immediata valutazione del $V_{s,eq}$ e del profilo delle velocità delle onde di taglio del modello stratigrafico ipotizzato. Sul grafico del rapporto spettrale H/V sono quindi visibili, oltre che la stessa curva H/V con il suo intervallo di fiducia, tutte le curve dell'ellitticità dei vari modi di ciascun modello stratigrafico che l'utente può decidere di aggiungere. In questo modo si possono mettere a confronto le differenze da un punto di vista qualitativo, e va ad aggiungersi anche un confronto quantitativo con la stima della funzione di disadattamento tra la curva ellitticità 'fondamentale' e quella del rapporto spettrale H/V. Il tutto corredato dalle verifiche sull'affidabilità della curva H/V e del suo picco suggerite dal progetto SESAME.

1.1 Descrizione tecnica

La seguente descrizione non vuole essere una trattazione della tecnica HVSR in se per l'analisi dei microtremori, per la quale si rimanda alla letteratura scientifica a riguardo, ma semplicemente una maniera per illustrare le varie fasi dell'analisi che compie Easy HVSR affinché l'utente ne abbia una più chiara e completa comprensione.

Una volta a disposizione la registrazione con le tracce nelle tre direzioni, di durata almeno pari a 20 minuti, queste vengono suddivise in varie finestre temporali di dimensioni dell'ordine di qualche decina di secondi.

Le finestre vengono successivamente selezionate in modo da eliminare parti della registrazione contenenti eventuali transienti o comunque fonti di disturbo che potrebbero inficiare l'analisi.

Si esegue la trasformata di Fourier di tutte le finestre in modo da ottenere degli spettri medi in tutte le direzioni all'interno di un range di frequenze a scelta dell'utente. Eseguendo un primo rapporto spettrale H/V per ciascuna finestra ed accostandoli in ordine cronologico si ottiene una mappa indicativa della stazionarietà del rapporto spettrale. Analogamente, facendo variare l'angolo tra il sistema di riferimento e la direzione degli assi delle tracce si ottiene una mappa indicativa delle direzionalità utile a misurare l'effettiva distribuzione uniforme delle sorgenti.

Nella valutazione del rapporto spettrale H/V, le due componenti orizzontali possono essere sommate tra loro secondo vari criteri a scelta dell'utente. Inoltre le trasformate di Fourier vengono lisce secondo vari criteri anche questi a scelta dell'utente.

Vengono eseguiti dei controlli sull'affidabilità della curva H/V media e del suo picco in base alle indicazioni del progetto SESAME, a cui si rimanda per eventuali ulteriori chiarimenti.

Superate le suddette verifiche, la frequenza in cui è localizzato il picco (il valore massimo) del rapporto spettrale H/V identifica la frequenza di vibrazione naturale del sito per il quale è stata effettuata la registrazione.

Ulteriore passo che Easy HVSR compie, è quello dell'identificazione di un modello stratigrafico, in collaborazione con l'esperienza dell'utente, che bene approssimi il comportamento registrato. Ciò permette l'ulteriore valutazione del parametro normativo $V_{s,eq}$.

2 Comandi generali

Il menù che compare alla pressione del pulsante principale dell'applicazione, è suddiviso in due pannelli: un primo in cui sono rintracciabili i comuni comandi tipici di qualsiasi applicazione; un secondo in cui sono semplicemente raccolti i progetti aperti di recente, con un pulsante per la gestione delle opzioni del programma.

Nuovo

Il pulsante denominato Nuovo permette di creare un nuovo progetto di Easy HVSR. Se è già aperto un progetto non salvato, viene chiesta la conferma di salvare i dati prima di generare un nuovo progetto.

Apri

Il pulsante denominato Apri permette di aprire un progetto di Easy HVSR precedentemente salvato sul file system del pc in uso. Se è già aperto un progetto non salvato, viene chiesta la conferma di salvare i dati prima di aprire un altro progetto.

Salva

Il pulsante denominato Salva, abilitato solo se sono state apportate delle modifiche al progetto aperto e non ancora salvato, permette di salvare il contenuto del progetto attualmente aperto sul file system del pc in uso nel file associato al progetto. Se il progetto aperto è stato creato a partire da uno dei pulsanti denominati Nuovo, viene aperta una finestra nella quale viene chiesto di scegliere un percorso ed un nome per il nuovo progetto.

Salva con nome

Il pulsante denominato Salva con nome apre una finestra di dialogo per salvare il progetto attualmente aperto in un qualsiasi punto del file system del pc in uso con un nuovo nome.

Help

Il pulsante denominato Help apre la presente finestra del manuale di HVSR.

Documenti recenti

In questo pannello vengono elencati i nomi dei file dei progetti di Easy HVSR aperti di recente. Cliccando in un punto della riga corrispondente ad uno di questi nomi di files, viene automaticamente aperto all'interno di Easy HVSR. Sul termine di ciascuna riga della lista è presente un ulteriore pulsante che permette di non far scomparire il nome del file corrispondente dalla lista dei files recenti con lo scorrere all'interno della lista su apertura di altri files.

Opzioni

Il pulsante denominato Opzioni, apre una finestra in cui è possibile impostare alcune opzioni di gestione e visualizzazione dell'applicazione.

Nella sezione "Generale" è possibile impostare le seguenti opzioni:

- Il numero massimo di files recenti da elencare all'interno della relativa lista;
- Il numero massimo di operazioni annullabili durante il processo di analisi di Easy HVSR

(N.B.: Se questo numero è eccessivamente alto, si ha un notevole consumo di memoria. Salvo particolari necessità, si consiglia di non superare il valore di 10)

Nella sezione "Grafica" è possibile impostare i colori adoperati nei grafici. Per ciascun grafico presente nell'applicazione, vengono mostrati due colori disposti nelle due colonne denominate "Attuale" e "Nuovo": la prima mostra il colore attualmente impostato nel relativo grafico; la seconda il nuovo colore che verrà adoperato se in fase di accettazione delle modifiche si preme il pulsante OK per dare conferma alle modifiche.

Cliccando sopra uno dei colori della colonna "Nuovo", si apre una finestra di dialogo nella quale poter scegliere il nuovo colore da assegnare. Contestualmente, per comodità grafica, al di sotto della finestra di dialogo, viene evidenziato in rosso il testo che indica il colore di quale grafico si sta attualmente modificando.

Le ultime due opzioni grafiche riguardano le gradazioni di colore da adoperare nelle due mappe a colori presenti in Easy HVSR, da scegliere fra le opzioni presenti nelle relative liste a disposizione.

Attraverso la pressione del pulsante denominato OK, vengono accettate le modifiche apportate alla configurazione, mentre con quello denominato Annulla, vengono scartate.

N.B.: Al passare sopra uno dei componenti attivi della finestra, nella parte in alto della stessa viene mostrata una descrizione più dettagliata del parametro al di sotto della posizione del puntatore del mouse.

All'interno del tab della Ribbon Bar denominato Home, sono presenti comandi di utilità generali raggruppati in ulteriori sottocategorie (gruppi).

Gruppo File

Nuovo

Il pulsante denominato Nuovo permette di creare un nuovo progetto di Easy HVSR. Se è già aperto un progetto non salvato, viene chiesta la conferma di salvare i dati prima di generare un nuovo progetto.

Apri

Il pulsante denominato Apri permette di aprire un progetto di Easy HVSR precedentemente salvato sul file system del pc in uso. Se è già aperto un progetto non salvato, viene chiesta la conferma di salvare i dati prima di aprire un altro progetto.

Salva

Il pulsante denominato Salva, abilitato solo se sono state apportate delle modifiche al progetto aperto e non ancora salvato, permette di salvare il contenuto del progetto attualmente aperto sul file system del pc in uso nel file associato al progetto. Se il progetto aperto è stato creato a partire da uno dei pulsanti denominati Nuovo, viene aperta una finestra nella quale viene chiesto di scegliere un percorso ed un nome per il nuovo progetto.

Salva con nome

Il pulsante denominato Salva con nome apre una finestra di dialogo per salvare il progetto attualmente aperto in un qualsiasi punto del file system del pc in uso con un nuovo nome.

Gruppo Modifica

I pulsanti denominati Taglia, Copia e Incolla, eseguono le tipiche operazioni ad essi associati in fase di input dati.

Annulla

Permette di annullare le ultime modifiche accettate nel progetto.

Ripeti

Permette di ripristinare le ultime modifiche annullate.

N.B.: Annulla e Ripeti hanno effetto solo fra consecutive accettazioni di modifiche, ovvero Annulla può riportare il progetto allo stato immediatamente precedente all'ultima pressione del pulsante "Applica" o di accettazione delle modifiche con la finestra di dialogo che appare nel passaggio da un tab dell'analisi all'altro.

Gruppo Dati Generali Studio

In questo gruppo è presente il solo pulsante denominato Dati Generali Studio che fa aprire una finestra utile a configurare i dati generali dello studio che verranno inseriti in tutte le relazioni generate da Easy HVSR indipendentemente dal progetto aperto, fino ad una successiva modifica. Se non vengono inseriti dati, verranno adoperati quelli della licenza d'uso del programma.

Gruppo Esecuzione

In questo gruppo è presente un solo pulsante denominato Interrompi. Tale pulsante risulta attivo solo durante le fasi di calcolo vere e proprie, e permette per l'appunto di interrompere tale fase se ritenuta eccessivamente lunga o se si crede di avere immesso un dato sbagliato e si vuole modificarlo prima di procedere ulteriormente.

All'interno del tab della Ribbon Bar denominato Esporta sono presenti tutti i comandi utili all'esportazione raggruppati per tipologia di esportazione (gruppi)

Gruppo Numerico

Tracce

Con il pulsante denominato Tracce è possibile esportare numericamente le tracce in input in formato testo (TXT) e per Excel (CSV) con i loro dati generali.

Spettri medi

Con il pulsante denominato Spettri medi è possibile esportare numericamente gli spettri di Fourier medi delle tracce nelle tre direzioni con i loro dati generali e statistici, in formato testo (TXT) e per Excel (CSV).

H/V

Con il pulsante denominato H/V è possibile esportare numericamente il rapporto spettrale H/V con i suoi dati generali e statistici in formato testo (TXT) e per Excel (CSV).

Gruppo Grafico

A ciascun pulsante in questo gruppo è associata l'esportazione dell'immagine di uno dei grafici presente in Easy HVSR con la sola esclusione del disegno relativo alla stratigrafia. I formati disponibili sono quelli di più comune impiego nell'informatica.

Gruppo Stampa

Analogamente al gruppo denominato "Grafico", a ciascun pulsante è associato il processo di stampa del grafico ad esso associato come lo stesso nome del pulsante suggerisce. Ad ogni richiesta di stampa viene inizialmente chiesta la stampante verso cui indirizzare il processo di stampa stesso.

N.B.: L'esportazione di alcuni grafici o dati è possibile solo nel momento in cui il processo di analisi raggiunge il punto necessario all'elaborazione del contenuto dell'esportazione. Nel caso dei grafici questi diventano disponibili quando siano visibili a video. Inoltre è possibile avviare il processo di esportazione e di stampa dei grafici anche attraverso il menù contestuale che appare cliccando con il pulsante destro del mouse su uno di essi.

Gruppo Relazione

In questo gruppo è presente il solo pulsante denominato Relazione che consente la generazione di una relazione di tutto il processo di analisi e dei suoi risultati, completa di grafici e verifiche. Non vengono riportate nella relazione le tracce ed i loro spettri per intero poiché costituirebbero delle informazioni poco utili a fini della relazione constando di un consistente numero di pagine.

All'interno del Tab della Ribbon Bar denominato Help, sono contenuti dei pulsanti utili per la gestione dell'applicazione e dei rapporti con GeoStru. Si tratta di pulsanti che lanciano il Browser di default all'interno del sistema in cui viene lanciata l'applicazione, e puntano a indirizzi web utili per l'utente di Easy HVSR. Le uniche eccezioni sono le seguenti:

Registrazione

Lancia una finestra che consente la registrazione del prodotto per poter eventualmente sbloccare Easy HVSR dalla modalità DEMO, a seguito dell'acquisto dell'applicazione stessa.

Help

Lancia la presente guida associata a Easy HVSR.

Informazioni

Lancia una finestra contenenti informazioni riguardanti Easy HVSR ed i dati di registrazione del prodotto.

3 I passi dell'analisi

In questa sezione vengono illustrati i vari passi dell'analisi in cui Easy HVSR la suddivide.

Come si può ben vedere, l'interfaccia grafica di Easy HVSR è suddivisa sostanzialmente in due parti ridimensionabili a seconda delle esigenze dell'utente: una di input ed output dati numerica (sulla sinistra) e l'altra di restituzione grafica dei risultati e scelte operate durante il processo di analisi (per approfondire questa sezione vai alla sezione Grafici della presente guida).

Il pannello sulla sinistra della finestra dell'applicazione è suddiviso in pagine richiamabili attraverso le linguette (tab) presenti sull'estrema sinistra. Le pagine sono organizzate in modo che a ciascuna di essa corrisponda una fase in cui, come su accennato, Easy HVSR suddivide l'intero processo di analisi. Ciascuna fase è necessaria alla successiva, anche se in alcuni casi, meglio specificati in avanti, alcune scelte che l'utente dovrebbe compiere in fasi successive vengono anticipate con scelte di default.

Le fasi di analisi sono 4 e sono:

Fase di input dei dati Generali e delle tracce

Fase di individuazione delle finestre temporali

Fase di selezione delle finestre e di analisi spettrale

Fase di analisi del rapporto spettrale H/V ed individuazione della stratigrafia

Le seguenti sezioni illustrano tali fasi coerentemente con le pagine del pannello di sinistra, spiegando i vari significati di ogni campo ivi presente, coerentemente con l'intero processo dell'analisi.

3.1 Dati generali

Nel Tab denominato **Dati Generali** vengono semplicemente raccolti i dati informativi relativi al singolo progetto, che vengono essenzialmente adoperati nella fase di redazione della relazione finale di progetto. Fanno eccezione i soli campi denominati Zona, Latitudine e Longitudine assieme ai pulsanti denominati Trova zona e Trova coordinate.

Questi campi non solo partecipano alla redazione della relazione finale, ma consentono di interfacciarsi con la visualizzazione della posizione geografica del sito all'interno dell'adiacente sezione di destra della finestra principale dell'applicazione.

I pulsanti adiacenti aggiornano la visualizzazione all'interno della mappa in base alle modifiche apportate nei suddetti campi.

Configurazione grafica

Quando il Tab Dati generali è selezionato, nella parte di destra della finestra dell'applicazione viene visualizzata una mappa in cui viene indicata la posizione geografica del sito indicato nei relativi campi (vedi sopra), con la possibilità di catturare l'immagine che verrà successivamente inserita in fase di redazione della relazione finale

3.2 Tracce

Il Tab denominato **Tracce** contiene i comandi utili semplicemente ad importare le tracce dai file di registrazione degli strumenti.

Leggi tracce

Con la pressione di questo pulsante viene lanciata una finestra di dialogo che permette di caricare le tracce da analizzare dai file generati dallo strumento adoperato in situ. I formati supportati sono i seguenti: File Seg2 (sg2; seg2; dat); File Segy (sgy; segy); File SU (su); File Ambrogeo (dta); Files SESAME ASCII (saf); File di testo (txt). Per questi ultimi due viene lanciata una finestra intermedia di dialogo, i dettagli si riportano su una specifica pagina del manuale.

Frequenza di campionamento

In questo campo viene impostata e/o indicata la frequenza di campionamento delle tracce. Se si importano le registrazioni da files che non supportano anche la memorizzazione della frequenza di campionamento, è necessario inserire questa informazione manualmente in questa casella.

Tabella delle tracce

In questa tabella vengono riportati i valori delle registrazioni istante per istante per una eventuale lettura diretta dei valori.

Configurazione grafica

Quando il Tab Tracce è selezionato, la configurazione dei grafici mostra esclusivamente le tre tracce: ciascun grafico mostra la singola traccia nella sua direzione. Per ulteriori dettagli vedere la sezione relativa ai Grafici della presente guida.

3.3 Selezione

Il Tab denominato **Selezione**, è suddiviso in quattro sezioni: *"Dati generali finestre"*; *"Selezione automatica"*; *"Selezione manuale"*; *"Filtro"*.

In questo Tab vengono individuate le finestre che vengono adoperate nel processo di analisi a partire dalle tracce importate nella precedente fase. La sezione dei grafici all'interno della finestra dell'applicazione assume due configurazioni che vengono spiegate più avanti in questa pagina del manuale.

Dati generali finestre

Dimensione finestra

In questa casella viene immessa la dimensione temporale delle finestre in cui vengono suddivise le tracce della registrazione secondo la procedura riportata nella sezione che descrive il processo di analisi nella presente guida. Secondo le indicazioni del progetto SESAME il suo valore deve essere almeno pari a 20 secondi.

Overlap

In questa casella viene immesso il valore della percentuale di sovrapposizione ammessa tra le finestre temporali in cui vengono suddivise le tracce della registrazione secondo la procedura riportata nella sezione che descrive il processo di analisi nella presente guida.

Selezione automatica

La selezione delle finestre può essere effettuata automaticamente da Easy HVSR attraverso le indicazioni contenute in questa sezione.

In pratica si impostano due valori: uno per l'istante iniziale e l'altro per quello finale. Questi due valori individuano un intervallo all'interno della durata dell'intera registrazione. Tale intervallo viene quindi suddiviso automaticamente in finestre coerenti con le impostazioni presenti nella sezione precedente.

I due campi in questa sezione sono quindi utili ad impostare i valori dell'istante iniziale e finale di tale intervallo, espressi in secondi. Il pulsante collocato subito accanto al campo relativo all'istante finale serve esclusivamente ad impostare il valore dell'istante finale pari alla durata dell'intera registrazione, che rappresenta il valore massimo che può essere immesso in questo campo.

Una volta impostati i due valori, il pulsante denominato Seleziona, avvia la procedura di selezione automatica.

A procedura conclusa, le finestre individuate vengono riportate nella tabella della successiva sezione per ulteriori considerazioni.

Selezione manuale

In questa sezione sono presenti gli strumenti utili ad individuare manualmente le finestre da includere nell'analisi. La tabella raccoglie le informazioni riguardanti la singola finestra individuata, ovvero indica l'ordine temporale della finestra, il suo istante iniziale e quello finale.

Alla selezione di una riga di tale tabella, nei grafici presenti nella parte di destra della finestra dell'applicazione viene messa in evidenza la correlata finestra. I pulsanti subito al di sopra della tabella hanno la seguente utilità:

   **Sul grafico**

Cliccando sul pulsante denominato Sul Grafico, viene avviata la procedura per l'inserimento di una finestra all'interno della lista di quelle eventualmente già individuate. Dopo aver cliccato su questo pulsante ci si sposta su uno dei tre grafici delle tracce. Cliccando e tenendo cliccato su uno di questi grafici appare una finestra, di dimensioni coerenti con le indicazioni nella sezione dei dati generali delle finestre, il cui istante iniziale si sposta assieme alla posizione del puntatore del mouse. In questo modo è possibile posizionare la finestra in un punto preciso del grafico della traccia (si può notare che a prescindere dal grafico in cui si è cliccato, la finestra che si muove con il mouse compare nei grafici di tutte e tre le tracce). Al rilascio del pulsante del mouse la finestra viene posizionata, e coerentemente con i dati precedentemente immessi è possibile ricevere un messaggio dell'applicazione che chiede conferma dell'inserimento nel caso in cui venga violata una condizione precedentemente imposta (ad esempio un overlapping maggiore di quello scelto nella sezione dei dati generali della finestra). Appena inserita la finestra, questa viene anche inserita all'interno della tabella e quindi può essere ispezionata e selezionata.

   **Aggiungi**

Cliccando sul pulsante denominato Aggiungi, viene lanciata una finestra di dialogo in cui viene chiesto di immettere il valore dell'istante iniziale della finestra da aggiungere. Una volta immessa tale informazione, cliccando sul pulsante denominato Inserisci di questa finestra di dialogo, od attraverso la pressione del tasto "Invio" sulla tastiera, viene inserita la nuova finestra coerentemente ai dati immessi nella sezione riguardante i dati generali delle finestre. Se qualche condizione precedentemente imposta non viene rispettata, appare una finestra di dialogo che chiede conferma dell'inserimento della finestra.

Non appena la finestra viene inserita nella lista delle finestre individuate, questa viene mostrata sul grafico delle tracce ed inserita nella tabella per essere ispezionata e selezionata.



Rimuovi

Cliccando sul pulsante denominato Rimuovi, è possibile rimuovere dall'elenco delle finestre individuate la finestra attualmente selezionata all'interno della sottostante tabella.

Filtro

In questa sezione sono presenti i campi per l'immissione dei parametri utili alla tecnica di selezione delle finestre per l'esclusione di quelle in cui sono presenti dei transienti che hanno disturbato la registrazione. Le specifiche della tecnica sono riportate nella sezione delle tecniche adoperate da Easy HVSR della presente guida. I campi in questa sezione sono:

Dimensione finestra di controllo

In questo campo viene immesso il valore della dimensione temporale delle finestre in cui vengono ulteriormente suddivise le finestre individuate con le tecniche delle precedenti sezioni

Limite di ammissibilità superiore e inferiore

In questi due campi vengono impostati i valori adimensionali che individuano l'intervallo di validità della tecnica di filtraggio.

Considera finestre residuali

Se attivata questa opzione consente di considerare nel filtraggio delle finestre anche quelle che hanno dimensioni inferiori a quelle impostate. Per maggiori dettagli vedere la relativa sezione delle tecniche di Easy HVSR della presente guida.

La procedura di filtraggio viene avviata tramite la pressione del pulsante denominato Filtra.

Pulsanti generali

Il pulsante denominato Rimuovi selezione permette di eliminare in blocco tutte le finestre individuate fino a quel momento.

Il pulsante denominato Applica rende effettive le modifiche fino a quel momento apportate.

Configurazione grafica

Se non sono state ancora individuate delle finestre o se la selezione è stata rimossa, i grafici presenti sono solo quelli delle tracce come nella fase precedente. In questa configurazione è comunque possibile procedere ad una selezione grafica della prima finestra da inserire nella

lista delle finestre individuate come meglio specificato nella descrizione del pulsante denominato Sul grafico di questa pagina dell'help.

Se invece è stata individuata almeno una finestra, oltre ai tre grafici delle tracce nelle tre direzioni sono presenti anche: un grafico per gli spettri medi; una mappa per la stazionarietà degli spettri; una mappa per la direzionalità degli spettri. Per il significato di ciascun grafico si rimanda alla sezione riguardante i Grafici del presente manuale.

In questa configurazione, diversamente da quella della fase precedente, se sono state individuate delle finestre, sul grafico delle tracce sono presenti dei rettangoli che rappresentano le finestre temporali individuate, al cui interno ricadono i campioni della registrazione che vi rientrano.

Nel caso in cui l'utente selezioni una riga all'interno della tabella della selezione manuale, il rettangolo corrispondente alla finestra relativa alla riga della tabella, viene evidenziato con un rettangolo di un colore diverso ed uno spessore maggiore.

3.4 Analisi spettrale

Il Tab denominato **Analisi spettrale** è suddiviso in cinque sezioni: "*Banda frequenza*"; "*Selezione*"; "*Lisciamento*"; "*Spettro H/V*"; "*Frequenza di picco*".

Questo tab serve per individuare i limiti dell'analisi nel dominio spettrale e scegliere alcune opzioni di elaborazione del rapporto spettrale H/V.

Banda di frequenza

In questa sezione sono presenti le informazioni riguardanti la banda di frequenza da prendere in considerazione nel processo di analisi. I campi ivi presenti sono:

Frequenza massima / minima

Questi due valori individuano l'intervallo di frequenza all'interno del quale eseguire l'analisi. All'immissione del dato, se si preme come conferma il tasto "Invio" sulla tastiera vengono immediatamente rielaborati tutti gli spettri.

Passo frequenza

Questo valore indica il passo con cui le frequenze debbano essere considerate nell'analisi, ovvero una riduzione del numero di frequenze da prendere in considerazione. Ciò nasce dal fatto che le registrazioni vengono effettuate con una frequenza di campionamento che in fase di

trasformata di Fourier restituisce uno spettro con un passo di frequenza molto più fitto di quello in realtà necessario nell'analisi. Impostando il valore di questo campo è possibile codificare la trasformata di Fourier ad un passo maggiormente significativo. All'immissione del dato, se si preme come conferma il tasto "Invio" sulla tastiera vengono immediatamente rielaborati tutti gli spettri.

Selezione

In questa sezione è possibile escludere dall'intero processo di analisi delle finestre individuate nella precedente fase della stessa, sulla base di considerazioni sugli spettri ivi presenti. Ciò avviene semplicemente mettendo/togliendo il segno di spunta dalla casella della riga associata alla finestra nella tabella di questa sezione che si vuole includere/escludere. Per i criteri da adoperare nella scelta di esclusione/inclusione delle finestre nel processo dell'analisi vedere la descrizione della tecnica HVSR e la sezione dei Grafici del presente manuale.

Lisciamento

In questa sezione è possibile scegliere dal menù a tendina ivi presente, il tipo di lisciamento da operare sugli spettri, ed il valore relativo all'incisività dello stesso. Nel caso di lisciamento di Konno & Ohmachi si ha la possibilità di impostare l'ulteriore parametro del coefficiente di banda tipico di questo tipo di lisciamento.

Per ulteriori dettagli e per le specifiche dei metodi di lisciamento vedere la sezione delle tecniche in Easy HVSR del presente manuale. Inoltre, grazie all'opzione denominata Tapering, è possibile smorzare gli effetti di bordo della banda analizzata attraverso la tecnica nota come "*Tapered cosine window*" od anche "*Tukey window*".

Spettro H/V

In questa sezione è possibile scegliere dal menù a tendina ivi presente, semplicemente la modalità con la quale le due tracce nella direzione orizzontale della registrazione debbano essere sommate per ottenere un unico valore. Per ulteriori dettagli e per le specifiche dei metodi di somma direzionale vedere la sezione delle tecniche in Easy HVSR del presente manuale.

Frequenza di picco

Questa non è una vera e propria sezione, ma nella sua etichetta, quando viene valutato un nuovo rapporto spettrale H/V viene indicata semplicemente la frequenza dove è localizzato il picco del rapporto spettrale stesso con il suo intervallo di fiducia.

Pulsanti generali

Aggiorna

Con il pulsante denominato Aggiorna è possibile aggiornare il contenuto dei grafici presenti sulla destra della finestra dell'applicazione nel caso in cui si siano operati dei cambiamenti nelle scelte messe a disposizione in questo Tab.

Applica

Con il pulsante denominato Applica è possibile rendere effettive le modifiche fino a quel momento apportate.

Configurazione Grafica

Quando il Tab denominato Analisi spettrale è attivo è presente una configurazione della parte destra della finestra dell'applicazione che mostra i seguenti grafici: In alto il grafico degli spettri medi; centralmente il grafico del rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia; in basso due mappe di colori tra cui quella di sinistra rappresenta la stazionarietà degli spettri e quella di destra la loro direzionalità.

3.5 Spettro H/V

Il Tab denominato **Spettro H/V** è suddiviso in cinque sezioni: "*Affidabilità curva H/V*"; "*Affidabilità picco*"; "*Modello*"; "*Ricerca automatica*"; "*Risultati*". Il penultimo di questi è presente solo nel momento in cui è selezionata l'opzione di ricerca automatica come verrà esposto più avanti.

In questo Tab vengono raccolte tutte quelle funzionalità utili all'individuazione della possibile stratigrafia associata al rapporto spettrale H/V fino ad ora elaborato, e quindi all'individuazione di un valore attendibile del parametro normativo $V_{s,eq}$.

Affidabilità curva H/V

Questa sezione, assieme alla successiva, indica le verifiche suggerite dal progetto SESAME per quanto attiene all'affidabilità della curva del rapporto spettrale H/V e del suo picco sino ad ora elaborata. Tali verifiche non sono vincolanti per l'individuazione del modello delle sezioni

successive, ma se l'utente vuole che siano verificate è necessario tornare alle fasi precedenti dell'analisi. Per chiarimenti a riguardo delle verifiche vedere la sezione riguardante la descrizione della tecnica all'interno del presente manuale.

Affidabilità picco

Come dettagliato nella descrizione della precedente sezione, questa fa parte delle verifiche richieste dal progetto SESAME.

Modello

In questa sezione sono contenuti tutti gli strumenti utili all'individuazione, ed eventuale memorizzazione e valutazione, del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento rilevato con il rapporto spettrale H/V ricavato sino a questa fase dell'analisi. Questa sezione prevede due modalità di ricerca del modello: manuale ed automatica.

Campi comuni alle due modalità

Numero modi

Questo campo permette di impostare il numero di curva dell'ellitticità relativa ai modi da visualizzare sul grafico del rapporto spettrale H/V del modello presente (o caricato) nella tabella del modello.

Visualizza più modelli

Selezionando questa opzione è possibile visualizzare sul grafico del rapporto spettrale H/V la curva dell'ellitticità relativa ai modelli memorizzati, elencati e selezionati nella sottostante tabella dei modelli

Tabella dei modelli

Questa tabella raccoglie i modelli che si sono memorizzati mostrando il nome ed il valore di disadattamento se calcolato. Nella prima colonna è presente un segno di spunta per ciascun modello memorizzato che permette di escluderne la visualizzazione: se il segno di spunta è presente la curva dell'ellitticità del modello viene rappresentata sul grafico del rapporto spettrale H/V, altrimenti viene esclusa dalla visualizzazione.

Memorizza

Questo pulsante permette di inserire nella lista dei modelli memorizza, e quindi nella tabella dei modelli, il modello attualmente presente nella tabella principale del modello, assegnandogli un nome che ha come radice "Modello" e come suffisso un numero progressivo funzione del numero di modelli attualmente memorizzati. Se si memorizza quando si è in modalità di ricerca automatica viene anche memorizzato il valore di disadattamento.

Rimuovi (tabella dei modelli)

Rimuove il modello selezionato nella tabella dei modelli dalla lista di quelli memorizzati.

**Aggiungi**

Questo pulsante aggiunge uno strato in coda alla stratigrafia del modello.

**Rimuovi**

Questo pulsante rimuove lo strato attualmente selezionato nella sottostante tabella dalla stratigrafia del modello.

**Inserisci**

Questo pulsante inserisce uno strato alla stratigrafia del modello subito prima di quello selezionato nella sottostante tabella.

**Importa**

Questo pulsante permette di importare una stratigrafia da un file XML di una precedente esportazione di un altro software GeoStru.

Sintetizza

Lancia la procedura di calcolo necessaria per valutare la curva dell'ellitticità (o le curve se è impostato un numero di modi maggiore di 1) del modello attualmente presente nella sottostante tabella. Se è attiva la modalità di ricerca automatica viene valutato anche il valore di disadattamento.

Modalità manuale

Questa modalità permette di cercare appunto manualmente un modello che approssimi il comportamento del rapporto spettrale H/V calcolato nella fasi precedenti. Questa modalità consta semplicemente dell'inserimento all'interno della tabella sottostante, di un numero di strati che l'utente ritiene opportuno, ed inserendo per ciascuno di essi le caratteristiche geotecniche: lo spessore dello strato espresso in metri; il peso per unità di volume (se sommerso immettere direttamente quello secco) espresso in kN/m^3 ; il coefficiente di Poisson; La velocità delle onde di taglio espressa in m/s. Premendo quindi il pulsante denominato Sintetizza si ha l'immediata restituzione grafica della curva dell'ellitticità relativa al modello immesso all'interno del grafico del rapporto spettrale H/V.

Modalità automatica

Questa modalità permette di eseguire una ricerca automatica delle caratteristiche geotecniche degli strati del modello presente nella tabella. Attivando questa modalità selezionandola dall'omonima opzione al di sopra della tabella del modello, diviene visibile l'ulteriore sezione denominata appunto Ricerca automatica in cui possono essere impostati alcuni parametri utili per questa modalità di ricerca.

Da notare che la ricerca automatica lavora esclusivamente sulla ricerca degli spessori e della velocità delle onde di taglio.

All'interno della tabella del modello divengono visibili delle ulteriori colonne subito a sinistra ed a destra di quelle dello spessore e della velocità delle onde di taglio (ovvero i parametri sui quali viene effettuata la ricerca). Queste nuove colonne servono ad indicare i limiti di variabilità del parametro per il singolo strato, ovvero individuano un intervallo di ricerca del parametro e se tale parametro debba essere effettivamente considerato nell'ambito della ricerca. La ricerca automatica lavora solo questi due parametri poiché come lo stesso progetto SESAME ha avuto modo di confermare, il peso per unità di volume ed il coefficiente di Poisson hanno poca influenza sulla variabilità della risposta del modello.

Quindi, in questa modalità, per lo spessore e la velocità delle onde di taglio di ciascuno strato, è possibile indicare se il singolo parametro vada incluso nella ricerca, e nel qual caso quali siano i suoi limiti di variabilità. Inoltre è da considerare che nella tecnica HVSR, affinché il procedimento abbia una sua validità, è necessario conoscere le caratteristiche del primo strato. Ecco perché Easy HVSR chiede conferma di vincolare i parametri del primo strato nel caso in cui questi, all'avvio della procedura di ricerca automatica, non siano ancora stati selezionati. Ciò non vieta di procedere ugualmente con una ricerca che includa anche i parametri del primo strato.

Lo spessore dell'ultimo strato viene comunque vincolato in quanto non partecipa al calcolo rappresentando il semispazio giacente al di sotto della stratigrafia, e di cui viene cercato, eventualmente, solo la velocità di propagazione delle onde di taglio.

Ulteriore considerazione di cui prendere nota riguarda il fatto che la ricerca automatica non ottimizza il numero di strati che quindi rimane ad esclusiva discrezione dell'utente.

Anche in questa modalità è comunque possibile effettuare una ricerca manuale (attraverso la medesima procedura descritta sopra), con la sola differenza che in questo modo viene anche valutato il valore del disadattamento.

Inoltre, anche se la ricerca automatica fornisce una prima soluzione, questa può essere rilanciata nuovamente a partire dalla soluzione appena

trovata, ciò in quanto la ricerca automatica trova solo una possibile soluzione.

N.B.: Data la natura stessa del problema, ovvero la non definizione della sorgente che genera il rumore della registrazione sia in termini di ampiezza che di posizione, non fornisce alcuna attendibilità sull'ampiezza del rapporto spettrale H/V, ragion per cui la ricerca automatica NON fornisce la soluzione esatta nell'individuazione del modello stratigrafico, ma solo un punto di partenza dal quale poter iniziare una "sintonizzazione" ed una "raffinazione" MANUALE del modello da parte dell'utente, a cui nessun metodo od artificio può limitare la capacità interpretativa che deriva dall'esperienza tecnico-pratica di questo genere di problemi. Quindi la ricerca automatica presente in Easy HVSRR è semplicemente uno strumento di supporto all'utente nell'interpretazione dei risultati.

Ricerca automatica

In questa sezione sono presenti alcuni parametri ed informazioni utili alla ricerca automatica del modello stratigrafico che meglio approssima il comportamento del rapporto spettrale H/V.

Profilo velocità crescenti

Questa opzione, se selezionata, imposta un vincolo sulla ricerca della velocità delle onde di taglio, ovvero impone che la differenza tra la velocità delle onde di taglio tra uno strato e quello sovrastante sia uguale o maggiore di zero.

Valore di disadattamento

Questo valore indica quanto il modello stratigrafico individuato ben approssimi il comportamento deducibile dal rapporto spettrale H/V secondo un criterio per il quale ad un valore di disadattamento minore rispetto ad uno più grande consegue una migliore corrispondenza. In pratica se idealmente tale valore fosse pari a zero, si avrebbe la stratigrafia corretta. Tale condizione è palesemente impossibile anche solo tenendo conto del fatto che tutte le misurazioni compiute sono affette da errore. Quindi tale valore è utile sostanzialmente per paragonare più soluzioni di modelli tra loro per poter eventualmente scegliere quello con il valore minore.

Numero massimo di iterazioni

Poiché la ricerca automatica del modello stratigrafico è un processo iterativo, questo valore serve ad impostare un numero massimo di modelli da generare. Ha una valenza puramente applicativa nel senso che

non incide direttamente sul calcolo che potrebbe comunque terminare prima del raggiungimento di tale valore limite, e quindi un suo alto valore non necessariamente coincide con una migliore approssimazione delle soluzione.

Infatti il raggiungimento del massimo numero di iterazioni (saturazione della barra di avanzamento del calcolo in basso a destra nella barra di stato della finestra dell'applicazione) significa che la ricerca non ha prodotto un risultato attendibile, e che la soluzione restituita è solo la migliore trovata durante il processo di ricerca.

Risultati

In questa sezione vengono semplicemente mostrati i risultati di tutto il procedimento di analisi affinché l'utente possa compiere le proprie considerazioni:

- Il valore della frequenza in cui è localizzato il picco (il valore massimo) del rapporto spettrale H/V con il suo intervallo di fiducia;
- Il valore della frequenza in cui è localizzato il picco (il valore massimo) dell'ellitticità del modo fondamentale del modello stratigrafico attualmente nella tabella del modello;
- Il valore del parametro normativo Vs30 relativo al modello stratigrafico attualmente presente nella tabella del modello.

Configurazione grafica

Nel caso in cui non è presente alcuno strato nella tabella del modello, la configurazione grafica della parte di destra della finestra dell'applicazione assume la medesima configurazione grafica della precedente fase di analisi (precedente Tab). All'immissione anche di un solo strato si ha la visualizzazione dei seguenti grafici: in alto viene visualizzato il grafico del rapporto spettrale H/V con le eventuali curve dell'ellitticità del modello nella tabella principale e di quelli eventualmente memorizzati e selezionati nella tabella dei modelli; subito al di sotto due grafici di cui quello sulla sinistra è una rappresentazione grafica del modello stratigrafico presente nella tabella principale, mentre quello sulla destra è l'andamento del profilo delle velocità delle onde di taglio con la profondità.

4 Grafici

In questa sezione del presente manuale viene descritto il significato di ogni singolo grafico presente in Easy HVSR, con l'intento di fornire all'utente una più chiara comprensione dell'intero problema.

Le opzioni per i grafici sono comuni per tutti, per cui vengono esposti in questa pagina generale.

Con doppio click su di un qualsiasi grafico è possibile massimizzare la visualizzazione all'interno della finestra dell'applicazione. Per riportarlo alla precedente dimensione è sufficiente ripetere il doppio click.

Il menù contestuale è comune a tutti i grafici salvo per quello della rappresentazione grafica del modello stratigrafico. Le possibili opzioni sono:

Opzioni...

Questa opzione permette di visualizzare una finestra di dialogo in cui è possibile impostare un notevole numero di impostazioni del relativo grafico.

N.B.: queste variazioni sono solo temporanee, e non appena la configurazione dei grafici cambia, le modifiche vanno perse.

Massimizza / Minimizza

Questa opzione permette di massimizzare o minimizzare, a seconda dello stato del grafico quando si richiama il menù contestuale, il relativo grafico.

Esporta...

Questa opzione permette di esportare il relativo grafico così come nella indicazioni riguardanti il Tab relativo alle esportazioni della Ribbon Bar principale dell'applicazione.

Stampa...

Questa opzione permette di stampare il relativo grafico così come nella indicazioni riguardanti il Tab relativo alle esportazioni della Ribbon Bar principale dell'applicazione.

4.1 Tracce

Le tracce vengono rappresentate ciascuna su un grafico differente. Quanto viene detto quindi vale per ciascuno di essi.

L'unità di misura della registrazione viene supposta in mm/s, ma se anche dovesse essere diversa, la rappresentazione è uguale pur rimanendo errata semplicemente la dicitura sul grafico.

Il grafico delle tracce compare nelle configurazioni dei Tab denominati Dati generali e Selezione. Nella prima delle due, il grafico è una semplice restituzione grafica del contenuto delle registrazioni effettuate in situ. Nella seconda configurazione invece, oltre a mantenere il contenuto della precedente, mostra a video la posizione temporale delle finestre individuate per il processo di analisi. Ciascuna di queste finestre viene rappresentata con un rettangolo che racchiude quindi l'intervallo di registrazione associato alla relativa finestra.

Nel momento in cui viene selezionata una di queste finestre all'interno della tabella delle finestre del Tab di Selezione, sul grafico questa viene evidenziata con un colore differente e con uno spessore maggiore del contorno.

Vale anche il contrario ovvero, selezionando una finestra all'interno del grafico questa viene selezionata non solo nella tabella delle finestre selezionate ma anche all'interno della mappa della stazionarietà.

Nel caso in cui il valore di overlap nei dati generali delle finestre del Tab di Selezione ha un valore maggiore di 0, la rappresentazione delle finestre all'interno del grafico delle tracce mostrerà (nei limiti di visibilità dello schermo) questa sovrapposizione.

Nel caso in cui si sta immettendo una nuova finestra con la modalità grafica, durante l'operazione di collocamento questa nuova finestra verrà mostrata temporaneamente, e sincronizzata con la posizione del puntatore del mouse all'interno del grafico, una finestra di dimensioni pari a quella indicata nel campo relativo alla dimensione delle finestre nei dati generali delle finestre nel Tab di Selezione.

4.2 Spettri medi

Il grafico degli spettri medi rappresenta la media degli spettri calcolati per ciascuna delle direzioni.

Durante il processo di analisi (vedere descrizione delle tecnica all'interno del presente manuale), le finestre vengono sottoposte alla trasformata di Fourier che genera quindi uno spettro per ciascuna finestra. Effettuando la media per ciascuna frequenza dello spettro delle finestre per la singola

traccia, si ottiene lo spettro medio. Eseguita la medesima operazione per tutte le direzioni si ottiene il grafico degli spettri medi.

L'utilità di tale grafico risiede nella possibilità di verificare che non ci siano sorgenti con contenuti in particolari frequenze e che queste abbiano al tempo stesso una periodicità. In pratica fornisce informazioni sulla bontà della registrazione: una buona registrazione dovrebbe mostrare un grafico degli spettri medi in cui le curve degli spettri presentino un medesimo andamento, tale da poter affermare che non vi sono condizioni che inficino l'ipotesi di sorgenti di rumore ambientale (un picco in una particolare frequenza indicherebbe la presenza di una sorgente particolarmente intensa che disturba od oscura le altre).

4.3 Rapporto spettrale H/V

Questo grafico è presente nelle configurazioni dei Tab denominati **Analisi spettrale e Spettro H/V**. Il grafico rappresenta la curva del rapporto spettrale H/V medio con il suo intervallo di fiducia. Al suo interno, nella configurazione afferente al Tab "Spettro H/V", sono presenti anche le curve dell'ellitticità, per uno o più modi, di uno o più modelli.

Questo grafico rappresenta il risultato finale di tutta l'analisi della registrazione. La sua attendibilità viene misurata attraverso i criteri suggeriti dal progetto SESAME in base alle verifiche che vengono effettuate nel Tab denominato Spettro H/V.

La sua lettura permette di compiere delle scelte sulle finestre da selezionare nella fase dell'analisi spettrale. Infatti, affinché la curva H/V così ottenuta sia effettivamente attendibile è necessario che il suo intervallo di fiducia sia il più stretto possibile. Ciò è possibile escludendo dall'analisi quelle finestre che presentano un rapporto spettrale H/V dissimile da quello medio, soprattutto in quei range di frequenza in cui si ritiene eccessiva l'ampiezza dell'intervallo di fiducia.

Posizionando il puntatore del mouse in prossimità dei punti vicino alle curve e attendendo qualche secondo, viene visualizzata una piccola finestra all'interno della quale sono riportate le coordinate del punto.

4.4 Mappa stazionarietà

Questa mappa è presente nelle configurazioni relative ai Tab denominati **Selezione ed Analisi spettrale**. Questa mappa mostra il rapporto spettrale H/V di ogni singola finestra. E' infatti organizzata in modo tale

che lungo l'asse delle ascisse siano presenti gli istanti temporali iniziali di ciascuna finestra, mentre in quello delle ordinate le frequenze analizzate. La mappa dei colori quindi rappresenta, in ciascun punto, l'ampiezza spettrale per una data frequenza del rapporto spettrale H/V associato ad una data finestra selezionata, secondo una codifica in colori.

L'utilità di tale grafico risiede nella possibilità di verificare che il rapporto spettrale H/V di tutte le finestre abbia un comportamento omogeneo. In parole povere questa mappa deve mostrare un andamento delle ampiezze spettrali costante nel tempo, e quindi un addensamento delle ampiezze spettrali lungo le medesime frequenze.

Con l'ausilio di questo grafico è possibile decidere di scartare delle finestre il cui contenuto spettrale presenta alcune anomalie rispetto all'andamento medio, ovvero ha contenuti di un certo rilievo anche a frequenze in cui gli altri rapporti spettrali non mostrano significativi valori. La presenza di queste finestre non fa altro che aumentare l'ampiezza dell'intervallo di fiducia della curva H/V media finale, e danneggia l'attendibilità dell'elaborazione. Ciò avviene solitamente alle basse frequenze, al di sotto di 1 Hz, dove i rumori ambientali sono di origine naturale e la cui sorgente è molto distante in confronto alle sorgenti di origine antropica (molto più prossime) che possono facilmente disturbare i contenuti delle sorgenti naturali a bassa frequenza.

Per selezionare lo spettro relativo ad una delle finestre, è sufficiente cliccarci sopra, ed automaticamente la corrispondente finestre verrà evidenziata sia nei grafici delle tracce che nella tabella delle finestre (sia quella relativa al Tab di selezione che quello dell'analisi spettrale).

4.5 Mappa direzionalità

Questa mappa è presente nelle configurazioni relative ai Tab denominati **Selezione ed Analisi spettrale**. Questa mappa mostra l'andamento del rapporto spettrale H/V al variare dell'angolo formato dalla direzione di registrazione ed il sistema di riferimento. Nel calcolo infatti si ricompone lo spettro in una direzione supponendo di far variare i due sistemi di riferimento (quello dello strumento e quello di riferimento del calcolo) attraverso una rotazione intorno all'asse verticale, da 0 a 180°.

In pratica sull'asse delle ascisse sono presenti i gradi di questa rotazione, sull'asse delle ordinate le frequenze e la mappa di colori rappresenta l'ampiezza spettrale del rapporto H/V. Quindi ogni punto rappresenta l'ampiezza spettrale ad un data frequenza per un dato angolo di

inclinazione della direzione dello spettro orizzontale rispetto al sistema di riferimento.

Questa mappa serve a dimostrare l'isotropia della registrazione, ovvero l'assenza di una sorgente che abbia una direzione preferenziale e che quindi inficierebbe la validità della registrazione. Infatti violerebbe l'ipotesi alla base della teoria che le sorgenti siano uniformemente distribuite.

4.6 Stratigrafia

Questo grafico compare solo nella configurazione relativa al Tab denominato **Spettro H/V** alla presenza di almeno uno strato all'interno della tabella del modello.

Il grafico è semplicemente una rappresentazione grafica della geometria del modello stratigrafico contenuto nella tabella del modello.

4.7 Profilo velocità

Questo grafico compare solo nella configurazione relativa al Tab denominato Spettro H/V alla presenza di almeno uno strato all'interno della tabella del modello.

Il grafico mostra l'andamento con la profondità della velocità delle onde di taglio all'interno della stratigrafia del modello presente nella relativa tabella.

5 Tecniche in Easy HVSRR

In questa sezione vengono illustrati i metodi che sono implementati in Easy HVSRR, in modo tale che l'utente possa compiere, laddove necessario, delle scelte consapevoli.

5.1 Filtro

Attualmente in Easy HVSRR è implementato un solo metodo di filtraggio delle finestre, che si basa sostanzialmente sulla valutazione di rapporti tra medie utili all'individuazione dell'eventuale presenza di transienti che possono aver disturbato la registrazione e quindi debbano essere scartati. Si ricorda che l'applicazione del filtro alle finestre non è necessario ai fini del calcolo. Per quanto sarebbe da sconsigliare, l'utente può procedere nell'analisi anche senza applicare alcun filtro. Ciò in quanto in alcune occasioni tale filtro può risultare sconsigliato, ed una più

attenta osservazione delle tracce da parte dell'utente può portare a risultati decisamente migliori.

Il filtro presuppone che si siano già individuate delle finestre e funziona nel seguente modo:

1. Si considera, di quelle individuate, una finestra per volta (la sua dimensione temporale in secondi viene indicata come LP)
2. La finestra considerata ovviamente ha dei corrispondenti per ogni traccia: si considera quindi una traccia per volta
3. Si esegue la media dei valori assunti dalla traccia nell'intervallo temporale della finestra LP
4. Si suddivide la finestra considerata in ulteriori sottofinestre temporali di dimensione SP (in Easy HVSR tale valore viene immesso nel campo denominato Dimensione finestra di controllo all'interno della sezione denominata Filtro nel Tab denominato Selezione)
5. Si calcola la media dei valori assunti dalla traccia all'interno di ciascuna sottofinestra di dimensioni SP
6. Si mettono a confronto la media di tutte le sottofinestre con la media della finestra di dimensione LP eseguendo il rapporto
7. Se anche uno solo di questi rapporti non rientra nell'intervallo di accettabilità la finestra di dimensione LP viene scartata su tutte le tracce
8. L'operazione viene ripetuta per tutte le finestre individuate

Un'opzione di questa tecnica consiste nel considerare le finestre residuali: la dimensione delle sottofinestre SP solo eccezionalmente avrà dimensioni multiple della dimensione LP, ragion per cui nel suddividere le finestre di dimensioni LP in tante finestre di dimensioni SP ne resterà almeno una di dimensioni inferiori a SP. Easy HVSR mette a disposizione la possibilità di includere nel processo di filtraggio anche queste finestre per l'appunto residuali, attraverso la selezione dell'apposita opzione presente nella sezione dedicata al filtro del Tab Selezione. Nella stessa sezione vengono inoltre forniti i valori che individuano l'intervallo di validità del rapporto suddetto.

Ulteriore considerazione: la dimensione SP deve ovviamente essere inferiore al valore LP, e deve essere circa un'ordine di grandezza inferiore alla stessa LP.

5.2 Lisciamento

Le tecniche di lisciamento implementate in Easy HVSR sono 4. Per ciascuna di esse viene mostrato il criterio di lisciamento.

Konno & Ohmachi (1998)

Questo tipo di lisciamiento prevede che le ampiezze delle frequenze attorno ad una frequenza centrale vengano pesate secondo la seguente formula:

$$W(f) = \left[\frac{\sin \left(\left(\log_{10} \left(\frac{f}{f_c} \right) \right)^b \right)}{\left(\log_{10} \left(\frac{f}{f_c} \right) \right)^b} \right]^4$$

dove:

- f_c rappresenta la frequenza centrale
- f la frequenza da pesare
- b il coefficiente di banda

La banda di frequenza da pesare è su scala logaritmica, e la sua ampiezza viene stabilita dalla percentuale di lisciamiento, ovvero è pari alla percentuale di lisciamiento per l'ampiezza dell'intera banda da lisciare.

Media mobile

Questo tipo di lisciamiento prevede che si compia la media delle ampiezze di un determinato intervallo di frequenze attorno ad una frequenza centrale. Ampiezza dell'intorno da lisciare viene indicato dal valore della percentuale di lisciamiento, ovvero è pari alla percentuale di lisciamiento per l'intera banda di frequenza da lisciare.

Triangolare costante

Questo tipo di lisciamiento prevede che le ampiezze delle frequenze nell'intorno di una frequenza centrale vengano pesate secondo un andamento lineare decrescente dalla frequenza centrale, dove il peso assume valore unitario, alla frequenza limite dell'intorno, dove il peso assume valore pari a zero. L'intorno ha ampiezza pari alla percentuale di lisciamiento per l'ampiezza dell'intera banda da lisciare.

Triangolare proporzionale

Questo tipo di lisciamiento è il medesimo del precedente con la differenza che l'ampiezza dell'intorno è proporzionale con la frequenza centrale, ovvero pari alla percentuale di lisciamiento per il valore che di volta in volta assume la frequenza centrale F_c .

5.3 Somma direzionale

I tipi di somma direzionale implementate in Easy HVSR sono:

Direzione NS

La scelta di questa opzione prevede che non venga eseguita alcuna somma direzionale ma che venga presa esclusivamente la traccia nella direzione Nord-Sud della registrazione.

Direzione EO

La scelta di questa opzione prevede che non venga eseguita alcuna somma direzionale ma che venga presa esclusivamente la traccia nella direzione Est-Ovest della registrazione.

Media aritmetica

La scelta di questa opzione prevede che le due tracce orizzontali vengano sommate tra loro con una semplice media aritmetica.

Media geometrica

La scelta di questa opzione prevede che le due tracce orizzontali vengano sommate tra loro con una semplice media euclidea.

Media quadratica

La scelta di questa opzione prevede che le due tracce orizzontali vengano sommate tra loro con la media aritmetica dei quadrati.

6 Tutorial

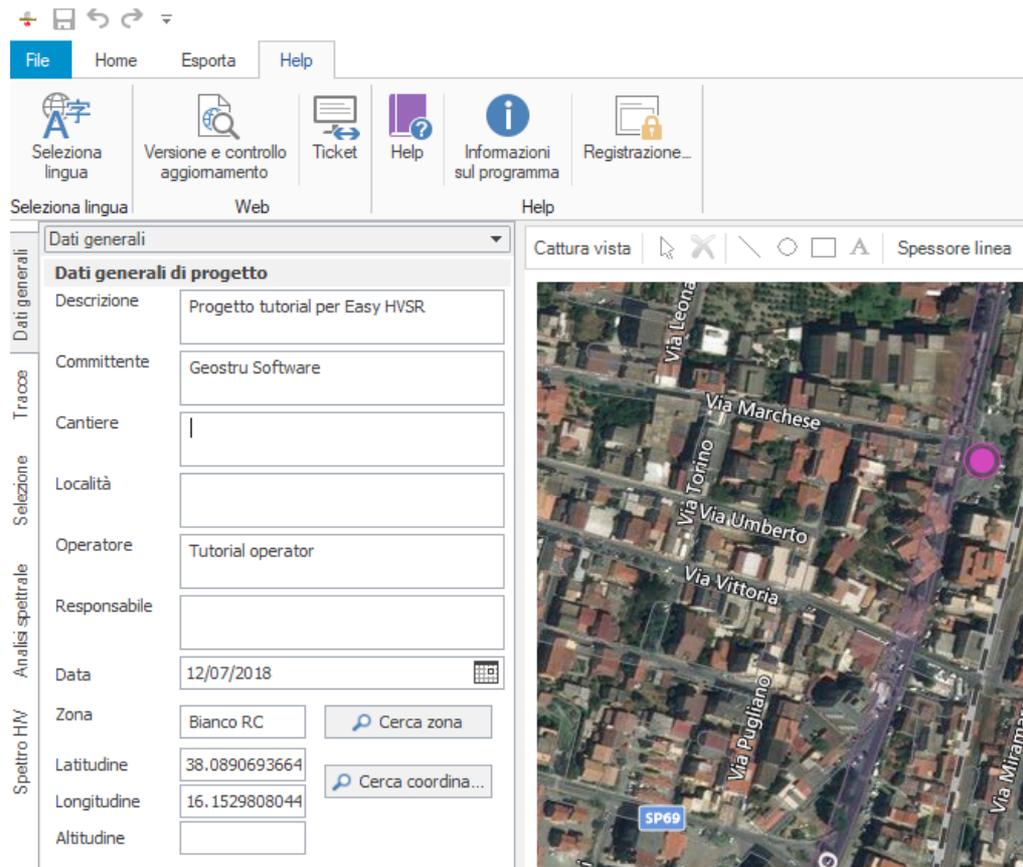
In questa sezione del manuale, vengono illustrate le procedure per compiere un'analisi completa con Easy HVSR. In questo modo, alla fine del tutorial, si sarà in grado di lavorare speditamente ed in autonomia con il software.

6.1 Passo 1- Lettura tracce

In questo passo vedremo come leggere/importare le tracce da una registrazione contenuta in un file SAF (o di semplice testo). I files necessari sono contenuti nella cartella del tutorial all'interno della cartella degli esempi del programma.

1. Si clicca sul pulsante "Nuovo" del menù principale per generare un nuovo progetto per Easy HVSr (il programma chiede conferma se salvare prima di procedere);

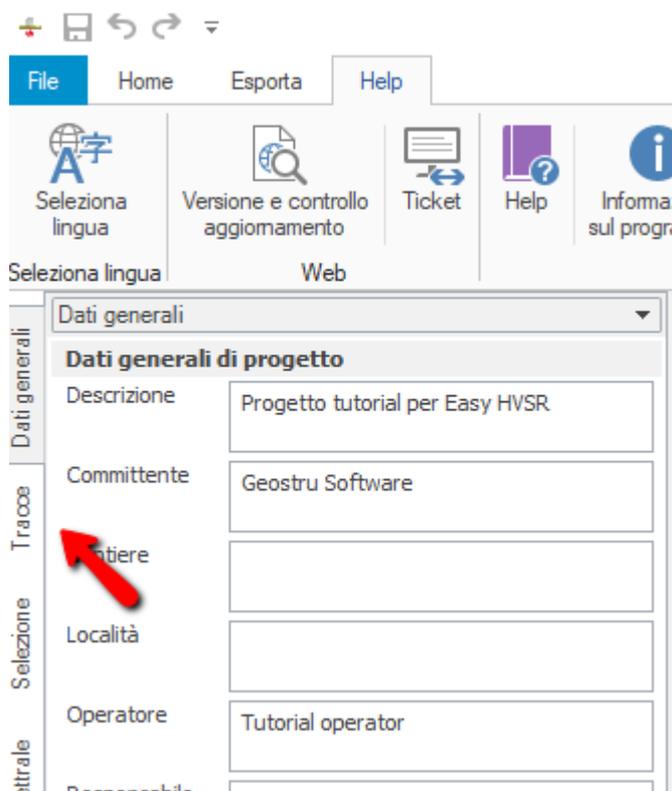
2. Nella schermata che compare, se si desidera, si possono inserire i dati generali del progetto, che saranno utili successivamente al solo fine di redigere una relazione completa. Questi dati non influenzano in alcun modo l'analisi;



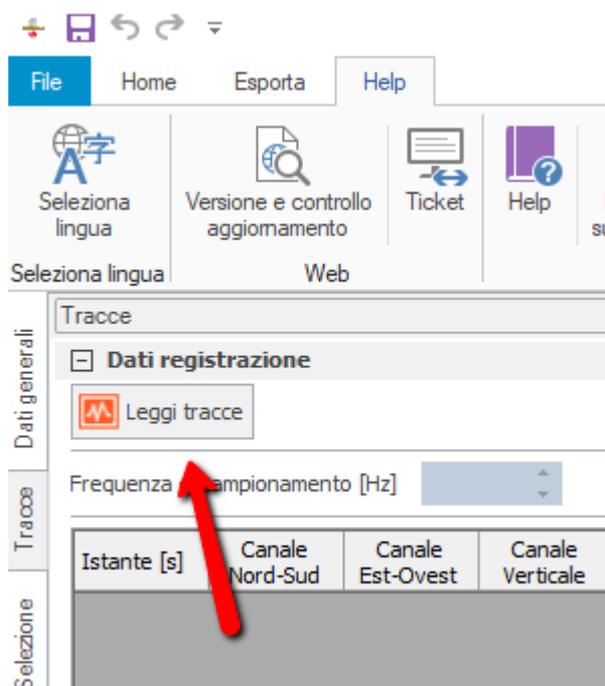
The screenshot displays the Easy HVSr software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Home', 'Esporta', and 'Help'. Below the menu is a toolbar with icons for 'Selezione lingua', 'Versione e controllo aggiornamento', 'Ticket', 'Help', 'Informazioni sul programma', and 'Registrazione...'. The main window is divided into two panes. The left pane, titled 'Dati generali', contains a form for project data. The right pane shows a satellite map of an urban area with a purple line indicating a project path and a pink circle marking a specific location.

Dati generali di progetto	
Descrizione	Progetto tutorial per Easy HVSr
Committente	Geostru Software
Cantiere	
Località	
Operatore	Tutorial operator
Responsabile	
Data	12/07/2018
Zona	Bianco RC <input type="button" value="Cerca zona"/>
Latitudine	38.0890693664 <input type="button" value="Cerca coordina..."/>
Longitudine	16.1529808044
Altitudine	

3. Passiamo quindi ad inserire la registrazione effettuata in campagna cliccando su "Tracce"

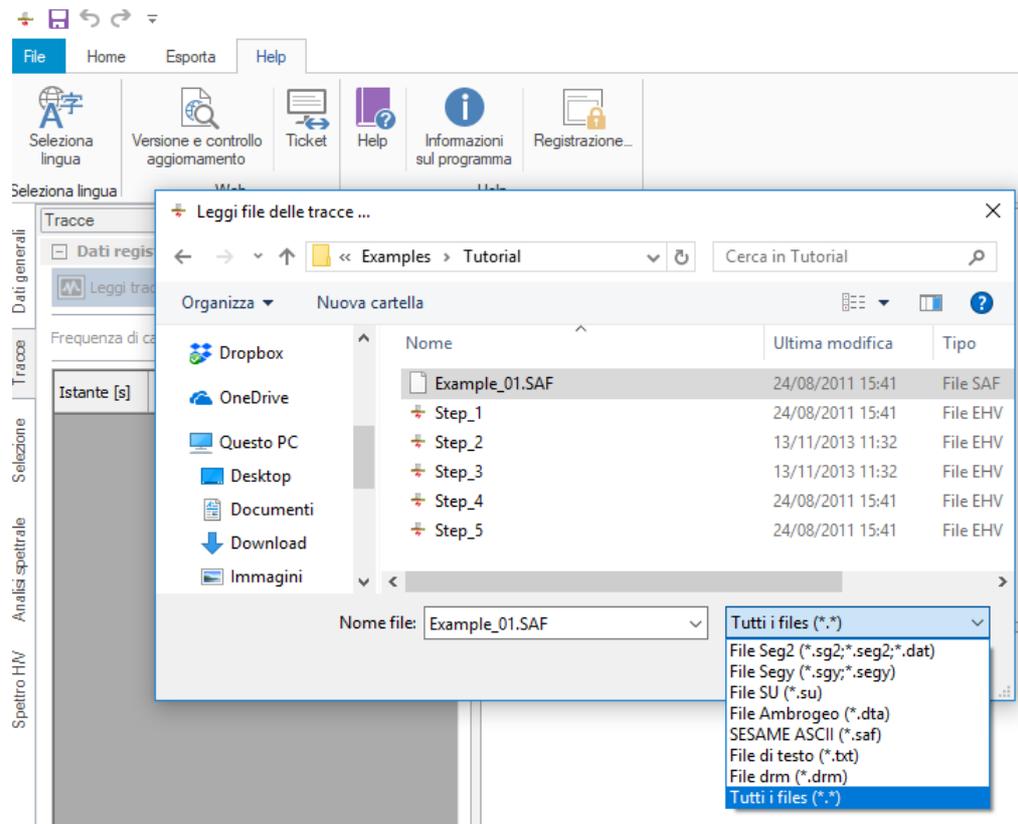


4. Clicchiamo sul pulsante denominato "Leggi tracce"

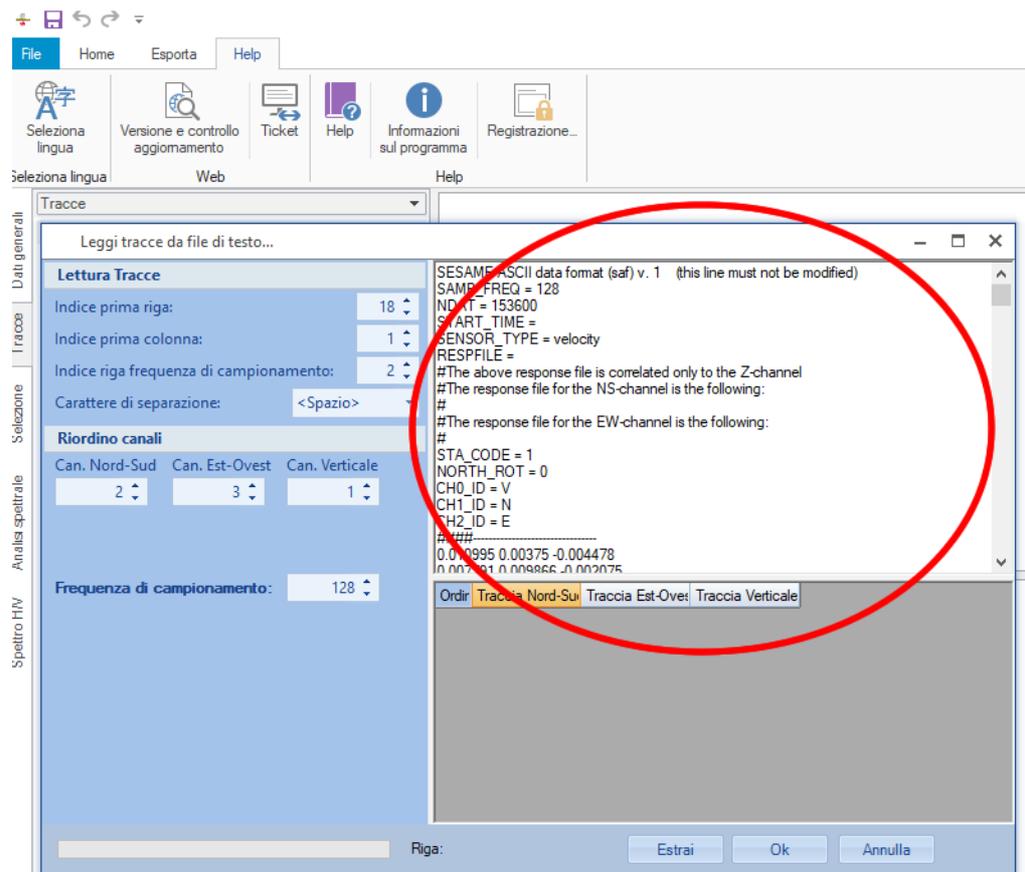


5. In questo modo viene aperta una finestra di dialogo per permettere di selezionare il file da caricare. Entriamo nella cartella del "Passo 1" del tutorial (si trova all'interno della cartella dell'help della cartella di installazione del programma, tipicamente dovrebbe essere qualcosa del come "C:

\Programmi\Geostru\EasyHVSR\Help\Tutorial\Step_1"), e
scegliamo come filtro "SESAME ASCII (*.SAF)"

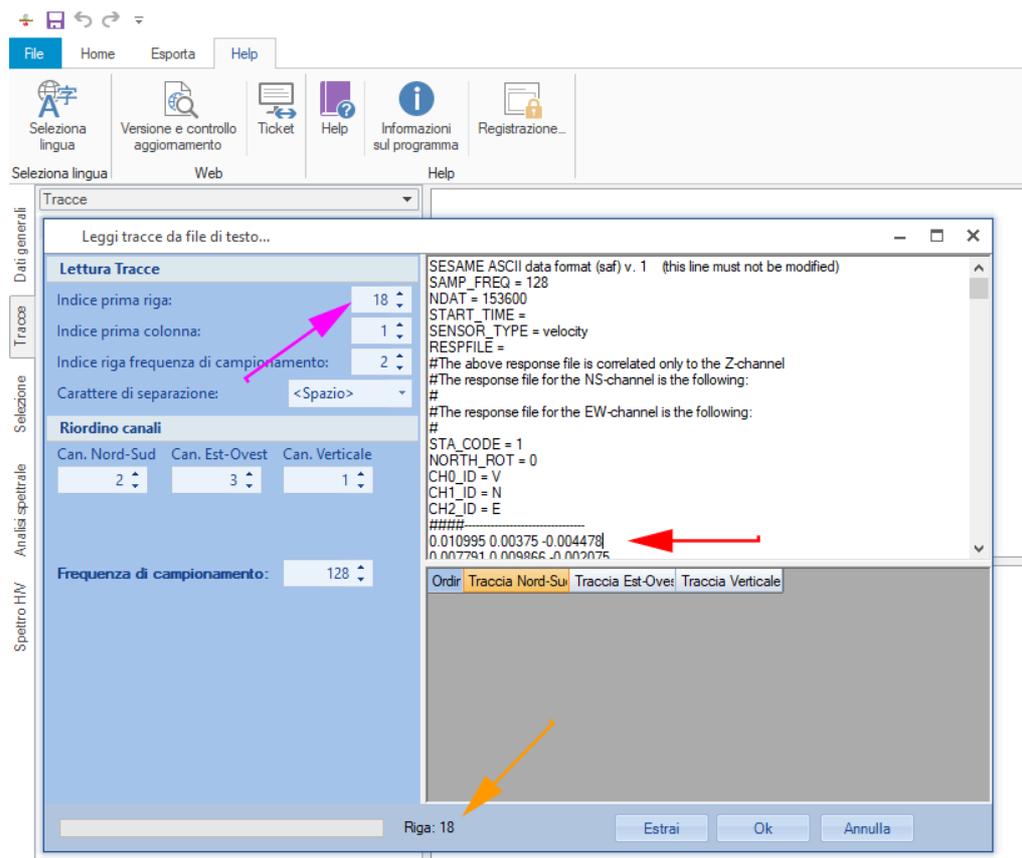


6. Aprendo il file con nome "Example_01.SAF", appare la seguente finestra, che permette di importare le tracce da uno di questo genere di files.



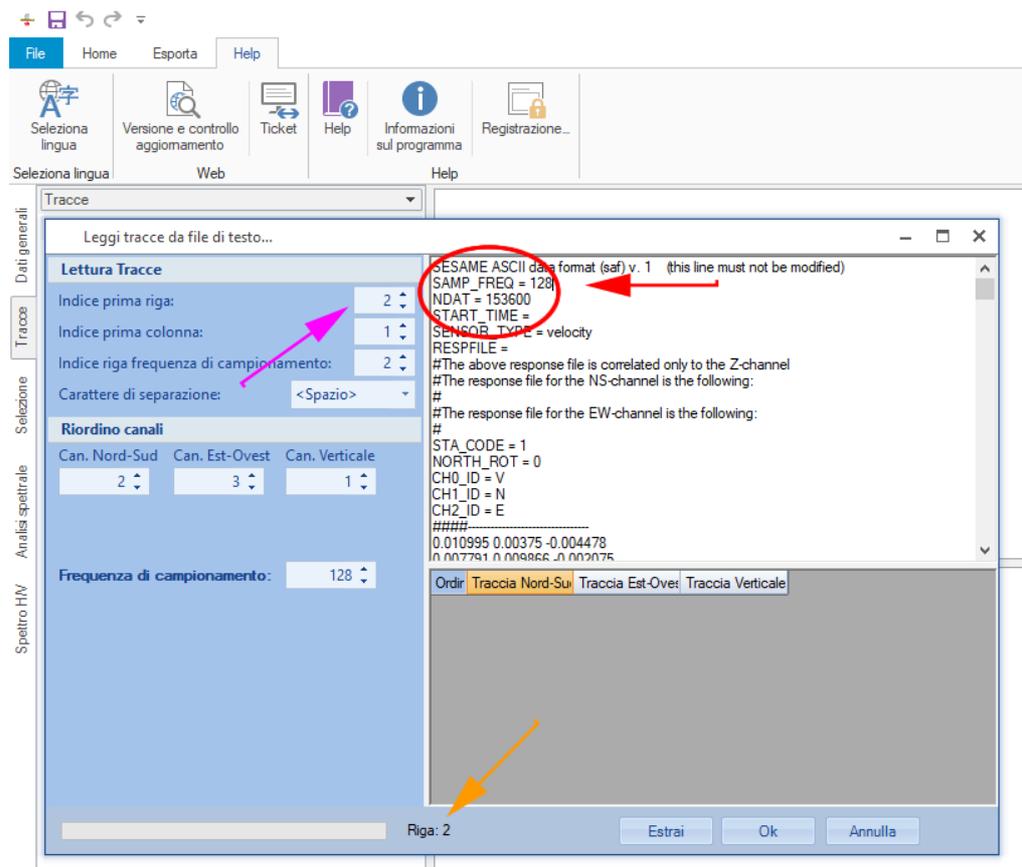
7. Nella sezione di destra della finestra, quella evidenziata nell'immagine sopra, è presente l'anteprima del contenuto del file SAF appena selezionato. I files SAF sono suddivisi sostanzialmente in due parti: una prima con dati generali ed una seconda con i dati della registrazione dei tre canali del tomografo. Questa finestra permette quindi di interpretare il contenuto del file nei modi descritti successivamente.

8. Nel riquadro di anteprima del file SAF (sempre quello evidenziato nell'immagine sopra) si clicca sulla prima riga che contiene i dati della registrazione, ovvero nel punto evidenziato con una freccia rossa nell'immagine sottostante.



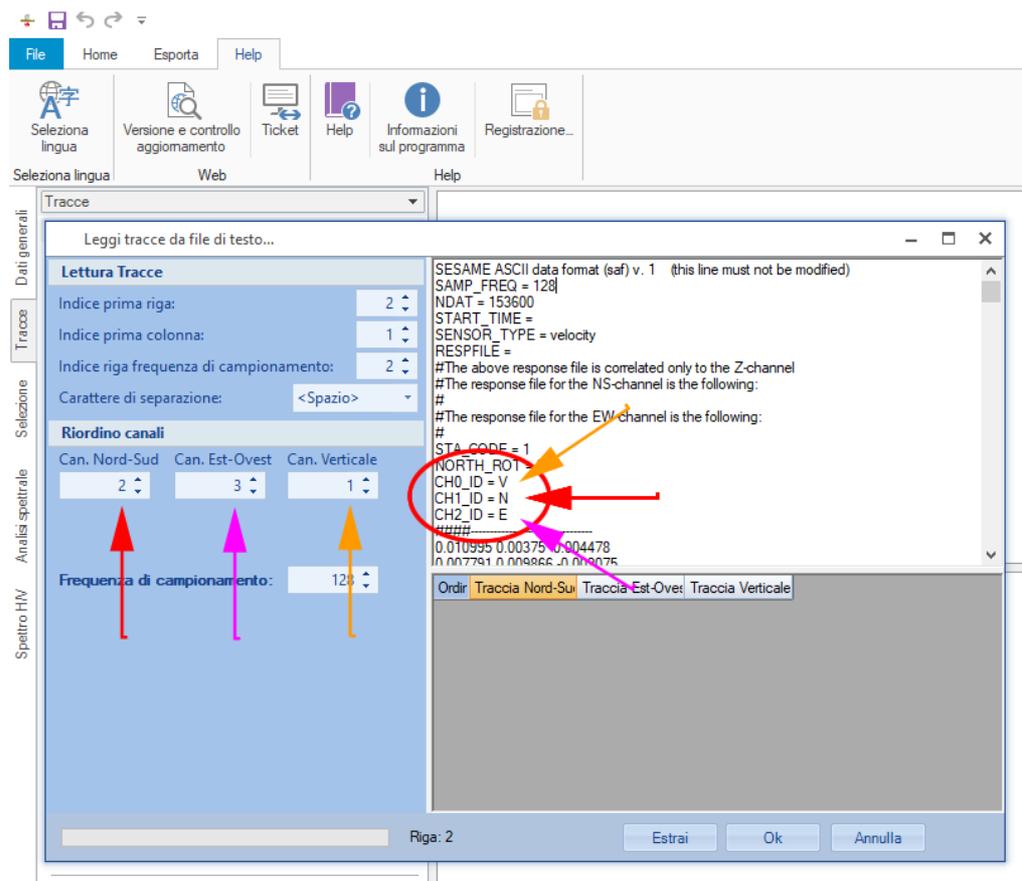
9. Si scrive il valore indicato nel punto evidenziato con la freccia gialla ("18") nella casella relativa all' "Indice prima riga", indicata dalla freccia colore magenta.

10. Sempre nel riquadro di anteprima del file SAF, si clicca all'interno della riga che contiene l'informazione riguardante la frequenza di campionamento (freccia rossa nell'immagine seguente), che tipicamente è riportata come "SAMP_FREQ = xxx", evidenziata con un cerchio rosso nella seguente immagine.



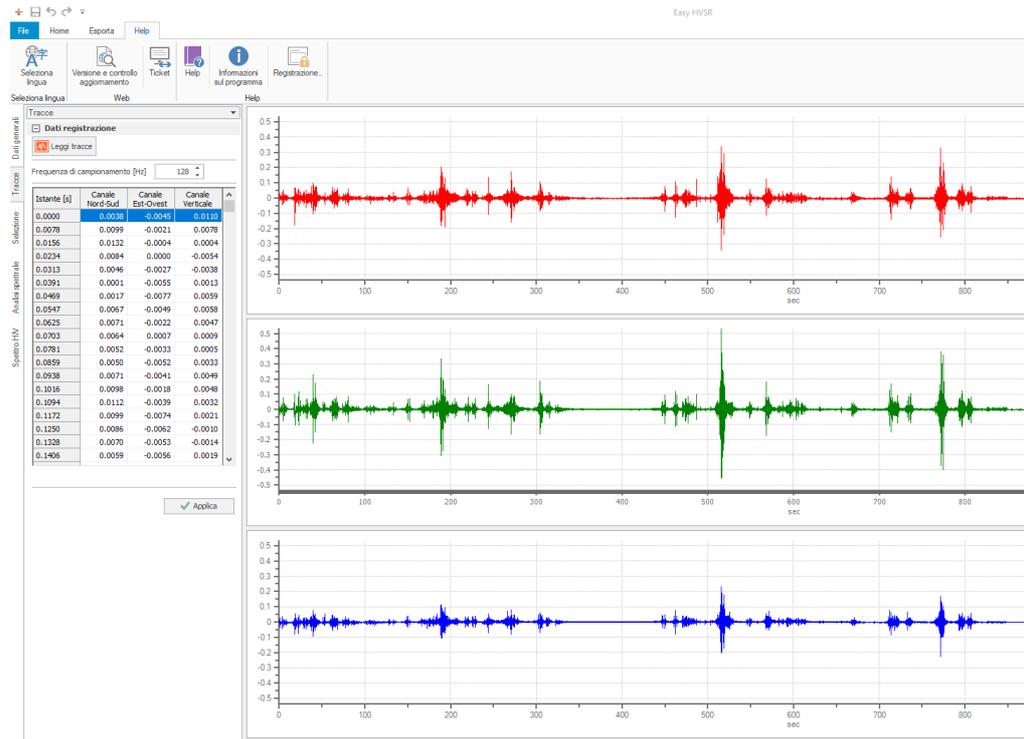
11. Analogamente a quanto fatto prima, si copia il valore indicato dalla freccia gialla ("2") all'interno del campo relativo a "Indice riga frequenza di campionamento" indicato dalla freccia magenta.

12. A questo punto si verifica che l'ordine di importazione dei canali sia corretto. Nella prima sezione del file SAF, come già detto, sono contenute informazioni più generali, quali appunto l'ordine con il quale vengono riportati i canali della registrazione nella parte successiva. Queste informazioni sono evidenziate nell'immagine successiva



13. Si può leggere che i canali sono nel seguente ordine: Verticale, Nord-Sud ed Est-Ovest. In accordo con il colore delle frecce nell'immagine sopra, riempiamo i campi relativi al "Riordino dei canali", vale a dire che il canale "Nord-Sud" si trova nella colonna numero "2", ed analogamente per gli altri due. N.B.: quando si importa una file SAF l'ordine visibile nell'immagine sopra è quello di default. Quindi a meno di qualche differenza nel file SAF questi valori non necessitano di essere modificati.

14. A questo punto si preme il pulsante denominato "Estrai", e nella tabella presente nella parte destra della finestra vediamo un'anteprima dei dati che verranno caricati all'interno di Easy HVSR.



16. Adesso possiamo salvare il primo passo del lavoro premendo prima il pulsante "Applica" subito dopo la tabella, e poi "Salva" all'interno del menù principale.

6.2 Passo 2- Selezione finestre

In questo passo del tutorial vedremo come selezionare le finestre temporali da adoperare nel processo di elaborazione.

E' possibile caricare il file "Step_1" all'interno della cartella del tutorial, contenente i dati necessari a procedere da questo punto del tutorial in avanti.

1. Si clicca sul tab relativo alla selezione

Istante [s]	Canale Nord-Sud	Canali
0.0000	0.0038	
0.0078	0.0099	
0.0156	0.0132	
0.0234	0.0084	
0.0313	0.0046	
0.0391	0.0001	
0.0469	0.0017	
0.0547	0.0067	
0.0625	0.0071	
0.0703	0.0064	
0.0781	0.0052	
0.0859	0.0050	
0.0938	0.0071	
0.1016	0.0098	

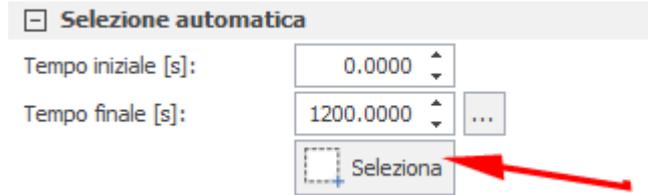
2. Nella sezione denominata "Dati generali finestre" (immagine seguente), è possibile immettere un valore per la dimensione temporale delle finestre in cui suddividere l'intera registrazione (freccia rossa). In questo tutorial lasceremo per il momento inalterato questo dato, ma per maggiori dettagli è possibile consultare la relativa sezione del presente manuale.

Dati generali finestre

Dimensione finestra [s] 20.0000

Overlap [%] 0

3. Nella sezione denominata "Selezione automatica" è possibile modificare i valori del tempo iniziale e finale, che identificano l'intervallo della registrazione che verrà suddiviso automaticamente nelle finestre, attraverso la procedura che viene lanciata dal pulsante denominato "Seleziona" evidenziato nella seguente immagine



In questo caso adopereremo l'intera registrazione che ha appunto una durata di 1200 secondi (20 minuti).

4. Subito dopo aver eseguito la selezione automatica si dovrebbe ottenere un'immagine a video analoga a quella illustrata nell'immagine seguente



5. Nei tre grafici più in alto, è possibile vedere come la selezione automatica abbia suddiviso le tracce dei tre canali in più registrazioni di lunghezza pari a quella riportata nel campo "Dimensione finestra" di cui abbiamo parlato sopra. Ciascun rettangolo presente nei suddetti grafici rappresenta quindi una di queste finestre in cui è stata suddivisa l'intera registrazione. Il grafico centrale invece, mostra gli spettri medi di ciascuna traccia, mediati appunto sulle finestre appena generate.

6. Prima di eseguire una selezione manuale delle finestre da includere o escludere dal processo di analisi, è conveniente (ma non sempre necessario od opportuno) applicare la funzione di filtro per scartare quelle finestre che contengono registrazioni relative a transienti.

Filtro

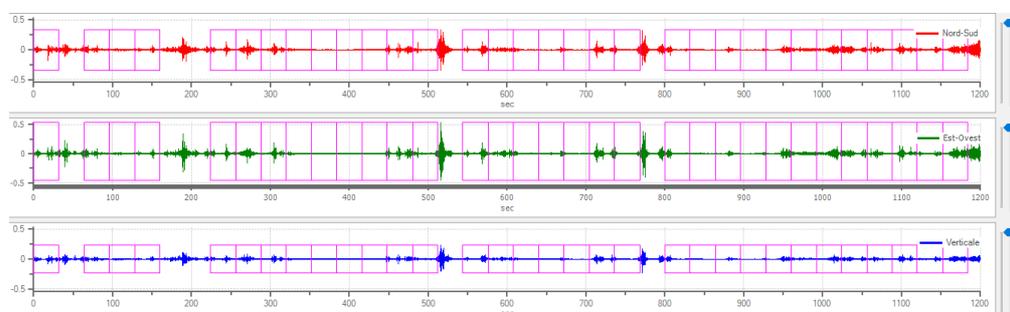
Dimensione finestra di controllo [s]:

Limite di ammissibilità superiore:

Limite di ammissibilità inferiore:

Considera finestre residuali

Per tarare i parametri di questa sezione consigliamo di leggere le relative informazioni contenute nella presente guida per quanto riguarda appunto la tecnica di filtraggio. Strettamente ai fini di questo tutorial, immetteremo nel campo denominato "Dimensione finestra di controllo" il valore di 8. Premendo successivamente il pulsante denominato "Filtra", ottenendo come risultato il seguente:



In pratica è stata scartata la finestra temporale che conteneva le registrazioni che andavano dal secondo 512 al secondo 544, perchè la procedura ha individuato dei picchi da ritenere non buoni ai fini del calcolo.

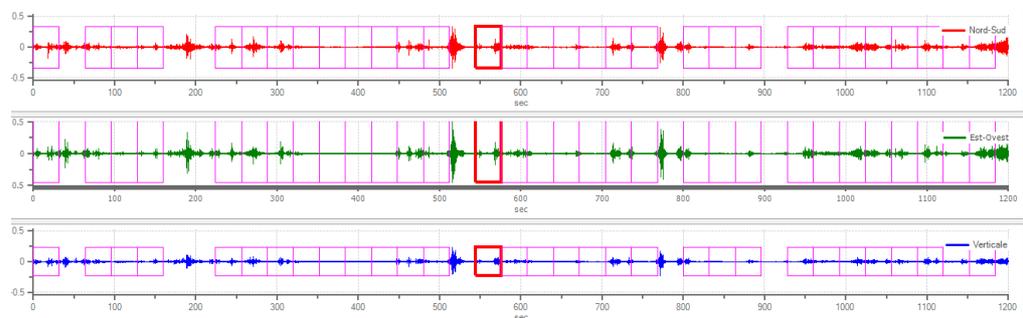
7. Anche se la procedura automatica ha una sua efficacia, è necessario a volte affinare il risultato manualmente, andando a scartare quelle finestre temporali in cui sono visibilmente presenti dei picchi che possiamo ritenere non rappresentativi di una condizione indisturbata dell'ambiente in cui si è effettuata la registrazione. Infatti, la presenza di macchinari industriali od il passaggio di macchine nelle prossimità del punto in cui si è effettuata la registrazione, alterano la condizione ideale del sito indagato. Ragion per cui è preferibile eliminare questi picchi che renderebbero il processo di analisi difficoltoso se non addirittura non attendibile. Si identificano quindi quelle finestre che si ritiene "disturbate". Nel nostro caso, le finestre che andrebbero ulteriormente scartate sono quelle che sono intorno approssimativamente a 50, 180 e 780 secondi. Cliccando all'interno della relativa finestra di un qualsiasi grafico delle tracce, tale finestra viene evidenziata, e nella tabella delle finestre viene

evidenziata l'associata riga contenente l'istante iniziale e finale della finestra.



Nell'immagine sopra le frecce blu evidenziano la corrispondenza della tabella con la finestra selezionata, mentre quella gialla mostra la corrispondenza della tabella con la mappa della stazionarietà che indica l'andamento dei rapporti spettrali H/V delle finestre affiancate in ordine cronologico. Quest'ultima mappa, verrà analizzata ed usata nei successivi passi del tutorial in cui ne verrà illustrata la grande utilità.

8. Una volta selezionata la finestra all'interno della tabella, anche tramite la sincronizzazione grafica, attraverso il pulsante con l'icona , denominato "Rimuovi", è possibile scartare la finestra selezionata dal processo di analisi. Procedendo in maniera analoga per le altre due finestre di cui sopra, otterremo il seguente risultato:

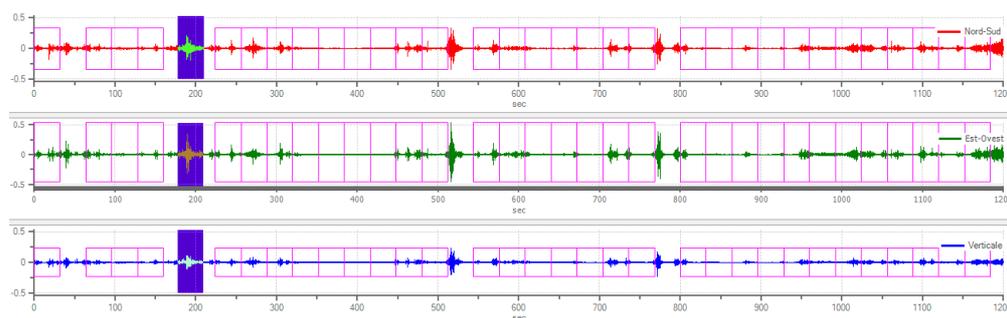


9. Se avessimo erroneamente cancellato una finestra, o se volessimo aggiungerne una manualmente le procedure possibili da seguire sono due.

La prima prevede l'immissione manuale del tempo iniziale della porzione di segnale, grazie alla finestra di dialogo che compare con la pressione del pulsante denominato "Aggiungi" con l'icona



L'altra procedura prevede un'immissione direttamente sul grafico. Cliccando sul pulsante denominato "Sul grafico" avente, l'icona , e cliccando e tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse su uno dei grafici delle tracce, si ottiene una selezione simile a quella visibile nella seguente rappresentazione:



Mentre si tiene premuto il pulsante del mouse, ci si può spostare lungo la direzione delle ascisse delle tracce e un rettangolo colorato segue il puntatore del mouse, mostrando dove andrebbe a collocarsi la finestra temporale che verrà aggiunta al rilascio del pulsante.

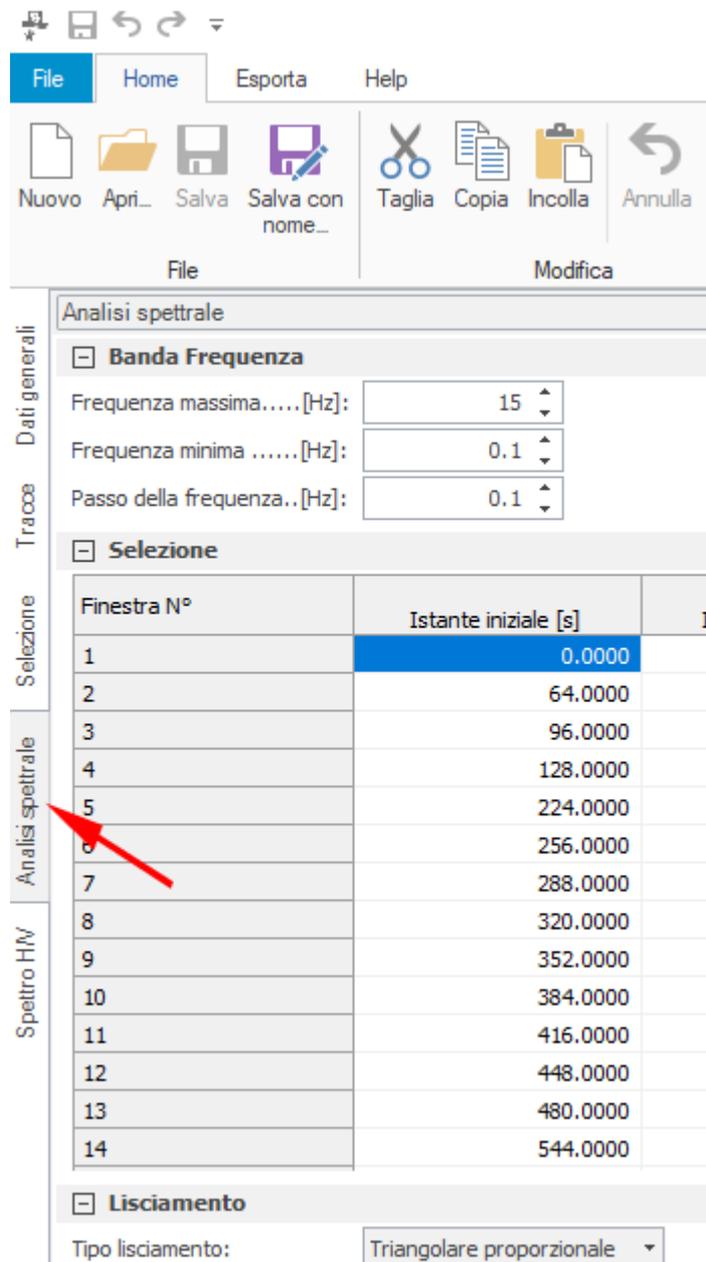
10. Fatto ciò si preme il pulsante denominato "Applica" e si salva il lavoro fatto fino ad ora.

6.3 Passo 3- Analisi spettrale

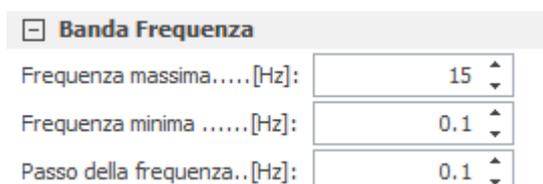
In questo passo del tutorial vedremo come ottenere una curva del rapporto spettrale H/V medio sufficientemente rappresentativa della registrazione.

E' possibile caricare il file "Step_2" all'interno della cartella del tutorial, contenente i dati necessari a procedere da questo punto del tutorial in avanti.

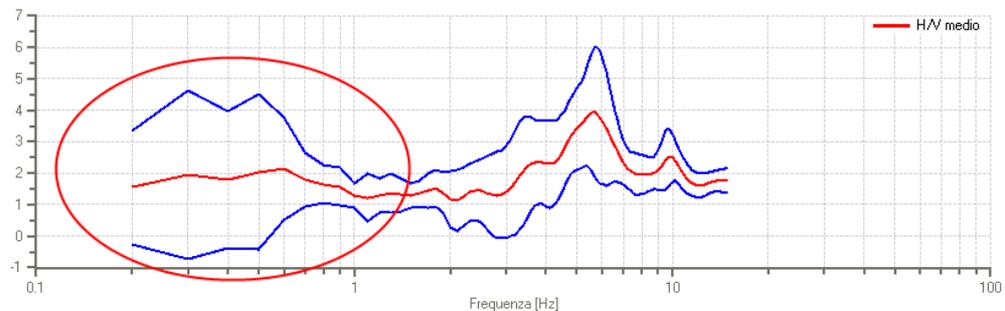
1. Si clicca innanzi tutto sul Tab denominato "Analisi spettrale" come indicato nella seguente figura



2. Stabiliamo la banda di frequenza da analizzare fissando i valori della sezione denominata "Banda Frequenza". Impostiamo il valore della frequenza minima a 0.1 Hz, ed il passo a 0.1 Hz come riportato nell'immagine sottostante



3. Nella parte destra della finestra dell'applicazione, saranno cambiati anche i grafici. In particolare il grafico del rapporto spettrale H/V avrà il seguente aspetto:



4. L'ellisse di colore rosso nella precedente immagine, contorna una zona del rapporto spettrale H/V medio con una eccessiva deviazione standard, rappresentata dalle curve in colore blu. Al fine di ottenere un buon risultato, è necessario ridurre l'ampiezza dello spazio compreso tra le due curve blu della deviazione standard. Per fare ciò possiamo sfruttare la mappa della stazionarietà che ci permette di distinguere quegli spettri che hanno forti componenti nelle frequenze dove la deviazione standard è eccessiva, in quanto la mappa della stazionarietà raccoglie tutti i rapporti spettrali di ciascuna finestra selezionata nella precedente fase dell'analisi.

5. Prima di scartare le finestre che generano una eccessiva deviazione standard, è possibile modificare il tipo di lisciamiento da adottare per le curve spettrali. Nella sezione denominata "Lisciamiento" è possibile infatti optare fra più possibilità. Ai soli fini del tutorial impostiamo il tipo di lisciamiento secondo Konno & Ohmachi come nella seguente figura

Lisciamiento

Tipo lisciamiento: Triangolare proporzionale

Percentuale lisciamiento [%]: Konno & Ohmachi

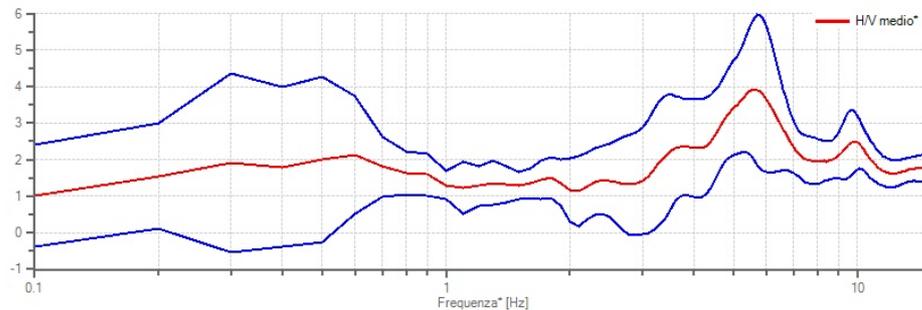
Tapering: Media mobile

Triangolare costante

Triangolare proporzionale

Spettro H/V

Premendo il pulsante "Aggiorna" si otterrà il seguente grafico del rapporto spettrale:

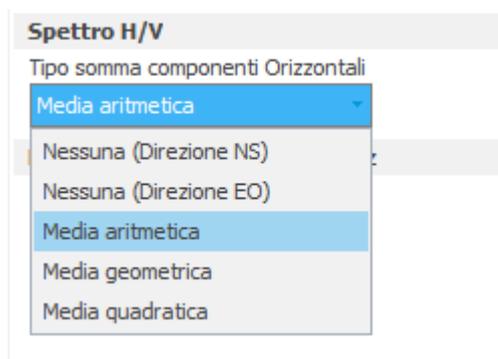


Dall'immagine sopra è possibile cogliere come la modifica del tipo di lisciamento influenzi l'andamento della curva del rapporto spettrale medio e della sua deviazione standard, pur lasciandone inalterato il contenuto. Infatti il picco della curva rimane pressoché alla stessa frequenza.

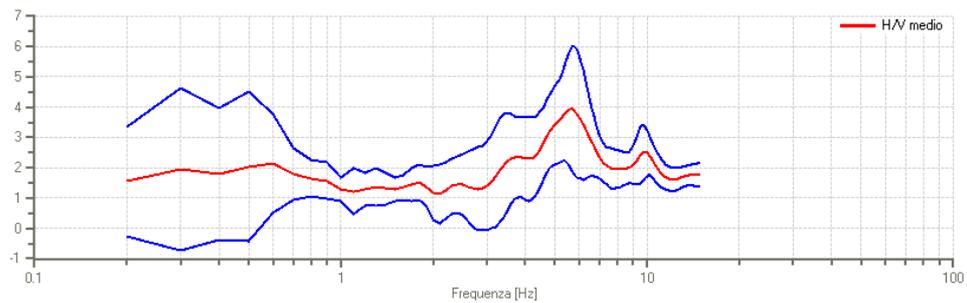
Per ulteriori informazioni riguardanti i tipi di lisciamento ed i loro parametri vedere la relativa sezione del presente manuale.

6. Riportiamo ora il tipo di lisciamento a "Triangolare proporzionale" lasciando la percentuale di lisciamento al 10 %, e premiamo aggiorna per tornare alle condizioni precedenti.

7. Andiamo a modificare il tipo di somma direzionale, e da "media aritmetica" la cambiamo in "media geometrica" come indicato nella seguente figura

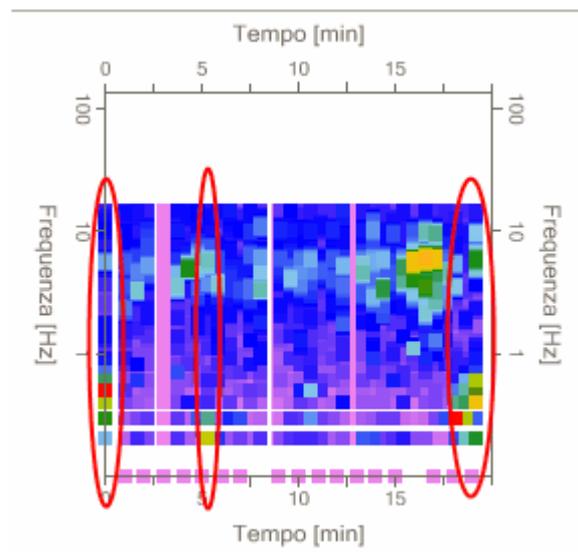


8. Premendo il pulsante "Aggiorna", il grafico del rapporto spettrale H/V medio cambia assumendo la seguente forma:

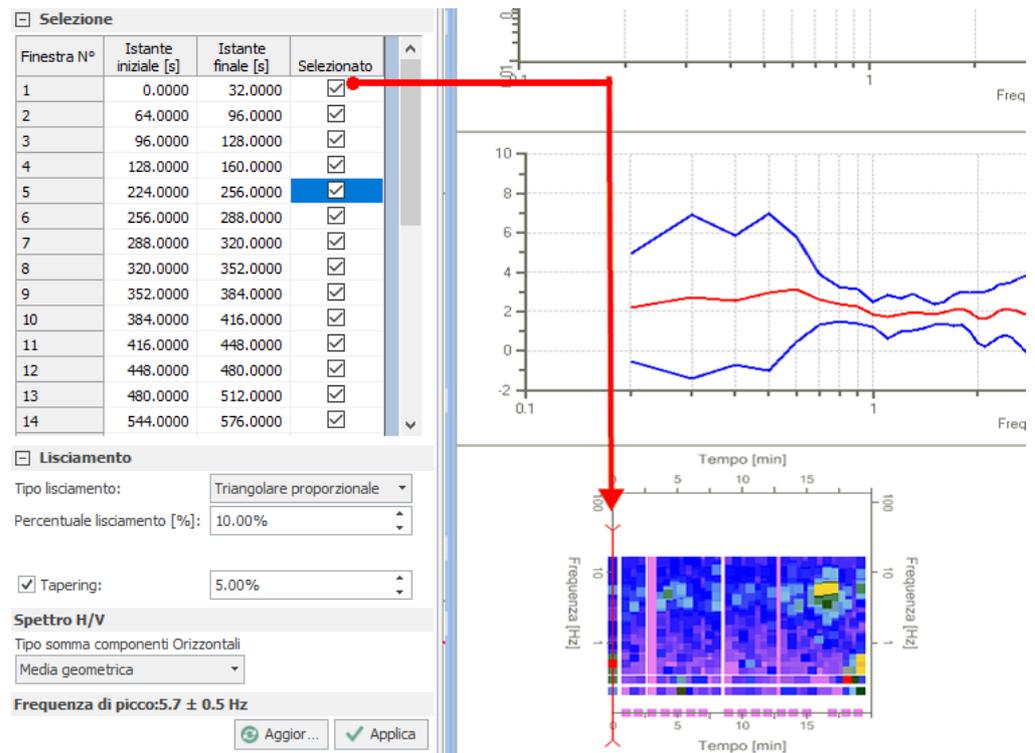


E' possibile notare che per questo caso la differenza sostanziale risiede nell'aumento delle ordinate della curva. Per maggiori dettagli sulle tipologie di somme direzionali vedere la relativa sezione del presente manuale.

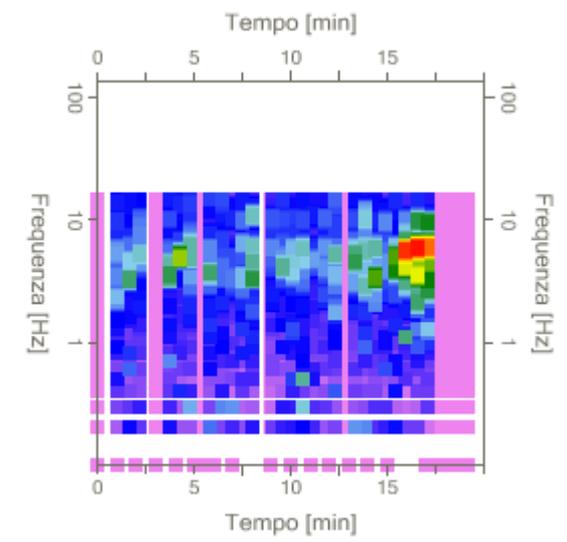
9. Osserviamo ora la mappa della stazionarietà:

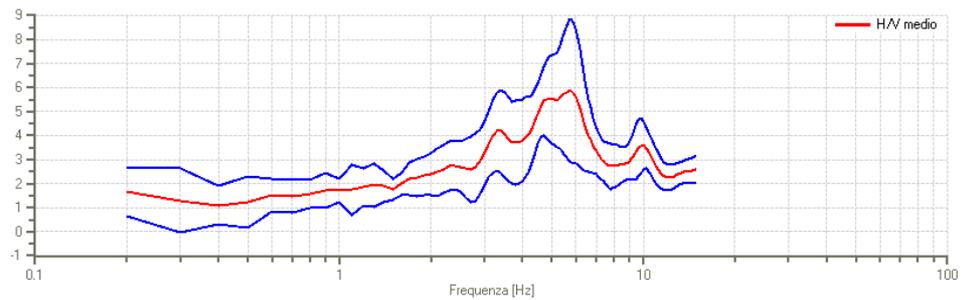


Questa mappa ci fornisce delle utili informazioni per distinguere quali finestre debba essere escluse dall'analisi. Nell'immagine sopra sono stati evidenziati gli spettri di quelle finestre che hanno una grossa componente nelle frequenze dove la deviazione standard è elevata. E' possibile distinguere tali finestre dal fatto che hanno dei "quadratini" rossi e gialli alle suddette frequenze. Per escludere tali finestre è possibile cliccare sulla mappa in corrispondenza di tali "quadratini". Questo comporterà la selezione della relativa finestra all'interno della tabella della sezione "Selezione"



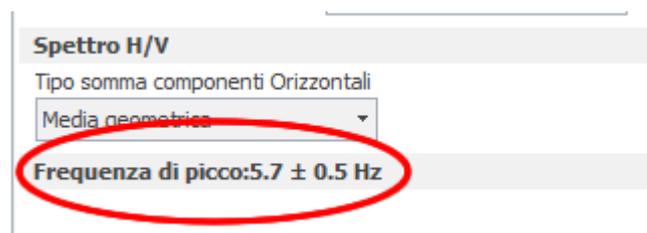
10. Togliendo il segno di spunta nella colonna "Selezionato" della riga associata allo spettro da escludere e premendo "Aggiorna", tale finestra non verrà considerata nella generazione della curva del rapporto spettrale H/V. Ripetendo l'operazione per tutte le finestre evidenziate nella precedente mappa della stazionarietà si ottiene il seguente risultato:





Come si può ben vedere, l'ampiezza del corridoio individuato dalle due curve blu della deviazione standard evidenziato nelle precedenti immagini è diminuito sensibilmente. Il rapporto spettrale che così si ricava può essere ritenuto quindi valido ovvero significativo per la registrazione.

11. Nella parte in basso a sinistra della finestra dell'applicazione, è possibile leggere la frequenza in cui è localizzato il picco della curva del rapporto spettrale H/V medio con la sua incertezza come nella figura sottostante:

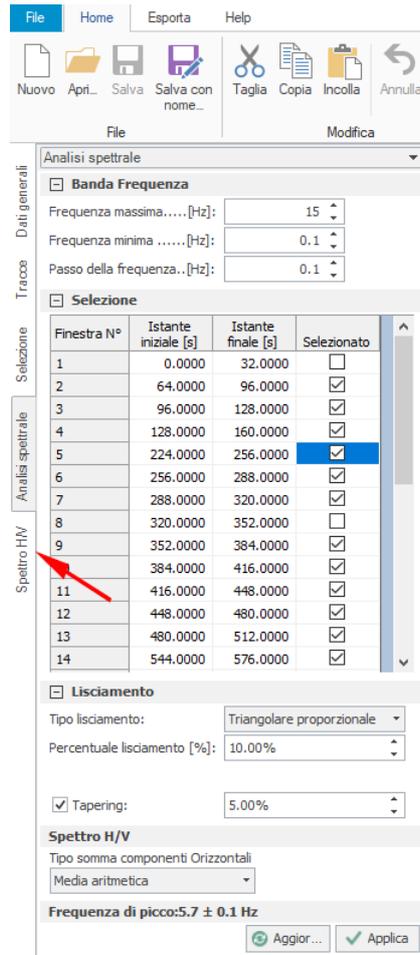


6.4 Passo 4- Verifiche di affidabilità

In questo passo del tutorial vedremo come ottenere una curva del rapporto spettrale H/V con il suo picco sufficientemente attendibili.

E' possibile caricare il file "Step_3" all'interno della cartella del tutorial, contenente i dati necessari a procedere da questo punto del tutorial in avanti.

1. Clicchiamo innanzitutto sul tab denominato "Spettro H/V" come indicato in figura



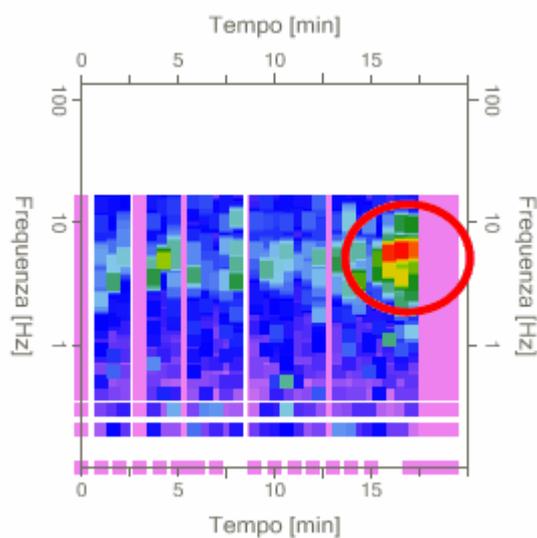
2. La prima cosa che si nota è l'indicazione che alcune verifiche non sono state superate come mostrato in figura

Queste sono verifiche suggerite dal progetto SESAME per valutare l'affidabilità della curva relativa al rapporto spettrale H/V e del suo picco. In questo esempio non risultano verificate quelle relative al picco della curva per cui la deviazione standard risulta eccessiva. Queste verifiche possono anche non essere prese in considerazione: spetta solo all'utente scegliere se tenerne conto o trascurarle. Per completezza del tutorial, in questo caso decidiamo di considerarle cercando di ottenere l'aderenza dei risultati a quelli attesi dal progetto SESAME.

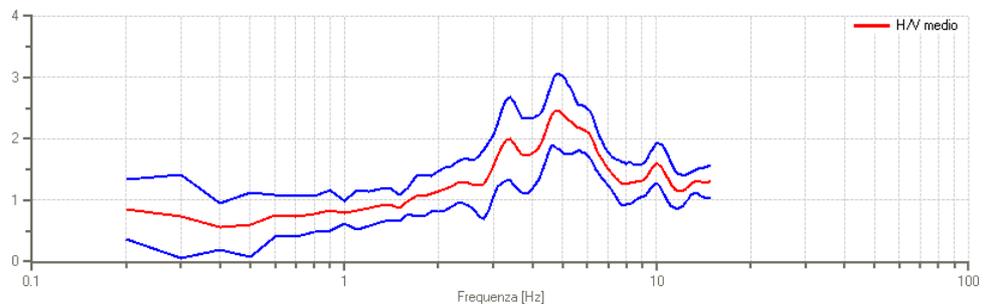
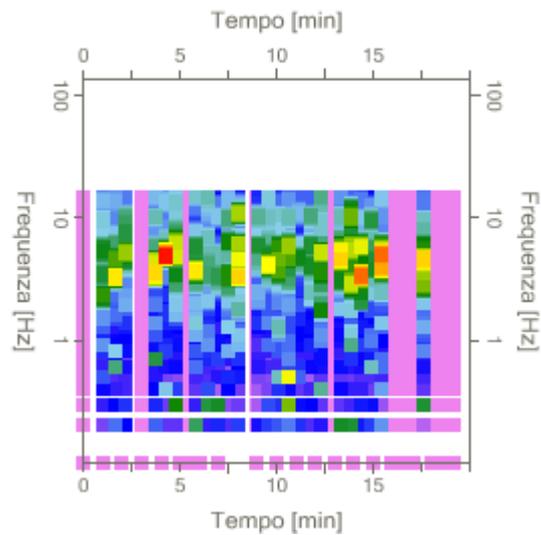
3. La prima delle due verifiche non superate, ci dice che il picco di almeno una delle due curve della deviazione standard si trova ad una distanza relativa in frequenza maggiore del 5%. Le operazioni che si possono eseguire al fine di rientrare in questo limite sono quelle di eliminare delle finestre che "disturbano" troppo la media, o

modificare il modo in cui vengono sommati gli spettri direzionali. La somma direzionale degli spettri può infatti amplificare maggiormente il rapporto spettrale e la sua deviazione standard, creando un picco non molto distinto. Ai fini di questo tutorial proveremo entrambe le soluzioni.

4. Torniamo nel tab denominato "Analisi spettrale", e concentriamoci ancora una volta sulla mappa della stazionarietà. Si può notare in corrispondenza della frequenza di picco della curva relativa al rapporto spettrale H/V la presenza di alcuni spettri con un contenuto accentuato (vedi figura sottostante).



Si può ancora notare che nella zona evidenziata esiste una forte variabilità degli spettri. Escludendo le relative finestre dall'analisi globale, è possibile ridurre la deviazione standard del rapporto spettrale H/V. Per eliminare le succitate finestre è sufficiente procedere come illustrato nel precedente passo del tutorial, ottenendo quindi i seguenti risultati:



Le finestre eliminate sono quelle che hanno i seguenti istanti iniziali: 960, 992 e 1024.

Se si passa al tab denominato "Spettro H/V", si potrà vedere come ora tutte le verifiche risultano superate.

5. Come abbiamo detto in precedenza ora vedremo di modificare semplicemente il tipo di somma direzionale. Torniamo indietro nel tab denominato "Analisi Spettrale".

6. Premiamo "Annulla" nel menù principale: in questo modo ci porteremo nella condizione in cui eravamo in precedenza in cui non erano state escluse le tre finestre appena escluse.

7. Modifichiamo il tipo di somma direzionale ed impostiamola su "Media aritmetica" e premiamo "Aggiorna". Passando al tab denominato "Spettro H/V", potremo notare che tutte le verifiche sono soddisfatte. In questo caso la modifica della somma direzionale ha funzionato in quanto la differenza che portava a non superare la verifica era minima. In una situazione del genere è appunto preferibile optare per una scelta del genere piuttosto che

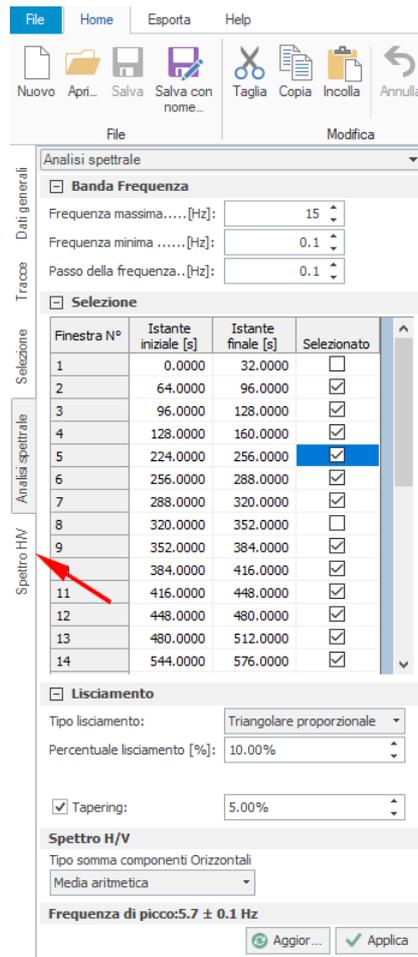
scartare della finestre, poichè in quest'ultimo caso avremmo diminuito ulteriormente i dati utili ai fini del calcolo mentre, modificando il tipo di somma direzionale, abbiamo semplicemente optato per una scelta fra tutte quelle possibili che non inficiano in alcun modo il risultato, ma che rappresenta semplicemente uno dei modi possibili di sommare gli spettri nelle direzioni orizzontali.

6.5 Passo 5- Modello stratigrafico

In questo passo del tutorial vedremo come ottenere un modello stratigrafico che ben approssimi il comportamento descritto dal rapporto spettrale H/V ricavato.

E' possibile caricare il file "Step_4" all'interno della cartella del tutorial, contenente i dati necessari a procedere da questo punto del tutorial in avanti.

1. Clicchiamo innanzitutto sul tab denominato "Spettro H/V" come indicato in figura



2. All'interno della sezione "Modello" scegliamo l'opzione "Ricerca automatica", ed attraverso il pulsante aggiungi con la seguente

icona     , aggiungiamo tre strati (premiamo il tasto tre volte)

3. Nella colonna denominata "Spessore" della prima riga della tabella, mettiamo il valore "2", mentre per la colonna denominata "Vs" della medesima riga immettiamo il valore 120.

4. Sempre nella stessa riga mettiamo il segno di spunta nelle caselle relative alle colonne denominate "Blocca spessore" e "Blocca velocità", questo in quanto nelle analisi di HVSR, al fine di ottenere un buon risultato, è necessario conoscere i dati effettivi almeno del primo strato.

5. Successivamente modifichiamo il valore della colonna denominata "Massimo spessore" della seconda riga, ponendolo pari a 20, e per la colonna denominata "Vs Max" della stessa riga poniamo 500

6. nella colonna denominata sempre "Vs Max" della terza riga poniamo il valore di 900, e per la colonna denominata "Vs min" poniamo 400. Con tutti questi dati appena immessi abbiamo semplicemente ristretto gli intervalli di ricerca della ricerca automatica.

Ricerca manuale Ricerca automatica

Tabella Modello principale



Sintetizza

Stratc	Spessore min [m]	Spessore [m]	Spessore max [m]	Blocca spessore	Peso Unità Vol.	Poisson	Vs min [m/s]	Vs [m/s]	Vs max [m/s]	Blocca velocità
1	1	2	100	<input checked="" type="checkbox"/>	18	0.3	100	120	2000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	1	1	20	<input type="checkbox"/>	18	0.3	100	200	500	<input type="checkbox"/>
3	1	1	100	<input checked="" type="checkbox"/>	18	0.3	400	100	900	<input type="checkbox"/>

7. Cliccando ora sul pulsante "Ricerca", sul grafico del rapporto spettrale H/V si ottiene un'ulteriore curva che rappresenta l'ellitticità del modello stratigrafico contenuto nella tabella. **NOTA BENE:** quello appena ottenuto, non rappresenta l'esatto modello stratigrafico che può generare la curva H/V, ma solo una sua stima. Modificando i parametri all'interno della tabella è possibile "sintonizzare" meglio il modello stratigrafico con la suddetta curva. La ricerca automatica è solo un aiuto per l'utente in modo da non dover iniziare a cercare un modello attendibile partendo dal nulla. La ricerca automatica fornisce una semplice stima. L'utente ha il compito di perfezionare la stima così ottenuta in modo che la curva dell'ellitticità ben interpreti il comportamento del rapporto spettrale H/V secondo i criteri e le osservazioni che l'utente stesso riterrà opportune.

8. Modificando uno qualsiasi dei valori presenti nella tabella che non riguardi un limite dell'intervallo di ricerca, e premendo il pulsante denominato "Sintetizza", è possibile verificare il risultato in termini di ellitticità sul grafico del rapporto spettrale H/V

9. Nella sezione dedicata ai risultati si possono leggere il valore della frequenza in cui è localizzato il picco dell'ellitticità ed il Vs30

associato alla stratigrafia presente nella tabella del modello principale.

Risultati	
Frequenza massimo H/V medio:	5.7 Hz (+0.48)
Frequenza massimo ellitticità:	14.9 Hz
Profondità piano di posa:	<input type="text" value="1"/>
Vseq:	358.44 m/s ...

Alcune osservazioni

La ricerca automatica è solo di ausilio all'utente. Nulla vieta di procedere con la ricerca manuale inserendo il numero di strati con le caratteristiche che si ritiene più opportune.

Il valore di disadattamento non è da intendere in senso assoluto, ma solo relativo, ovvero è utile solo nel confronto tra due modelli, e non è indicativo di una forte vicinanza della curva dell'ellitticità con quella del rapporto spettrale H/V, per quanto in una situazione ideale (non praticamente realizzabile), un valore di disadattamento pari a zero significherebbe una perfetta coincidenza tra le due curve. Tale situazione asintotica non sarebbe comunque indicativa di una soluzione del problema di inversione HVS. Quindi il valore di disadattamento è solo un parametro utile nel confronto tra i vari modelli di cui si è valutata la curva dell'ellitticità.

La ricerca automatica può essere effettuata più volte, poichè i dati della stratigrafia all'inizio della ricerca sono un punto di partenza intorno al quale vengono cercate soluzioni eventualmente migliori di quelle precedentemente trovate.

Ogni modello che si calcola può essere memorizzato e gestito mettendo il segno di spunta su "Visualizza più modelli", ed attraverso i pulsanti "Memorizza" e "Rimuovi". Una volta memorizzato un modello, questo viene riportato nella tabella dei modelli nell'ordine in cui è stato aggiunto, mostrando oltre che al nome anche il suo relativo valore di disadattamento. Il modello è richiamabile semplicemente selezionando la relativa riga all'interno della tabella dei modelli.

7 Importazione da testo e file SAF

La finestra di dialogo per l'importazione delle tracce da file di testo, permette di estrarre i relativi dati comunque formattati grazie alle funzionalità illustrate di seguito:

Sezione Lettura Tracce

In questa sezione sono raccolte le informazioni utili a localizzare nel file di testo presente sulla destra della finestra di dialogo la posizione dei dati necessari.

Indice prima riga

In questo campo viene indicata la riga in cui è presente la prima riga dei dati delle tracce.

N.B.: Per avere una lettura immediata della riga all'interno del file di testo sulla destra della finestra di dialogo, cliccare in un punto della riga così da posizionarvi il cursore: in questo modo, in basso ed accanto alla barra di avanzamento, viene visualizzato il numero di riga.

Indice prima colonna

In questo campo viene indicata il numero ordinale della colonna in cui compare il primo dato delle tracce.

Indice riga frequenza di campionamento

In questo campo viene indicata la riga in cui è posizionato il dato relativo alla frequenza con la quale sono stati registrati i campioni delle tracce. Per conoscere la posizione valgono le medesime considerazioni per il campo "Indice prima riga". La frequenza così letta verrà indicata nel relativo campo in basso nella finestra.

N.B.: Alcune volte viene riportata l'intervallo di campionamento che rappresenta l'inverso della frequenza di campionamento. Anche se si mette un indice errato, la procedura prosegue supponendo una frequenza di campionamento pari ad 1, che comunque verrà visualizzata nel campo suddetto, e che potrà essere successivamente modificata.

Carattere di separazione

In questo campo è possibile scegliere un carattere, od immetterne uno a scelta, che rappresenta il carattere adoperato nel file di testo da importare per separare i dati tra di loro (tipicamente tra un dato e l'altro è presente almeno uno spazio separatore).

Sezione Riordino canali

Poiché i file possono essere organizzati in vari modi, in questa sezione è possibile associare ad ogni canale di Easy HVSR una precisa colonna del testo in estrazione.

Esempio

Immaginiamo che le colonne delle tracce nel file di testo siano organizzate nel seguente ordine: Verticale; Nord-Sud; Est-Ovest. Per poter leggere correttamente le informazioni è quindi necessario riorganizzare l'estrazione ponendo nei campi relativi a ciascun canale i seguenti valori (in ordine): 2, 3 e 1.

Estrai

Il pulsante denominato Estrai permette di avviare la procedura di estrazione dei dati dal file di testo caricato nella finestra di dialogo, che vengono così riportati nella tabella subito accanto al pulsante stesso per controllare l'effettiva correttezza dell'estrazione. Durante il processo di estrazione la barra di avanzamento mostra lo stato dell'estrazione.

OK e Annulla

Attraverso i due pulsanti denominati OK e Annulla è possibile rispettivamente accettare o scartare il processo di estrazione dati fino a quel momento eseguito.

8 Geoapp

Geoapp: la più grande suite del web per calcoli online

Gli applicativi presenti in Geostru Geoapp sono stati realizzati a supporto del professionista per la soluzione di molteplici casi professionali.

Geoapp comprende oltre 40 applicazioni per: Ingegneria, Geologia, Geofisica, Idrologia e Idraulica.

La maggior parte delle applicazioni sono gratuite, altre necessitano di una sottoscrizione (subscription) mensile o annuale.

Perché si consiglia la subscription?

Perché una subscription consente di:

- usare applicazioni professionali ovunque e su qualunque dispositivo;
- salvare i file in cloud e sul proprio PC;
- riaprire i file per elaborazioni successive;
- servizi di stampa delle relazioni ed elaborati grafici;
- notifica sull'uscita di nuove applicazioni ed inclusione automatica nel proprio abbonamento;
- disponibilità di versioni sempre aggiornate;
- servizio di assistenza tramite Ticket.

8.1 Sezione Geoapp

Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia

Tra le applicazioni presenti, una vasta gamma può essere utilizzata per **HVSR**. A tale scopo si consigliano i seguenti applicativi:

- Classificazione suoli NTC2018
- Zone sismogenetiche
- Mappa dei Rischi dei Comuni Italiani
- Classificazione delle terre SMC
- Parametri Sismici PRO

9 Contatti

	 Telefono
	0690289085
	 Email
	info@geostru.eu office@geostru.eu
	 Orari
	Lunedì-Venerdì Ore 9-17
	 Supporto
Per il servizio di assistenza usare preferibilmente l'area dedicata di supporto (Ticket). Per informazioni si prega di visitare il sito www.soeg.it .	

