



PROVINCIA  
DI VENEZIA

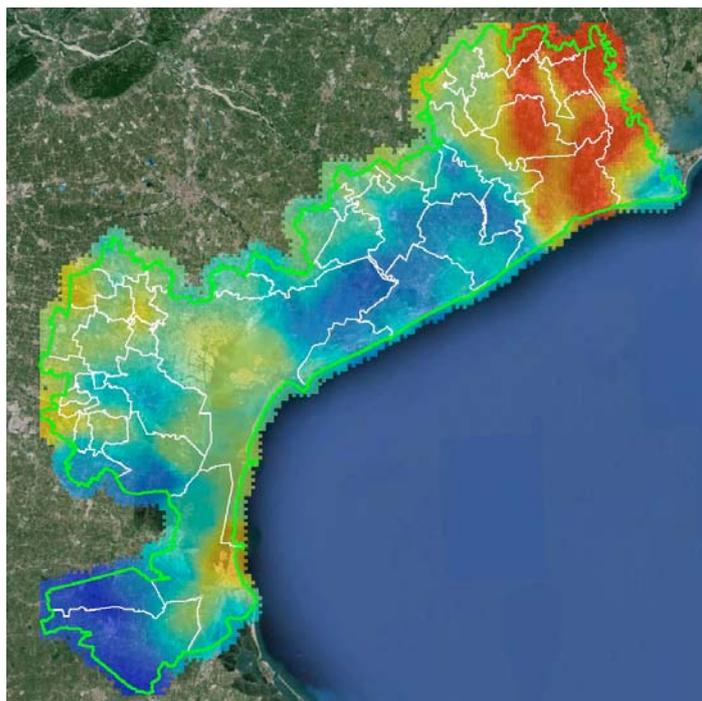
Regione:

Veneto

Provincia:

Venezia

Comune:



Titolo:

Studio di zonazione geo-sismica  
della provincia di Venezia

Progetto:

RISVE - Rischio Sismico nella provincia di VENEZIA

Autori:

R. Francese, A. Bondesan e M. Giorgi



Codice rapporto:

OGS 2014/33  
GEO 4 GIANT

Revisione:

00

Data:

Maggio, 2014

OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - Sezione di Ricerca GEO  
Borgo Grotta Gigante, 42/c, 34010 Sgonico, Trieste, Italy

# Studio di zonazione geo-sismica della provincia di Venezia

## Rapporto conclusivo

### INDICE

1. INTRODUZIONE	pag.	1
2. INQUADRAMENTO GENERALE	pag.	1
2.1. Pericolosità sismica regionale	pag.	2
3. COSTRUZIONE DELLA MAPPA SEMPLIFICATA DELLE TESSITURE DEL SEDIME	pag.	7
4. METODOLOGIA SPERIMENTALE	pag.	8
4.1. Stima del profilo della VS dalla curva di dispersione delle onde di superficie	pag.	8
La tecnica ReMi	pag.	9
4.2. Misura della frequenza fondamentale di sito	pag.	12
Le vibrazioni del suolo	pag.	12
5. ACQUISIZIONE DEI DATI SISMICI	pag.	15
5.1. Strumentazione e rete di misura	pag.	15
6. ELABORAZIONE DEI DATI SISMICI	pag.	17
7. ELABORAZIONE DEI DATI GEOTECNICI	pag.	21
8. RISULTATI	pag.	21
8.1. Mappa della Vs30	pag.	21
8.2. Mappa del valore del rapporto H/V	pag.	23
8.3. Mappa della liquefacibilità potenziale delle sabbie	pag.	26
8.4. Mappa sperimentale dell'indice geosismico	pag.	28
9. CONSIDERAZIONI FINALI	pag.	30

### APPENDICI

A                      Spettri ReMi

### INDICE TAVOLE FUORI TESTO

Tav.A	Mappa della velocità delle onde di taglio nei depositi superficiali
Tav.B	Mappa di ampiezza del rapporto H/V
Tav.C	Mappa della liquefacibilità potenziale dei depositi sabbiosi
Tav.D	Mappa sperimentale dell'indice geosismico

## 1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto descrive le basi teoriche, le metodologie operative ed i risultati ottenuti nell'ambito dell'incarico conferito all'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste dall'Amministrazione Provinciale di Venezia per la redazione di uno studio di mesozonazione geo-sismica del territorio provinciale.

lo studio è finalizzato ad una prima definizione degli effetti di sito attesi attraverso una modellazione alla scala regionale delle strutture sedimentarie superficiali e sepolte in rapporto ai caratteri litologico-tessiturali ed alle geometrie e proprietà elastico-acustiche del sottosuolo.

Lo studio si è articolato prevalentemente in tre fasi che corrispondono alla stesura di altrettante carte tematiche: la mappatura della velocità delle onde trasversali nei terreni più superficiali, la misura delle frequenze di risonanza dei siti e delle relative ampiezze e infine la stima del potenziale di liquefazione dei corpi sabbiosi. Questi tre parametri corrispondono, nelle zone di pianura, ai tre principali fattori di controllo degli effetti di sito e la loro elaborazione congiunta in associazione con i dati disponibili consente di addivenire ad una prima zonazione del territorio in chiave sismica. Si tratta di uno studio geofisico di un'area molto vasta, il primo di questo genere sul territorio veneziano, che ha quindi un carattere regionale di inquadramento e che servirà come base di partenza per gli studi di approfondimento sulle diverse sismiche condizioni locali.

Una particolare attenzione è stata posta nella progettazione della rete di misura che è stata ottimizzata in funzione delle informazioni geologiche disponibili privilegiando la copertura delle diverse unità deposizionali piuttosto che predisporre una rete di misura con classica maglia quadrata. Questo approccio, a guida geologica, rispetto a quelli tradizionali, presenta un grande vantaggio che è quello di limitare il numero di stazioni di misura privilegiando la caratterizzazione delle singole unità geologiche e riducendo l'influenza della geometria della griglia di campionamento sulla successiva fase di generalizzazione delle misure e di interpolazione dei dati sull'intero territorio.

## 2. INQUADRAMENTO GENERALE

La provincia di Venezia occupa un'area dell'estensione approssimativa di 2500 kmq dei quali circa 2000 kmq sono rappresentati da territorio di pianura e circa 500 kmq da superficie lagunare. Lo studio ha coperto tutto il territorio che risulta costituito dai complessi deposizionali delle aste fluviali principali e cioè dei fiumi Adige, Brenta, Sile, Piave, Livenza e Tagliamento oltreché di una serie di piccoli fiumi minori che sfociano direttamente nell'Alto Mare Adriatico.

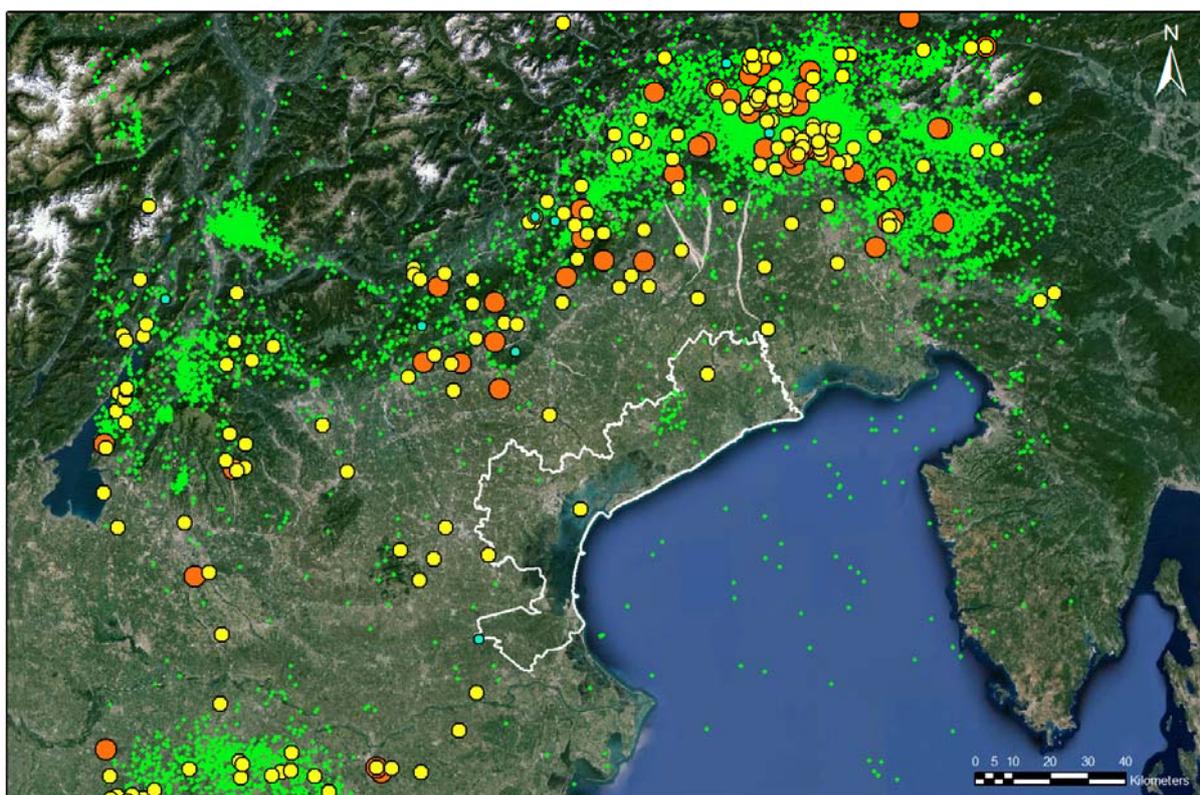
Da un punto di vista tettonico-strutturale, come verrà descritto nel successivo paragrafo, la bassa pianura veneta è zona caratterizzata da una continua subsidenza, che risulta più marcata verso l'asse padano e verso la fascia costiera. In questa zona è in evoluzione il sistema scledense (Slejko, 2003) e sono particolarmente significativi gli elementi del settore ad oriente della linea Schio-Vicenza.

## 2.1. Pericolosità sismica regionale

Per quanto concerne la pericolosità sismica del territorio veneto ci si può riferire alle mappe ufficiali elaborate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia (INGV) ed ai diversi studi condotti dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste (OGS) che gestisce la rete sismica del settore nord-orientale del territorio nazionale.

L'Italia nord-orientale (Figura 1) ed in particolare la zona veneto-friulana sono state storicamente colpite da numerosi terremoti particolarmente distruttivi con una maggiore frequenza nella fascia pedemontana (Verona, Vicenza, Gemona e Cividale) e prealpina (Belluno e Tramonti).

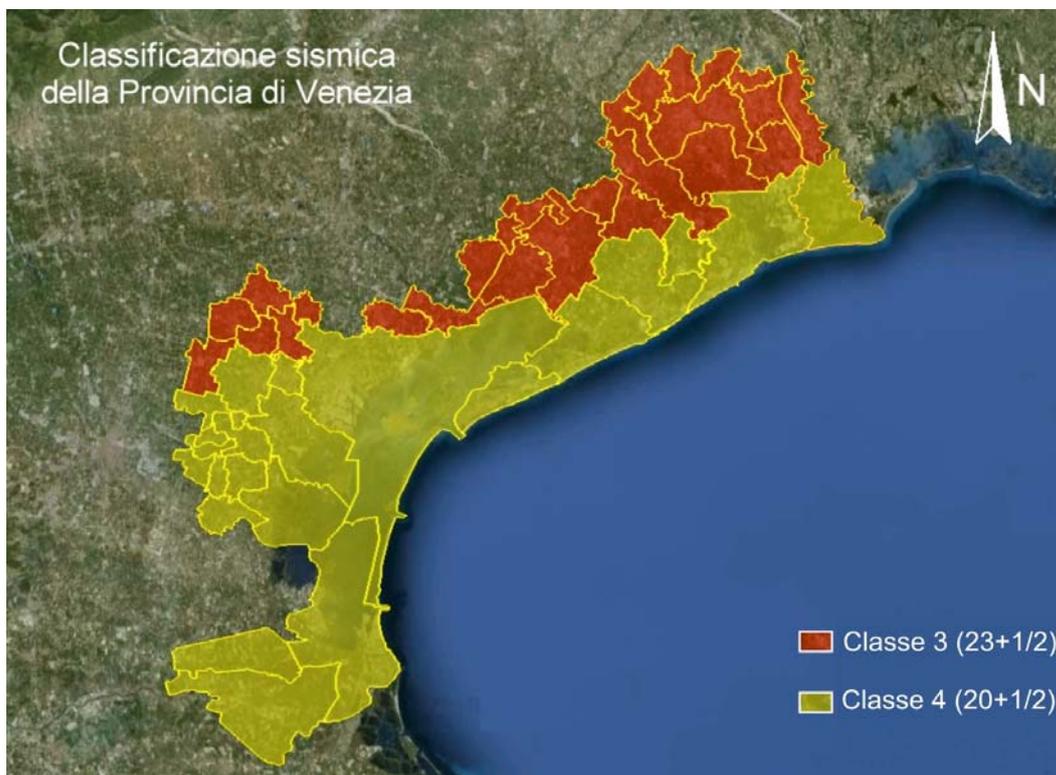
La sismicità nella fascia di media e bassa pianura ed in quella dei settori alpini risulta decisamente modesta. Altre zone attive sono la fascia di confine con la regione della Carinzia (Austria) e soprattutto la zona di confine con la Slovenia.



**Figura 1.** Terremoti storici e strumentali che hanno interessato l'Italia nord-orientale. I cerchi rossi rappresentano i sismi con magnitudo (M) superiore a 5 mentre i cerchi verdi indicano i terremoti strumentali (M<3). Fonti INGV ed OGS. Mappa aggiornata al 2011.

La maggior parte dei terremoti principali si sono verificati diversi secoli or sono e pertanto sia la localizzazione che l'intensità sono piuttosto incerti come ad esempio nel caso del terremoto del 1117 che una localizzazione non del tutto soddisfacente colloca nel Veronese. La parametrizzazione dei sismi è più precisa per alcuni di epoca storica quali i terremoti dell'Alpago (1873) e del Cansiglio (1936) in Veneto e di Tolmezzo (1926). Quello di Gemona (1976) in Friuli è stato misurato dalla rete.

Dal 2003 sono in essere i nuovi criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata magnitudo. L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni (Figura 2) con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.



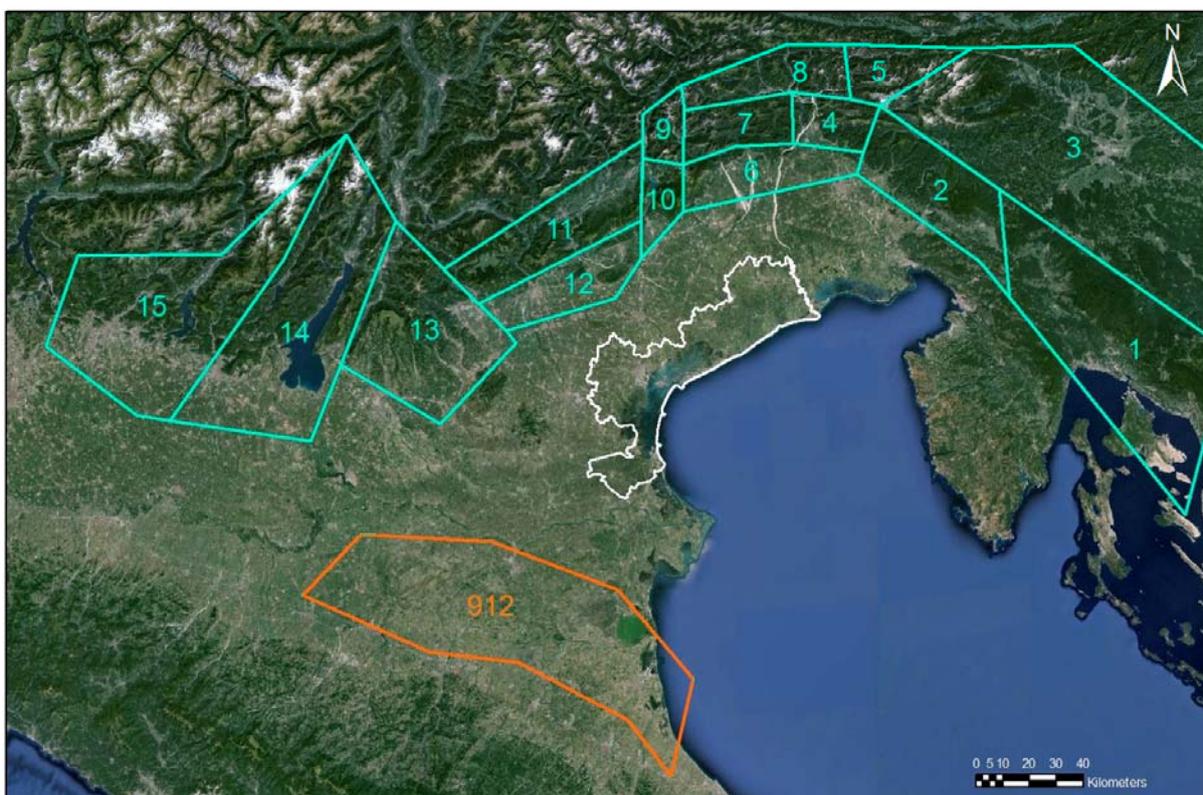
**Figura 2.** Classificazione sismica dei comuni del territorio provinciale (INGV, 2003).

La stima della pericolosità sismica si basa anche sulla zonazione sismogenetica che suddivide il territorio in aree caratterizzate da una certa omogeneità delle sorgenti sismogenetiche ivi ricomprese. La zonazione attualmente in uso è definita ZS9 ed è quella elaborata da Meletti e Valenzise (2004) ed è sempre parte dell'OPCM 3274. In questa zonazione il territorio nazionale è diviso in 36 zone (da 901 a 936). L'area di studio (Figura 3), come noto, non è ricompresa in zone sismogenetiche, ed è bordata dalle zone 905 e 906 verso nord e dalla zona 912 verso sud-ovest.

Le zone da 901 a 907 appartengono all'arco alpino. Nel settore delle zone 904, 905 e 906 vi è la convergenza tra la placca adriatica e quella europea ed è caratterizzato da strutture e pieghe sud-vergenti e dalle dislocazioni inverse e di svincolo ad esse associate. Nelle zone ad est del confine friulano le faglie sono di tipo trascorrente destro ad andamento dinarico (NW-SE).



**Figura 3.** Zonazione sismogenetica ZS9 ridisegnata da [Meletti e Valenzise \(2004\)](#) per le sole zone 904, 905, 906, 907 e 912.

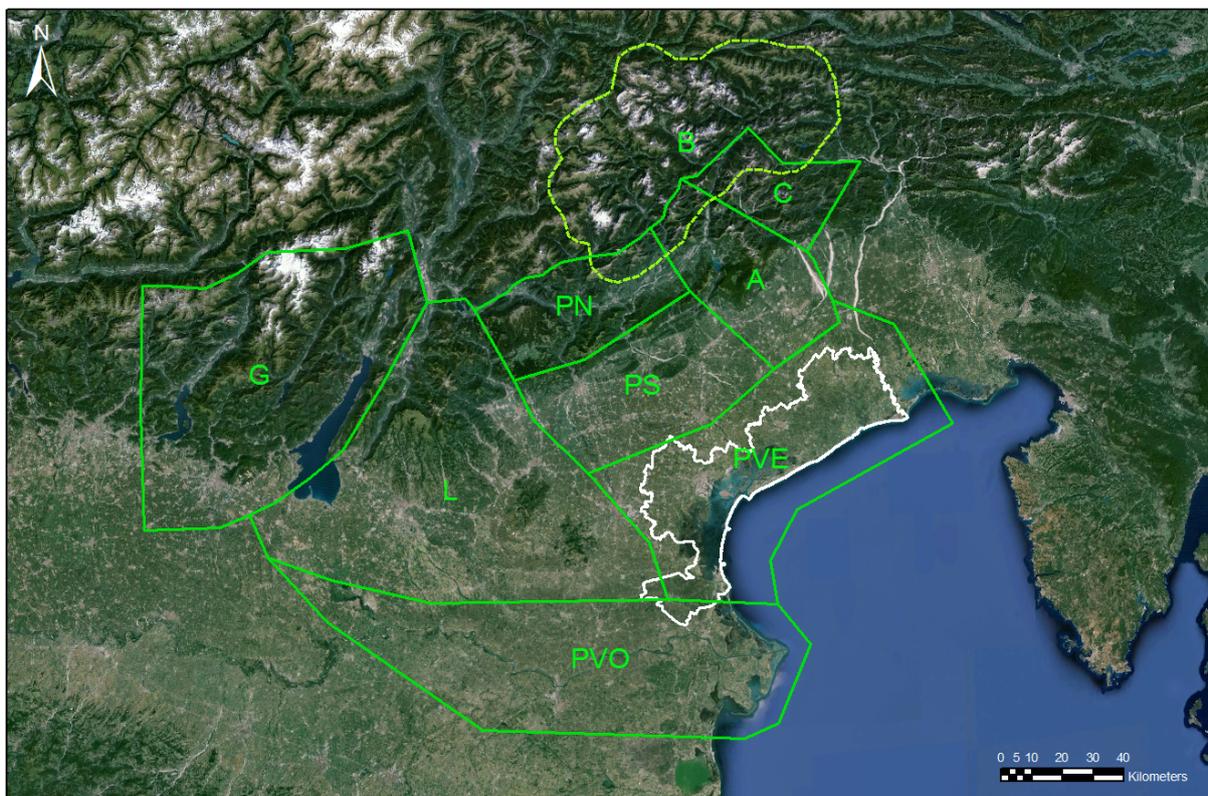


**Figura 4.** Zonazione sismogenetica così come riproposta da [Slejko \(2008\)](#).

La zona 907, ubicata ad ovest del lago di Garda, è invece caratterizzata da sismicità di energia medio bassa. Per la stessa area [Slejko \(2008\)](#) ha proposto una zonazione sismogenetica di maggior dettaglio ([Figura 4](#)) nella quale non cambiano le strutture tettoniche ma vengono definite con maggior grado di risoluzione le zone sismogenetiche dell'arco alpino che da 4 diventano 15 (da 1 a 15).

La zona 912, che appartiene all'Appennino settentrionale e centrale, è longitudinale rispetto all'asse della catena con presenza di strutture nord-est vergenti ed alle dislocazioni inverse e di svincolo ad esse associate. La zona 912 rappresenta la fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale dove la sismicità sembra evidenziare come la parte più attiva sia il fronte compressivo sepolto a ridosso del Fiume Po.

E' opportuno in questa sede ricordare anche un recente studio di [Sugan e Peruzza \(2011\)](#), al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento sulle tematiche sismologiche, che nel territorio della regione Veneto definisce 9 distretti i distretti sismotettonici ([Figura 5](#)).



**Figura 5.** Distretti sismotettonici del Veneto ridisegnato da [Sugan e Peruzza \(2011\)](#).

I distretti sono stati definiti sulla base di dati sismologici, elementi geologico-strutturali e informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva ([Sugan e Peruzza, 2011](#)).

Il distretto è stato definito in modo tale in quanto esso rappresenta un'area all'interno della quale si ritiene che i terremoti possano essere identificati da alcuni elementi sismogenetici comuni. Si tratta comunque ed inevitabilmente di una schematizzazione che, come noto, sono sempre riduttive e devono essere opportunamente contestualizzate nell'interpretazione dello specifico evento sismico.

In particolare i 9 distretti sono i seguenti:

G- Giudicarie;

L - Lessini-Schio ;

PS - Pedemontana Sud;

PN - Pedemontana Nord;

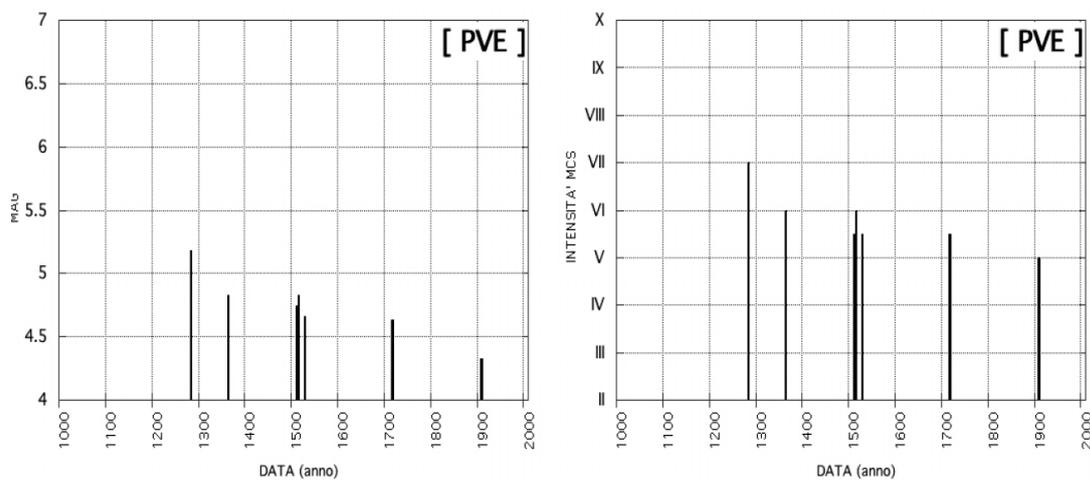
A - Alpi-Cansiglio;

C - Claut;

B - Alto Bellunese-Dolomiti;

PVE - Pianura Veneta Est;

PVO - Pianura Veneta Ovest.



**Figura 6.** Sismicità storica nel distretto PVE da [Sugan e Peruzza \(2011\)](#). La scala è espressa in Magnitudo (a sinistra) ed intensità epicentrale (a destra).

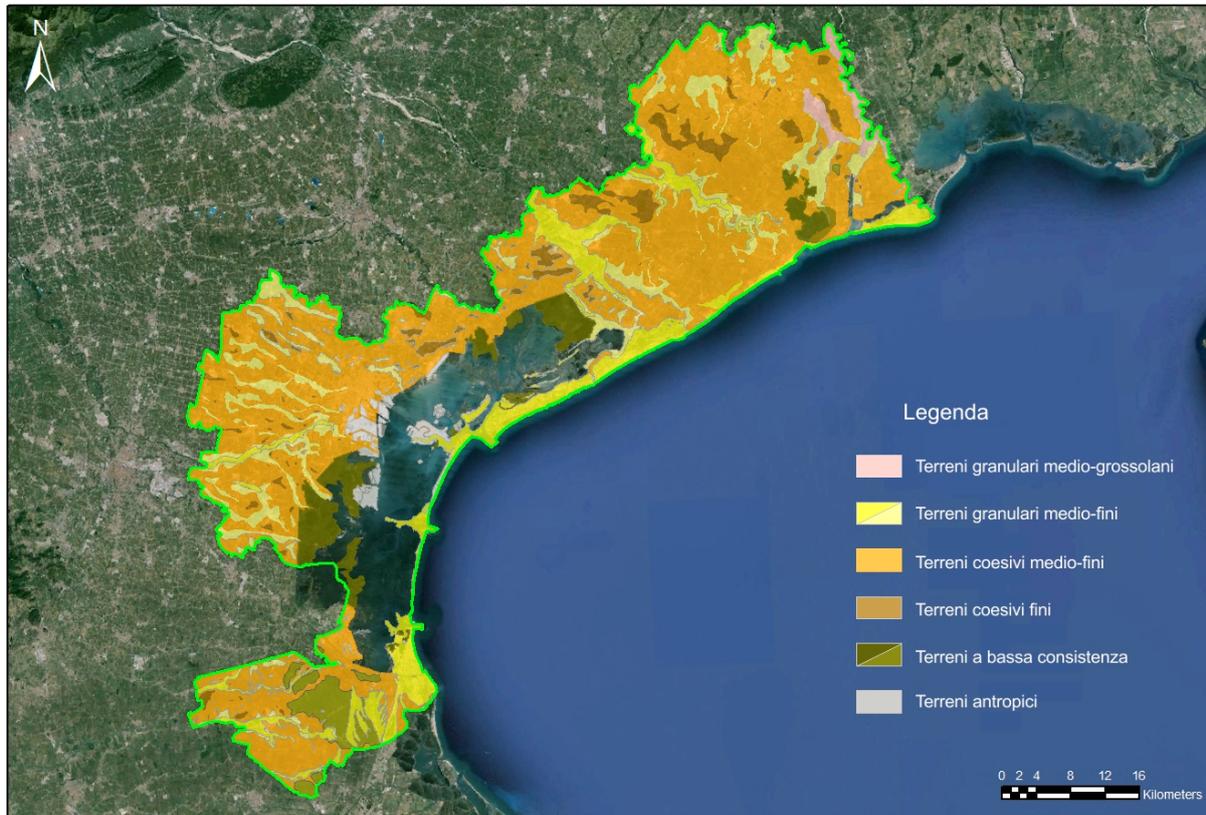
In termini di terremoti significativi ([Figura 1](#)) gli eventi di maggiore ampiezza si sono verificati in epoca storica ([Figura 6](#)) mentre la sismicità strumentale misurata a partire dall'entrata in operatività della rete OGS è risultata piuttosto bassa

L'attività neotettonica della Pianura Veneta Est si caratterizza in due aspetti principali: l'innalzamento del settore settentrionale e dalla subsidenza ([Zanferrari et al., 1982](#)) che interessa la rimanente porzione del settore PVE. Il tasso di subsidenza secondo gli studi più recenti ([Bondesan et al., 2008](#); [Fontana et al., 2008](#); [Zanferrari et al., 2008](#)) e sugli ultimi 125.000 anni decrescono rapidamente da SO a NE. Si passa infatti da oltre 1 mm/a nella zona a sud di Chioggia a 0.5-0.6 mm/a tra Venezia e il Livorno e infine a meno di 0.45 mm/a fra il Livorno e il Tagliamento dove è minimo lo spessore delle coperture del substrato mesozoico.

In questo distretto non sono state identificate sorgenti ed anche le soluzioni dei pochi meccanismi focali disponibili per l'area non sono adeguatamente vincolate.

### 3. COSTRUZIONE DELLA MAPPA SEMPLIFICATA DELLE TESSITURE DEL SEDIME

La ricostruzione evolutiva della pianura veneto-friulana indica per il territorio provinciale un modello con terreni di origine alluvionale, interdigitati a sedimenti lagunari e sabbiosi costieri.



**Figura 7.** Mapa semplificata delle tessiture del sedime.

I dati geotecnico-stratigrafici raccolti e rielaborati dal Servizio Geologico Provinciale costituiscono una delle più dettagliate banche dati stratigrafiche di tutto il territorio nazionale. Ciò ha permesso, attraverso diversi studi di raggiungere un buon grado di conoscenza dell'assetto geologico del suolo e del sottosuolo veneziano. Tra questi vi sono “Geomorfologia della Provincia di Venezia” (Bondesan et al., 2004) “Le unità geologiche della Provincia di Venezia” (Bondesan et al., 2008), “I geositi della Provincia di Venezia” (Bondesan et al., 2008), “I suoli della Provincia di Venezia” (Vitturi et al., 2008), l’“Atlante geologico della Provincia di Venezia” (Vitturi et al., 2012), e i “Sistemi idrogeologici della Provincia di Venezia-acquiferi superficiali” (Fabbri et al., 2013).

La mappa semplificata delle tessiture del sedime (Figura 7) ha costituito la base conoscitiva di partenza per la predisposizione della rete di caratterizzazione sismica, individuata da una serie di nodi (stazioni di misura del parametro  $V_{s30}$  e del rapporto H/V) distribuiti sul territorio provinciale in relazione alla distribuzione dei principali corpi deposizionali. Tale operazione è stata effettuata per integrazione, sovrapposizione e confronto di più livelli informativi.

La ricostruzione dell'assetto geologico è stata realizzata tenendo conto dei meccanismi deposizionali e dell'assetto paleoidrografico della pianura. È comunque importante sottolineare come tale

ricostruzione sia il risultato di un insieme di numerosi dati molto dettagliati per quanto riguarda il primo sottosuolo, ma piuttosto eterogenei alle profondità più elevate a causa dell'effettiva mancanza di dati geologici sperimentali. Tuttavia le attuali conoscenze sulle modalità di aggradazione della pianura e i dati geomorfologici noti hanno consentito di ricostruire i principali corpi sedimentari e le direttrici fluviali che hanno determinato lo spaglio dei sedimenti fluviali in bassa pianura.

## 4. METODOLOGIA SPERIMENTALE

### 4.1. Stima del profilo della $V_S$ dalla curva di dispersione delle onde di superficie

Le tecniche di misura dei microtremori (denominata anche degli stendimenti sismici lineari passivi) è una derivazione delle tecniche SASW (*Spectral Analysis of Surface Waves*) e MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) che si basano sull'elaborazione delle proprietà spettrali delle onde di superficie per la costruzione di un modello verticale di velocità di propagazione delle onde di taglio.

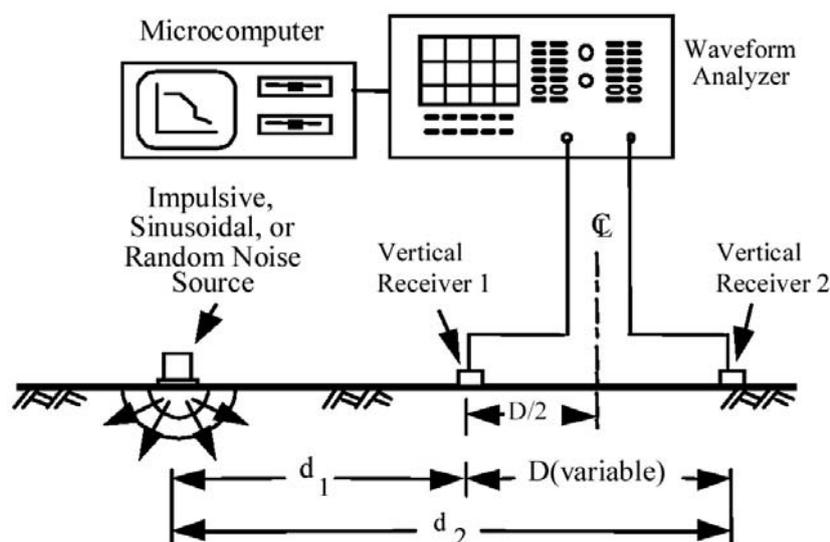
Il principio ispiratore della tecnica SASW e MASW è il carattere dispersivo delle onde di Rayleigh quando queste si propagano in un mezzo stratificato. La dispersione consiste nella variazione della velocità di fase a diverse frequenze. All'aumento della lunghezza d'onda (abbassamento di frequenza) la profondità coinvolta dalla propagazione dell'onda è via via maggiore. È quindi possibile, impiegando onde di un certo intervallo di frequenza, caratterizzare le proprietà acustiche dei terreni sino ad una certa profondità. La velocità delle onde di taglio viene ricavata sulla base della seguente equazione:

$$V_S \approx 0.9V_{\text{RAYLEIGH}} \quad (1a);$$

Il coefficiente che lega  $V_{\text{RAYLEIGH}}$  a  $V_S$  presenta una scarsa variabilità al variare del rapporto di Poisson e si considera quindi che il valore di 0.9 possa essere valido nella maggior parte dei casi.

Una volta che la curva di dispersione è stata calcolata dai dati si può impiegare una tecnica di modellazione diretta (*forward modeling*) associata a tecniche di *best fitting* per stimare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_S$ ).

I rilievi SASW (Stokoe et al, 1994) consistono nel fare misure di velocità di fase delle onde di superficie a varie lunghezze d'onda ed usare queste misure per calcolare la curva di dispersione del sito. In **Figura 8** compare un tipico schema di un sistema di registrazione per misure SASW. Le velocità di fase sono ricavate per confronto diretto degli spettri di ampiezza e fase di ciascuna coppia di sismometri, ottenuti istantaneamente in sito tramite un oscilloscopio che esegue una trasformata veloce di Fourier.



**Figura 8.** Tipico schema di strumentazione per misure SASW con un sistema a due canali di registrazione (tratto da Stokoe et al, 1994).

Tipiche spaziature dei ricevitori, per l'alta risoluzione, sono pari a 2, 3 e 5 m. Queste spaziature consentono di valutare il profilo di molti terreni sino alla profondità di 50-70 m.

La tecnica di rilievo MASW (Park et al., 1999) è stata sviluppata in parte per superare le difficoltà dell'applicazione dei rilievi SASW in ambienti rumorosi. La registrazione simultanea di 12 o più canali fornisce infatti una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase migliorando la qualità del processo analitico. Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di analizzare in post-elaborazione le onde di Rayleigh. Mediante una particolare analisi spettrale (*overtone analysis*) è possibile diagrammare velocità di fase e frequenza. In questo dominio è possibile distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie dal quale stimare la curva di dispersione e successivamente, mediante un processo di inversione, derivare il profilo 1-D della  $V_s$ . La ripetizione delle misure lungo un profilo a basi multiple consente di evidenziare le variazioni laterali della  $V_s$ .

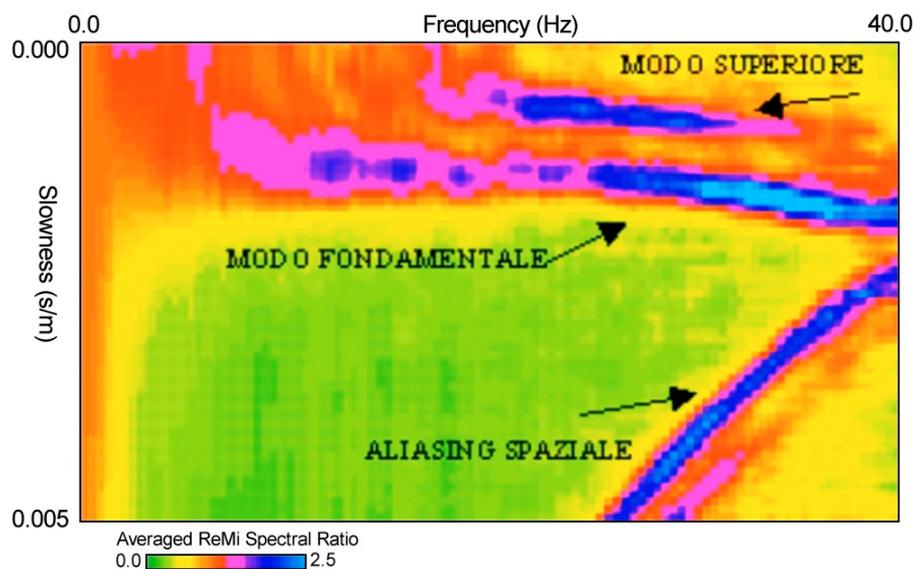
### La tecnica ReMi (*Refraction Microtremors*)

La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso dei microtremori prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J.Louie (2001) presso la Nevada University. Il metodo combina la semplicità operativa del SASW con l'elevata risoluzione nei terreni più superficiali propria del MASW. I microtremori vengono registrati mediante uno stendimento lineare da 12 o più geofoni a bassa frequenza senza la necessità di dover operare con un sorgente attiva. I dati vengono acquisiti mediante la classica strumentazione impiegata per i rilievi a rifrazione. Generalmente si impiegano geofoni con frequenza compresa nell'intervallo 4-14 Hz e tempi di registrazione di 15-30 s. L'impiego

di campionatori di elevata dinamica (i.e. superiori a 144 dB) consente poi di dimezzare la frequenza utile campionabile rispetto a quella nominale dei geofoni. È quindi teoricamente possibile registrare onde di superficie il cui contenuto in frequenza è compreso nell'intervallo tra 2 Hz e 25-30Hz. Questo intervallo, in condizioni ottimali, può consentire di stimare, con buon dettaglio, il profilo della  $V_S$  nei primi cento metri di profondità. Il rumore registrato viene convertito dal dominio  $x-t$  al dominio  $p-f$  (*slowness*-frequenza). Il parametro *slowness* ( $p$ ), detto anche parametro di raggio, corrisponde all'inverso della velocità secondo la (2a):

$$p \left[ \frac{s}{m} \right] = \frac{1}{V_{RAYLEIGH}}; \quad (2a);$$

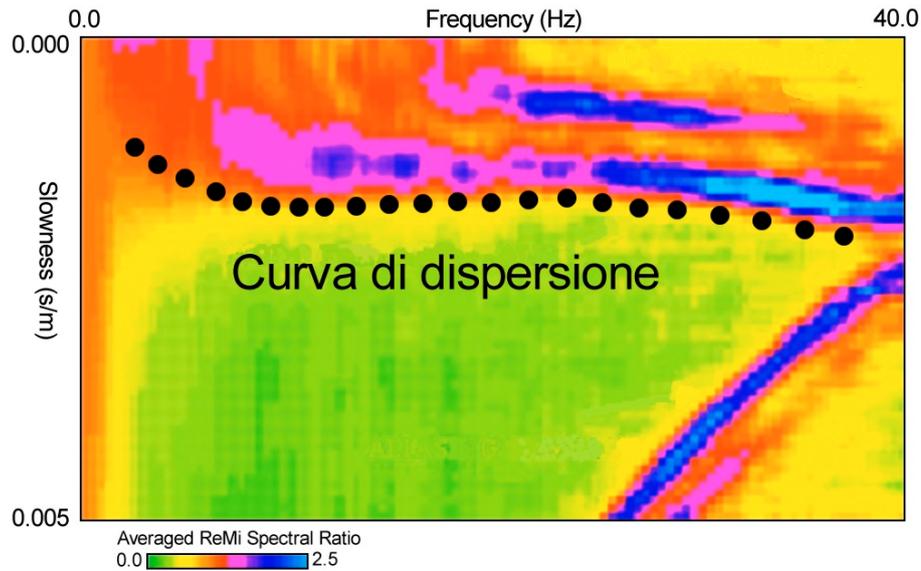
Un esempio di spettro di potenza ( $p-f$ ) delle onde di superficie (un esempio in tal senso è visibile in **Figura 9**).



**Figura 9.** Tipico spettro  $p-f$  di onde di Rayleigh nel quale si osservano un modo fondamentale ed una serie di modi superiori di vibrazione.

Nello spettro  $p-f$  (**Figura 9**) sono chiaramente visibili una serie di eventi che presentano elevata energia e coerenza di ampiezza e fase. In particolare si distinguono i lobi spettrali del modo fondamentale delle onde di superficie (con carattere tipicamente dispersivo) ed anche di alcuni modi superiori (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente). In questo dominio viene stimata la curva di dispersione del modo fondamentale. Questa fase di analisi del dato è particolarmente critica in quanto vi possono essere alcuni casi nei quali i rami dei modi superiori sono più energetici di quello del modo fondamentale.

Nel caso del dato ReMi si ipotizza che la posizione della sorgente (rumore ambientale) non sia nota e quindi la velocità spettrale è di una velocità apparente. La curva di dispersione viene quindi individuata nella zona di transizione tra la massima potenza spettrale e la zona dello spettro nella quale il segnale è nullo (**Figura 10**).



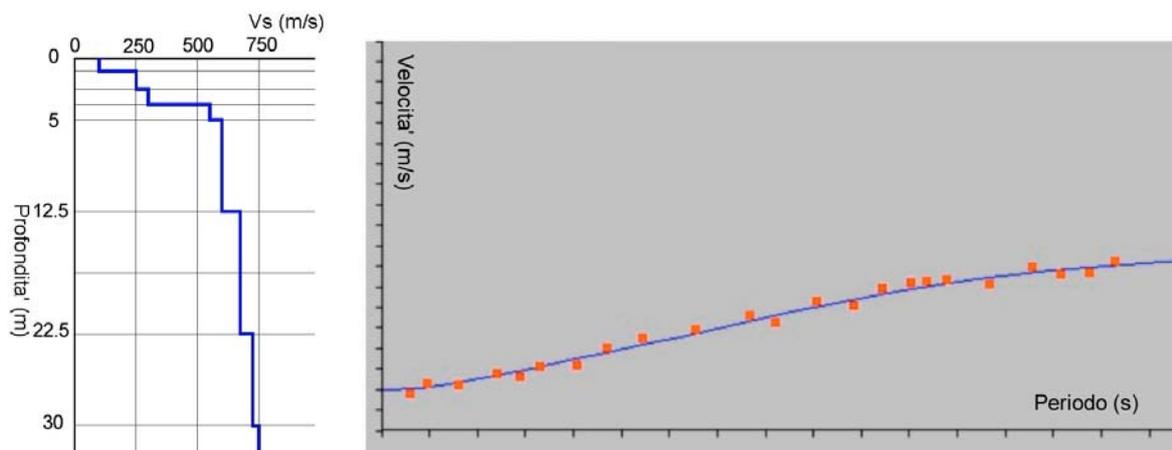
**Figura 10.** Esempio di determinazione (*picking*) della curva di dispersione del modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

Dopo aver individuato la curva di dispersione si procede con una tecnica di modellazione diretta e cioè si calcola la curva di dispersione teorica a partire da un modello acustico iniziale del sottosuolo (Figura 11). Il modello di sottosuolo viene quindi modificato, in termini di spessori e velocità delle onde S, sino a che la curva calcolata si sovrappone ai dati sperimentali. Lo scarto quadratico medio (errore RMS – *Root Mean Square*) tra misure sperimentali e curva calcolata è il principale indicatore di qualità del processo di modellazione. È evidente che in questo tipo di approccio solutorio non c'è univocità del risultato in quanto alla formazione del parametro fondamentale contribuiscono due variabili: lo spessore dello strato e la velocità e lo stesso valore parametrico può essere con combinazioni delle due variabili. In genere l'ambiguità viene risolta con l'ausilio di vincoli che consentano di "bloccare" una delle due variabili (disponibilità di dati stratigrafici o di altre misure geofisiche, ... etc.). Nel presente studio il problema dell'equivalenza non si pone in quanto la determinazione della  $V_s$  (come richiesto dalla normativa sismica nazionale) è stata fatta su uno spessore medio di 30 m di profondità senza la necessità di risolvere velocità alla scala del singolo strato, se non durante la fase di elaborazione. Il risultato è dato quindi dalla sommatoria dei contributi dei singoli strati secondo la (3a):

$$V_s 30 = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_i}}; \quad (3a);$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità dell' $i$ -esimo strato.

Nella formulazione della  $V_s 30$  una eventuale stima errata di spessore e/o velocità di uno strato viene forzosamente compensata nella stima di velocità e spessore in un altro segmento della colonna acustico-stratigrafica.



**Figura 11.** Esempio di modellazione 1D della  $V_s$ . Modello geometrico-acustico del sottosuolo (a sinistra). Confronto tra dati sperimentali (circoli rossi) e curva teorica (linea continua in blu) calcolata dal modello (a destra).

## 4.2. Misura della frequenza fondamentale di sito

La tecnica H/V o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) detta anche QTS (Quasi-Transfer Spectra) ha avuto recentemente molta attenzione in virtù della sua semplicità per identificare alcune importanti caratteristiche dinamiche dei suoli e delle strutture. La tecnica nasce da un'idea iniziale di [Nogoshi and Igarashi \(1971\)](#) ed è stata successivamente perfezionata da [Nakamura \(1989, 2000\)](#).

### Le vibrazioni del suolo

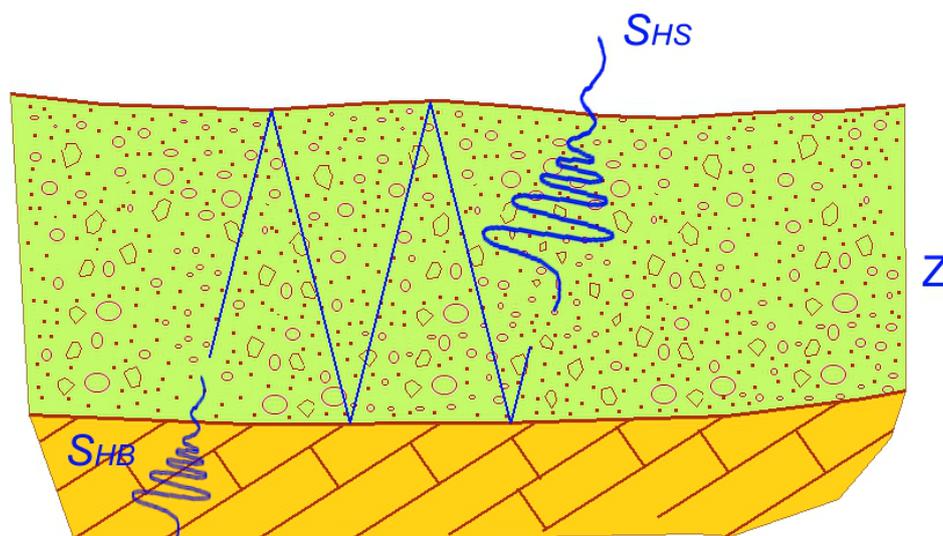
La comprensione della natura fisica e della composizione del campo d'onda che produce le vibrazioni del suolo è il primo elemento per comprendere questa tecnica. Il primo aspetto riguarda la sorgente delle vibrazioni ambientali ed il secondo, che comunque dipende dal primo, riguarda invece il modo di vibrazione delle onde che raggiungono la superficie. E' poi importante sapere in questo campo d'onda (a) qual'è il rapporto tra le onde di corpo (P, S) e le onde di superficie (Rayleigh e Love) e tra le onde superficiali (b) qual'è il rapporto tra onde di Rayleigh ed onde di Love e infine, sempre per le onde superficiali, (c) qual'è il rapporto tra modo fondamentale e modi superiori. I punti (b) e (c) ad oggi sono ancora da chiarire completamente.

Le vibrazioni del terreno possono essere distinte in due tipi: onde naturali ed onde antropiche e questo molto spesso corrisponde anche ad una differenziazione in termini del contenuto in frequenza (in special modo nelle aree urbane). Le basse frequenze (i.e. inferiori ad 1 Hz) sono prevalentemente di origine naturale e dovute all'azione delle onde marine (che hanno la massima energia intorno a 0.2 Hz). Nelle zone costiere le frequenze possono essere anche più alte (intorno a 0.5 Hz) e sono dovute all'interferenza tra l'onda incidente la costa e quella di ritorno. Frequenze molto basse sono anche quelle dovute ai piccoli movimenti crostali. Nell'ambito delle sorgenti naturali vanno annoverate anche il vento e l'acqua che scorre nel reticolo idrografico tuttavia le frequenze sono generalmente superiori ad 1 Hz.

Le alte frequenze (i.e. superiori ad 1 Hz) sono generalmente legate all'attività antropica (traffico di veicoli, navi e treni, industrie, etc) e le sorgenti sono tipicamente sulla superficie terrestre (o poco sotto come nel caso delle metropolitane). Queste sorgenti sono cicliche nell'alternanza giorno-notte e festività-lavoro. Ovviamente anche nel caso delle sorgenti non-naturali vi possono essere frequenze più basse ma sono legate a situazioni locali (grandi motori, dighe, etc).

Nakamura osserva che il rapporto tra la vibrazione orizzontale e verticale del terreno durante un terremoto è pari a circa 1 se il suolo è rigido. Secondo questo punto di vista nei suoli compatti non c'è un prevalere in termini di energia di una componente rispetto all'altra, le vibrazioni in senso orizzontale hanno la stessa energia di quelle verticali.

Le vibrazioni, in presenza di suoli poco compatti (tipicamente lenti) vengono invece amplificate. In prima approssimazione si può assumere che **la vibrazione orizzontale si amplifica attraverso la riflessione multipla delle onde di taglio** mentre la vibrazione verticale si amplifica attraverso le riflessioni multiple delle onde di pressione.



**Figura 12.** Esempio di modello di sottosuolo con strato lento superficiale che determina l'amplificazione dell'onda SH passando dal substrato veloce alla superficie.

Con le tipiche velocità di propagazione delle onde P (intorno ai 1000 m/s) le vibrazioni di frequenza uguale ed inferiore ai 10 Hz non vengono amplificate in modo significativo attraverso riflessioni multiple dovute a strati superficiali di bassa velocità. Le onde di Rayleigh subiscono invece amplificazioni verticali significative. Nelle ipotesi di Nakamura (1989) Il modello geologico di partenza quindi è quello di un substrato veloce ubicato ad una profondità Z (Figura 12) sul quale insiste uno strato superficiale di sedimenti caratterizzati da proprietà elastico-acustiche scadenti (i.e. bassa velocità).

La conoscenza dell'effetto dell'onda di Rayleigh consente di rimuoverla dalla vibrazione e stimare la sola funzione di trasferimento delle onde di taglio.

La funzione di trasferimento ( $T_F$ ), utilizzando le vibrazioni (microtremori), dell'ampiezza del moto delle onde di taglio che passano da un substrato rigido alla superficie attraversando un mezzo "soffice" si stima secondo la (1).

$$T_F = \frac{S_{HS}}{S_{HB}}; \quad (1b)$$

$S_{HS}$  rappresenta lo spettro dei microtremori alla superficie topografica e  $S_{HB}$  rappresenta lo spettro dei microtremori sul substrato (bedrock sismico). Come abbiamo visto il microtremore può essere un insieme di onde di corpo (P ed S) e di onde superficiali (Rayleigh e Love) e queste ultime possono essere largamente prevalenti. E' quindi necessario sottrarre la componente delle onde superficiali dal termine  $S_{HS}$  per ottenere correttamente la funzione di trasferimento.

Nakamura assume che le onde di Rayleigh siano presenti nello spettro verticale alla superficie ( $S_{VS}$ ) e non nello spettro verticale del base ground ( $S_{VB}$ ), assumendo ancora che il tremore verticale non è amplificato dagli strati superficiali (più prossimi alla superficie) la quantità  $E_S$  rappresenta l'effetto dell'onda di Rayleigh sul tremore verticale.

$$E_S = \frac{S_{VS}}{S_{VB}}; \quad (2b)$$

Se non ci sono onde di Rayleigh  $E_S=1$  mentre  $E_S$  avrà valore più grande di 1 all'aumento dell'effetto delle onde di Rayleigh. Assumendo che l'effetto delle onde di Rayleigh è lo stesso sia per la componente orizzontale che per quella verticale  $T_F/E_S$  è sicuramente una più affidabile stima della funzione di trasferimento.

La nuova funzione di trasferimento è data dalla (3):

$$T_{FF} = \frac{T_F}{E_S} = \frac{R_S}{R_B}; \quad (3b)$$

dove  $R_S = S_{HS}/S_{VS}$  e  $R_B = S_{HB}/S_{VB}$ .  $R_S$  ed  $R_B$  si possono ottenere dividendo lo spettro orizzontale delle vibrazioni per lo spettro verticale delle stesse vibrazioni che corrispondono rispettivamente alle vibrazioni di un terremoto rispettivamente alla superficie ed al bedrock.  $R_B$  assume il valore di 1 per un intervallo relativamente ampio di frequenze. Nominalmente sul substrato rigido la propagazione è quasi in tutte le direzioni. Quindi:

$$R_B \approx 1 \rightarrow T_{FF} = R_S = \frac{S_{HS}}{S_{VS}}; \quad (4b)$$

questo significa che la funzione di trasferimento può essere stimata esclusivamente dalle vibrazioni misurate alla superficie. In pratica le vibrazioni verticali alla superficie incorporano le vibrazioni orizzontali sul substrato sostituendo quindi le seconde. La presenza dell'onda di Rayleigh tende a

rendere nulla questa sostituzione ma siccome  $R_s$  assume all'incirca il valore di 1 nell'intervallo di frequenza dove l'onda di Rayleigh prevale diventa trascurabile nella stima della funzione trasferimento.

Secondo alcuni altri autori (Bard, 1998) il picco del rapporto H/V dipende dalla presenza di onde di Rayleigh ma Nakamura (2000) afferma che questo dipende solo dalla similarità dell'andamento del rapporto H/V dei microtremori e dell'H/V del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh .

Per onde che riverberano entro un singolo strato superficiale la frequenza dei picchi dipende dal tempo di transito verticale di andata e ritorno ( $T$ ) entro lo strato delle onde di taglio (Coutel e Mora, 1998). Le autofrequenze che corrispondono ad interferenza costruttiva sono date dalla (5b):

$$f = \frac{(2n+1)}{2T}; \quad n = 0,1,2,3,\dots, \quad (5b)$$

essendo  $T=2Z/V_s$  ne segue che:

$$f = \frac{V_s \cdot (2n+1)}{4Z}; \quad n = 0,1,2,3,\dots, \quad (6b)$$

considerando la frequenza fondamentale con  $n=0$  la (6b) diventa:

$$f = \frac{V_s}{4Z}; \quad (7b)$$

che è la nota relazione che lega la frequenza fondamentale di risonanza ( $f$ ) alla geometria ( $Z$ ) ed alla velocità dello strato superficiale ( $V_s$ ).

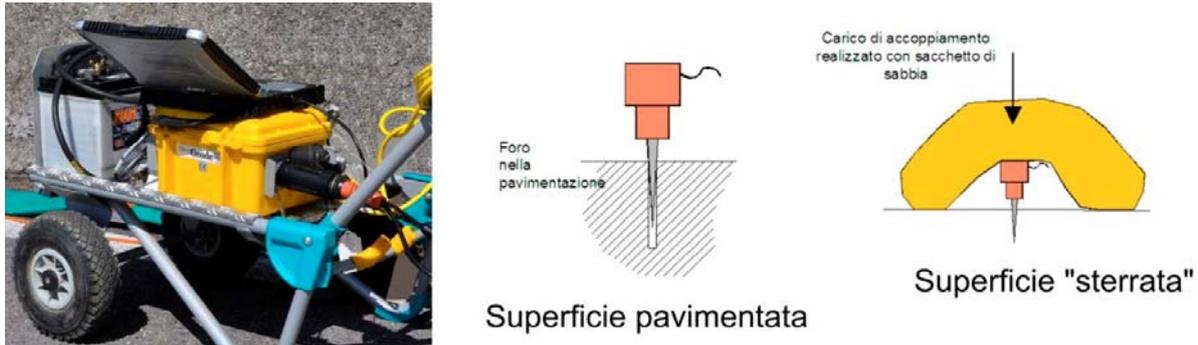
Il valore numerico del rapporto H/V di per se non rappresenta l'effettiva amplificazione ma è comunque un'indicazione della presenza di un fenomeno di sostanziale modificazione di ampiezza di oscillazione dell'onda SH passando dal substrato rigido ai depositi incoerenti superficiali.

## 5. ACQUISIZIONE DEI DATI SISMICI

Come già anticipato l'acquisizione dei dati è stata progettata sulla base delle informazioni geologiche e geomorfologiche disponibili ed anche di alcune prove pilota effettuate in alcuni siti ritenuti particolarmente significativi. In particolare la distribuzione spaziale dei siti è stata definita secondo criteri legati alla genesi deposizionale mentre le geometrie ed i parametri di acquisizione sono stati definiti dopo aver valutato le condizioni di rumorosità dei siti campione.

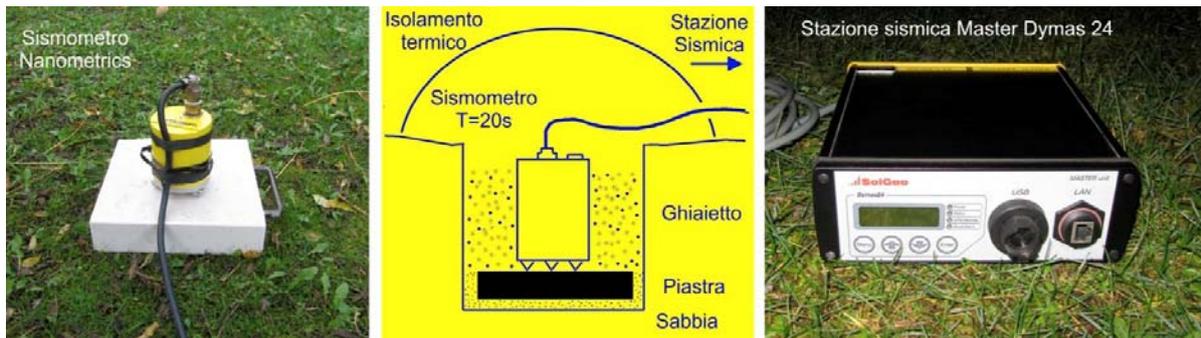
### 5.1. Strumentazione e rete di misura

Per l'acquisizione dei dati ReMI è stato impiegato un sismografo a 24 canali GEOMETRICS Geode (Figura 13). Per l'ascolto del campo d'onda sono invece stati utilizzati dei geofoni OYO Geospace a frequenza naturale di 4.5 Hz. L'amplificatore sismico scelto per le misure ha una precisione di 24 bit nella conversione A/D risultando quindi dotati di una dinamica sufficiente per campionare il rumore sino a frequenze di 2.0-2.5 Hz.



**Figura 13.** Acquisitore sismico GEOMETRICS Geode (a sinistra) e schema di accoppiamento dei geofoni (al centro e a destra).

La spaziatura intergeofonica è stata impostata a 3.0 m ed in corrispondenza di ciascuna stesa sono state acquisite da 5 a 10 sessioni di registrazione della durata di 30 s. Le sorgenti ambientali di rumore sono state integrate con delle sorgenti continue disposte in modo casuale lungo la linea di misura. Questo ha consentito di ottenere una discreta rappresentatività statistica circa il rumore sismico di ciascun sito. La qualità dei dati è stata controllata in tempo reale e tutte quelle registrazioni nelle quali era visibile una sorgente di rumore polarizzato sono state ri-acquisite. Solo in pochi casi è stato necessario ruotare lo stendimento di 90 gradi per evitare le sorgenti polarizzate.

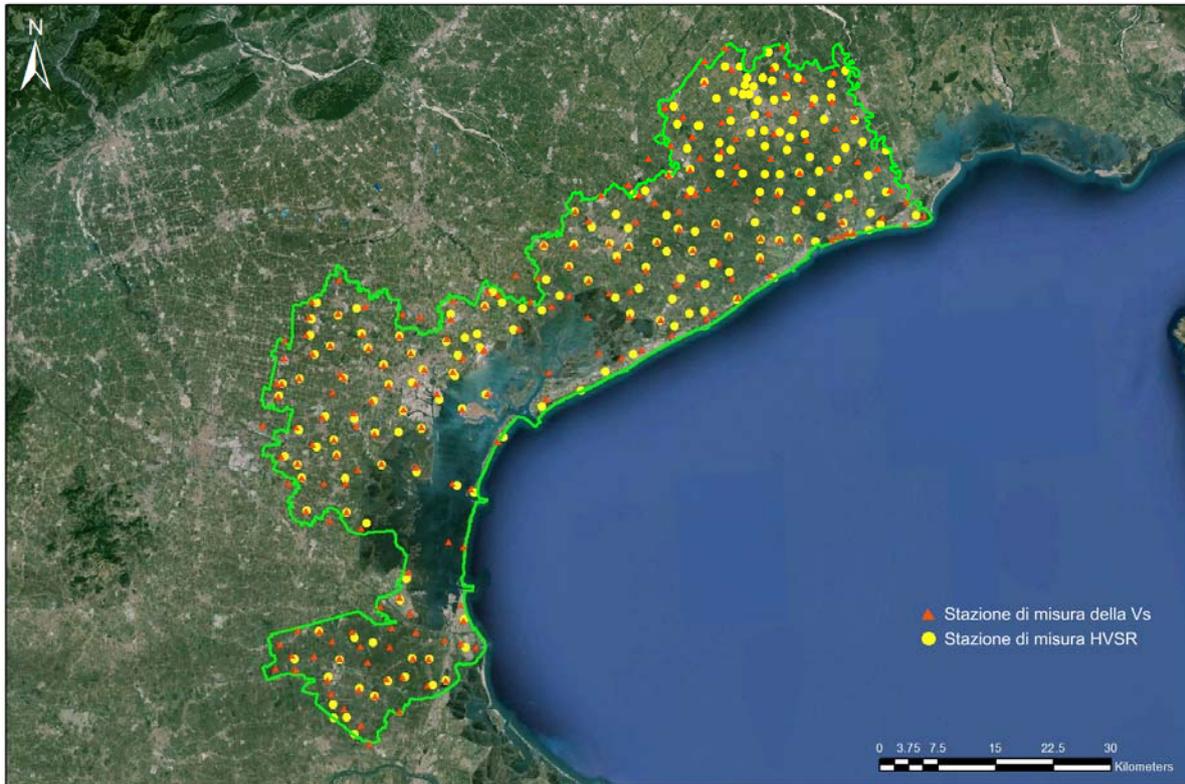


**Figura 14.** Strumentazione per la misura della frequenza di risonanza dei siti. A sinistra Sismometro Nanometrics con  $T=20s$  ( $f=0.05$  Hz); Al centro schema della modalità di accoppiamento del sismometro con il suolo; a destra stazione sismica Solgeo Dymas 24

Per la misura della frequenza fondamentale sono state impiegate due stazioni sismiche a 6 canali: una RefTek 130 ed una Dymas24 (Figura 14 a destra). Entrambe sono dotate di GPS per il timing. Sono stati poi impiegati tre sismometri: due Nanometrics Trillium (Figura 14 a sinistra) a periodo  $T$  rispettivamente di 20 s e di 120 s e quindi sensibili sino alla frequenza minima di 0.008 Hz; un Lennartz 3D-lite a frequenza di 1 Hz.

Particolare attenzione è stata posta nell'accoppiamento del sismometro con il terreno. Si tratta infatti di un fattore assolutamente critico che può inficiare totalmente le misure. Il sismometro (Figura 14 al centro) è stato collocato su una piastra in pietra appoggiata sul fondo di un piccolo foro (parzialmente riempito di sabbia). I tempi di acquisizione sono stati variabili da 1h a 1h e 30m ma comunque sufficientemente lunghi da garantire almeno due finestre di elaborazione. Per

limitare la deriva termica il sismometro è stato coperto mediante un isolamento termico che ha ridotto anche l'azione diretta del vento.



**Figura 15.** Rete di misura sismica ottimizzata.

Sono state acquisite un totale di 215 stazioni di misura della  $V_s$  e 202 stazioni di misura dei Microtremori - HVSR (Figura 15).

Le coordinate plano-altimetriche di tutte le stazioni di misura sono state misurate avvalendosi di un dispositivo GPS (*Global Positioning System*) palmare. I valori, rilevati nativamente nel sistema di riferimento WGS84, sono stati convertiti nel sistema di riferimento nazionale Gauss-Boaga (datum: Roma, 1940).

## 6. ELABORAZIONE DEI DATI SISMICI

Il dato ReMi è stato elaborati con il programma *opensource* Seismic Unix (Colorado School of Mines - Center for Wave Phenomena) e con il programma SEISOPT ReMi. Il primo codici sono stati impiegati per le conversioni di formato e la ri-formattazione dell'*header* binario mentre il seconda ha consentito di effettuare l'elaborazione *strictu sensu* e cioè di calcolare gli spettri, di identificare le curve di dispersione e di costruire il modello di velocità 1D per ciascun sito investigato.

Le registrazioni, originariamente acquisite in formato SEG-2, sono state singolarmente convertite nel formato SEG-Y prima e nel formato SU poi. In questo formato, che consente un più diretto accesso

alle informazioni dell'*header* si è proceduto all'azzeramento di tutti i parametri geometrici presenti nel file, alla rinumerazione delle tracce ed a un prima equalizzazione delle ampiezze. A questo punto le registrazioni sono state aggregate in un unico file e convertite in uscita nel formato standard internazionale SEG-Y con valori numerici memorizzati nel formato IBM float a 32 bit.

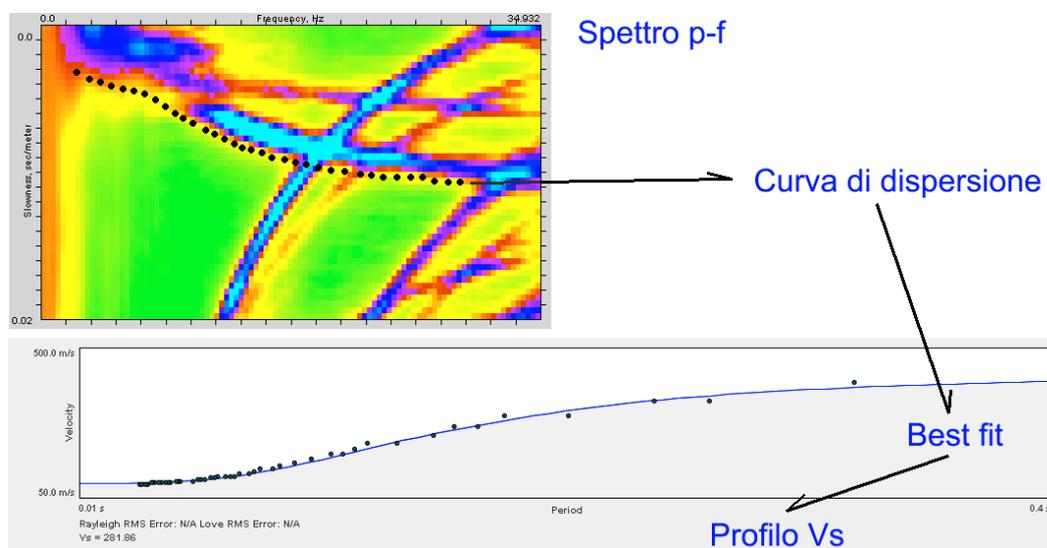
L'elaborazione numerica delle registrazioni si è articolata sostanzialmente in due fasi.

Nella prima fase, per ciascun sito, sono stati calcolati gli spettri *p-f* di tutte le sessioni di misura per valutare quello di migliore qualità da utilizzare per la stima della curva di dispersione. In alcuni casi, qualora vi fossero delle incertezze sulla qualità dello spettro, gli spettri migliori sono stati sommati per costruire uno spettro medio.

In una seconda fase si è proceduto alla modellizzazione acustica 1D del sottosuolo per la stima del parametro  $V_{S30}$  seconda la tecnica del *best fitting* già descritta al paragrafo 4.1.

I dati registrati sono risultati, nel complesso, di buona qualità e solo in pochi casi vi sono state delle incertezze circa la determinazione dello spettro del modo fondamentale di vibrazione delle onde di Rayleigh.

Il picking della curva di dispersione è stato quindi nel complesso abbastanza agevole (Figura 29), come pure il processo di inversione (Figura 16). Per creare una base di elaborazione omogenea che consentisse un confronto rigoroso tra i valori della  $V_s$  il sottosuolo è stato arbitrariamente diviso in strati dello spessore di 2 m sino alla profondità di 20 m dal p.c. e più in profondità in strati dello spessore di 5 m sino a -35.

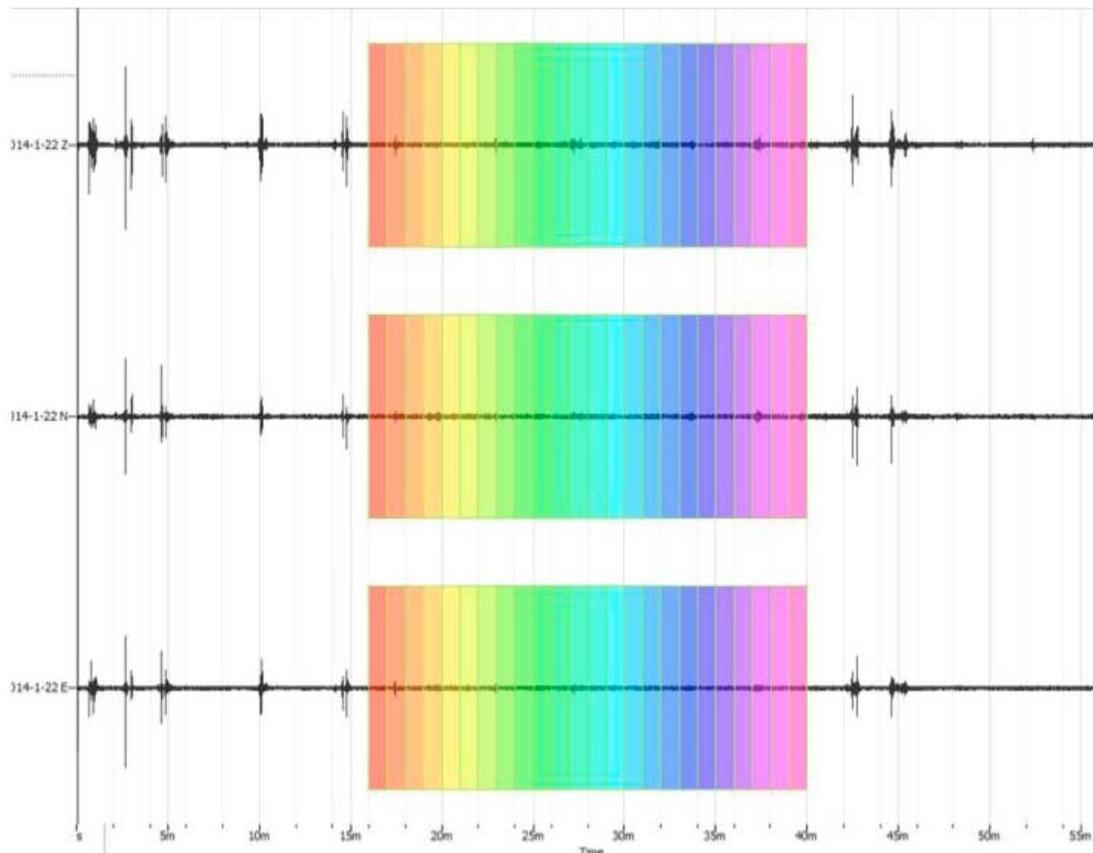


**Figura 16.** Spettro ReMi relativo alla località Sottomarina (sopra) e curva di *bestfit* (sotto).

I valori di  $V_{S30}$ , così determinati e relativi alla totalità dei siti, investigati sono stati quindi consolidati su una griglia regolare, con maglia quadrata di 1 km di apertura.

Il dato HVSR è stato elaborato utilizzando i programmi Matlab e Geopsy. L'elaborazione di questo tipo di dato è stata piuttosto complessa a causa della frequente presenza di rumore superficiale che ha contaminato le serie temporali e quindi degradato gli spettri.

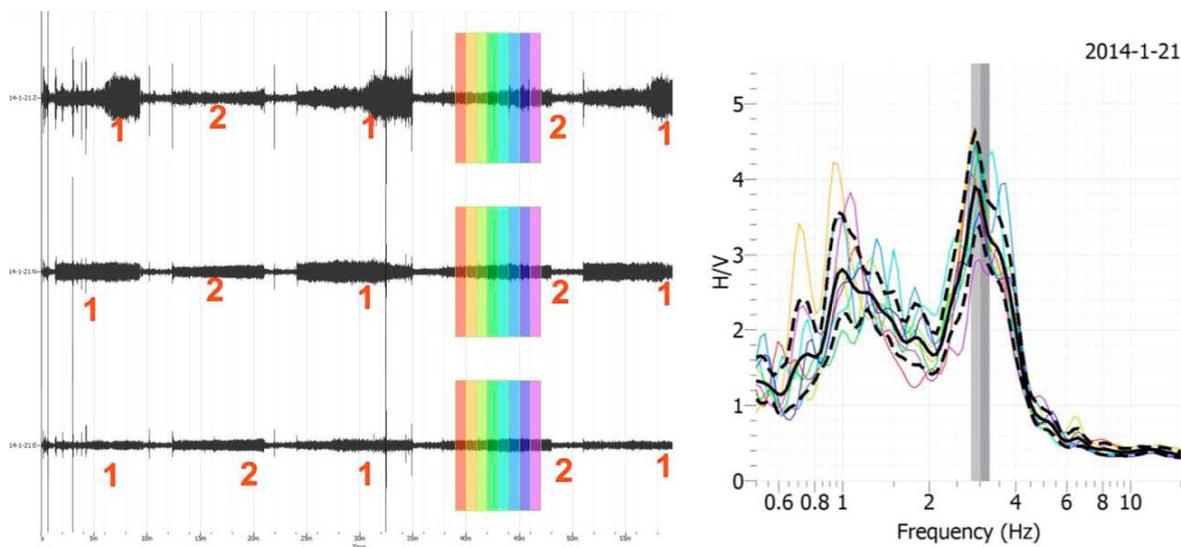
I dati sono stati convertiti dal formato RefTek Pascal e/o dal formato binario Dymas al formato standard SAF (Progetto EU Sesame), che è un formato ASCII, attraverso l'impiego a cascata di convertitori basati su *routine* proprietarie RefTek e su *routine* Matlab realizzate *ad hoc* per il progetto. Gli spettri orizzontali H e verticale V sono stati calcolati su intervalli privi di interferenze significative (Figura 17), secondo finestre di 60 s. La disponibilità di registrazioni lunghe ha consentito di avere una maggiore flessibilità nella scelta della finestre di calcolo degli spettri.



**Figura 17.** Esempio di segmento temporale dei canali V (sopra), H1 (al centro) ed H2 (sotto) privo di interferenze significative.

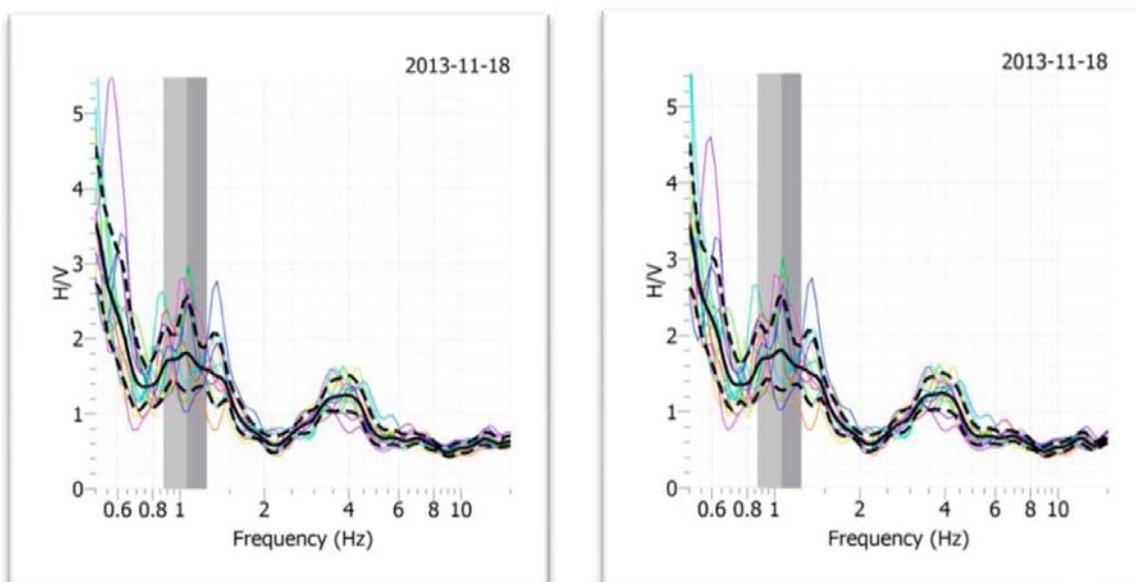
In alcuni casi si sono osservate delle chiare presenze di rumore periodico di chiara natura artificiale, anche di tipo ciclico (Figura 18), che ha determinato una contaminazione dello spettro. In questi casi

In questi casi il picco in frequenza e la relativa amplificazione non sono stati considerati validi e quindi la misura è stata esclusa da quelle significative ai fini della zonazione. Nella maggior parte dei casi gli spettri HV sono risultati di buona qualità e perfettamente confrontabili nella risposta dei due sismometri impiegati



**Figura 18.** Acquisizione H/V relativa alla zona centrale della provincia. Esempio di rumore ciclico (1,2 a sinistra) che contamina le sequenze temporali dei microtremori. Il relativo rapporto spettrale (a destra), calcolato nel segmento di rumore ciclico 2, mette in evidenza un picco di frequenza 3Hz che non è determinato da interfacce geologiche.

In **Figura 19** sono visibili due rapporti spettrali H/V relativi ad una stazione di misura di Porto Marghera. Le due misure, della durata di 1h30m, acquisite con sismometro Trillium a periodo 0.05s (a sinistra) e Lennartz a periodo 1s (a destra) sono ben confrontabili.



**Figura 19.** Spettro H/V relativo alla zona di Porto Marghera. Risposta del sismometro a 0.05 Hz a sinistra e del sismometro ad 1 Hz a destra.

## 7. ELABORAZIONE DEI DATI GEOTECNICI

I terreni sabbiosi, seppur ottimali dal punto di vista geotecnico-fondazionale, presentano una serie di problematiche sismiche in dipendenza dal loro spessore e profondità, dal loro fuso granulometrico e dalla soggiacenza della falda freatica. Un quarto parametro, che in questa fase non è stato considerato, è rappresentato dalle caratteristiche dello scuotimento sismico.

Per lo studio della liquefacibilità potenziale sono stati utilizzati esclusivamente i dati del database provinciale. Le caratteristiche di tessitura dei corpi sabbiosi sono state stimate sulla base di alcune curve granulometriche e sulla ri-elaborazione, a campione, di alcune prove CPT (Robertson e Wride, 1998). La liquefacibilità dei terreni è stata considerata possibile sino a 15 m di profondità secondo le indicazioni riportate nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, 2008). I terreni sono stati poi considerati saturi sino al piano campagna.

## 8. RISULTATI

### 8.1. Mappa della $V_s30$

Le misure di velocità effettuate nel territorio della provincia hanno consentito di ottenere una serie di informazioni sul campo di velocità delle onde S nei primi 30 m di profondità (Figura 20). Dall'analisi dei dati si osserva una moderata differenziazione dei valori della  $V_s$  che scende dagli oltre 380 m/s nei depositi sabbio-ghiaiosi della bassa pianura del Tagliamento a valori anche inferiori a 160-170 e 200-250 m/s nei terreni limo-argillosi e torbosi poco consolidati a sud-ovest dell'abitato di Chioggia.

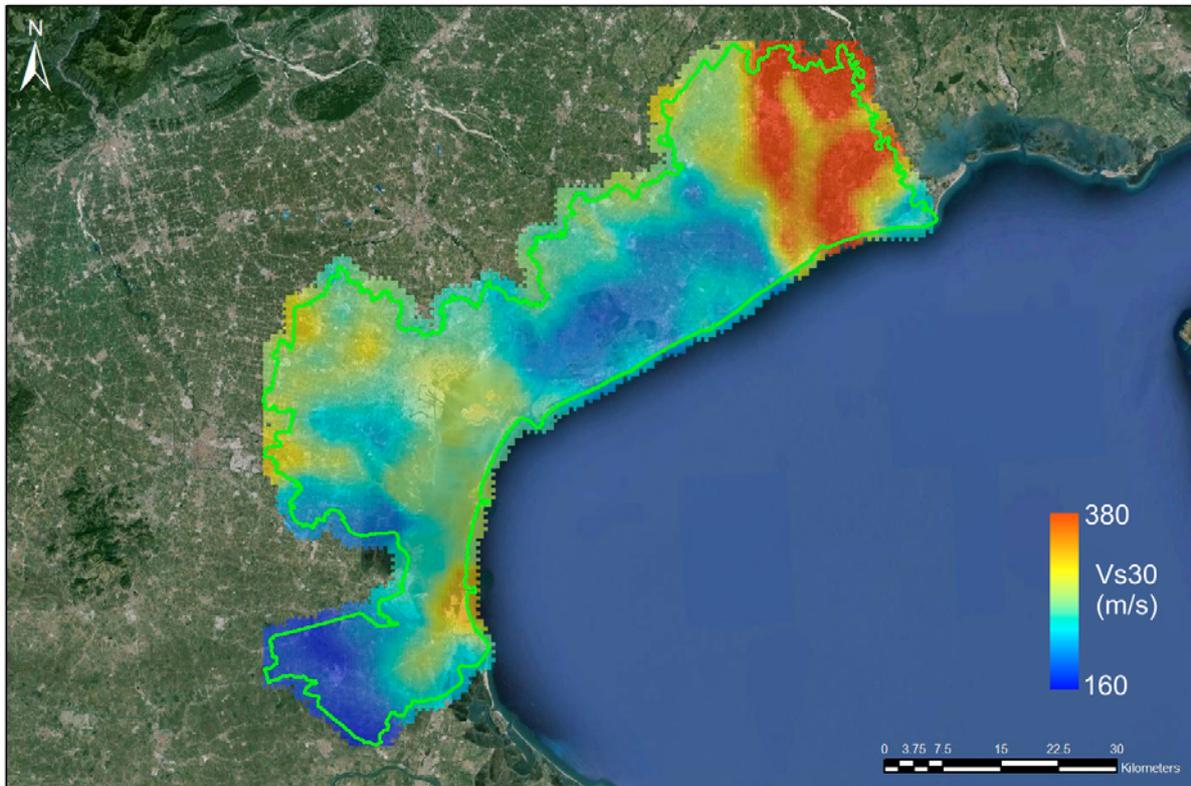
La geologia, per lo meno dei corpi deposizionali più importanti, esercita quindi un forte controllo sul campo di velocità.

Per quanto riguarda la bassa pianura del Tagliamento (settore orientale) si osserva una correlazione quasi diretta tra la presenza di paleoalvei ghiaiosi e valori molto elevati della  $V_s$ . In alcuni siti la  $V_s$  supera anche i 400 m/s come ad esempio nella zona di San Giorgio al Tagliamento - Latisana a cavallo tra le provincie di Venezia e di Pordenone. Questi valori di velocità, particolarmente elevati nel quadro del veneziano, hanno comunque un carattere prettamente locale.

Nel settore centro-orientale, nel tratto compreso tra il Fiume Livenza e l'orlo nord-orientale della laguna si osserva una considerevole riduzione dei valori della  $V_s$  che presenta valori intorno ai 200 m/s con piccoli salienti positivi lungo il confine nord-occidentale di provincia probabilmente determinati dalla presenza di paleoalvei a prevalente granulometria grossolana.

Nel settore centro-occidentale e quindi nella zona intorno a Venezia e sino al limite orientale della provincia di Padova i valori di velocità sono più elevati e localmente superano i 250 m/s indicando una abbondante presenza di depositi granulari in vicinanza della superficie.

Il cordone litorale sabbioso, che margina il territorio provinciale verso il mare Adriatico, presenta valori piuttosto elevati di  $V_S$  (i.e. 290-300 m/s) nella zona di Chioggia dove gli spessori sono maggiori. I valori della  $V_S$  si mantengono comunque relativamente elevati (i.e. 240-260 m/s sino alla Bocca di Lido).

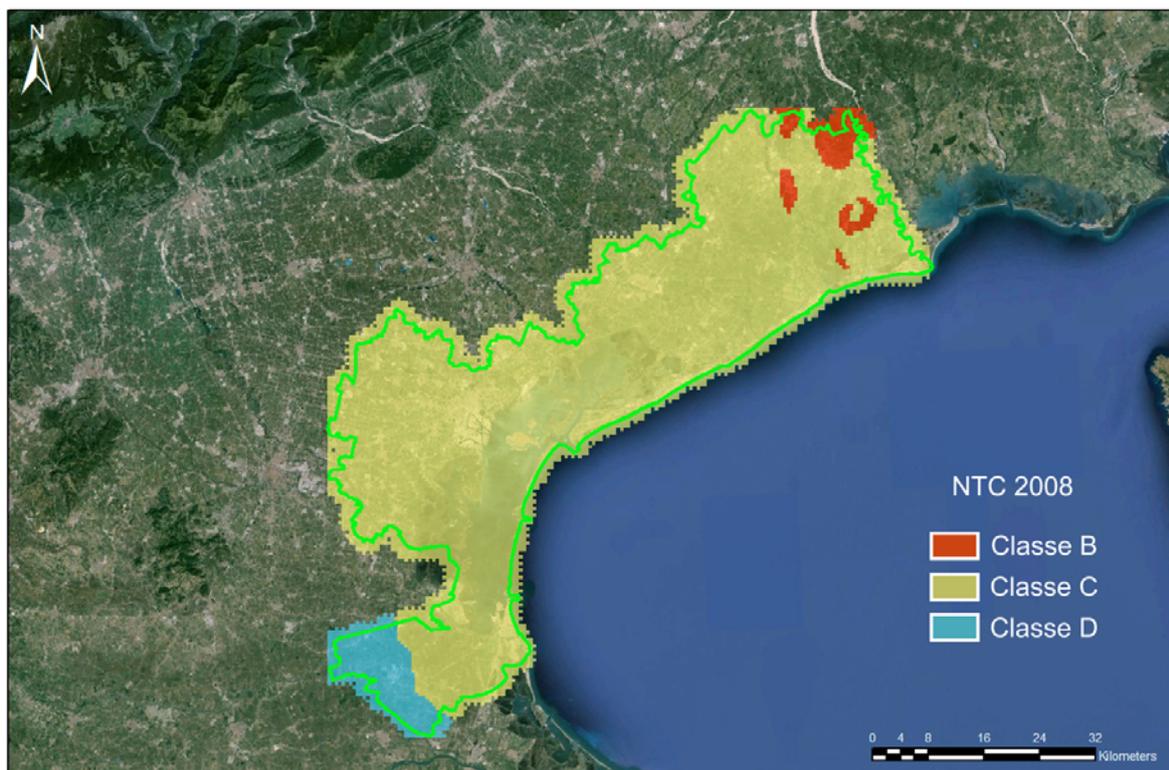


**Figura 20.** Mappa della  $V_{S30}$  del territorio provinciale.

Nella zona sud-occidentale, al limite con la provincia di Rovigo, i valori della  $V_S$  presumibilmente in corrispondenza di un sedime scarsamente consolidato e di natura coesivo-torbosa, scendono al di sotto dei 180 m/s su una superficie di estensione di circa 110 kmq (Figura 20).

Da un punto di vista normativo (ai sensi della classificazione delle NTC 2008) e quindi relativamente alle problematiche urbanistiche, ingegneristiche e geotecniche (Figura 21) il territorio risulta appartenere quindi a tre categorie di suoli di fondazione: la zona B (in piccoli lembi del settore nord-orientale) e la zona C (in tutto il settore centrale) e la zona D (in una piccola porzione del settore sud-occidentale).

Nella zona B rientrano tutti quei siti nei quali i valori della  $V_S$  risultano compresi nell'intervallo 360-800 m/s, la zona C classifica i siti con valori della  $V_S$  ricadenti nell'intervallo 180-360 m/s mentre nella zona D rientrano i siti con valori della  $V_S$  inferiore a 180 m/s.



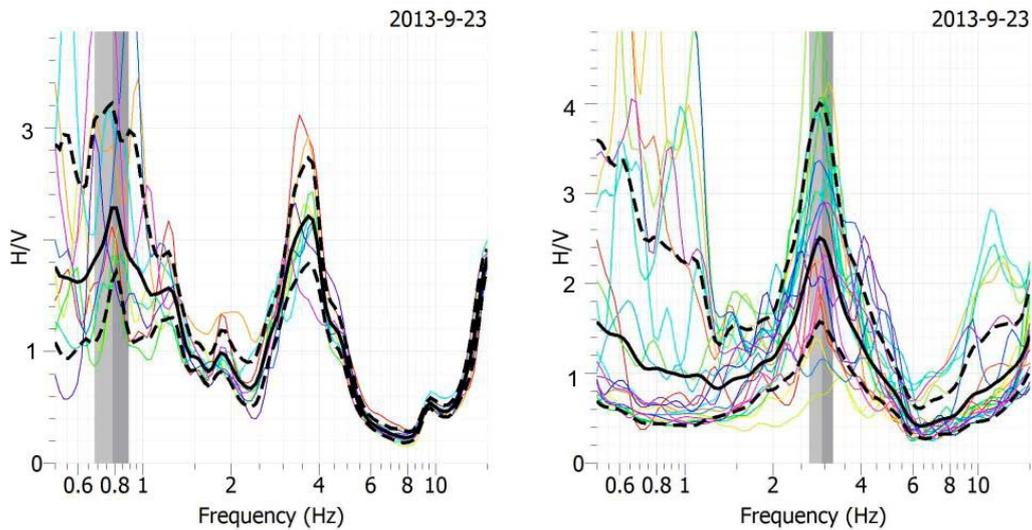
**Figura 21.** Classificazione del territorio provinciale ai sensi delle nuove Norme Tecniche delle Costruzioni, 2008.

## 8.2. Mappa del valore del rapporto H/V

La misure della frequenza fondamentale di sito, effettuate con la tecnica H/V, hanno consentito di individuare quelle zone della provincia dove vi sono, nel primo sottosuolo, delle importanti interfacce elastico-acustiche, che determinino una risonanza nella frequenza fondamentale, con amplificazione del moto delle onde SH.

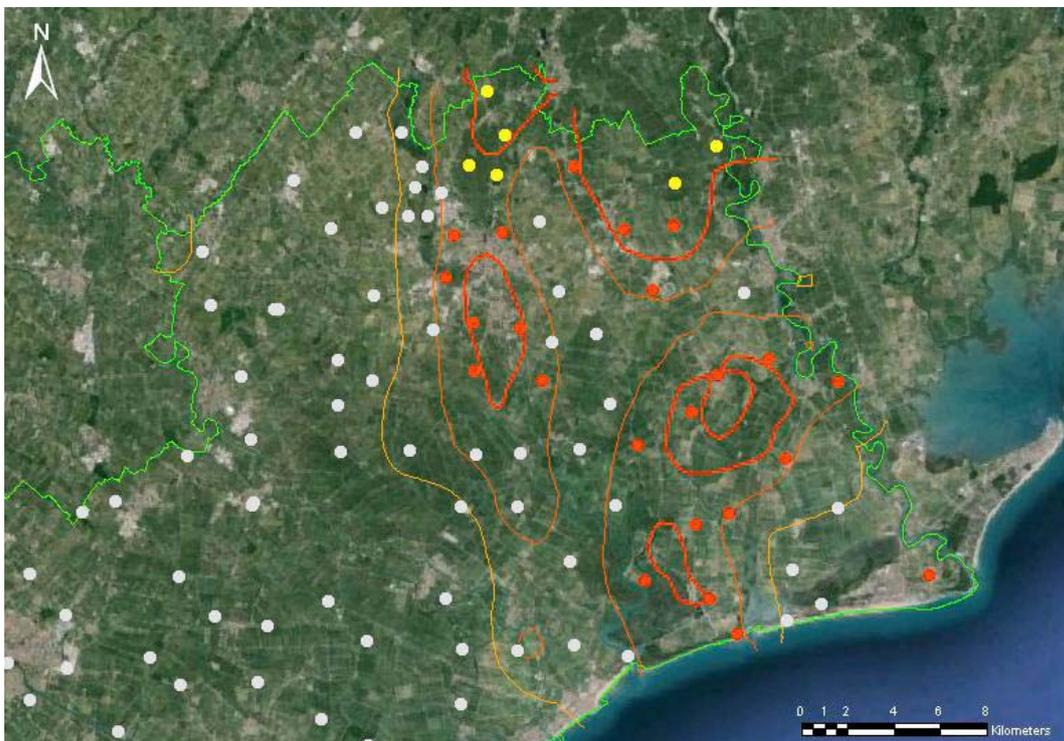
Per quanto riguarda le frequenze di maggior interesse per la zonazione sismica esse sono, come noto, quelle comprese tra 1Hz (grosso modo la frequenza di vibrazione propria di un edificio di 10 piani) e 10 Hz (che equivale alla frequenza di vibrazione propria di un fabbricato ad un solo piano).

In questo intervallo di interesse sono state individuati diversi siti che presentano fenomeni di risonanza (Figura 22) con una maggiore frequenza nel settore nord-orientale del territorio provinciale (Figura 23), che è quello del portogruarese, proprio dove vi sono dei forti contrasti di granulometria e quindi di velocità negli strati più superficiali.



**Figura 22.** Spettri HV relativi alla zona del portogruarese ed acquisiti entro il perimetro dei paleolvei ghiaio-sabbiosi del Fiume Tagliamento.

In questa zona si nota ancora chiaramente, come nel caso della  $V_s$ , il forte condizionamento geologico delle misure geofisiche determinato dai corpi superficiali ad alta velocità.



**Figura 23.** Mappa delle frequenze fondamentali nello strato medio-superficiale.

In particolare si osserva che entro il perimetro dei corpi ghiaio-sabbiosi le frequenze di risonanza sono in genere superiori a 3.0-3.5 Hz (circoli rossi in **Figura 23**) indicando, in base al profilo verticale della

Vs determinato con le misure ReMi, la presenza di un'interfaccia elastico-acustica a profondità variabili da 20 m a 25 m rispetto alla superficie topografica. Questa situazione è del tutto compatibile con lo schema geologico-stratigrafico di quest'area.

Nelle aree circostanti (cerchi gialli e grigi in **Figura 23**) le frequenze fondamentali si abbassano suggerendo che l'interfaccia elastico-acustica superficiale tende progressivamente ad approfondirsi verso la linea di costa (ovviamente in condizioni di similarità della Vs)

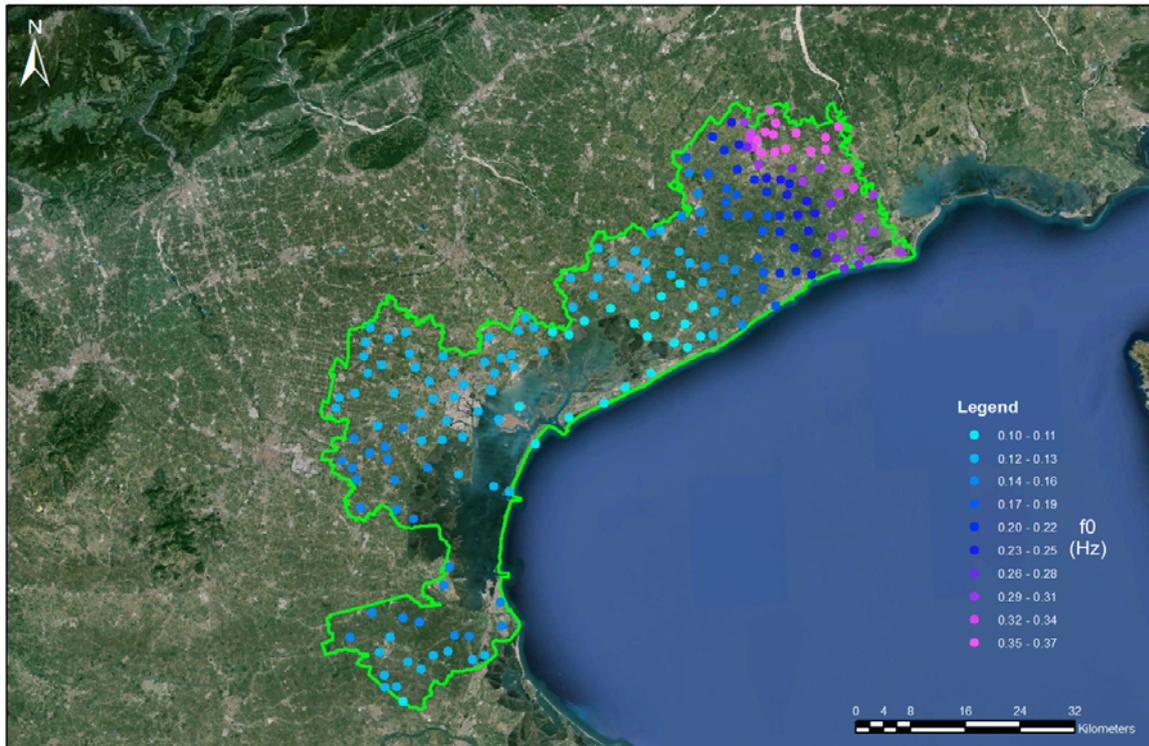
La grande variabilità dei valori di frequenza di risonanza ha suggerito di focalizzare lo studio sull'ampiezza del rapporto H/V che è una prima stima, seppur grossolana, della presenza di possibili fenomeni di amplificazione delle onde di taglio (**Figura 24**). Per ciascuno spettro H/V, trascurando i picchi disturbati o legati a rumori polarizzati, è stato scelto il picco più energetico nell'intervallo 1-10 Hz e questo valore è stato consolidato su griglia a maglia quadrata di 1 km di lato.



**Figura 24.** Mappa del massimo valore del rapporto H/V nell'intervallo di frequenza 1-10 Hz.

A fini puramente sperimentali e al di fuori dei principali scopi del progetto è stata costruita anche una mappa delle frequenze fondamentali attese (**Figura 25**) dal substrato sismico profondo (i.e. il tetto dei carbonati mesozoici). Queste frequenze sono risultate visibili nelle stazioni orientali e solo dove sono stati utilizzati sismometri di lungo periodo che sono rimasti in ascolto per tempi molto prolungati (dell'ordine di alcune ore). In particolare la taratura è stata effettuata in corrispondenza del pozzo AGIP Cesarolo dove il substrato è più vicino alla superficie.

Per generalizzare il dato sono stati poi utilizzati i dati derivanti dai pozzi profondi perforati dall'AGIP ed in particolare i pozzi: Cavanella, Eraclea, San Stino (VE), Ballan, Legnaro (PD) e Villadose (RO).



**Figura 25.** Mappa delle frequenze attese dal substrato sismico profondo.

Dall'analisi dei dati di pozzo sono anche state stimate delle velocità medie delle onde di taglio dalla superficie al tetto del substrato sismico profondo. Tale velocità è risultata variabile da 1000-1100 m/s a 1400-1500 m/s.

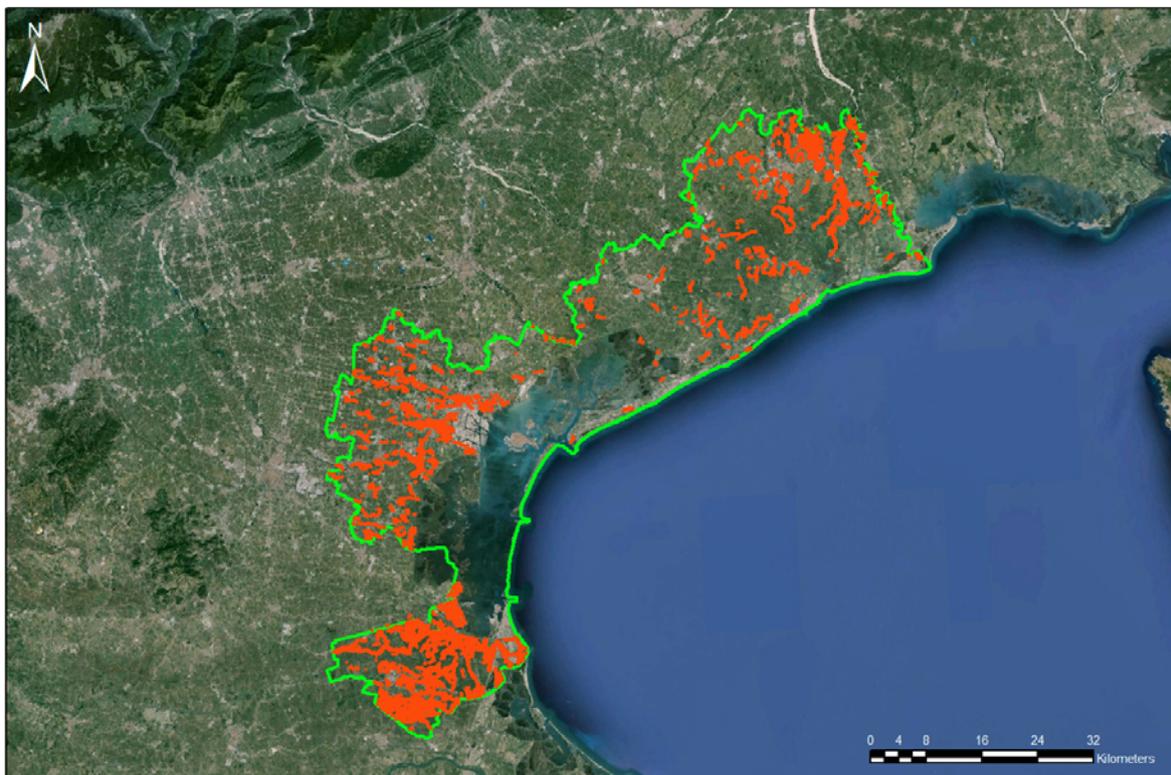
### **8.3. Mappa della liquefacibilità potenziale delle sabbie**

L'elaborazione della mappa di liquefacibilità potenziale dei livelli sabbiosi (Tavola C), come indicato al paragrafo 7, si è basata prevalentemente sulla geometria dei corpi sabbiosi, sulla litostratigrafia e sulla soggiacenza della falda freatica. Su alcuni siti campione è stata comunque verificata la liquefacibilità con metodi quantitativi basati su prove CPT.

La trattazione quantitativa di questo particolare aspetto del rischio sismico è materia piuttosto complessa e per essere condotta in modo approfondito necessiterebbe innanzitutto dei parametri di intensità e di durata del sisma atteso e poi della capacità di resistenza alla liquefazione dei terreni granulari. Allo stato attuale delle conoscenze nel veneziano non sembrerebbero essere attesi sismi la cui magnitudo sia tale da determinare degli importanti fenomeni di liquefazione delle sabbie e per quanto riguarda la durata l'unico dato disponibile è quello storico.

Per la stima della CCR (Cyclic Resistance Ratio) sarebbe invece necessario digitalizzare alcune migliaia di prove penetrometriche statiche (CPT) e dinamiche (SPT) provenienti dal database provinciale attività di per se sufficiente per richiedere un progetto dedicato.

Le geometrie dei corpi sabbiosi, come pure i bordi dei paleovalvei (Figura 26) sono invece nel complesso abbastanza noti e possono essere un valido ausilio alla perimetrazione di quelle aree ove vi sia una prevalenza di depositi sabbiosi nei primi 15 m di profondità e quindi prone di liquefazione. La posizione dei bordi dei paleovalvei (Figura 26) è un'informazione di estrema importanza in quanto durante il recente terremoto che ha colpito la Regione Emilia-Romagna sono state osservate delle risalite di sabbie liquefatte proprio lungo il bordo del paleovalveo sabbioso. Altre risalite in superficie di sabbie liquefatte in livelli confinati sono avvenute attraverso la rottura dello strato coesivo superficiale.

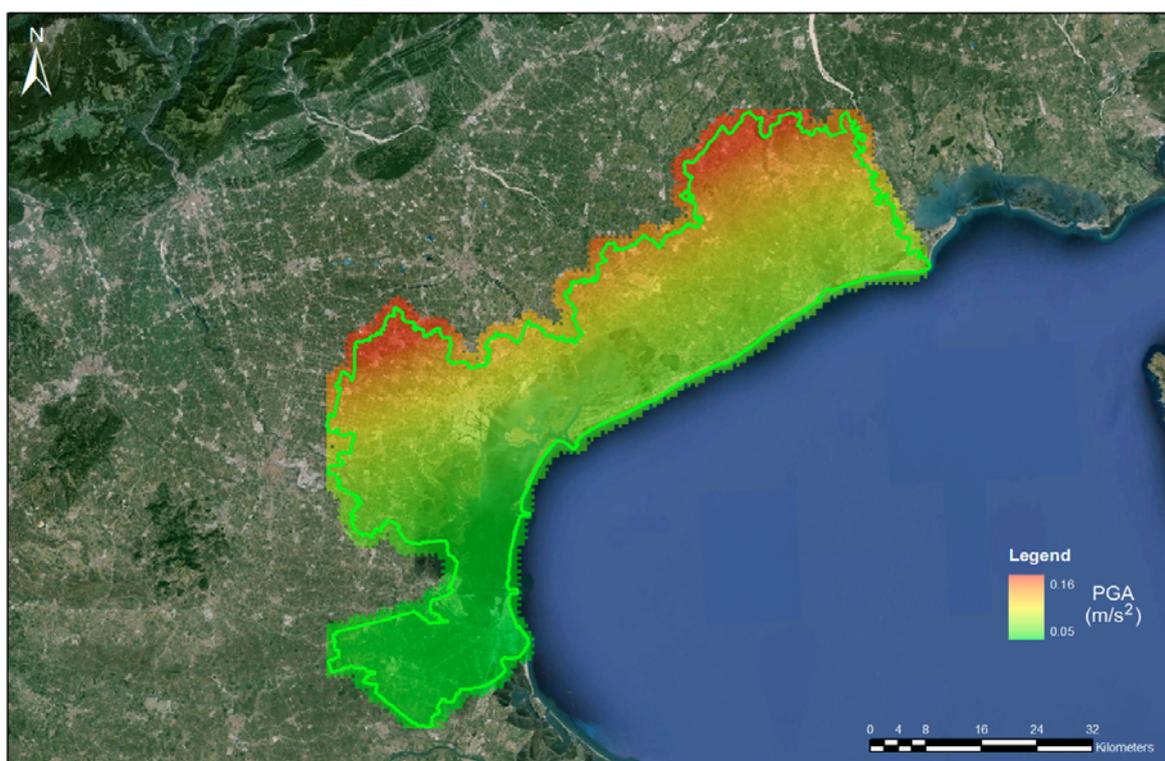


**Figura 26.** Mappa dei limiti dei paleovalvei sabbiosi.

La mappa di Tavola C individua quindi tutte le unità sabbiose prone di liquefazione presenti nel territorio provinciale. Un successivo approfondimento analitico sarà necessario per valutarne le caratteristiche meccaniche ed individuare quali tra queste unità sono i corpi maggiormente soggetti alla liquefazione. Questo tipo di analisi potrà essere condotta alla scala locale con appositi studi di microzonazione sismica (MS). Nel territorio veneziano la futura MS comunale potrebbe essere anche l'occasione per procedere ad una prima digitalizzazione, nell'ambito dei singoli studi, di una serie di prove CPT e SPT che l'Amministrazione Provinciale ritiene significative e che potrebbero essere rese disponibili alle Amministrazioni Comunali prima di intraprendere lo studio.

#### 8.4. Mappa sperimentale dell'indice geosismico

le tre mappe tematiche di cui ai paragrafi 8.1. ( $V_s30$ ), 8.2. (rapporto H/V) e 8.3. (corpi sabbiosi e bordi di paleoalveo) costituiscono il principale risultato del presente studio. In via sperimentale si è provato a costruire una mappa che incorporasse i tre insiemi di dati utilizzando opportuni fattori di peso costruendo una sorta di indice di zonazione relativo per l'intero territorio provinciale. Nell'analisi è stato inserito un quarto insieme di dati, rielaborando le mappe di pericolosità sismica prodotte dall'INGV (Meletti et al., 2007), che è costituito dalla *PGA* (*Peak Ground Acceleration*, indicata generalmente nelle norme come  $A_g$  oppure anche come  $A_{max}$ ) e scegliendo un tempo di ritorno di 475 anni (Figura 27).



**Figura 27.** Mappa della PGA con tempo di ritorno di 475 anni e probabilità di superamento del 10% (rielaborata da dati INGV).

E' stata costruita una griglia con maglia quadrata di apertura di 1 km ed in corrispondenza di ciascun valore nodale sono stati ricalcolati i valori della  $V_s30$ , della PGA e del rapporto H/V. Trattandosi di un'analisi di valutazione relativa gli insiemi di dati sono stati normalizzati nell'intervallo 0-1. Nel caso della  $V_s$  il valore di massima penalizzazione (1.0) è stato assegnato ai terreni con  $V_s$  minima.

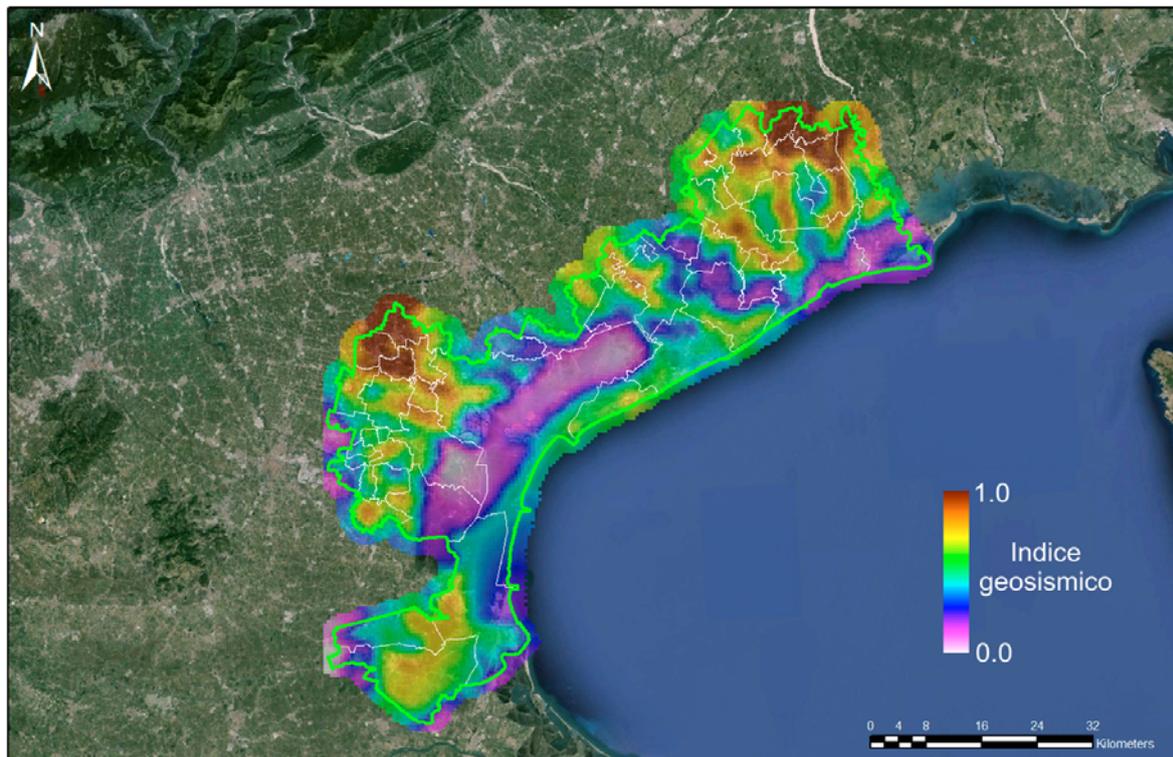
Per quanto riguarda invece la liquefacibilità potenziale delle sabbie sono stati considerati due aspetti: la presenza di sabbie nel sottosuolo (con indice normalizzato da 0.0 a 0.5) e la distanza del nodo dal bordo del paleoalveo (con indice normalizzato da 0.0 a 0.5 ed un massimo di 250 m in corrispondenza del quale il valore è pari a 0.0) .

In questo primo tentativo ai quattro fattori di peso è stato assegnato il valore di 1 (Tabella 1). Se la procedura risulta efficace si possono affinare i valori dei pesi ed in particolare sembrerebbe opportuno ridurre quello assegnato ai terreni sabbiosi ed ai paleoalvei.

	PGA	Vs30	H/V	Terreni sabbiosi e paleoalvei	
	F1	F2	F3	F4	
				Presenza sabbia liquefacibile	Distanza da paleolveo
				0.0-0.5	0.0-0.5
Int. di normalizzazione (Ni)	0.0-1.0	0.0-1.0	0.0-0.1	0.0-0.1	
Fattore di peso (Pi)	1	1	1	1	
Contributo (ci)	$C1=F1*P1;$	$C2=F2*P2;$	$C3=F3*P3;$	$C4=F4*P4;$	

**Tabella1.** Intervalli di normalizzazione e fattori di peso per la determinazione dell'indice geosismico.

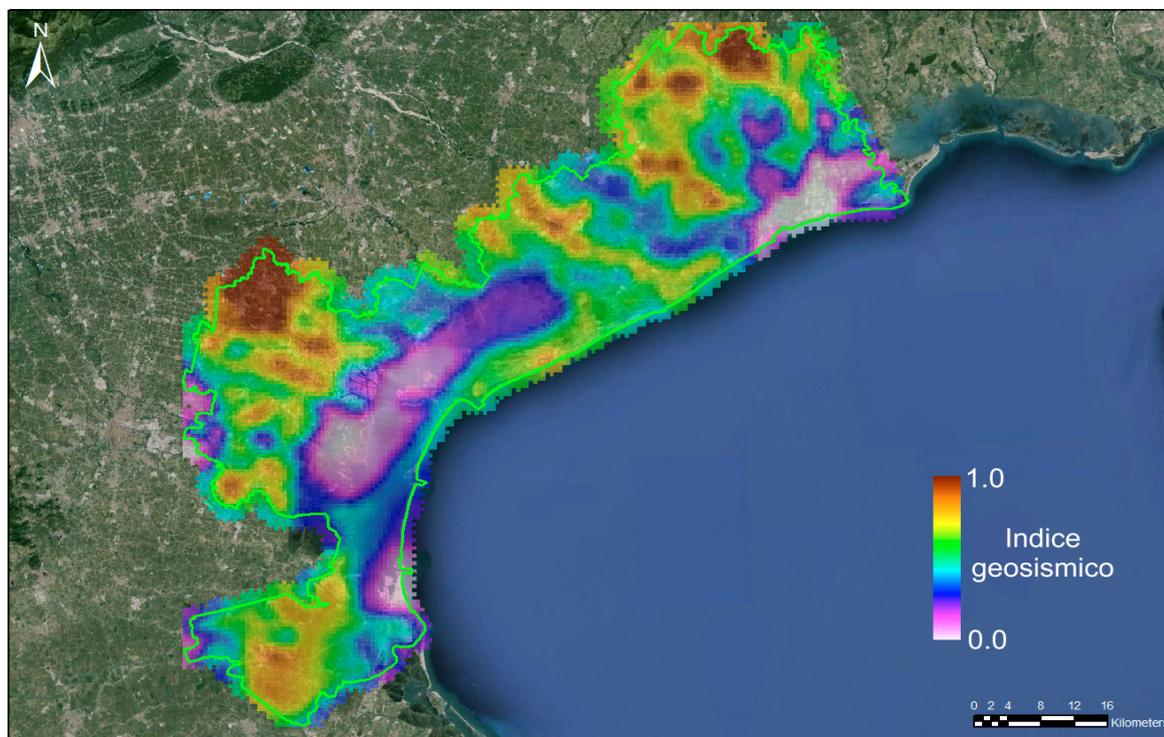
L'indice geosismico (Figura 28) è stato costruito sommando C1, C2 C3 e C4 e poi normalizzando il risultato della somma nell'intervallo 0.0-1.0. Al crescere del valore dell'indice cresce il livello di penalizzazione geosismica del territorio.



**Figura 28.** Mappa dell'indice geosismico ottenuto pesando i quattro insiemi di dati con valore uguale e pari ad 1.

Il risultato è una mappa che nel complesso presenta una certa omogeneità spaziale e che comunque appare parzialmente condizionata dalla distribuzione dei livelli liquefacibili superficiali e dei paleoalvei. Le zone più penalizzate sono rappresentate dai territori dei comuni ubicati sullo spigolo delle tre provincie: Venezia, Padova e Treviso e lungo il confine nord con la provincia di Pordenone

dove sono elevati i valori della PGA ed anche quelli del rapporto H/V. In queste aree il valore elevato della  $V_{S30}$  ha contribuito ad una riduzione del valore dell'indice.



**Figura 29.** Mappa dell'indice geosismico ottenuto pesando tre insiemi di ( $V_s$ , H/V, Liquefazione) dati con valore uguale e pari ad 1 e PGA con valore pari ad 1.5.

Valori elevati sono visibili anche nella zona a sud-ovest di Chioggia particolarmente penalizzata dal basso valore della  $V_{S30}$  e lungo i principali corpi sabbiosi dove è maggiore la probabilità di liquefazione

Relativamente alla forte influenza della liquefacibilità potenziale delle sabbie questa può essere resa più realistico innalzando a 1.5 il peso del parametro PGA (**Figura 29**). In questo modo la liquefacibilità diminuisce dove sono più bassi i valori attesi della PGA.

## 9. CONSIDERAZIONI FINALI

La mesozonazione sismica della provincia di Venezia ha consentito di approfondire il quadro conoscitivo generale sulle caratteristiche fisiche dei depositi e si inserisce nella cornice degli studi sino ad ora promossi dall'Amministrazione Provinciale che hanno consentito, attraverso la costruzione di una banca dati geologici di grande qualità, di ottenere una visione via via più approfondita circa le caratteristiche dei depositi geologici del veneziano comprendendone anche i meccanismi genetici.

Il dato sismico, acquisito nel corso del presente progetto, è di tipo parametrico-quantitativo e benché articolato su un ridotto numero di stazioni di misura ben rappresenta la variabilità del territorio.

La rete di misura ed i dati raccolti rappresentano il cuore ed il valore intrinseco dello studio ed arricchiscono la base dati in funzione dei futuri approfondimenti conoscitivi. Questi dati, anche se non di immediata evidenza, si traducono in un valore reale e monetizzabile per la gestione del territorio e per ridurre i costi sociali degli eventi naturali che, con cadenza periodica, investono il territorio stesso. La principale finalità delle mappe è pertanto quella di costruire uno strumento unitario sul quale basare i futuri studi locali di approfondimento delle caratteristiche sismiche ed anche per consentirne una migliore correlabilità in chiave regionale dei risultati.

E' importante infine sottolineare come il presente studio sia stato progettato e condotto con finalità principalmente pianificatorie e quindi che la scala di studio, come pure la rete di misura, hanno un carattere regionale con la principale finalità di caratterizzazione, da un punto di vista sismico, quei corpi deposizionali che costituiscono il suolo ed il sottosuolo del territorio provinciale. Lo studio, come pure la mappa della liquefacibilità potenziale, la mappa dell'ampiezza del rapporto H/V e la mappa della  $V_{s30}$ , come pure la mappa di sintesi, hanno quindi una valenza generale e devono servire solamente come guida per un corretto approfondimento delle conoscenze locali. Le indagini di legge, previste per le singole opere di ingegneria civile, da effettuare *in situ*, ed i futuri studi di microzonazione sismica non devono in nessun modo essere sostituiti dal presente documento.

## **Bibliografia essenziale**

Bard, P.-Y., 1998, Microtremor measurements: a tool for site effect estimation? Proceeding of the Second International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion. Yokohama, Japan, pp. 1251–1279.

Bondesan, A., Meneghel, M., 2004, Geomorfologia della provincia di Venezia.

Bondesan A., Primon S., Bassan V. and Vitturi A., 2008, Le unità geologiche della Provincia di Venezia. Provincia di Venezia, Università di Padova, Ed. Cierre Grafica, Verona, Italy, 184 pp., 3 All.

Bondesan A., e Levorato C., 2008, I geositi della Provincia di Venezia.

Coutel, F., and Mora. P., 1998, Simulation-based comparison of four Site-Response estimation techniques. Bulletin of the Seismological Society of America, 88, 30-42.

Fabbri, P., Zangheri, P., Bassan, V., Fagarazzi, O., Mazzucato, A., Primon, S., Zogno, 2013, Sistemi idrogeologici della Provincia di Venezia – Acquiferi superficiali.

Fontana A., Mozzi P. and Bondesan A. 2008, Late Quaternary evolution of the Venetian-Friulian plain. Rend. online Soc. Geol. Ital., 9, 91-93.

Louie, 2001, Faster, better; shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays, Bulletin of the Seismological Society of America, 91, 347-364.

Meletti C., e Montaldo, V., 2007, Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>

Nakamura, Y., 1989, A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, Quaterly Report Railway Tech. Res. Inst., 30, 25–30.

Nakamura, Y., 2000, Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique and its applications, Proceedings of the 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.

Nogoshi, M. and Igarashi, T., 1971, On the Amplitude Characteristics of Microtremor (Part 2) (in Japanese with English abstract), Jour. Seism. Soc. Japan, 24, 26-40.

Reynolds, J.M., 2005, An Introduction to Applied and Environmental Geophysics.

Robertson, P. K., CE (Fear) Wride, 1998, Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test, Canadian Geotechnical Journal, 35(3): 442-459, 10.1139/t98-017

Stokoe, K.H., Wright, S.G., Bay, J.A., and Roesset, J.M., 1994, "Characterization of Geotechnical Sites by SASW Method," Technical Review: Geophysical Characterization of Sites, ISSMFE Technical Committee 10, edited by R.D. woods, Oxford Publishers, New Delhi.

Slejko D., Rebez A. and Peruzza L., 2003, Analisi e studi necessari per la valutazione della pericolosità sismica del territorio veneto. Rel. 2/03 OGA 1, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, 38 pp

Sugan, M., e Peruzza, L., 2011, Distretti sismici del Veneto. Boll. Geof. Teor. Appl., 52, 4, 3 90.

Vitturi, Bassan, Mazzucato, Primon, Bondesan, Ronchese, Zangheri (2012) “Atlante geologico della Provincia di Venezia”.

Vitturi, A., Giandon, Bassan, V., Ragazza, 2008, I suoli della Provincia di Venezia.

Zanferrari A., Bollettinari G., Carobene L., Carton A., Carulli G.B., Castaldini D., Cavallin A., Panizza M., Pellegrini G.B., Pianetti F. and Sauro U.; (1982): Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale. Mem. Sci. Geol., 35, 355-376.

Zanferrari A., Avigliano R., Fontana A. and Paiero G. 2008, Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1: 50.000 Foglio 086 SAN VITO AL TAGLIAMENTO. APAT - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Graphic Linea, Udine, Italy, 178 pp.

**ALLEGATO A**  
**Spettri ReMi**

## APPENDICE A – SPETTRI REMI

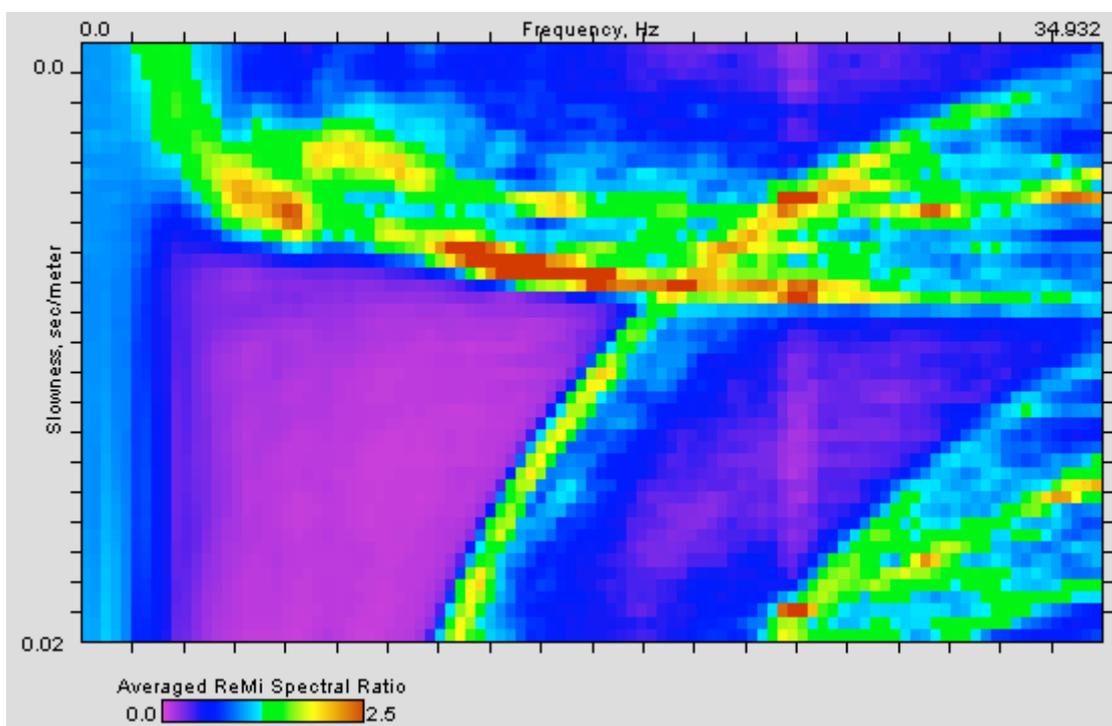
**ID Stazione:** 1002

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6592637

Longitudine: 13.0599729

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

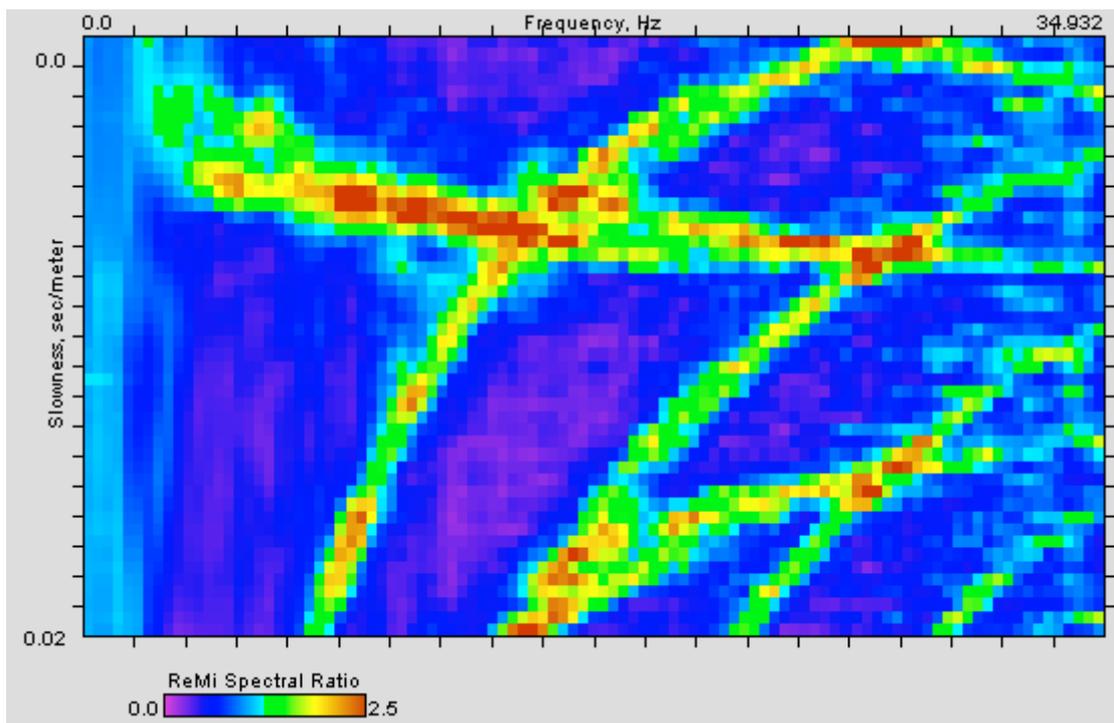
**ID Stazione:** 1003

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5412198

Longitudine: 12.7313285

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

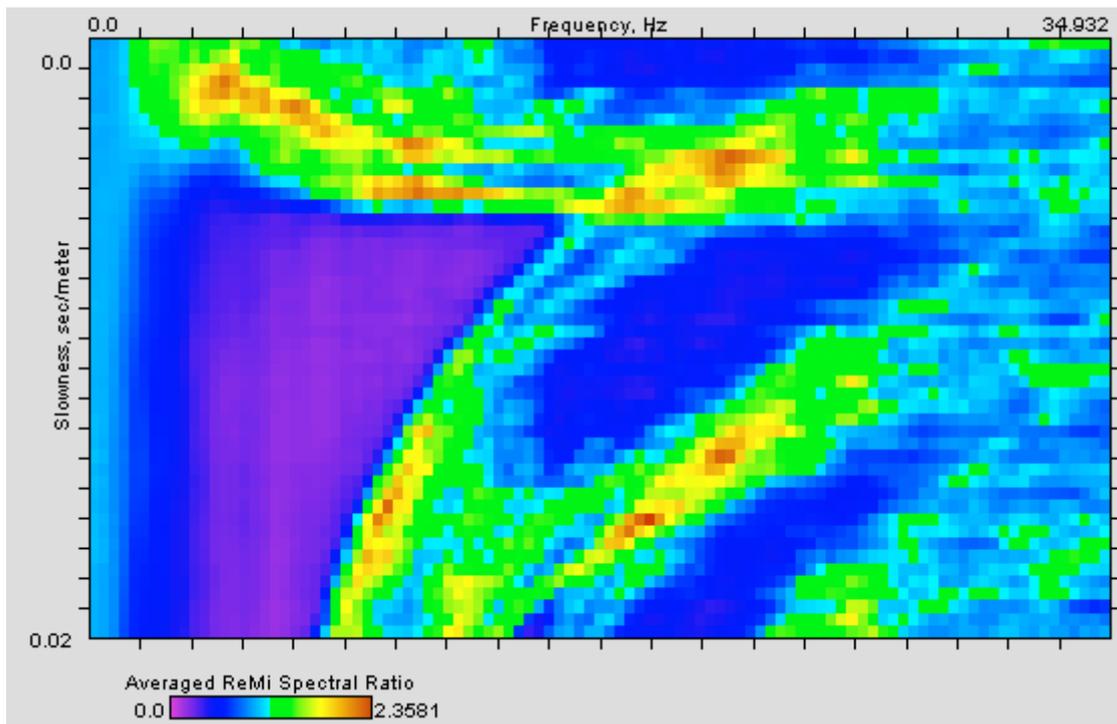
**ID Stazione:** 1004

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5350087

Longitudine: 12.7202608

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

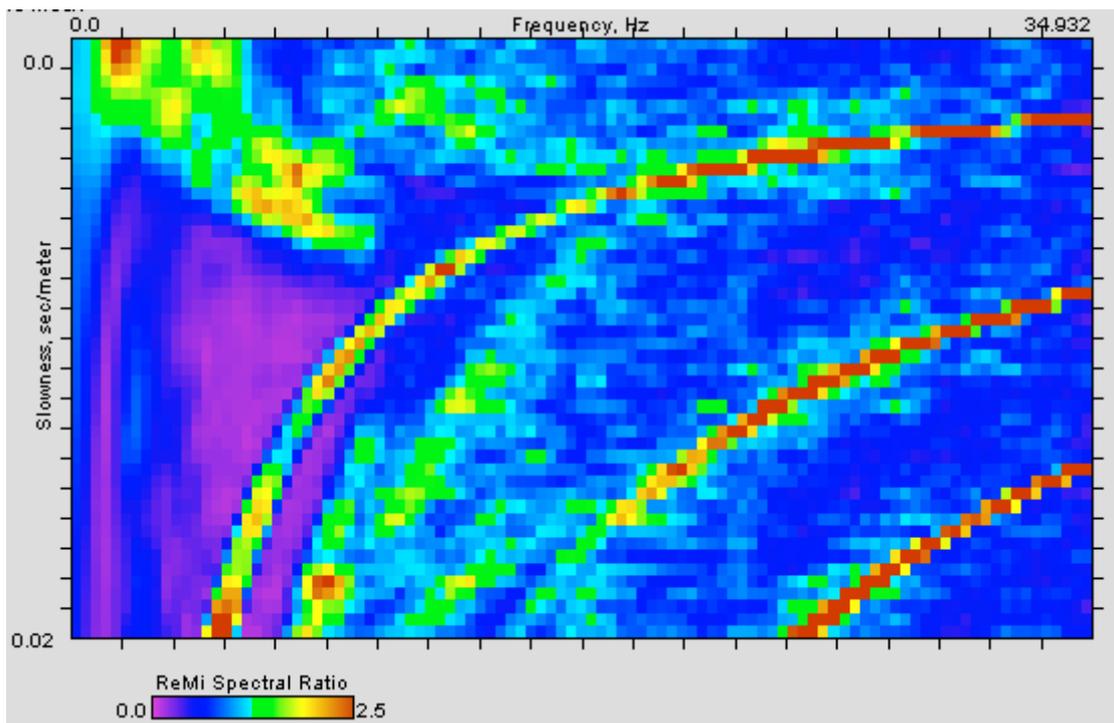
**ID Stazione:** 1005

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5354125

Longitudine: 12.6437933

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

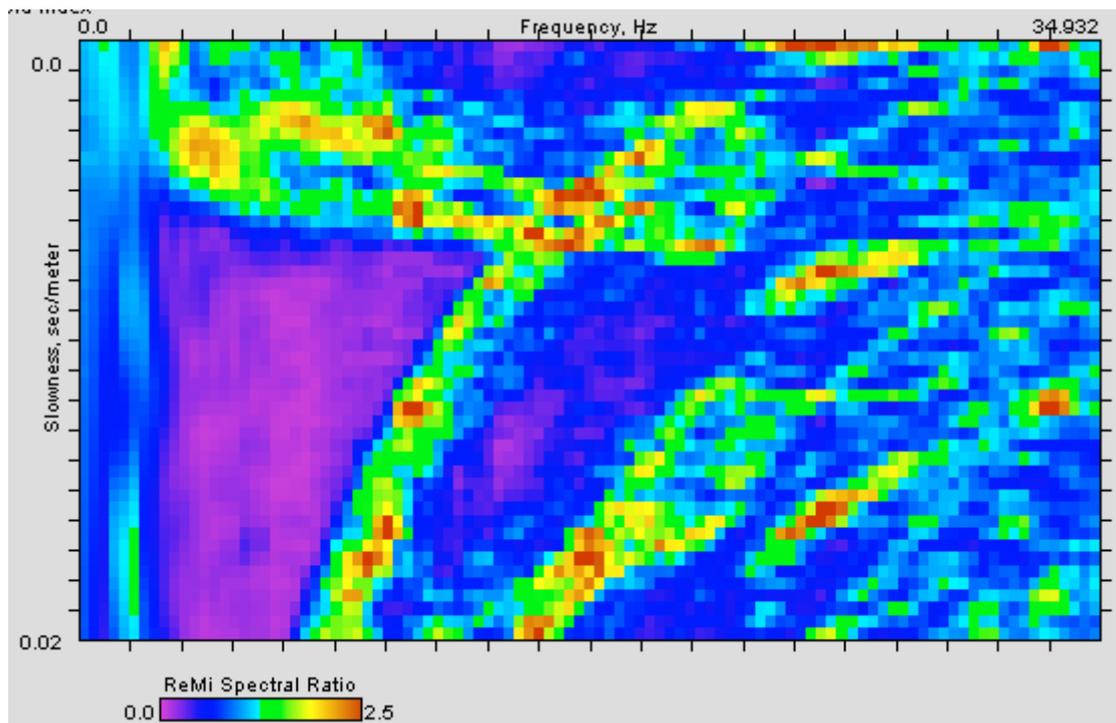
**ID Stazione:** 1006

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4933267

Longitudine: 12.5765525

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

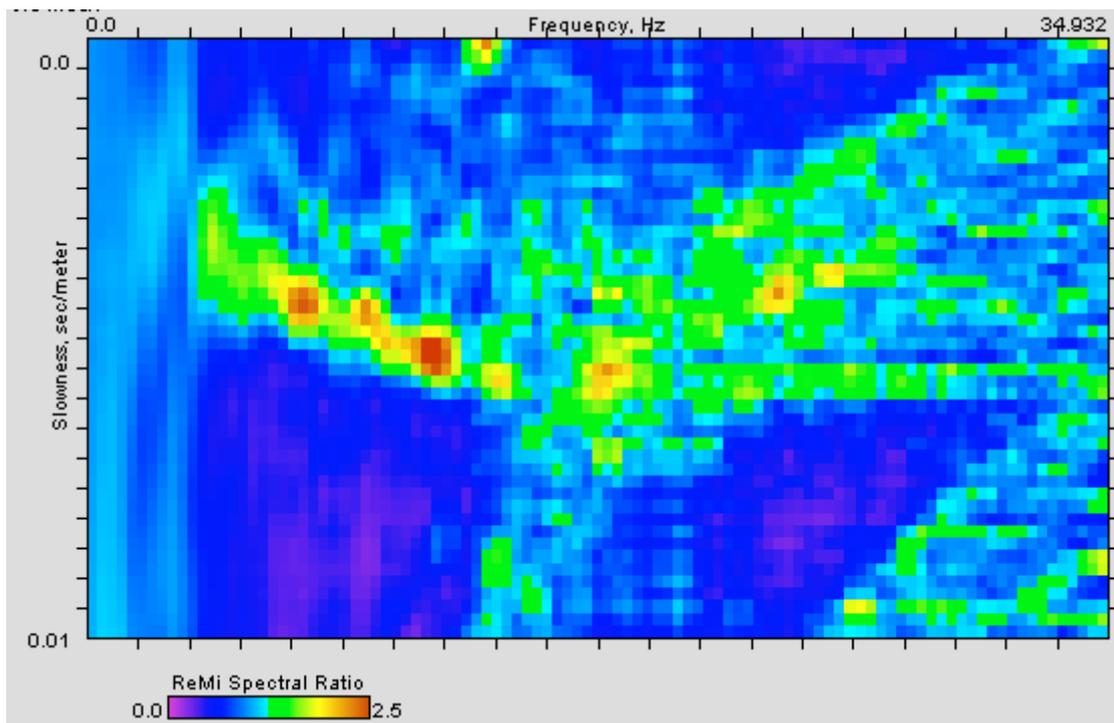
**ID Stazione:** 1007

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5085666

Longitudine: 12.3481582

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

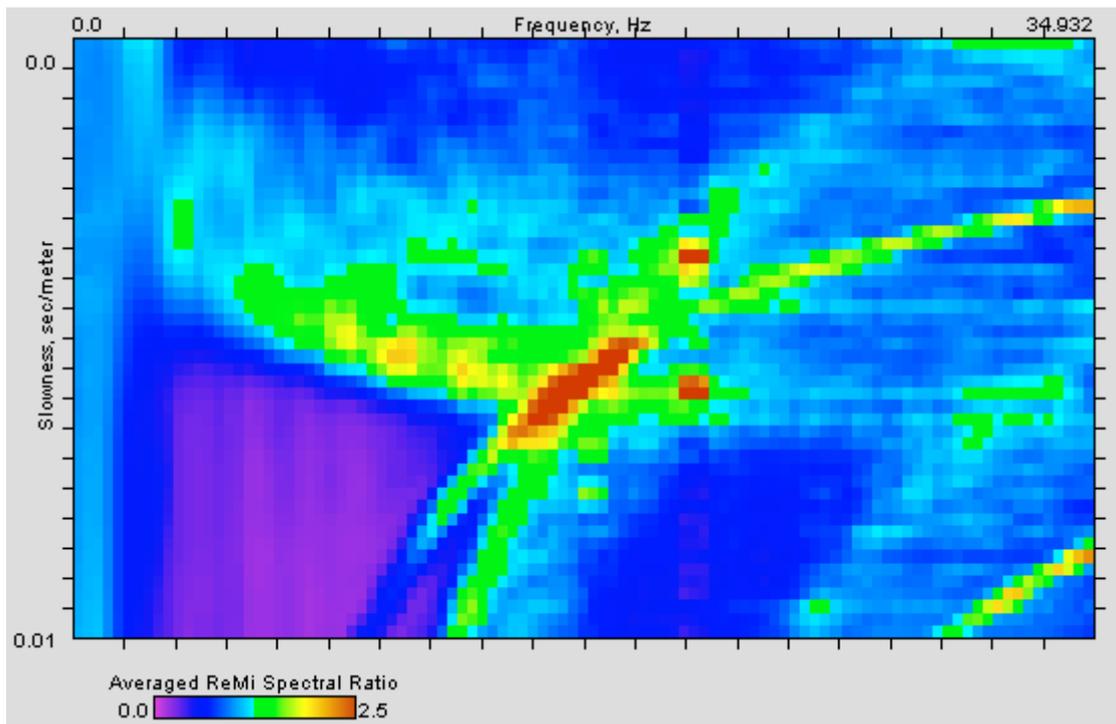
**ID Stazione:** 1008

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5093492

Longitudine: 12.3490957

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

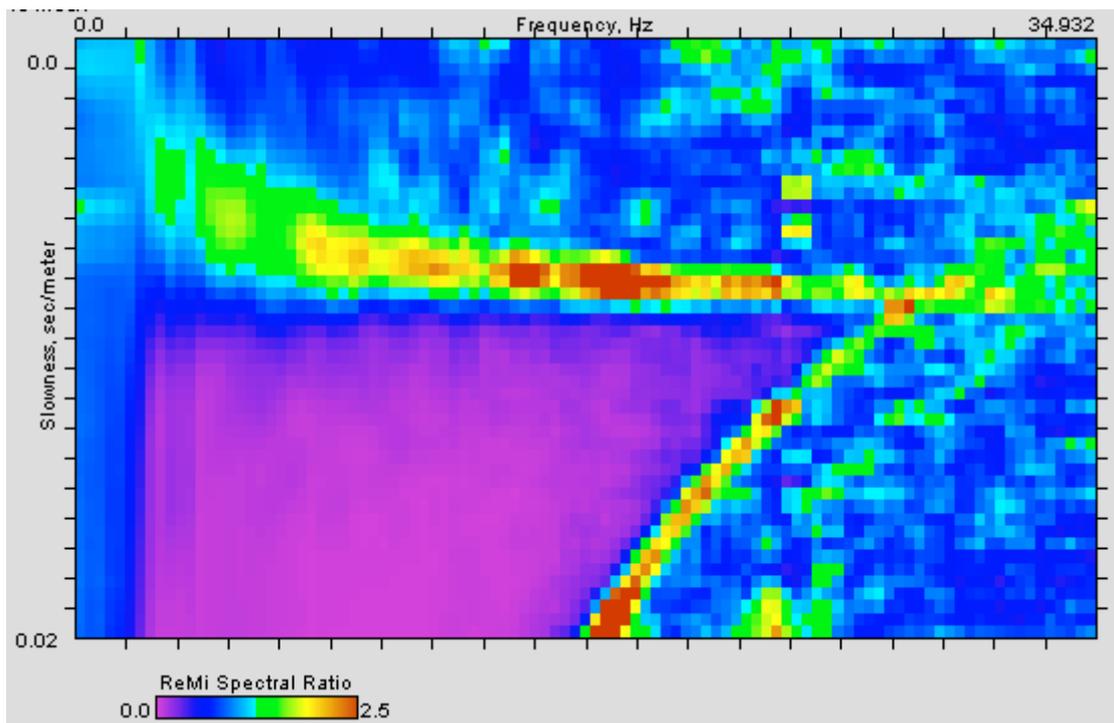
**ID Stazione:** 1016

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6618987

Longitudine: 12.6820496

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

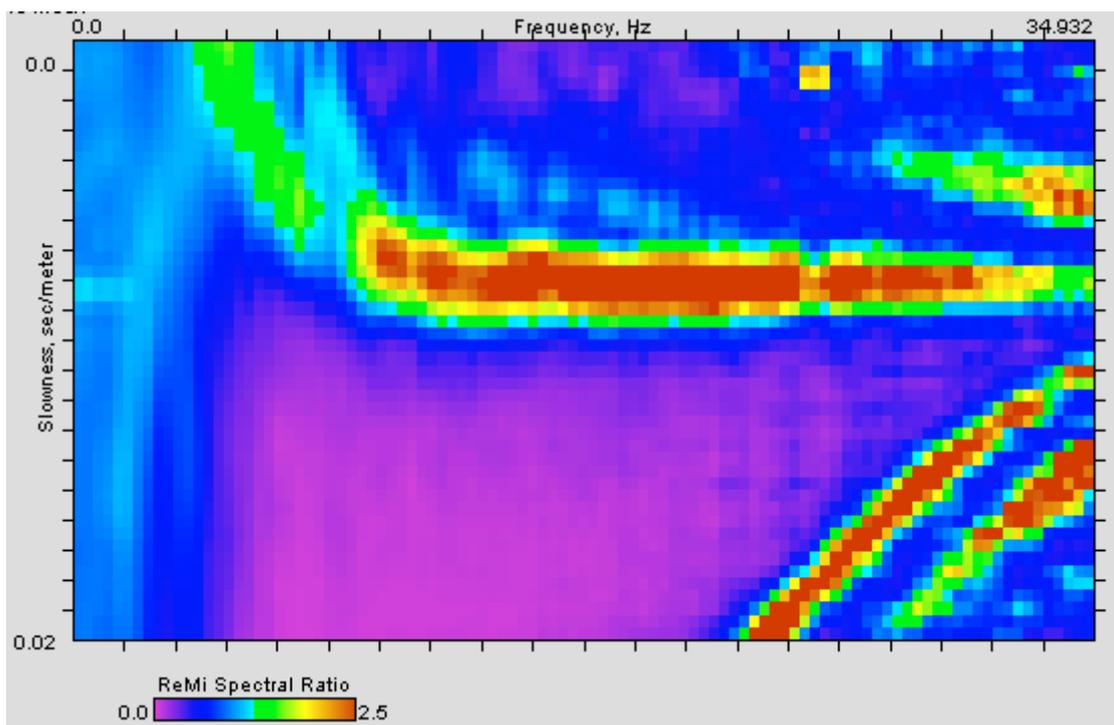
**ID Stazione:** 1017

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6402459

Longitudine: 12.6810382

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

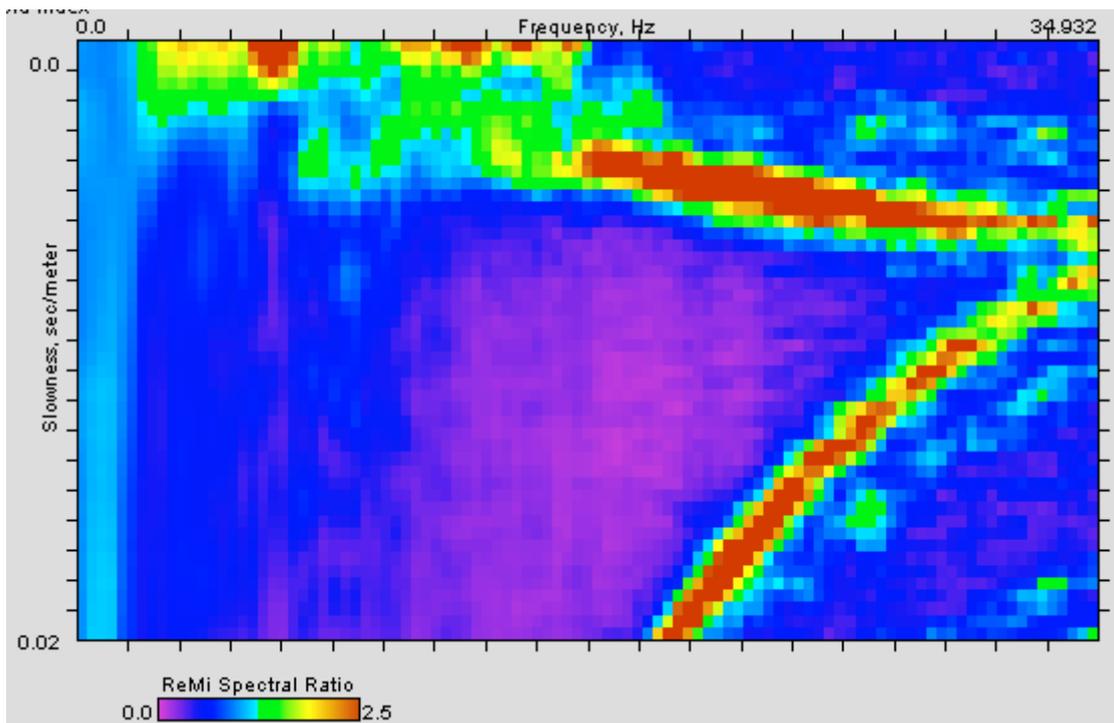
**ID Stazione:** 1022

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7096108

Longitudine: 12.9827499

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

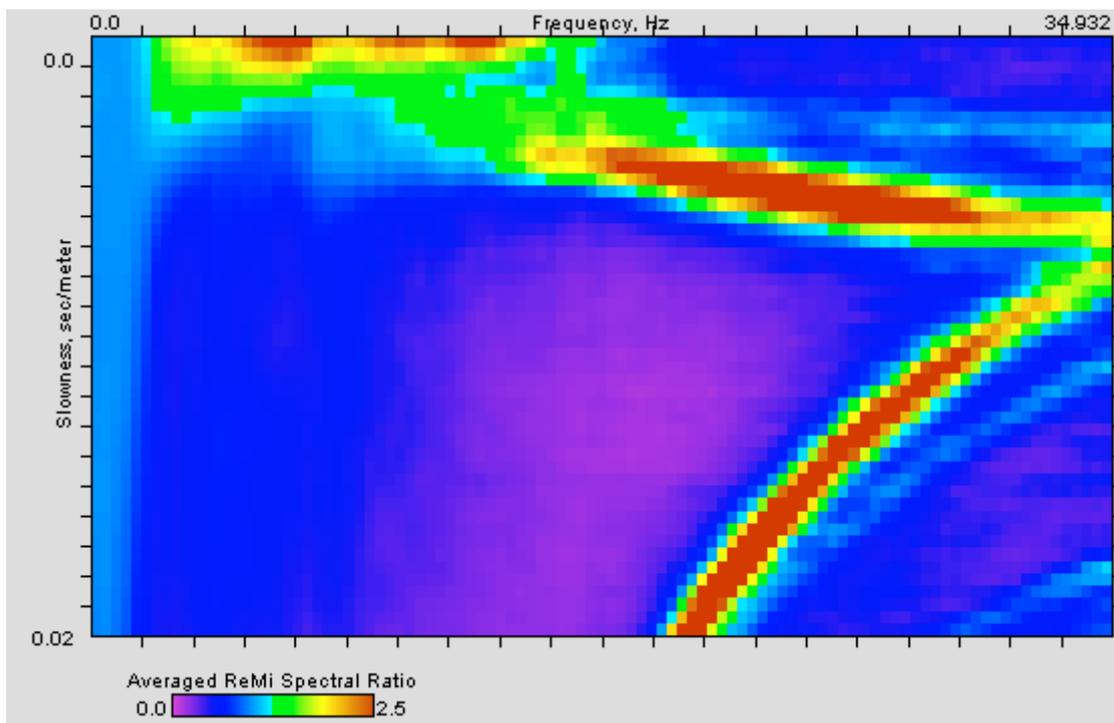
**ID Stazione:** 1025

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5164212

Longitudine: 12.1574203

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

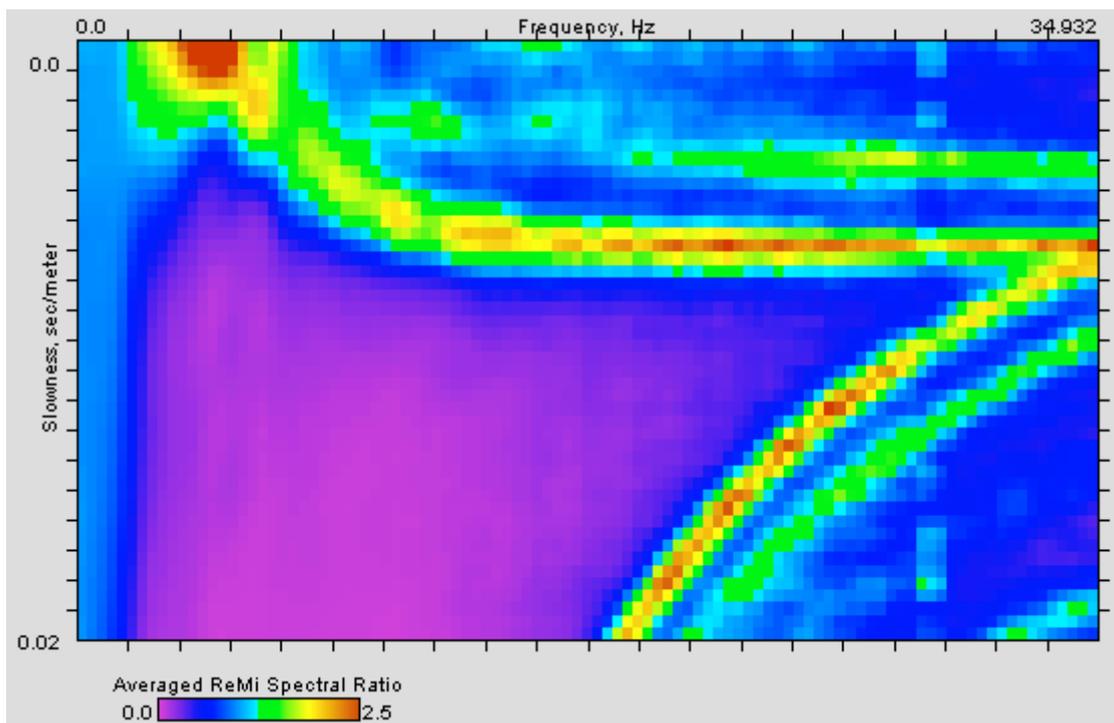
**ID Stazione:** 1030

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7383238

Longitudine: 12.6741254

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

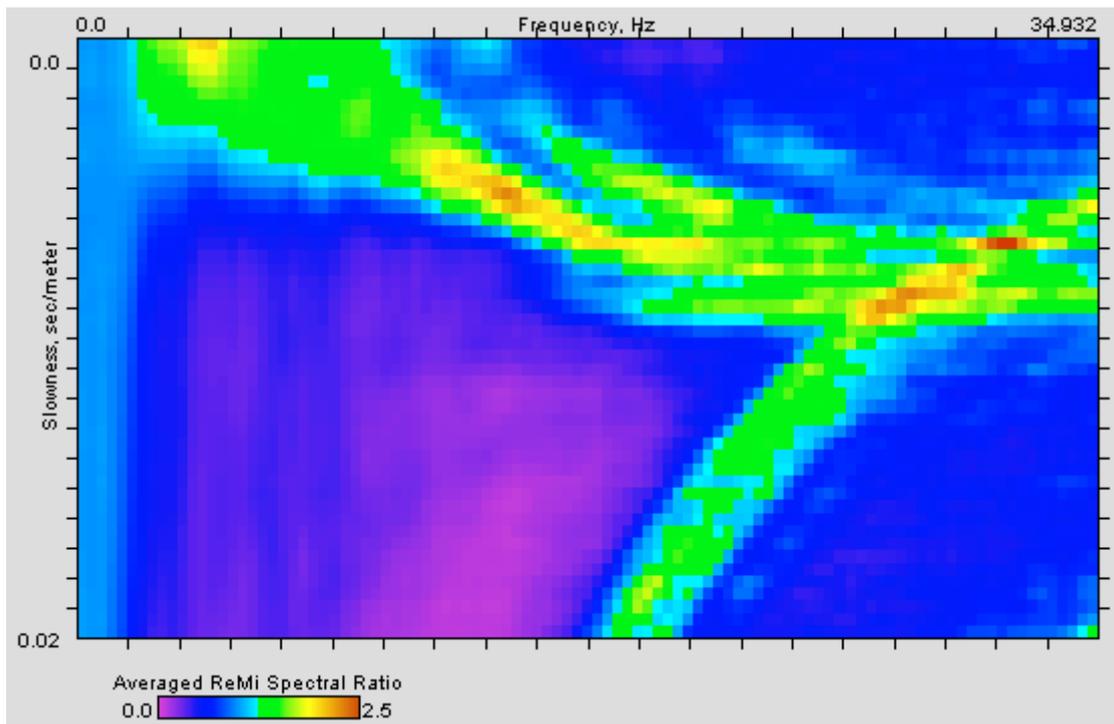
**ID Stazione:** 1032

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4881485

Longitudine: 12.1092085

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

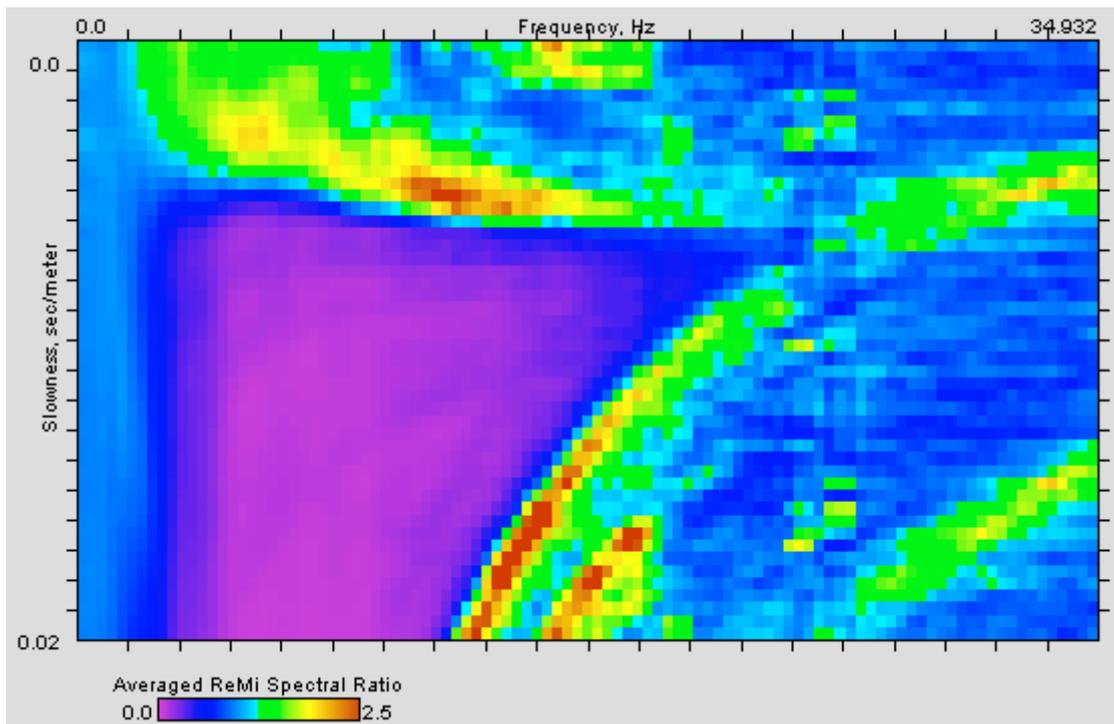
**ID Stazione:** 1033

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5090759

Longitudine: 12.0160843

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

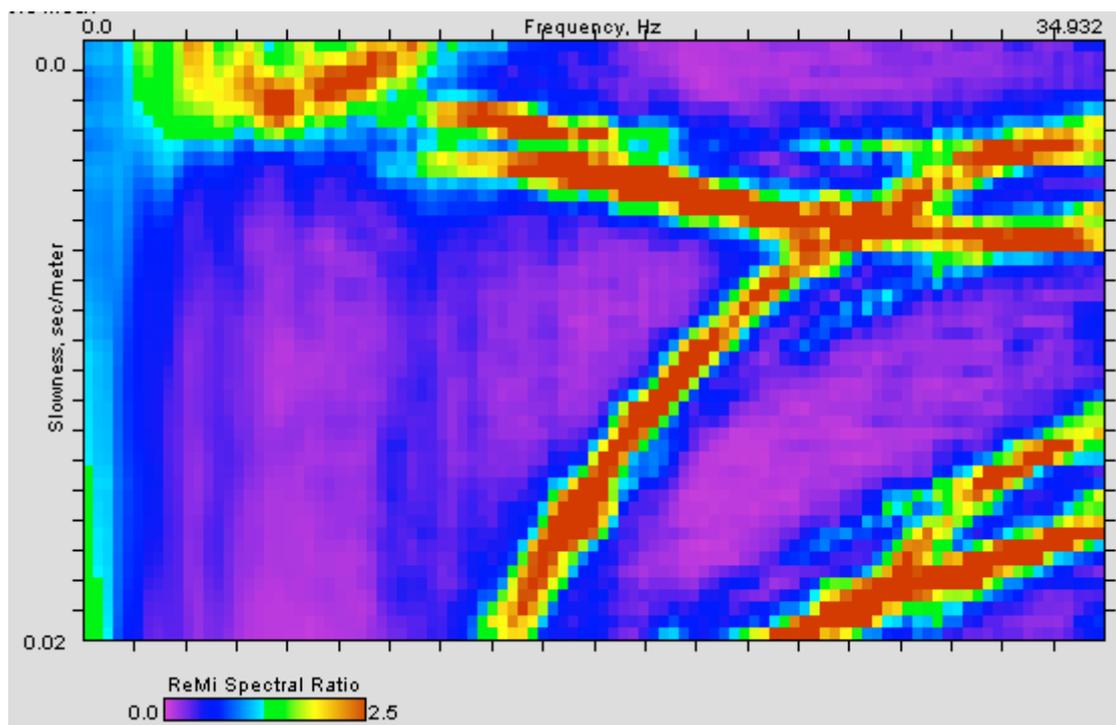
**ID Stazione:** 1035

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5547531

Longitudine: 12.2150932

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

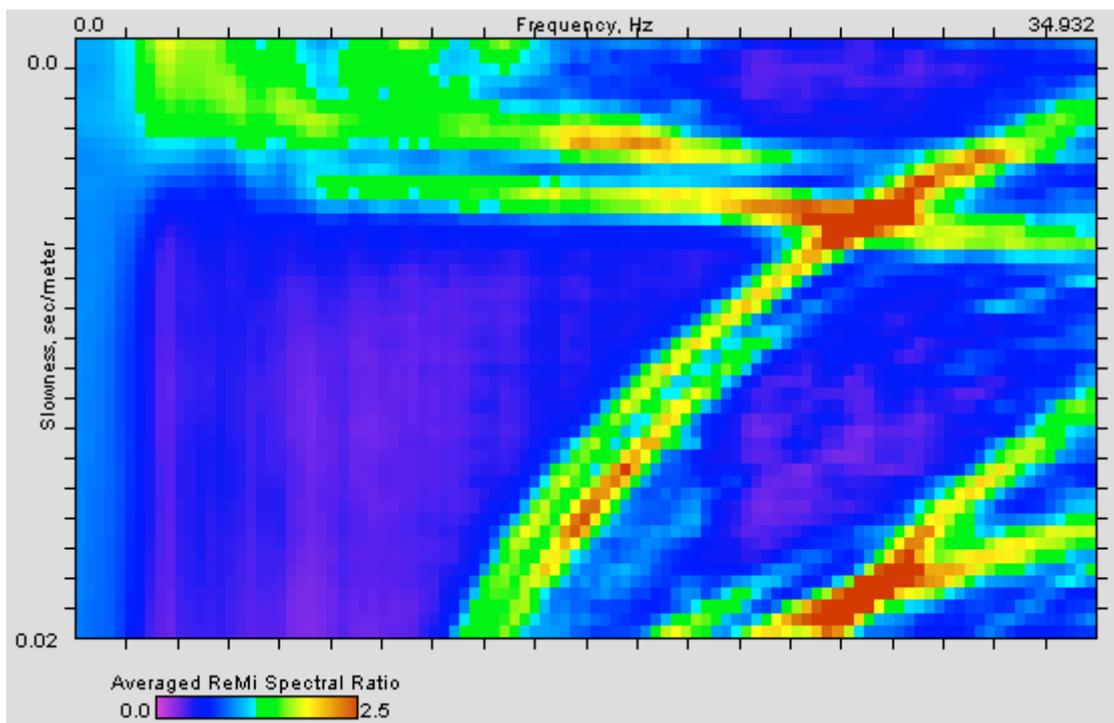
**ID Stazione:** 1037

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5642893

Longitudine: 12.4286461

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

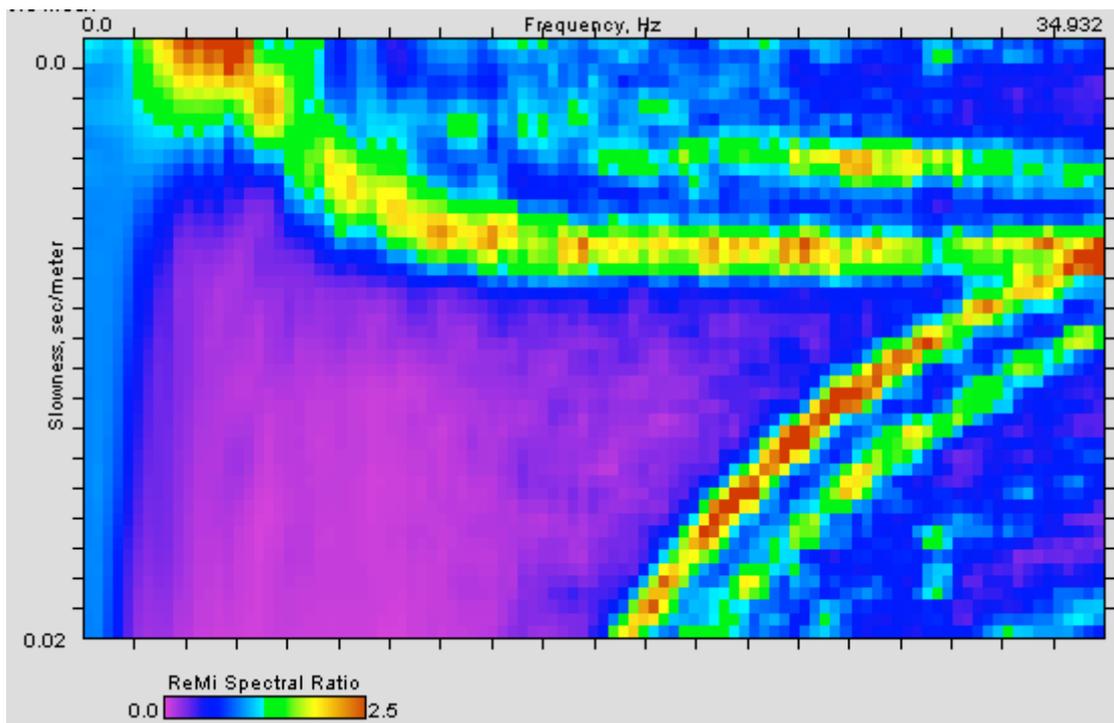
**ID Stazione:** 1039

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4015836

Longitudine: 12.3643229

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

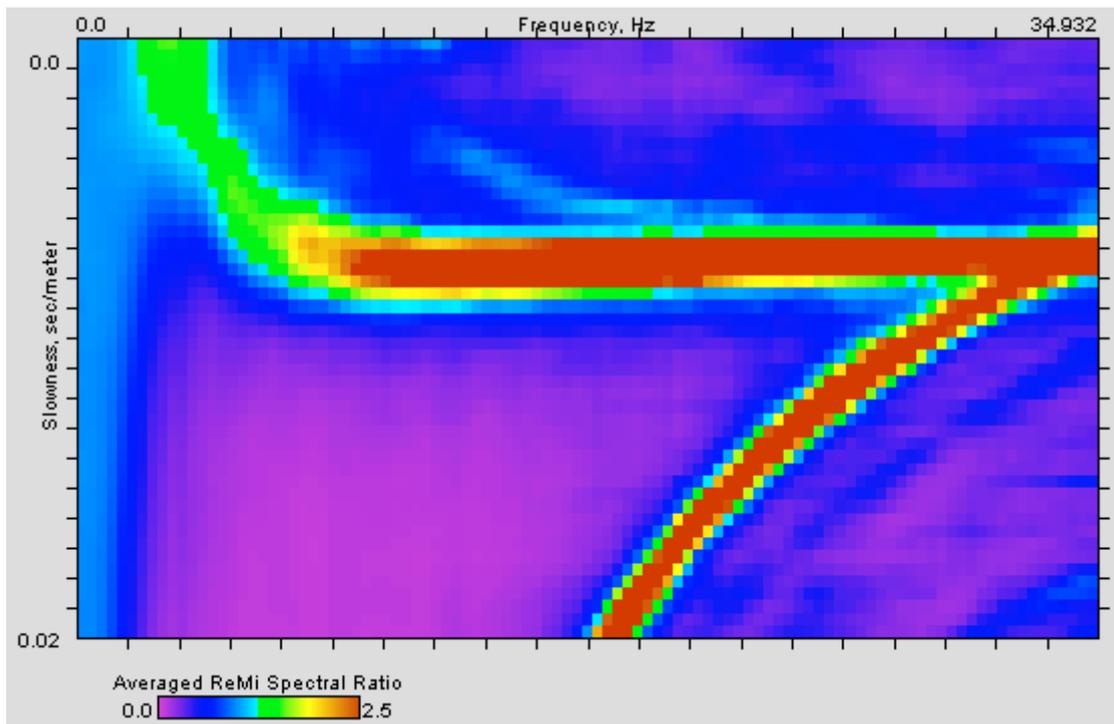
**ID Stazione:** 1045

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6801227

Longitudine: 12.6971499

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 185

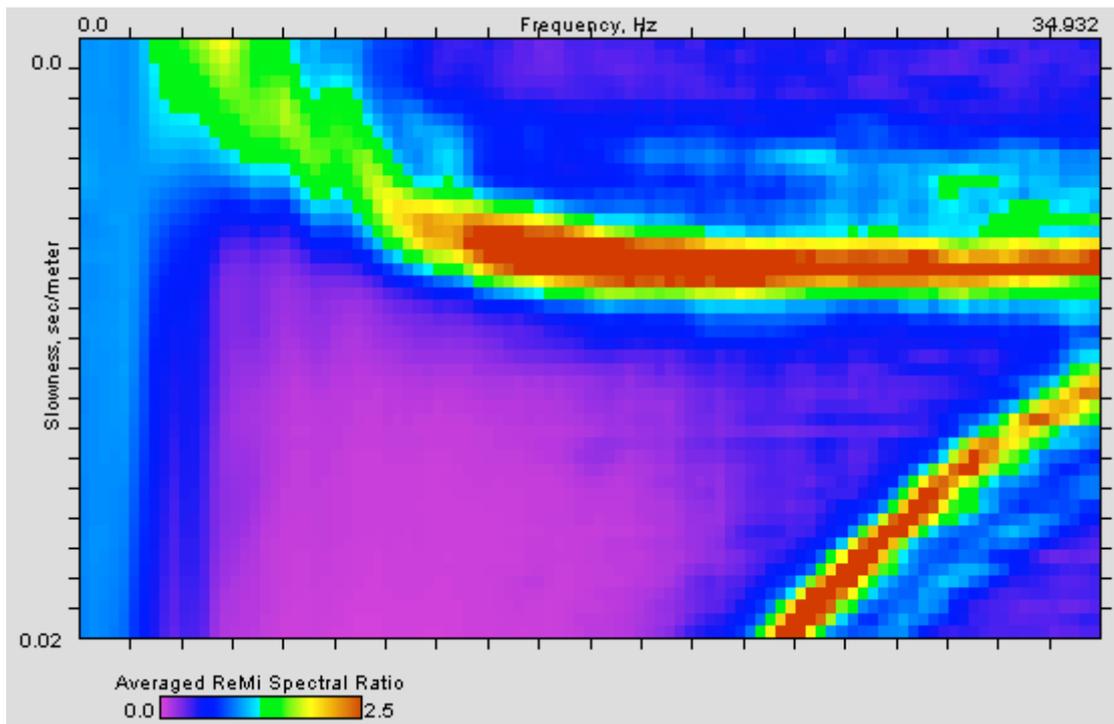
**ID Stazione:** 1046

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8101722

Longitudine: 12.7348030

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

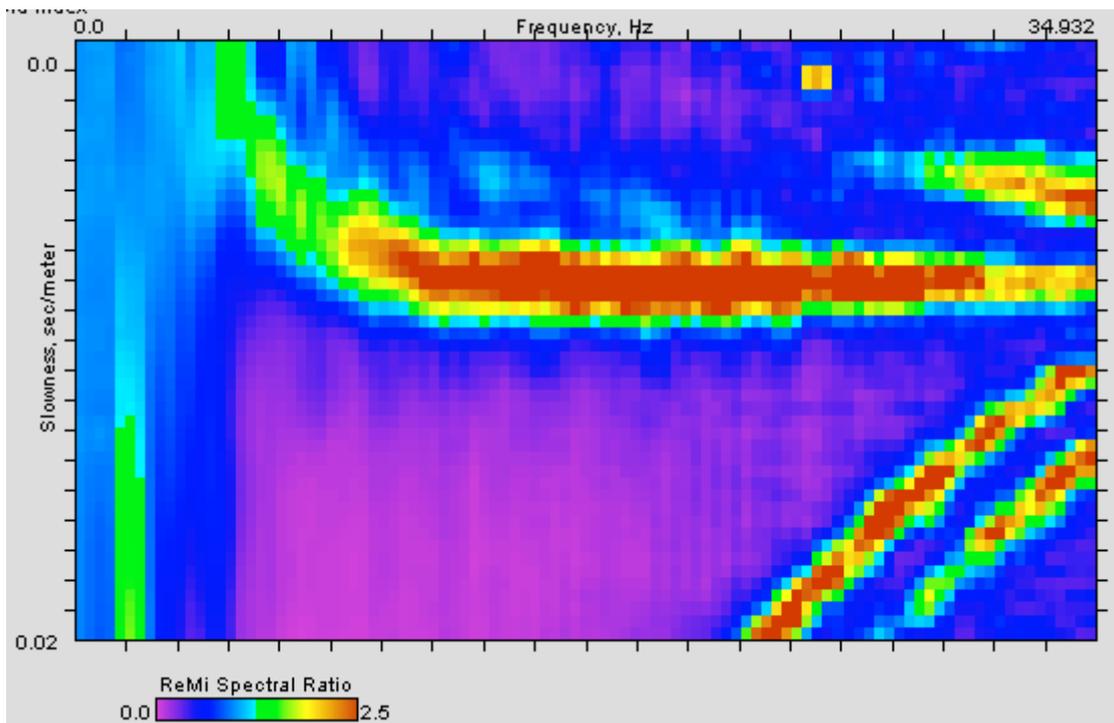
**ID Stazione:** 1047

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6818602

Longitudine: 12.7105016

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

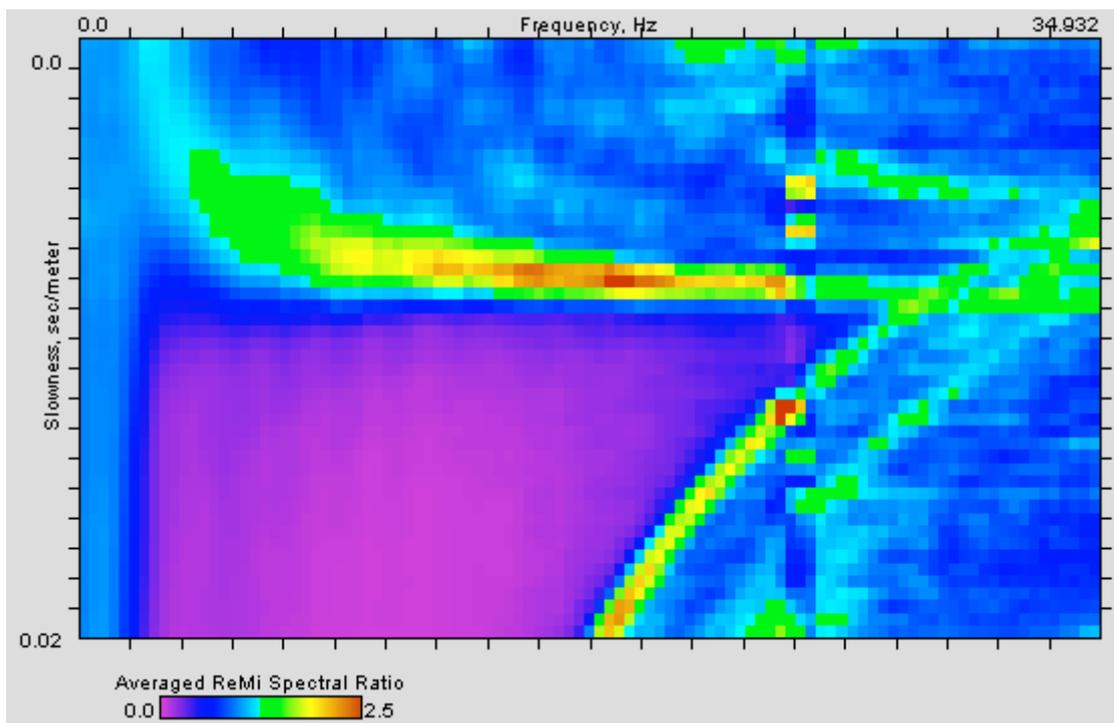
**ID Stazione:** 1050

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6331495

Longitudine: 13.0565552

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

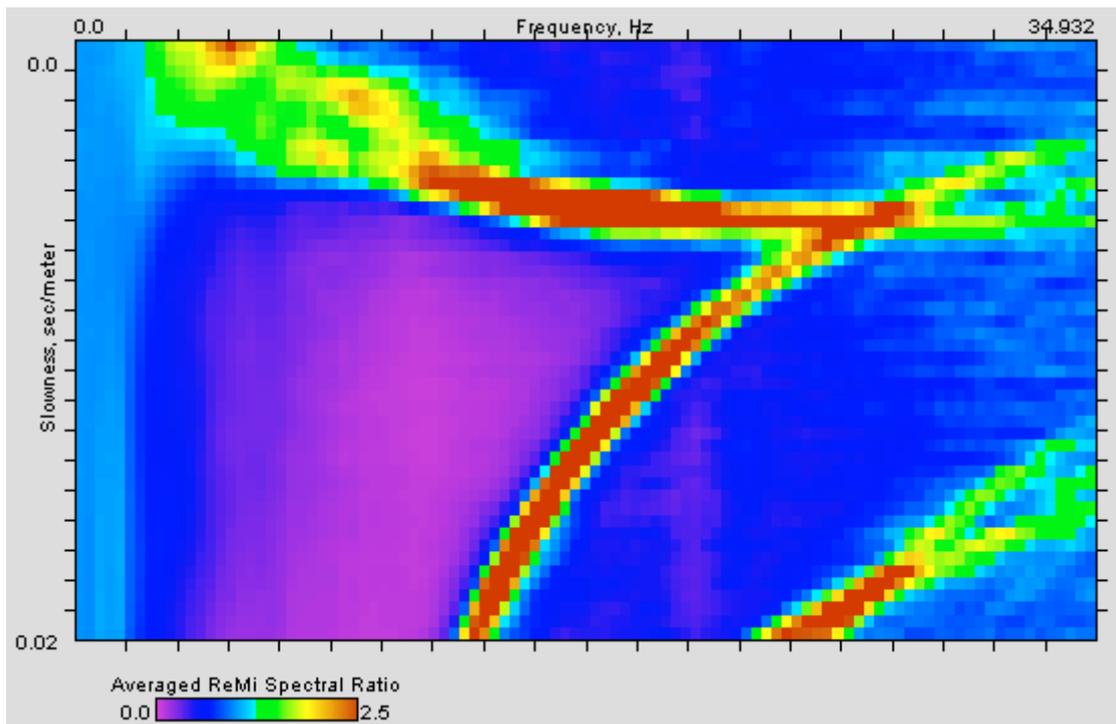
**ID Stazione:** 1052

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4790930

Longitudine: 12.0029862

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

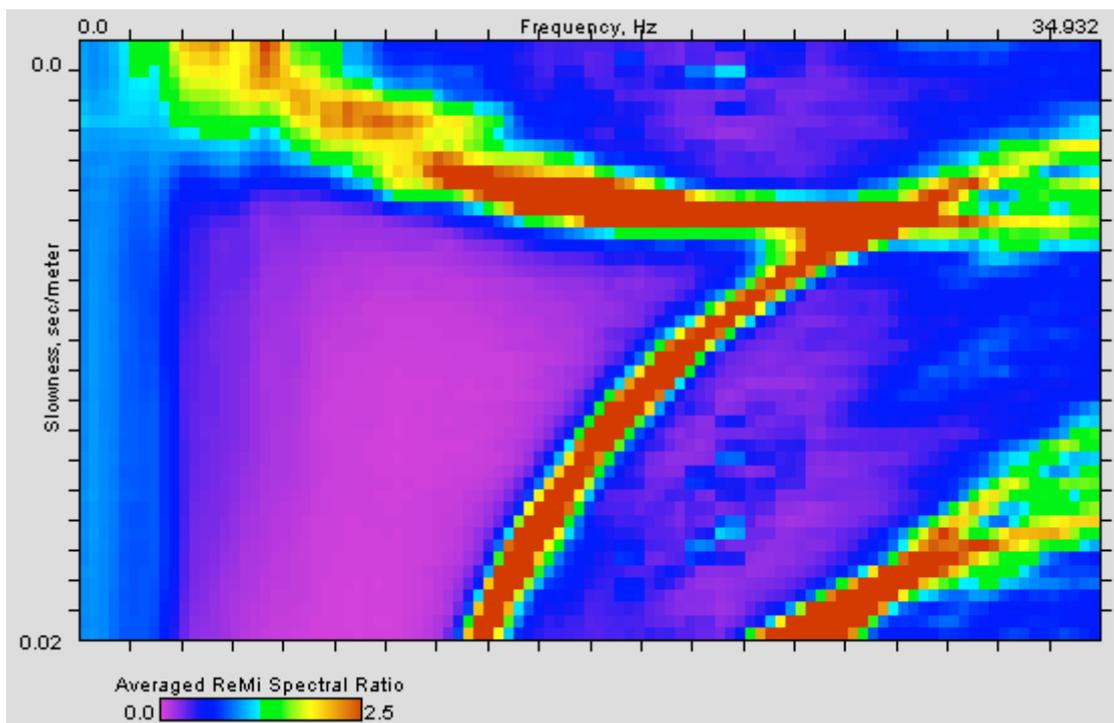
**ID Stazione:** 1053

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4798902

Longitudine: 12.0032718

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

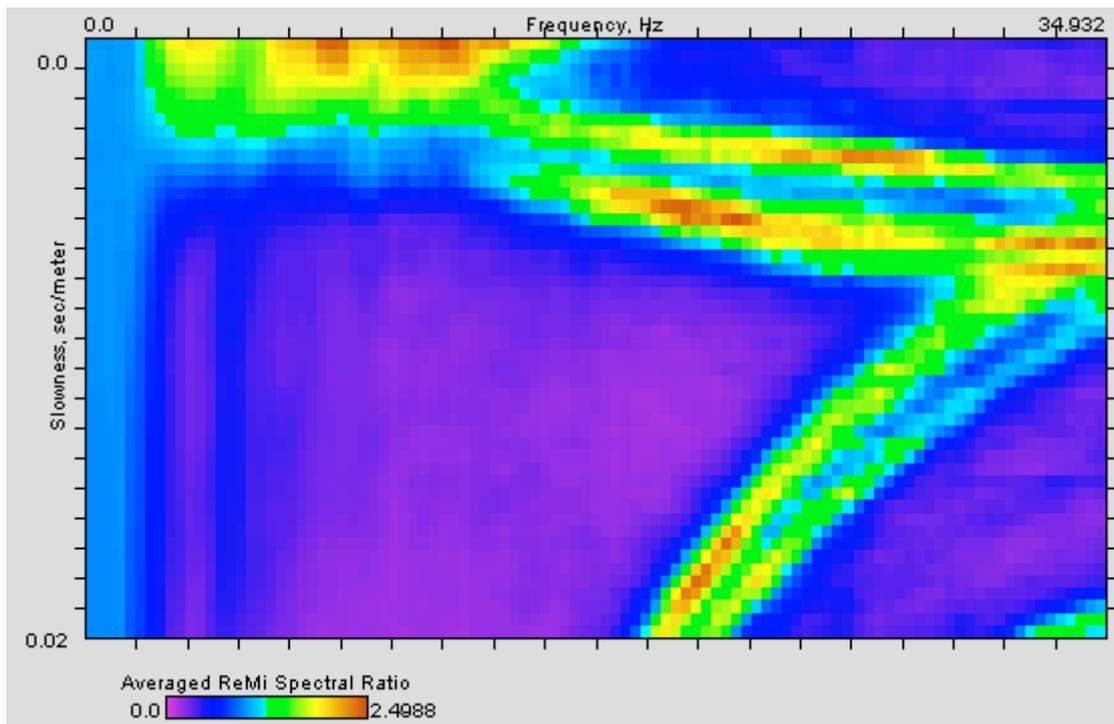
**ID Stazione:** 1056

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5329089

Longitudine: 12.1474690

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 275

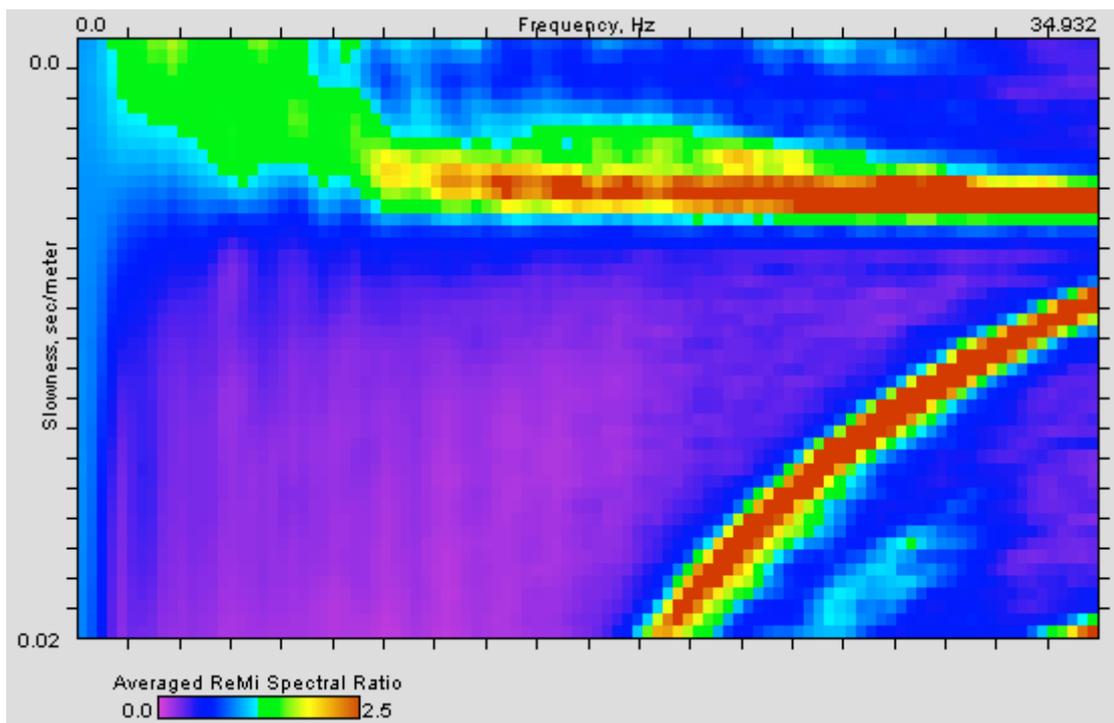
**ID Stazione:** 1059

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3473457

Longitudine: 12.3169339

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

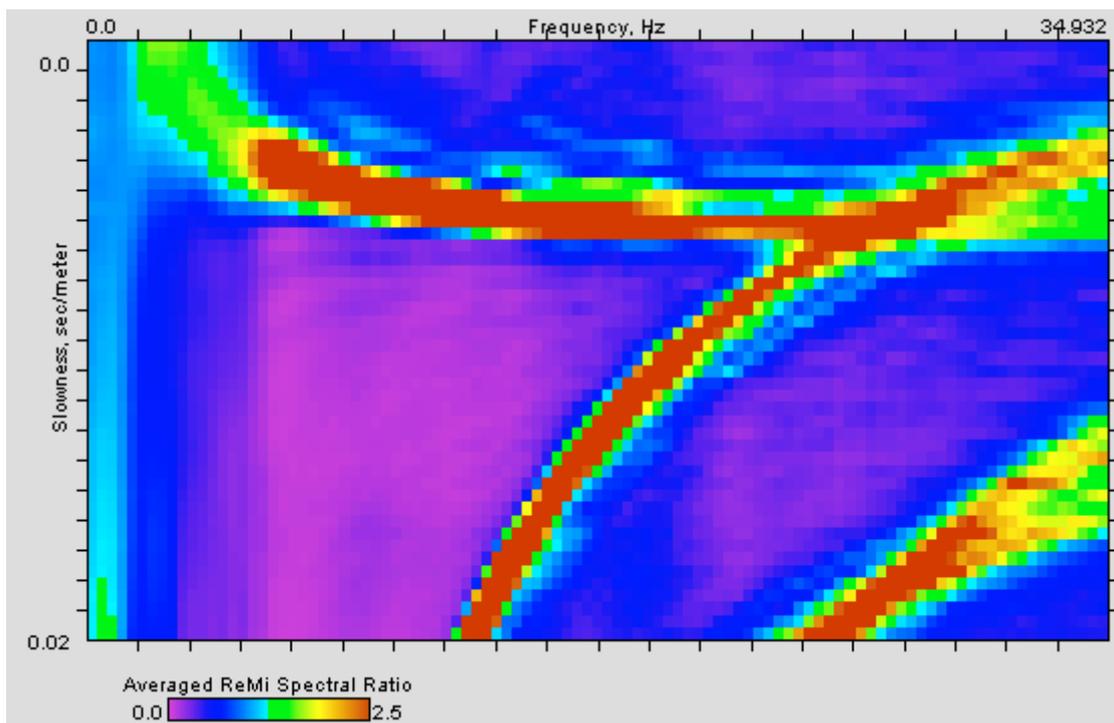
**ID Stazione:** 1066

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5511774

Longitudine: 12.2442096

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

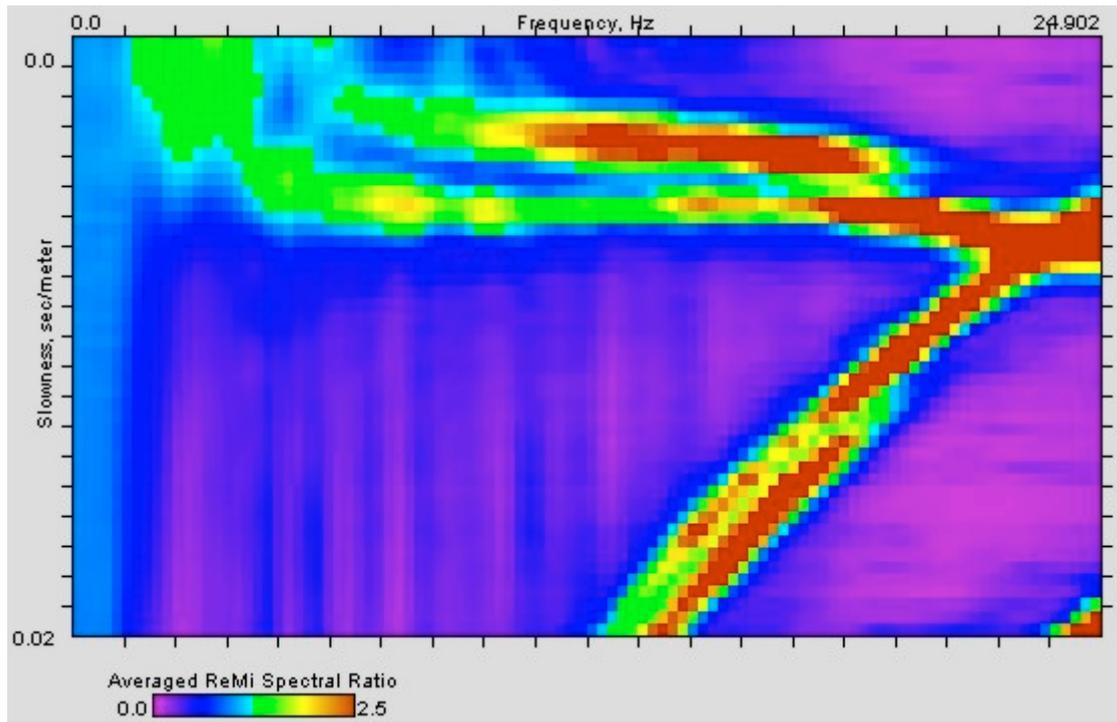
**ID Stazione:** 3001

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3265500

Longitudine: 12.1103803

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

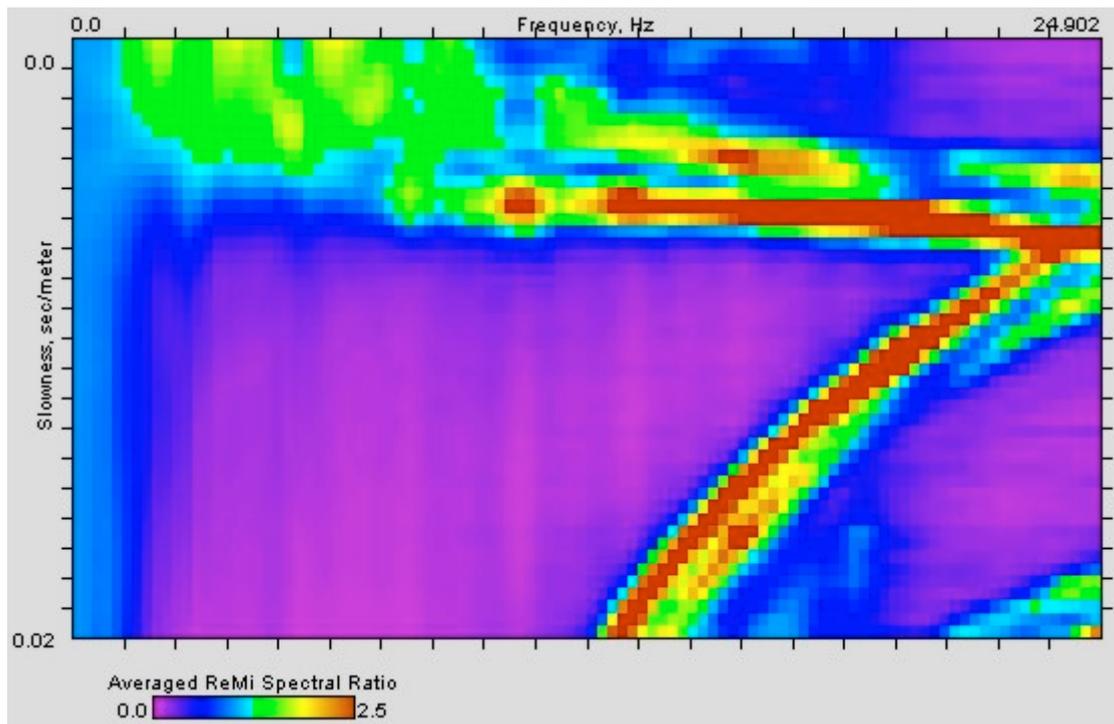
**ID Stazione:** 3002

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3292578

Longitudine: 12.0438580

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

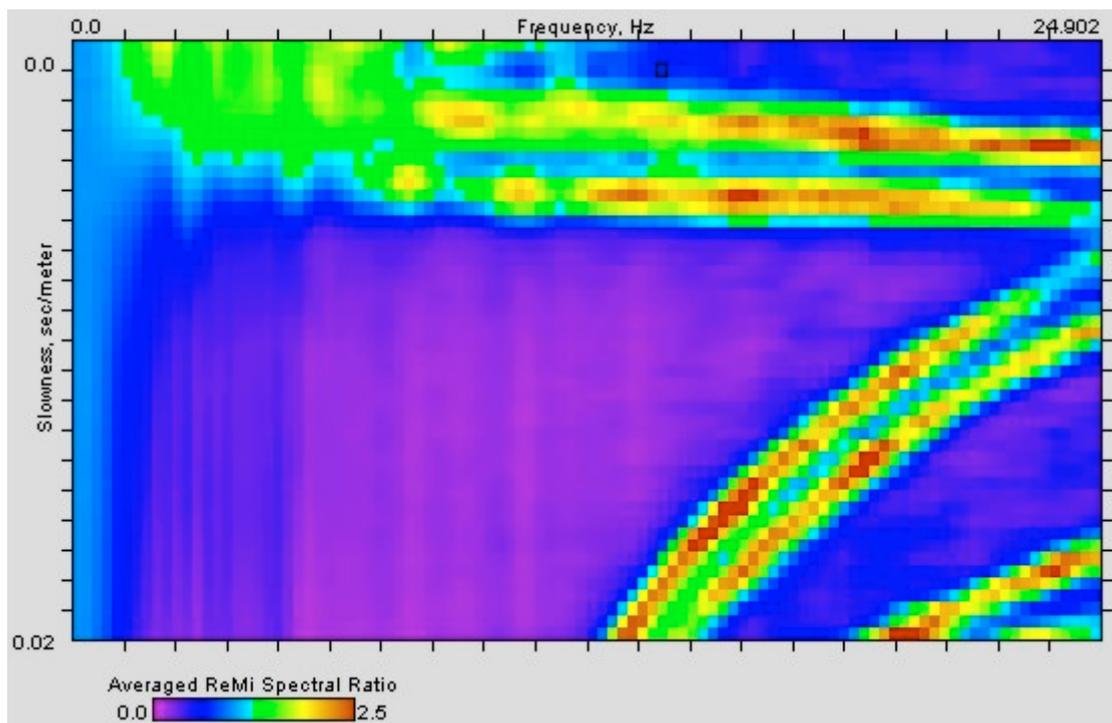
**ID Stazione:** 3003

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3686743

Longitudine: 12.0382002

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 210

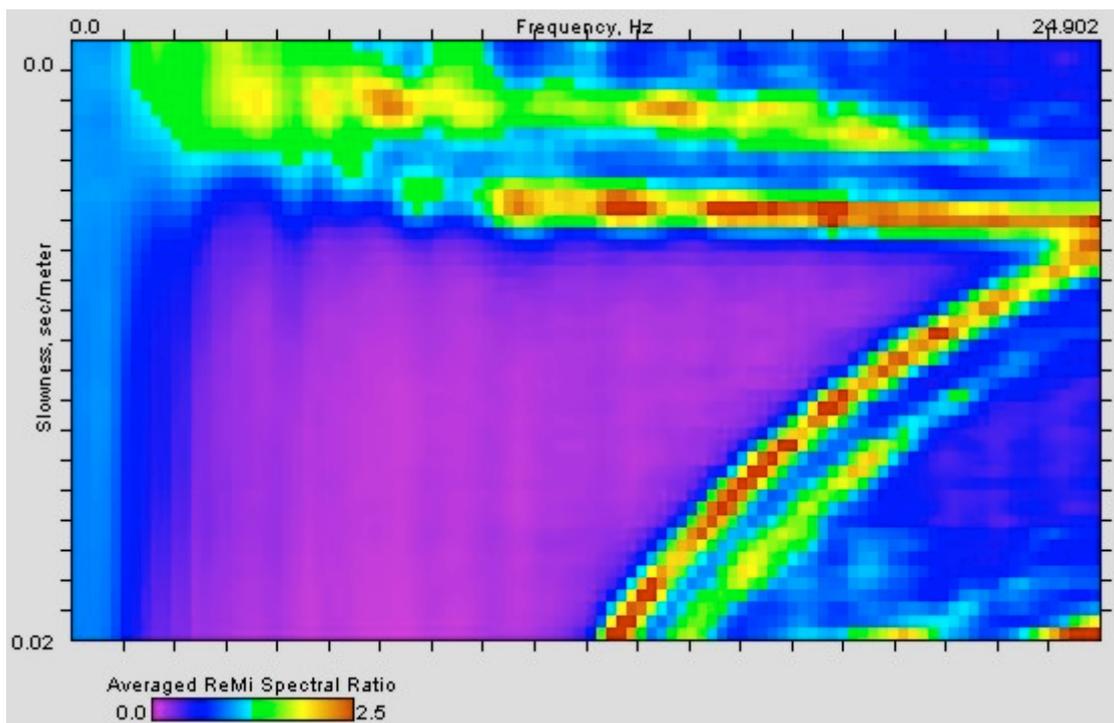
**ID Stazione:** 3004

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4114724

Longitudine: 12.0936521

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

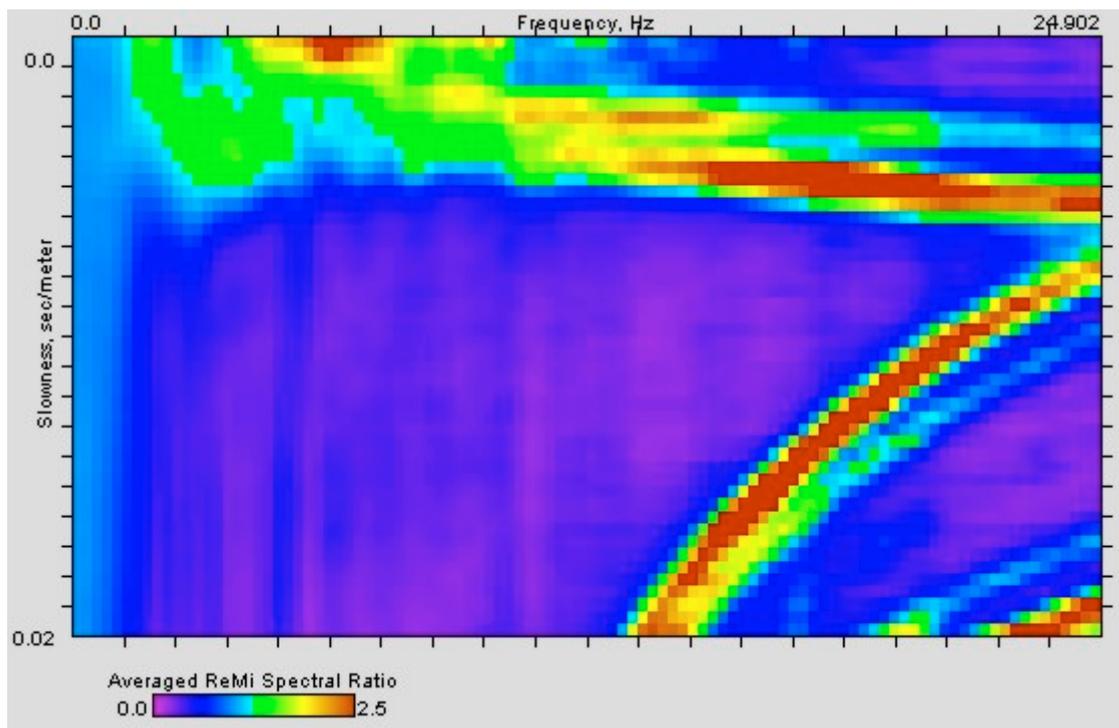
**ID Stazione:** 3006

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3935695

Longitudine: 12.0972096

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

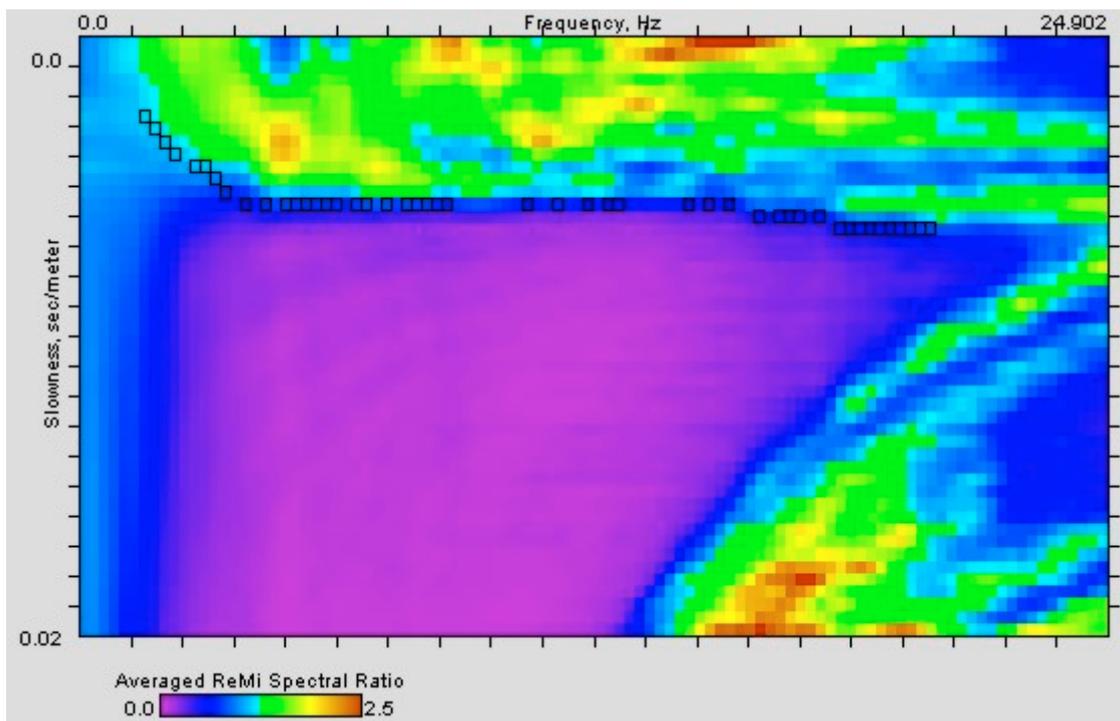
**ID Stazione:** 3007

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4169035

Longitudine: 12.1620205

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 205

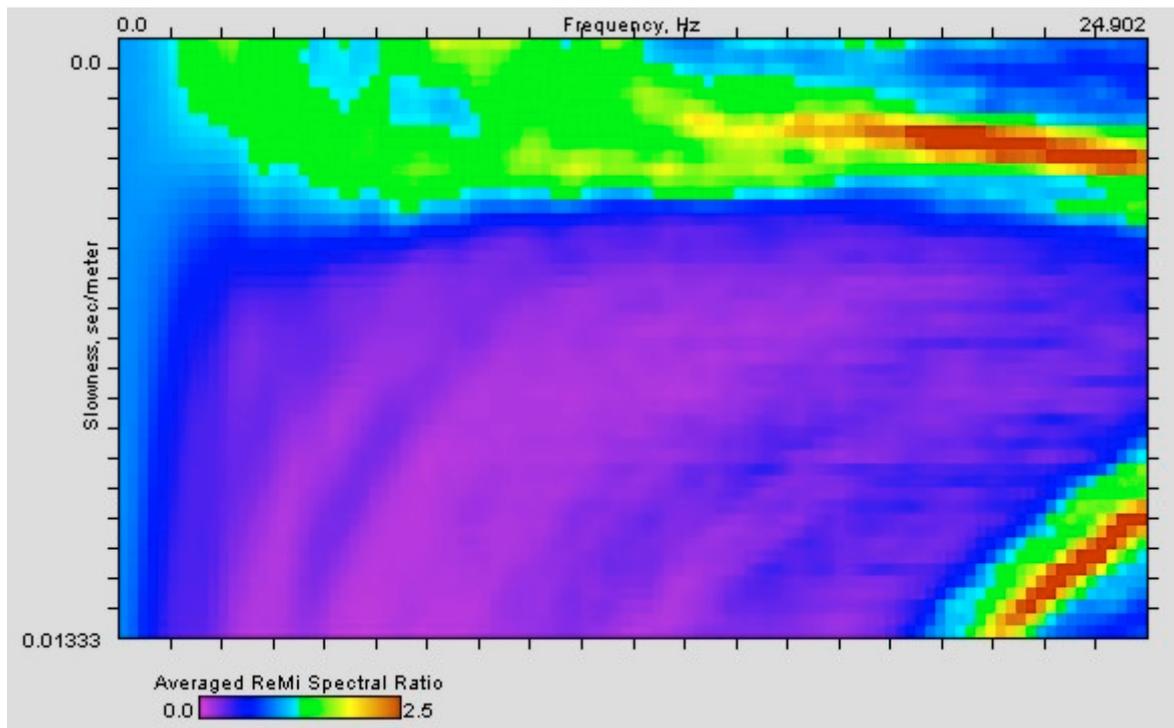
**ID Stazione:** 3008

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4852031

Longitudine: 12.2950115

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 270

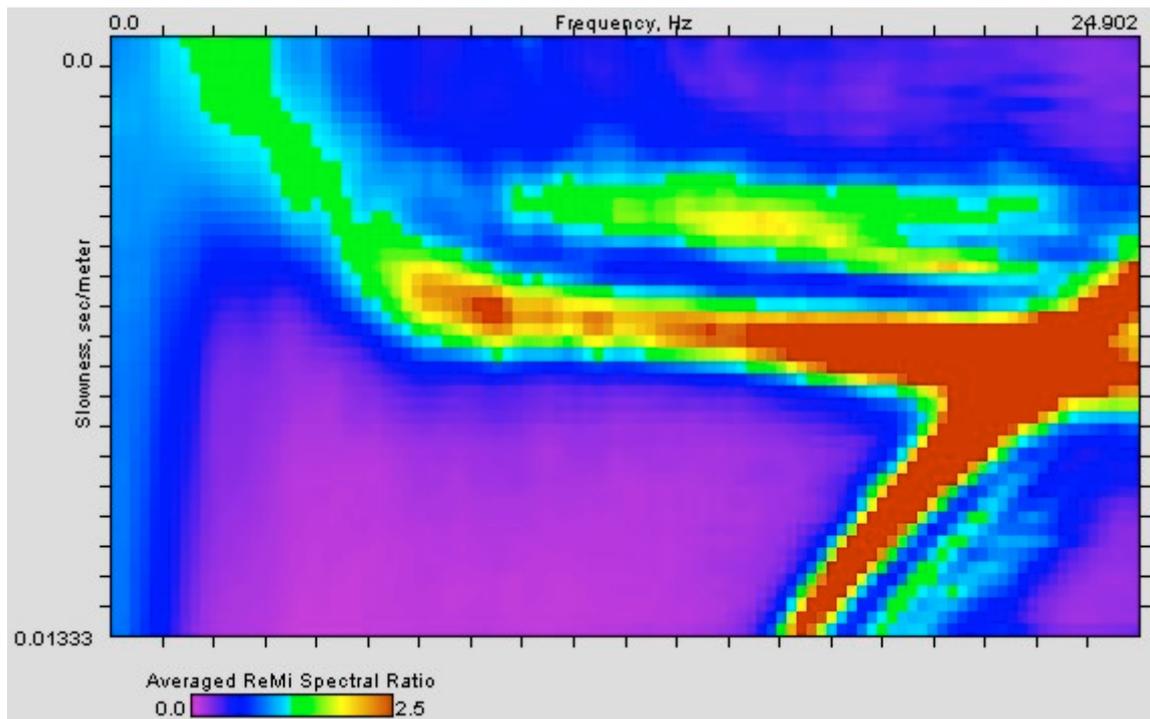
**ID Stazione:** 3009

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5249801

Longitudine: 12.2878082

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

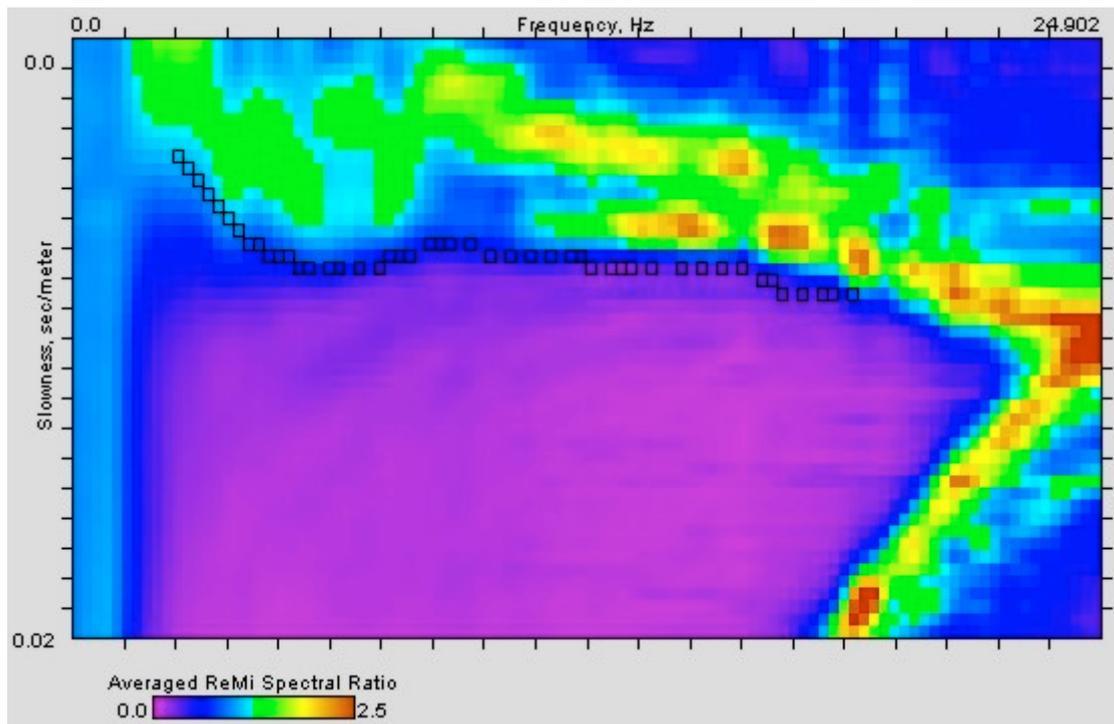
**ID Stazione:** 3010

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4962831

Longitudine: 12.1807472

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

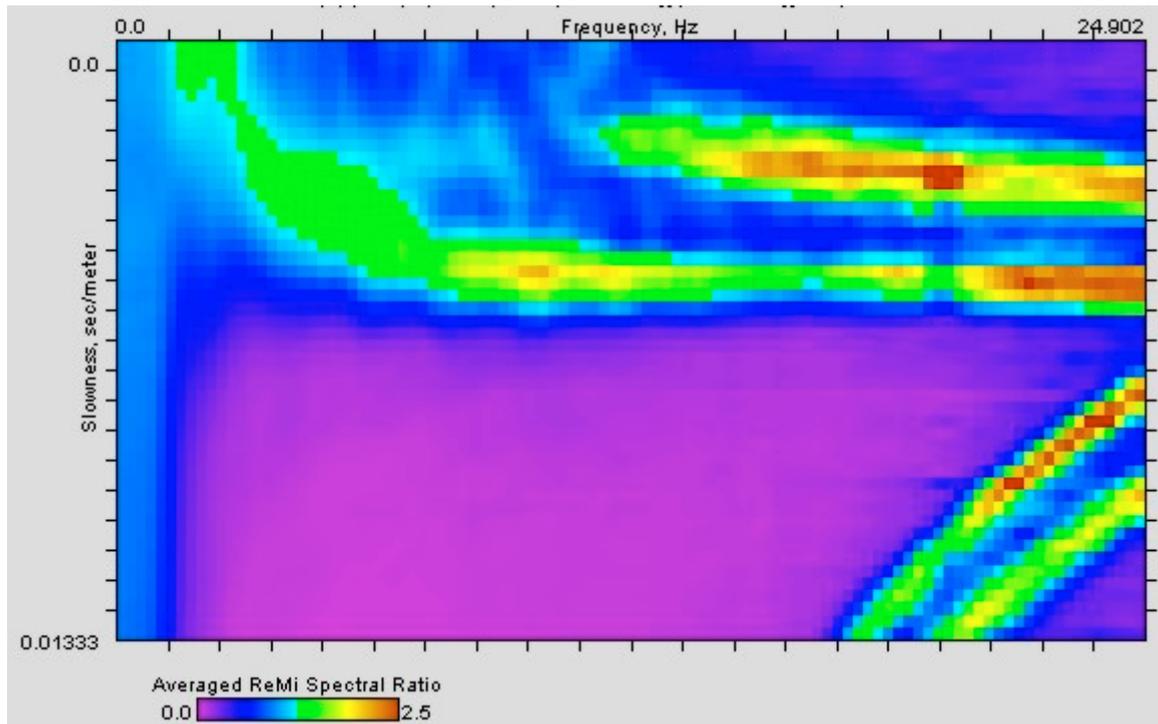
**ID Stazione:** 3011

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4420461

Longitudine: 12.1277539

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

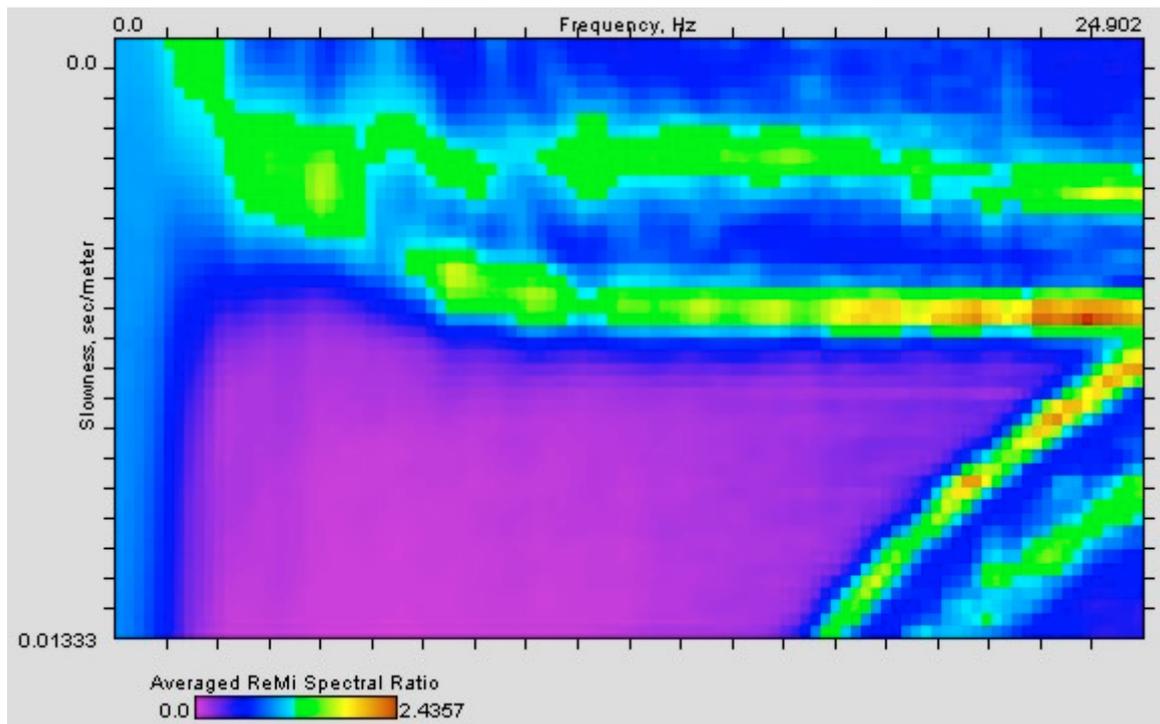
**ID Stazione:** 3012

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4379487

Longitudine: 12.0769405

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

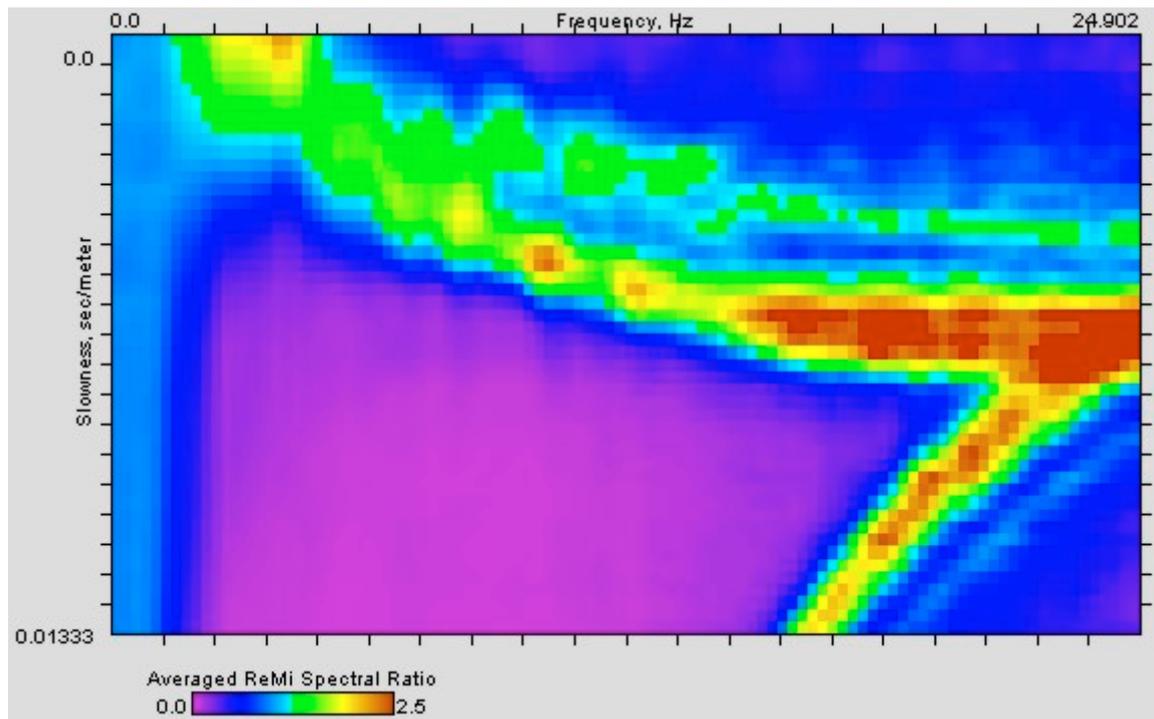
**ID Stazione:** 3013

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5589876

Longitudine: 12.1088938

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

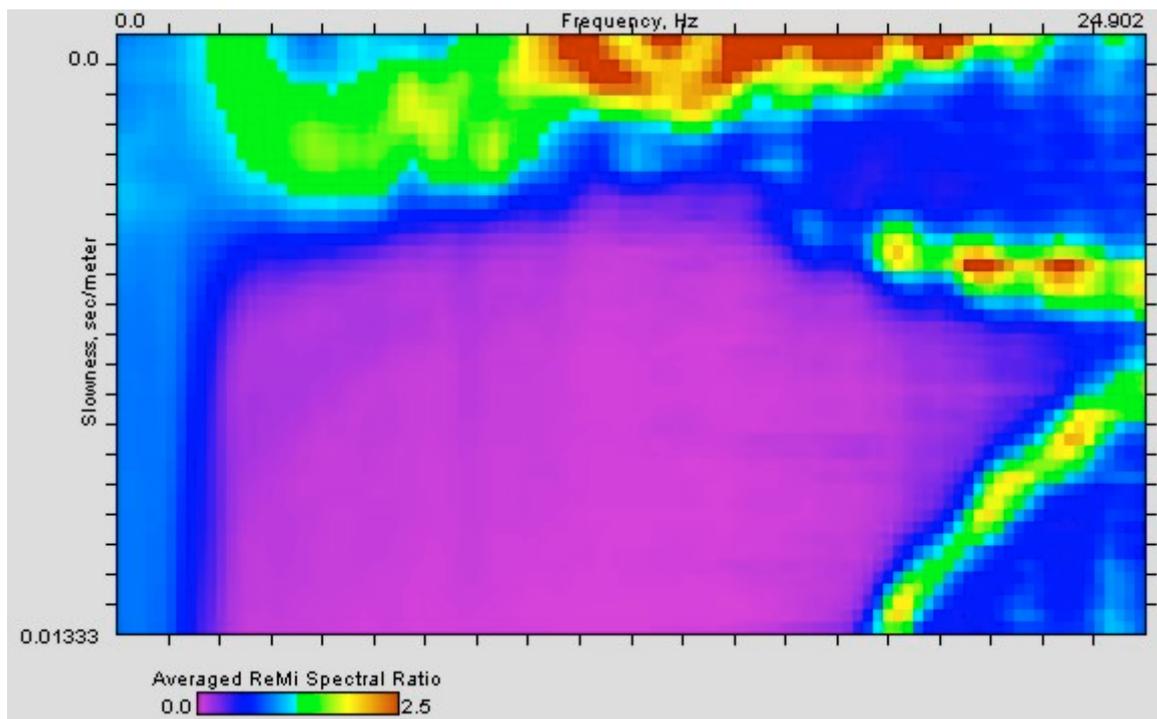
**ID Stazione:** 3014

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5659642

Longitudine: 12.1541309

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

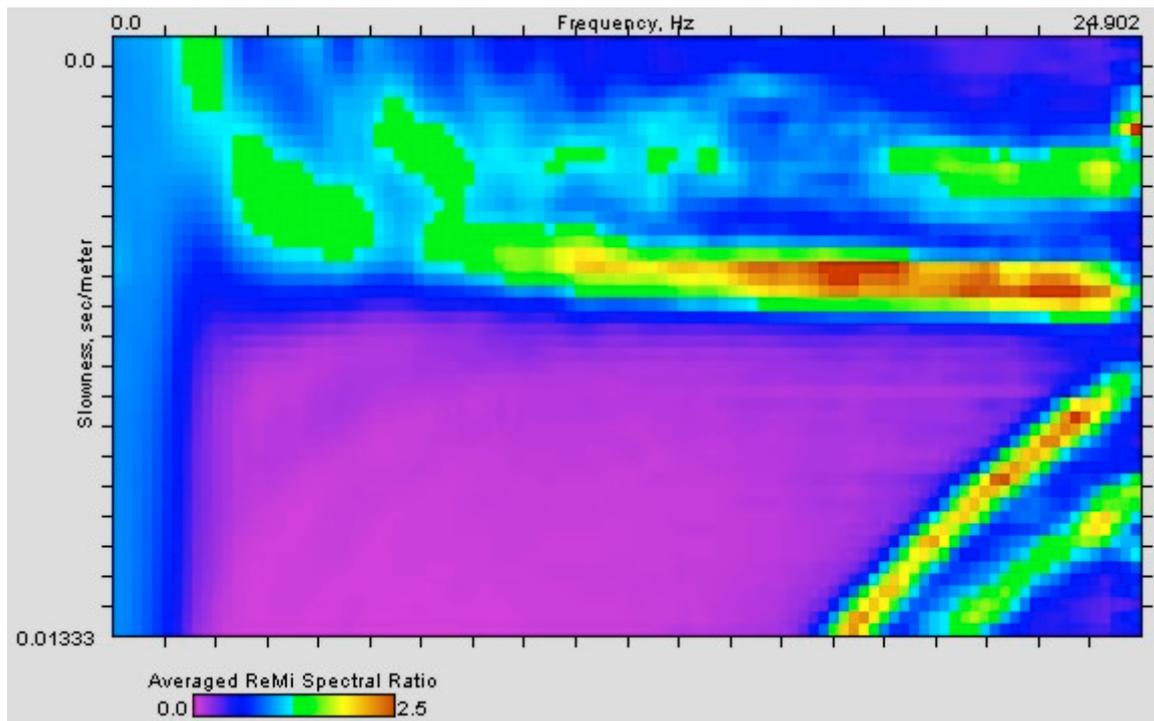
**ID Stazione:** 3015

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5729191

Longitudine: 12.3764205

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

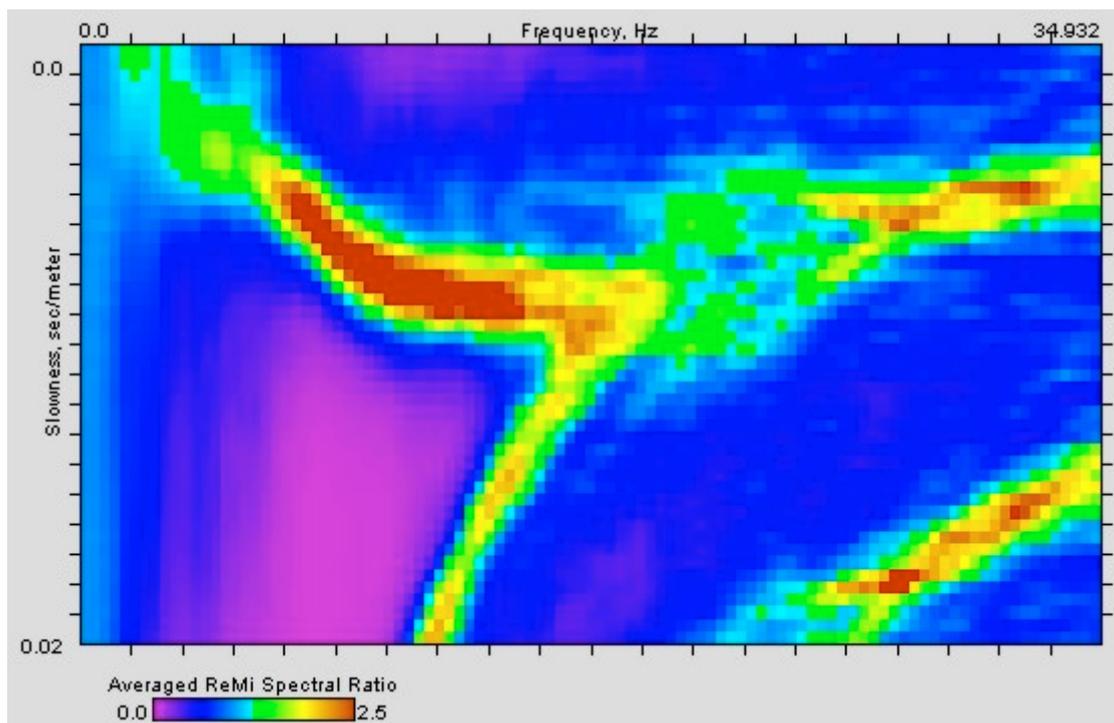
**ID Stazione:** 3016

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2244738

Longitudine: 12.1920265

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

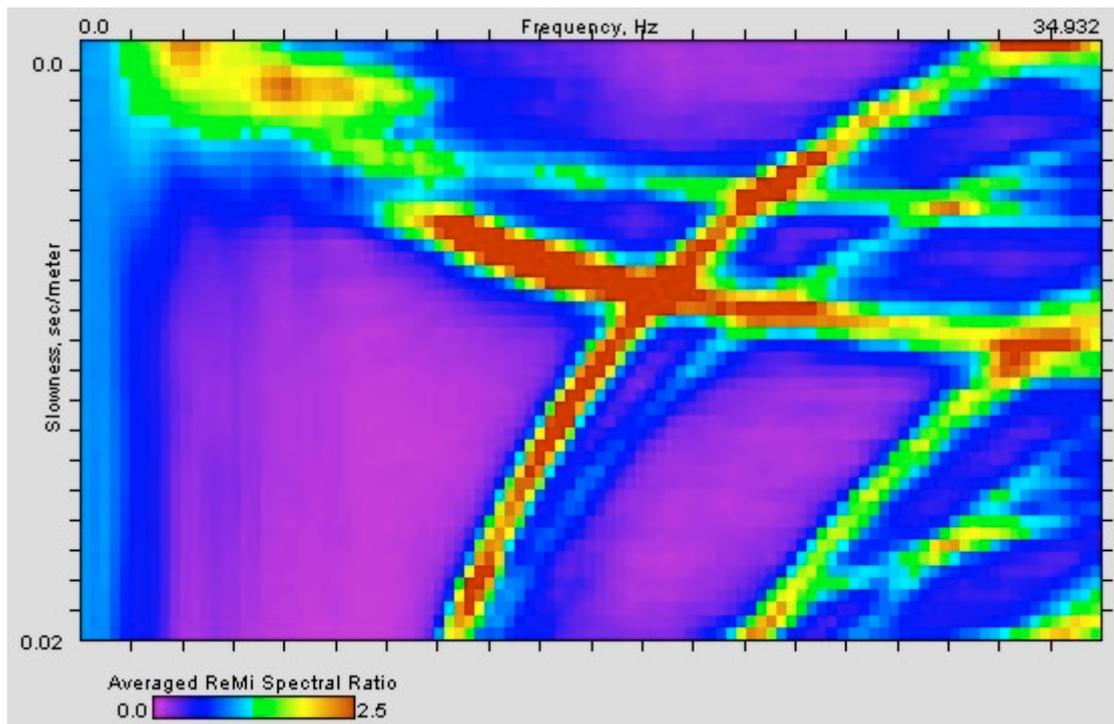
**ID Stazione:** 3017

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1941335

Longitudine: 12.2955864

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 305

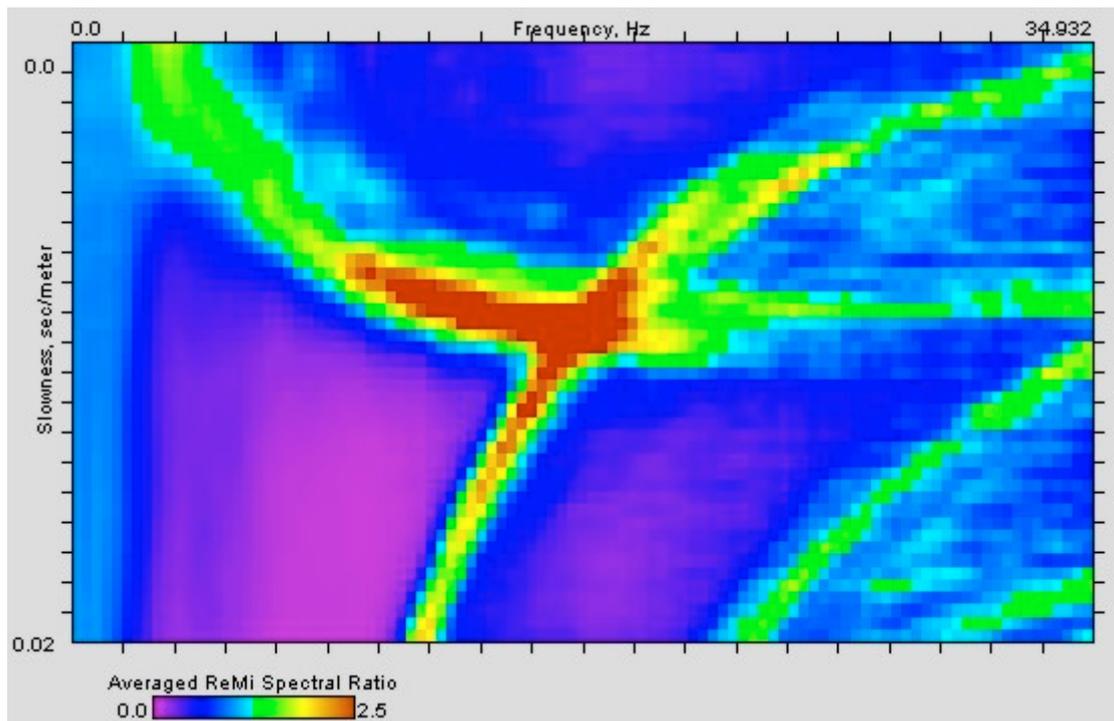
**ID Stazione:** 3018

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1682630

Longitudine: 12.2902201

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

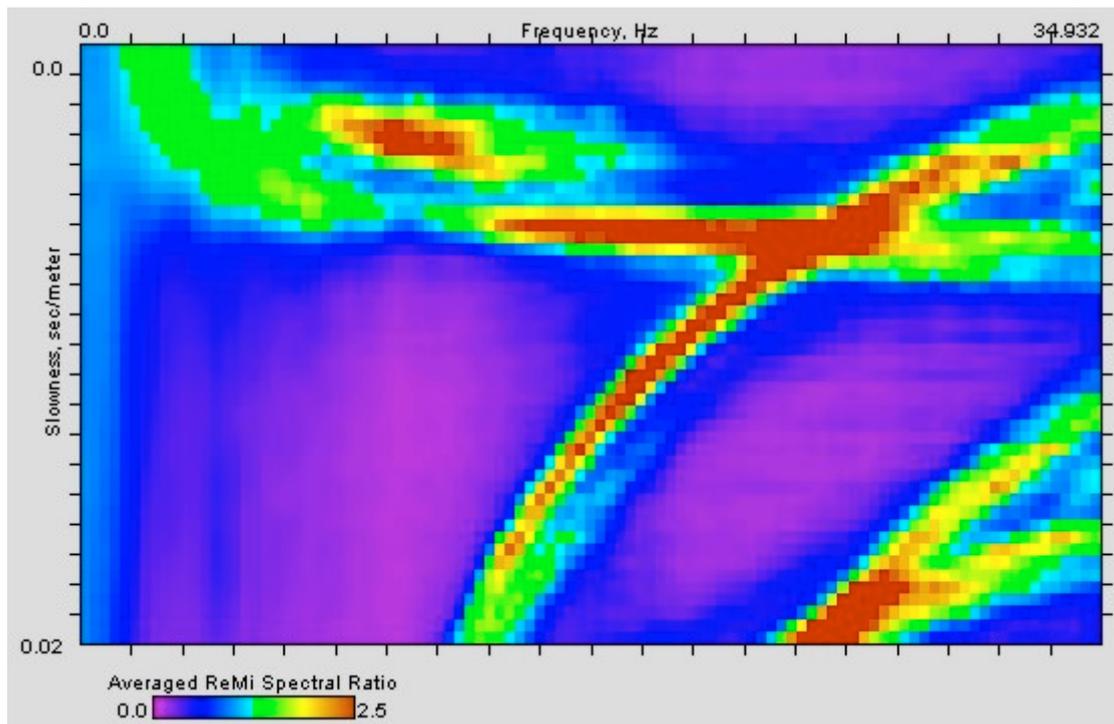
**ID Stazione:** 3019

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1251819

Longitudine: 12.2625846

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 205

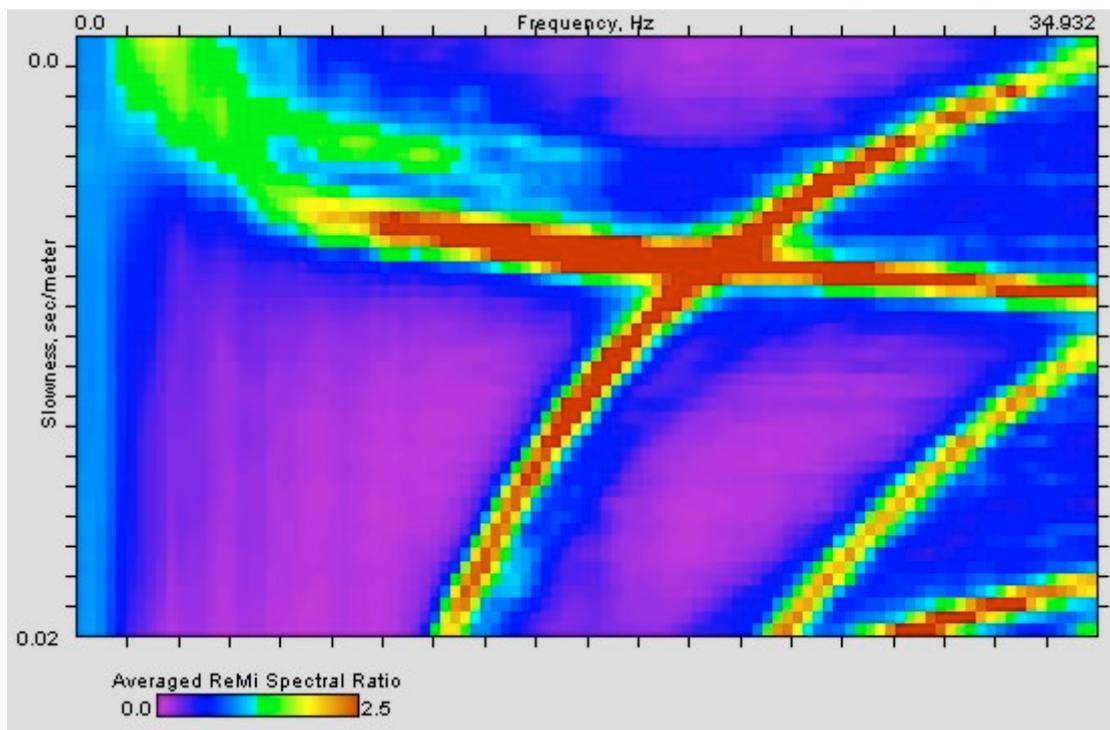
**ID Stazione:** 3020

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1201174

Longitudine: 12.2319847

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

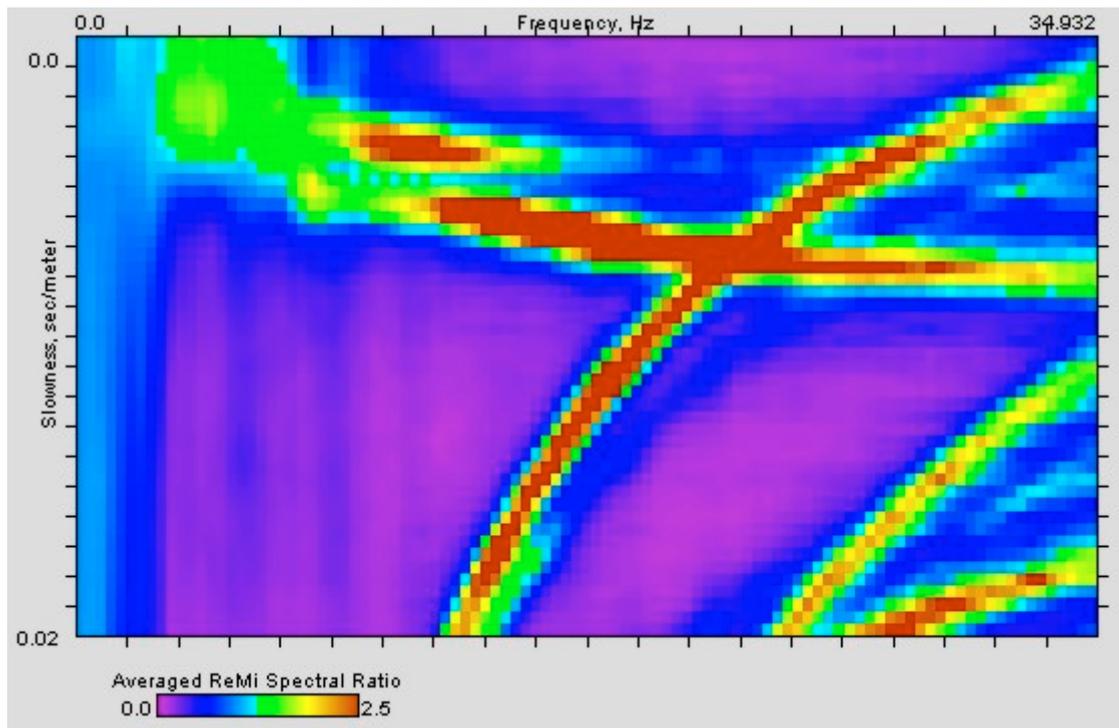
**ID Stazione:** 3021

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1511027

Longitudine: 12.2356738

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

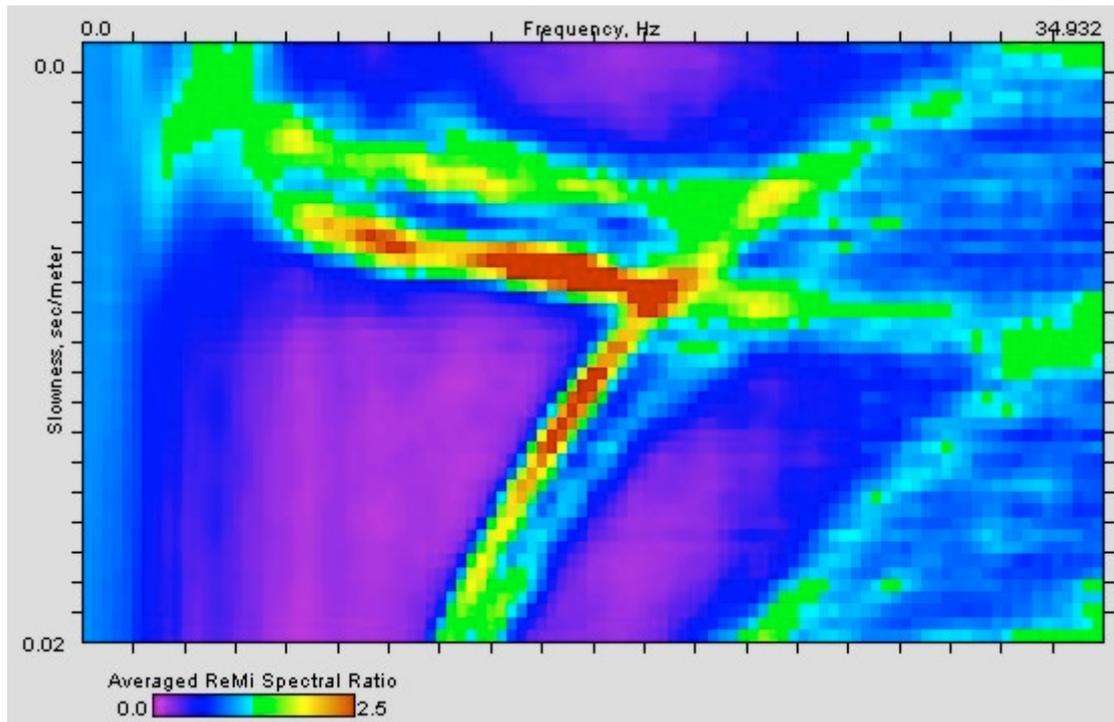
**ID Stazione:** 3022

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1527240

Longitudine: 12.2105999

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

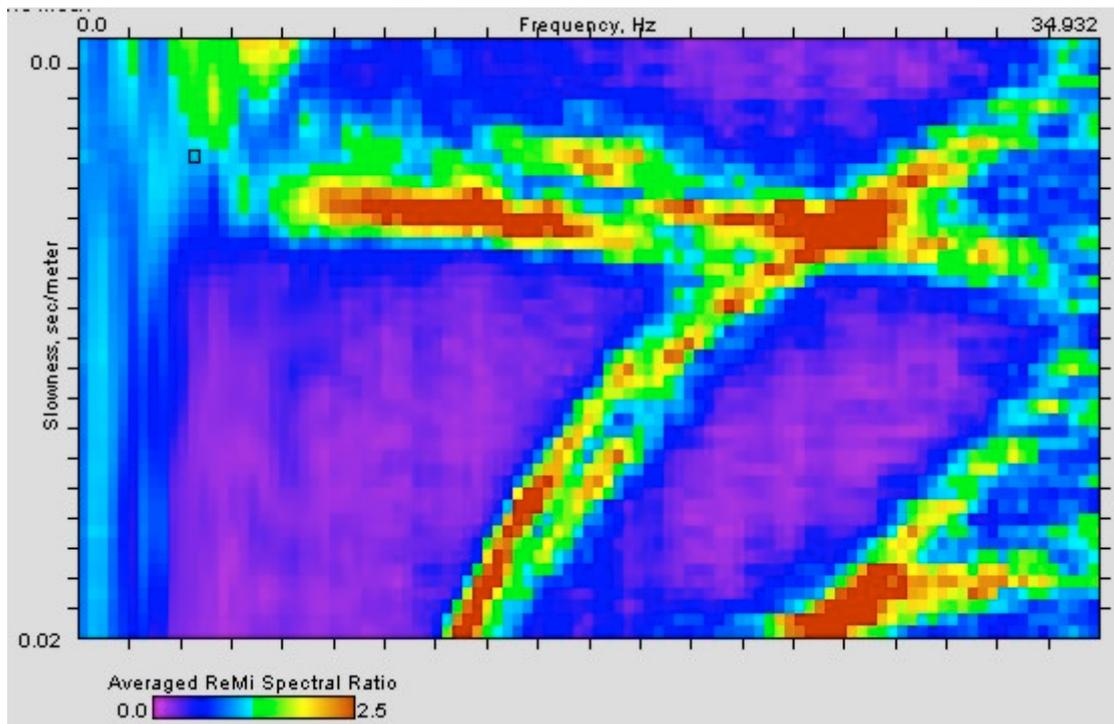
**ID Stazione:** 3023

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1317625

Longitudine: 12.1913604

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

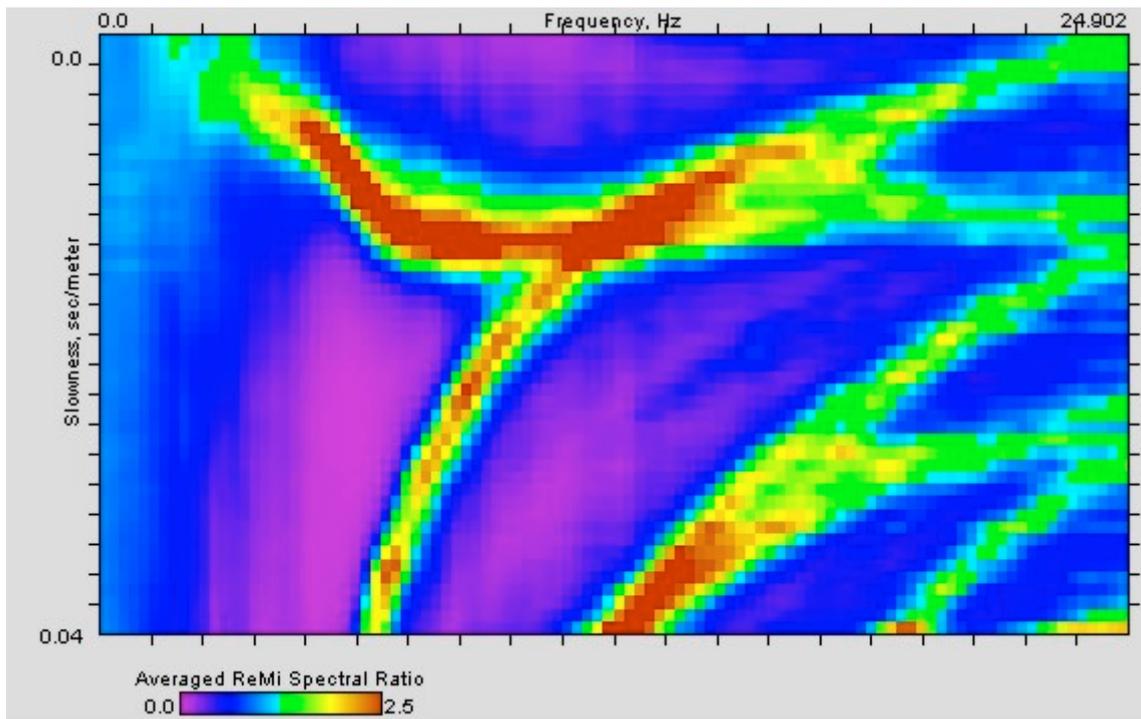
**ID Stazione:** 3024

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1297454

Longitudine: 12.1654474

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

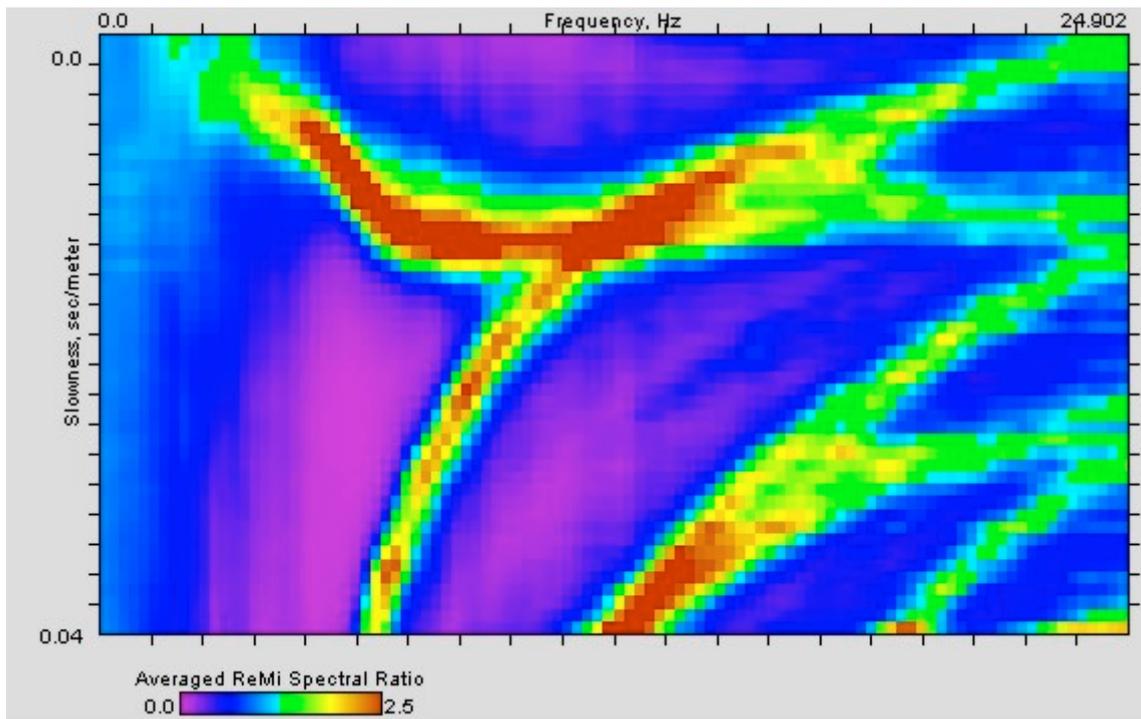
**ID Stazione:** 3025

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1560285

Longitudine: 12.0894646

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 160

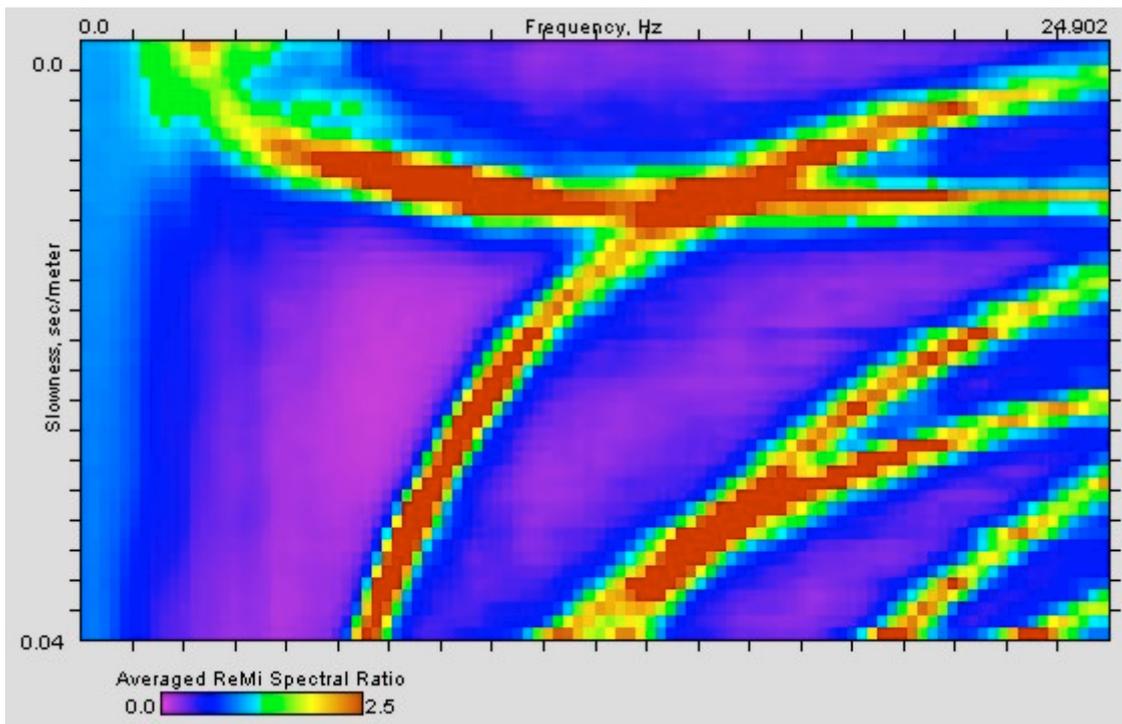
**ID Stazione:** 3026

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.0771187

Longitudine: 12.1200041

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 160

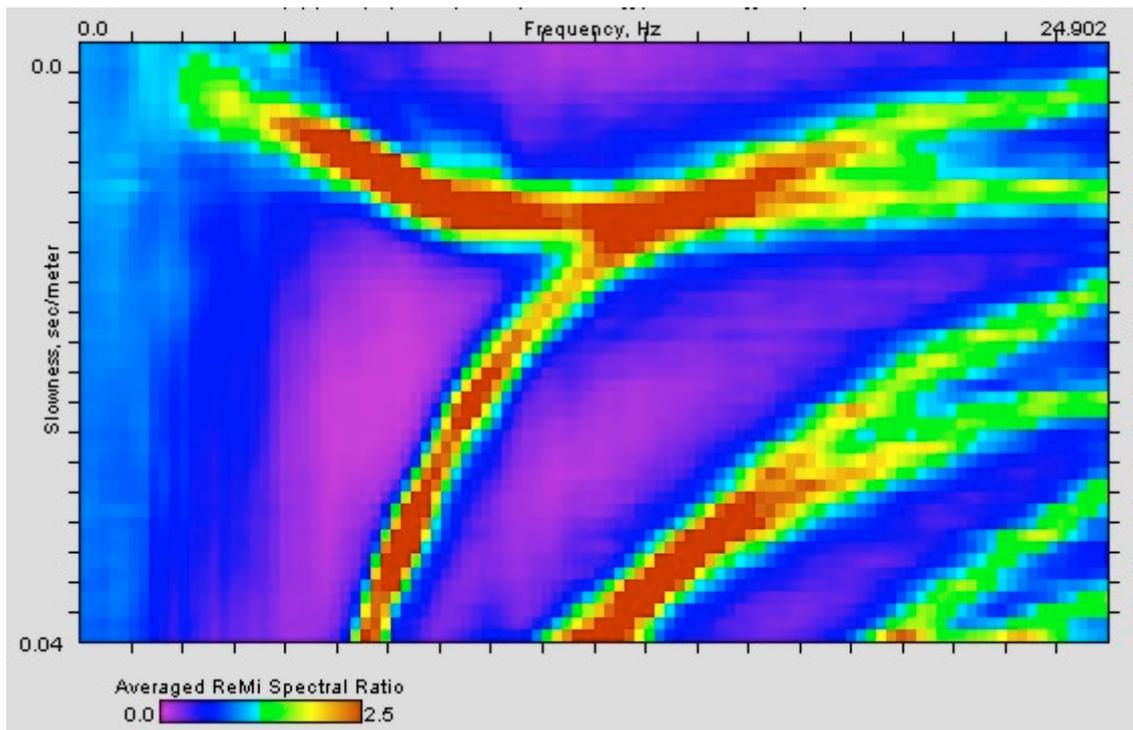
**ID Stazione:** 3027

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1102027

Longitudine: 12.1456662

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 185

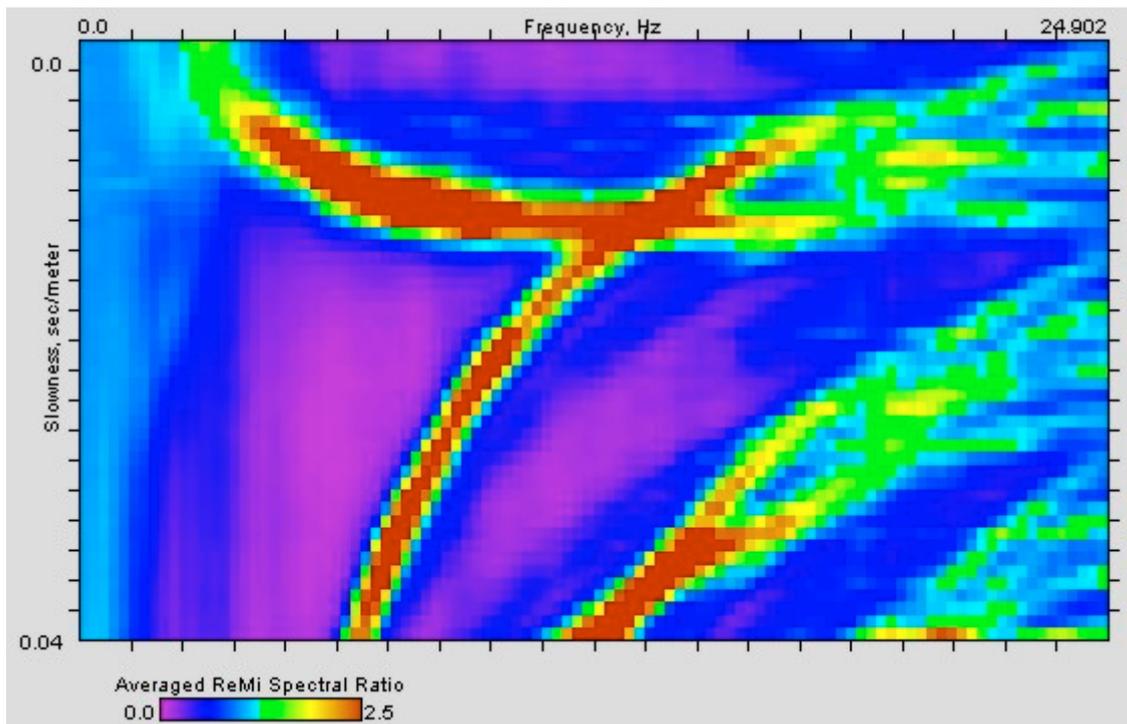
**ID Stazione:** 3028

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.0970388

Longitudine: 12.0927257

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 165

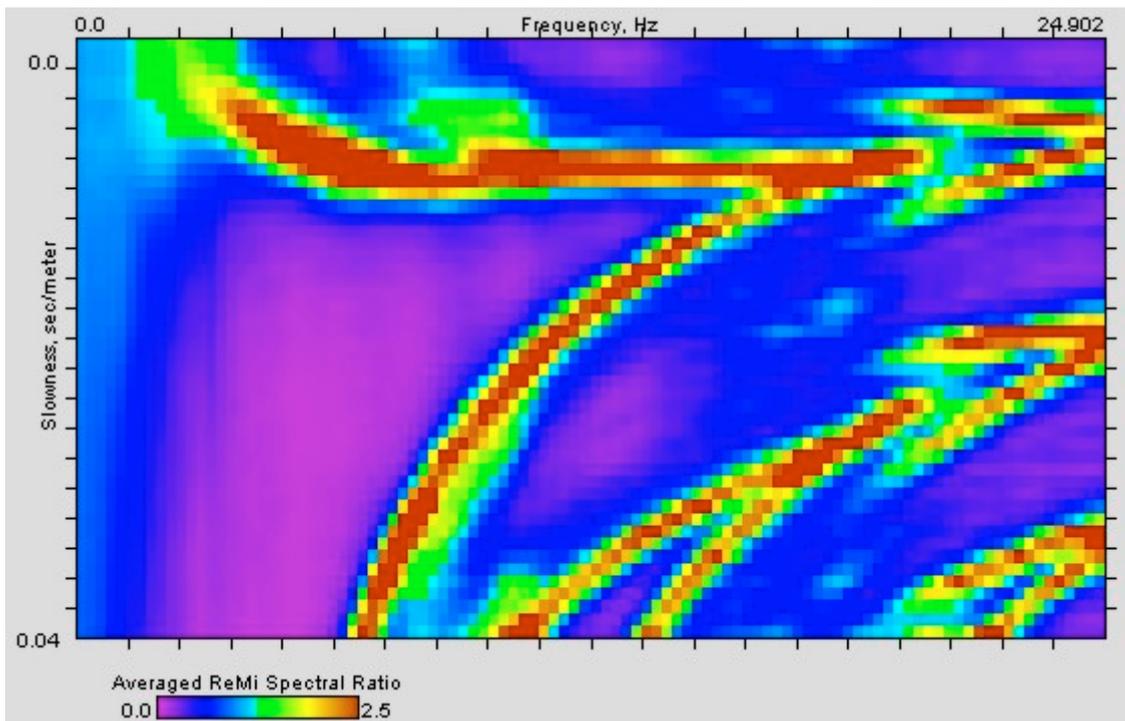
**ID Stazione:** 3029

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1149210

Longitudine: 12.0730566

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 170

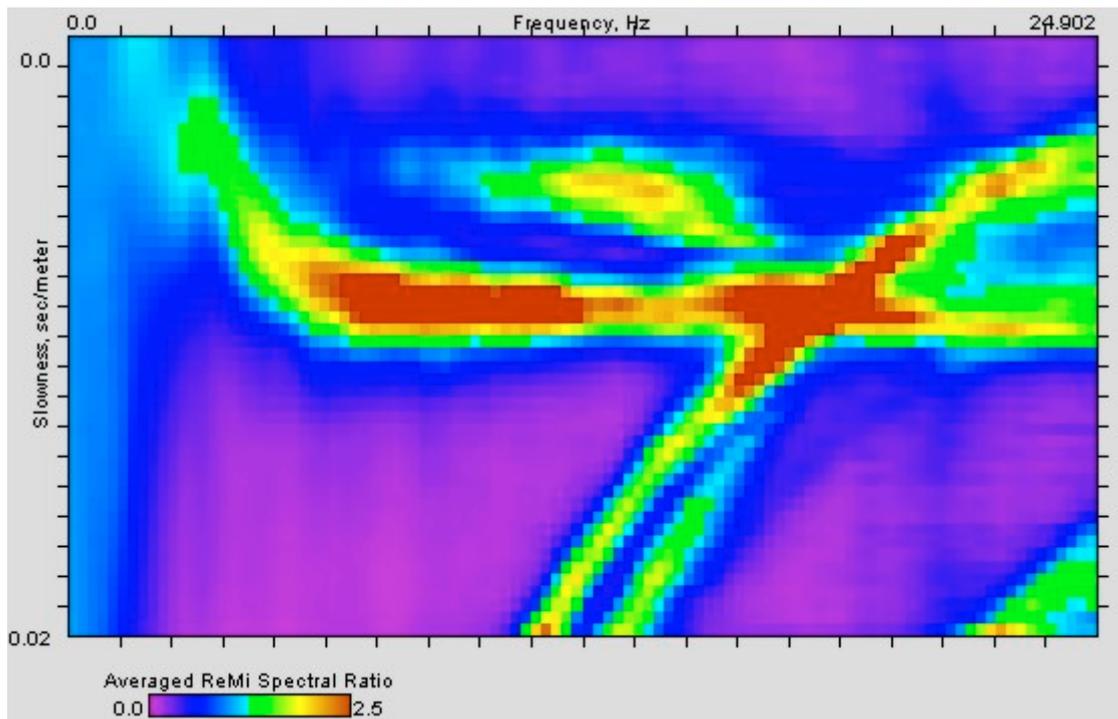
**ID Stazione:** 3030

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1314912

Longitudine: 12.0681421

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 180

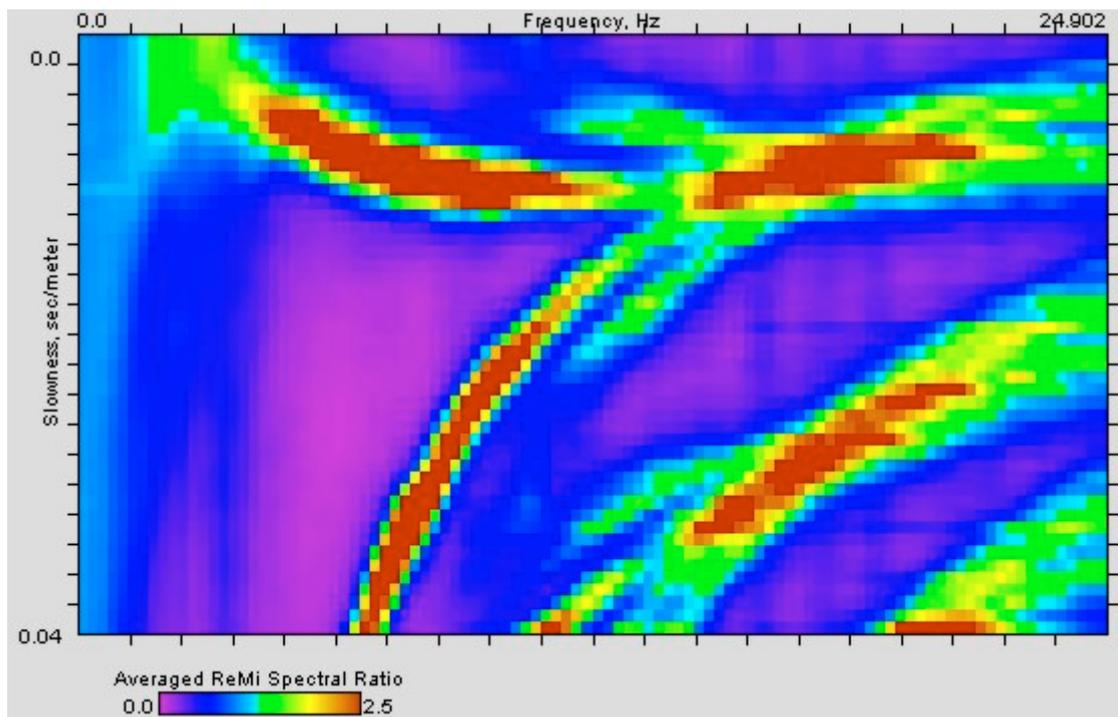
**ID Stazione:** 3031

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1613387

Longitudine: 12.0103698

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 175

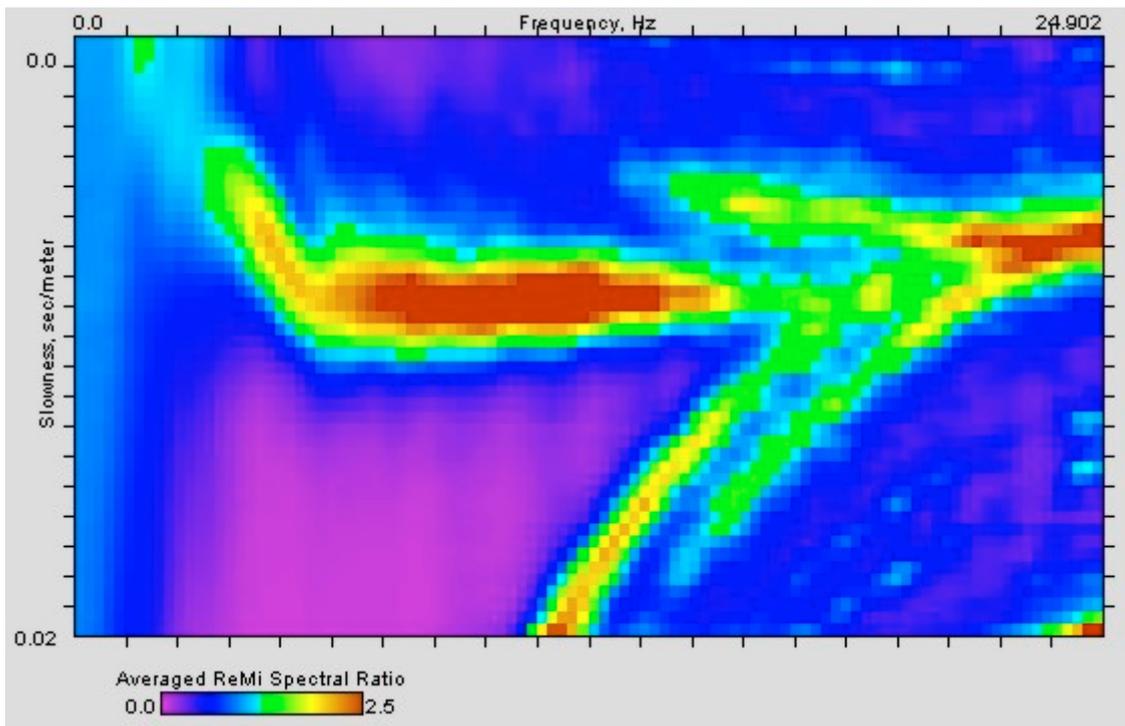
**ID Stazione:** 3032

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1883906

Longitudine: 12.0576412

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 160

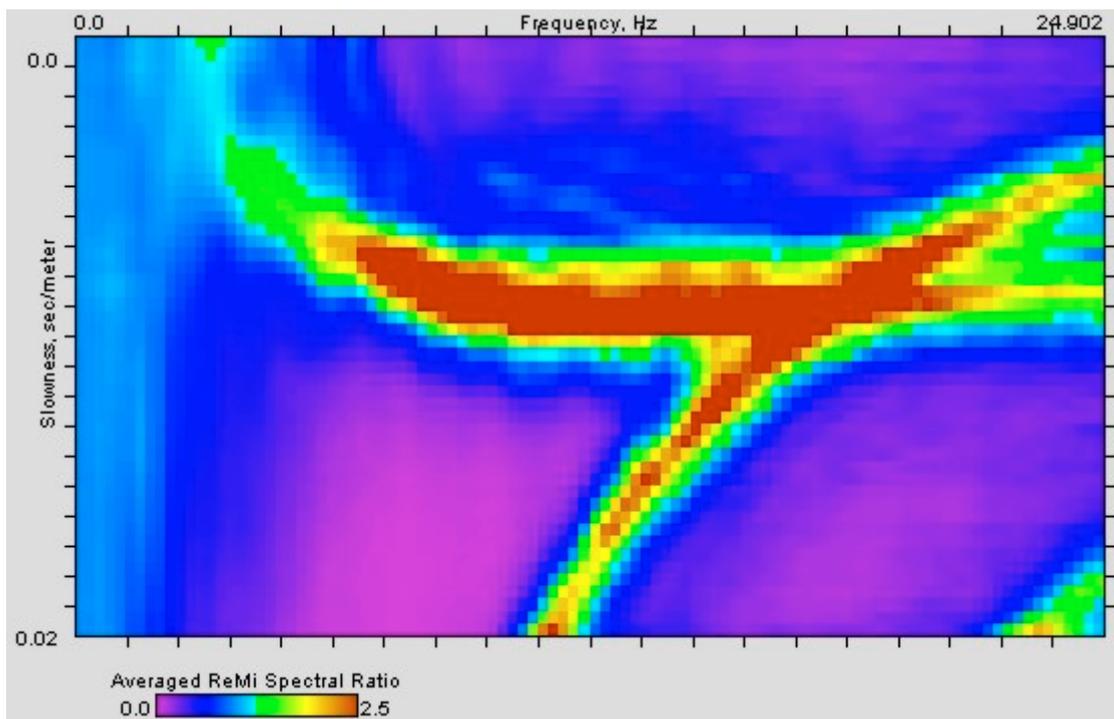
**ID Stazione:** 3033

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1869437

Longitudine: 12.1111550

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

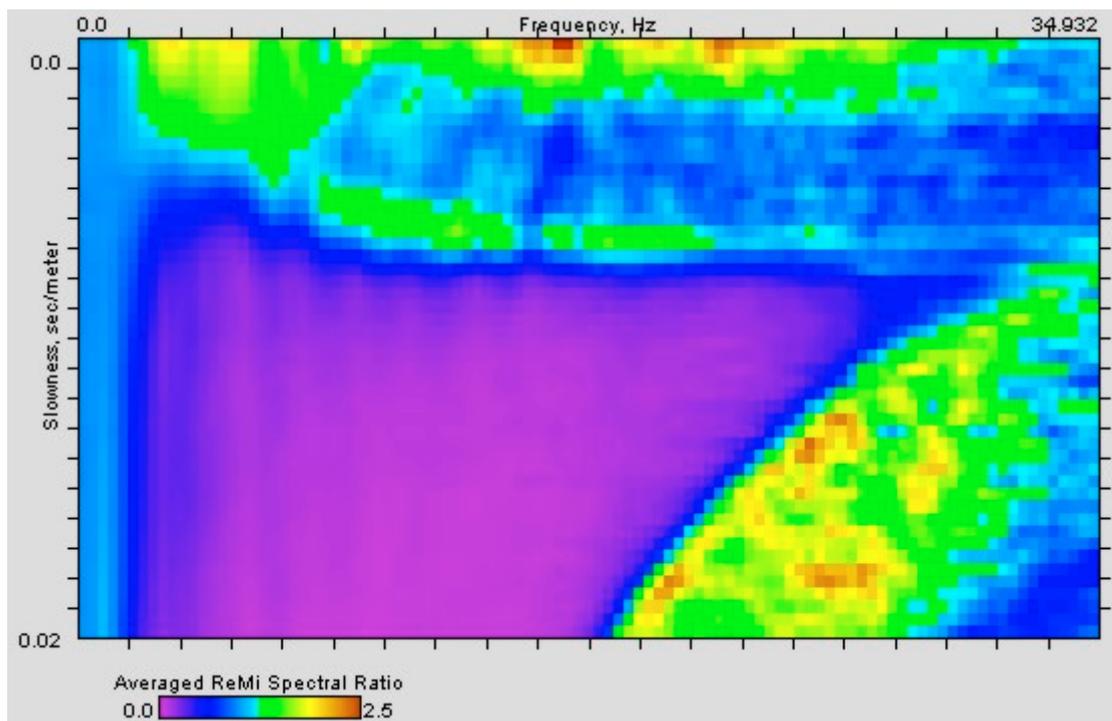
**ID Stazione:** 3034

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6295196

Longitudine: 12.4550391

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

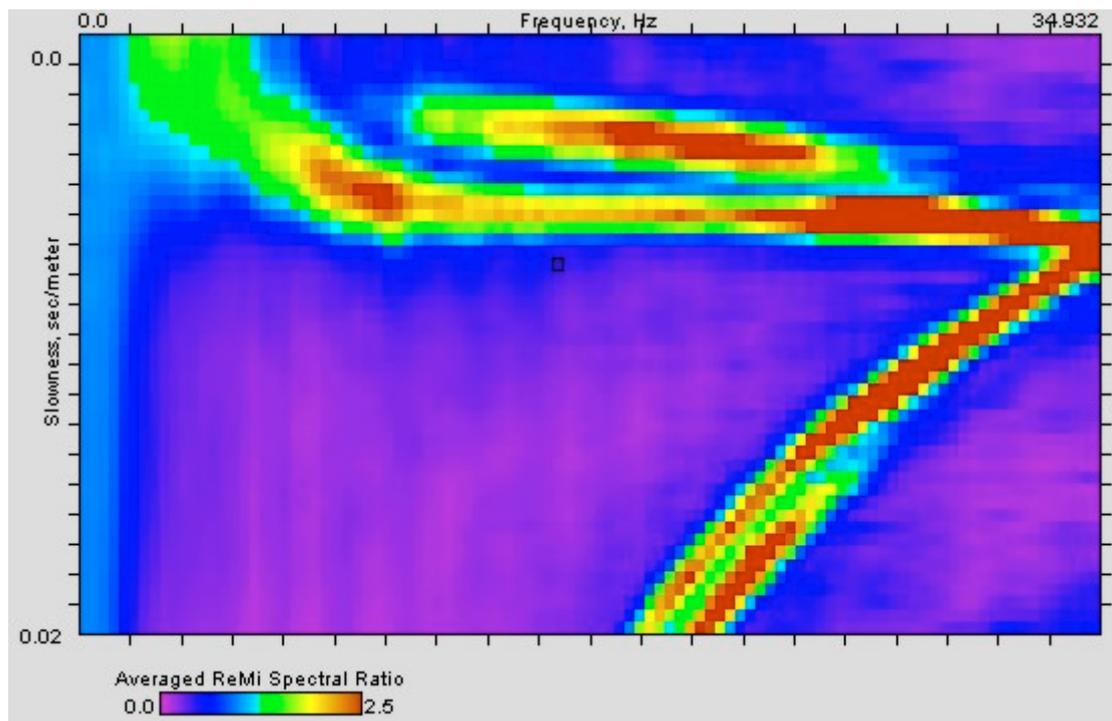
**ID Stazione:** 3035

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6029664

Longitudine: 12.4948723

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

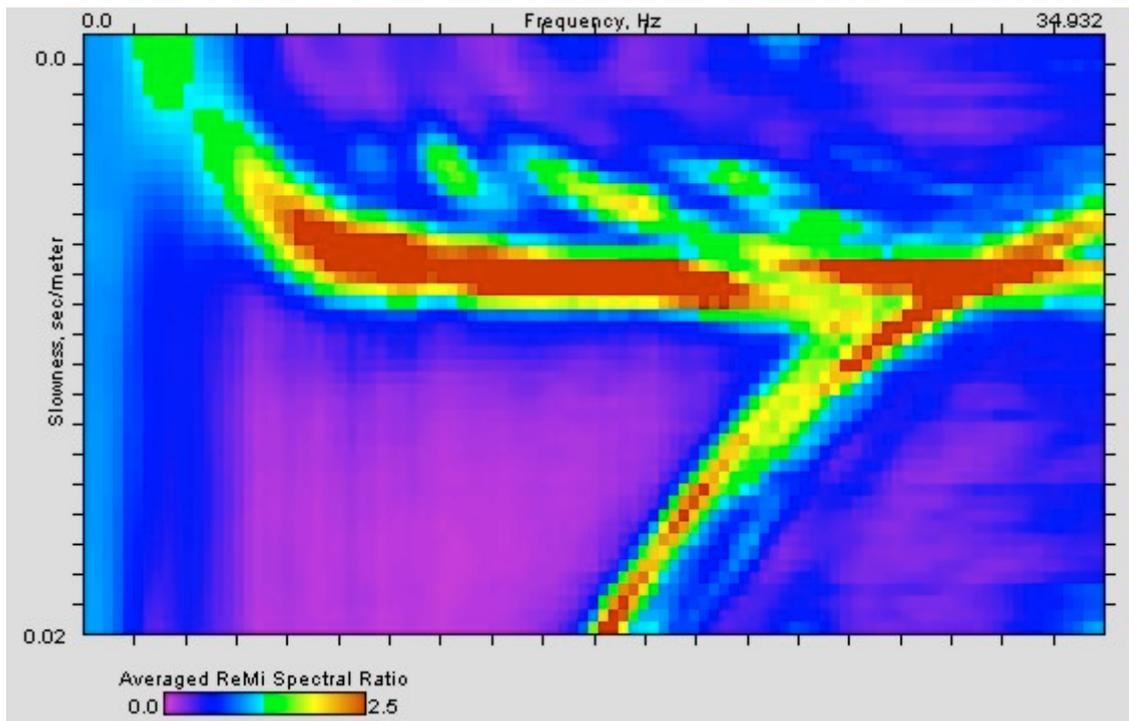
**ID Stazione:** 3036

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5848443

Longitudine: 12.5273952

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 210

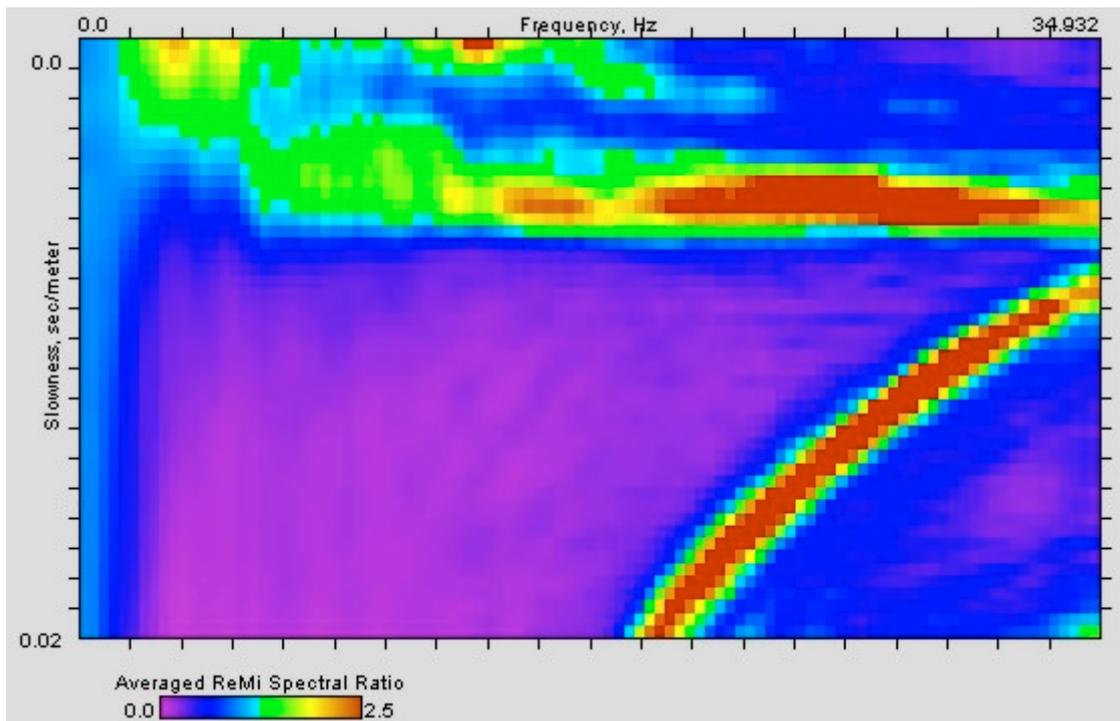
**ID Stazione:** 3037

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6545471

Longitudine: 12.5301574

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

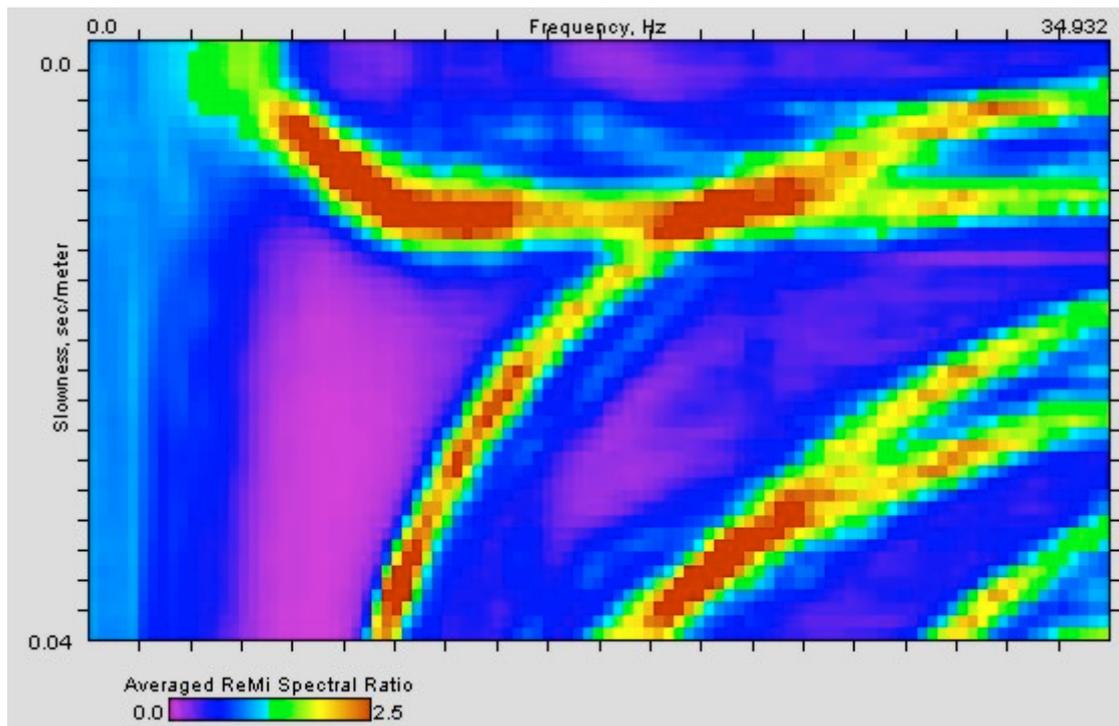
**ID Stazione:** 3039

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7833986

Longitudine: 12.6669163

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

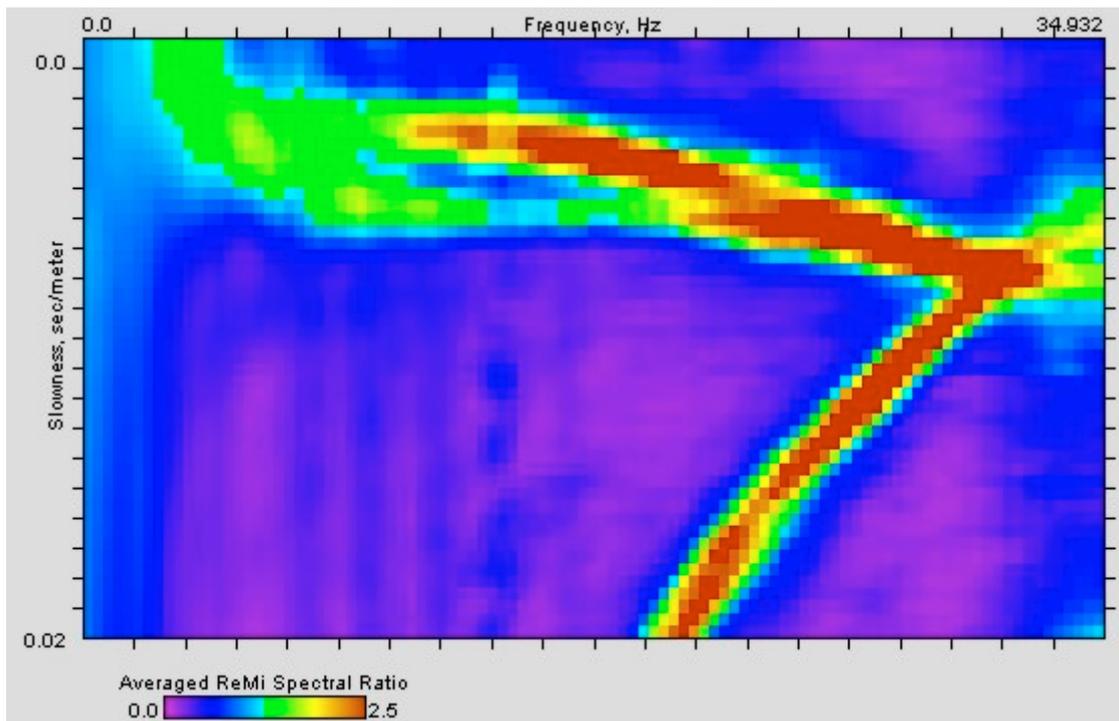
**ID Stazione:** 3041

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7094148

Longitudine: 12.7042255

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

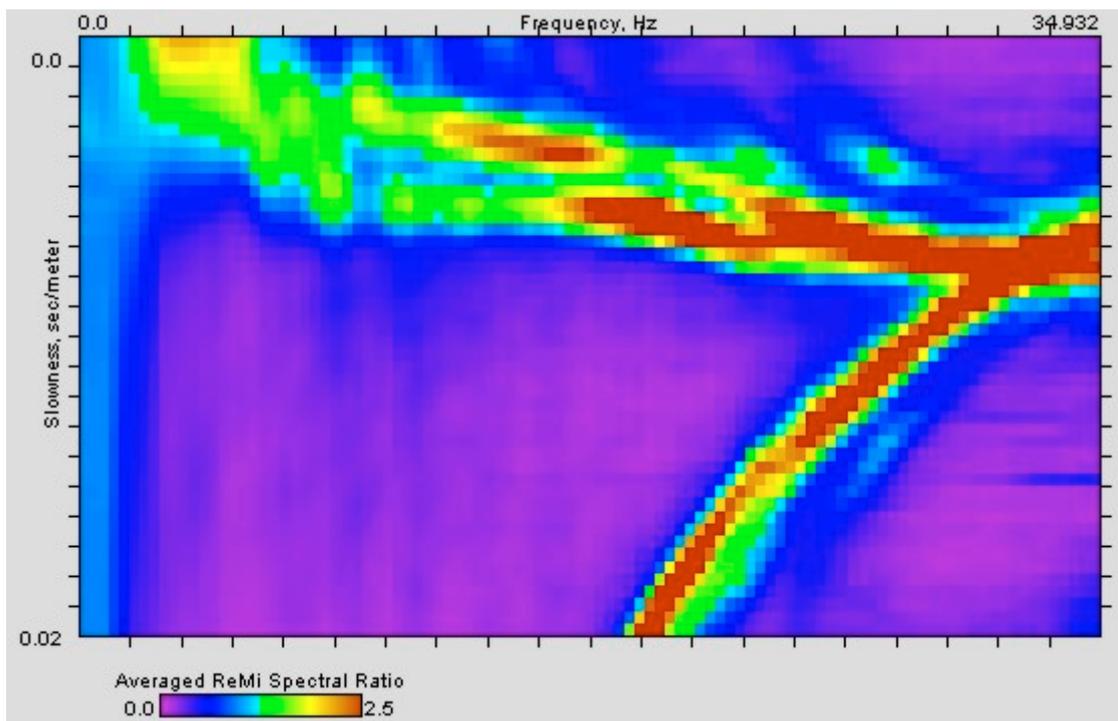
**ID Stazione:** 3042

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7042241

Longitudine: 12.6681451

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

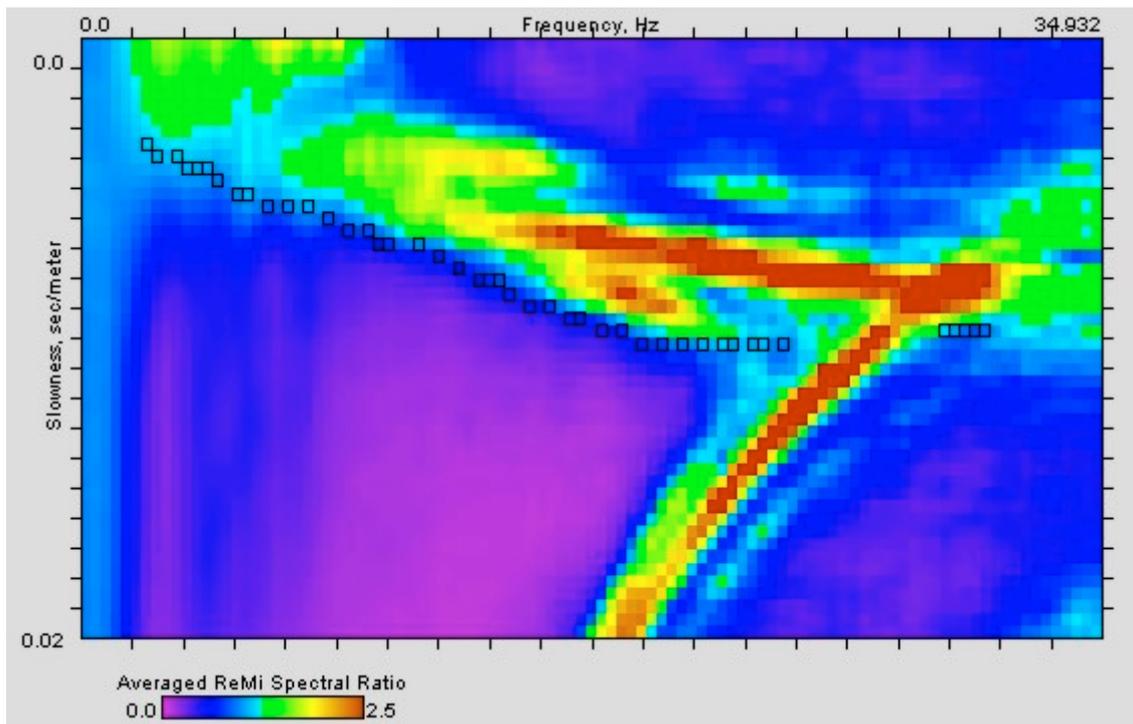
**ID Stazione:** 3043

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5608216

Longitudine: 12.3531633

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

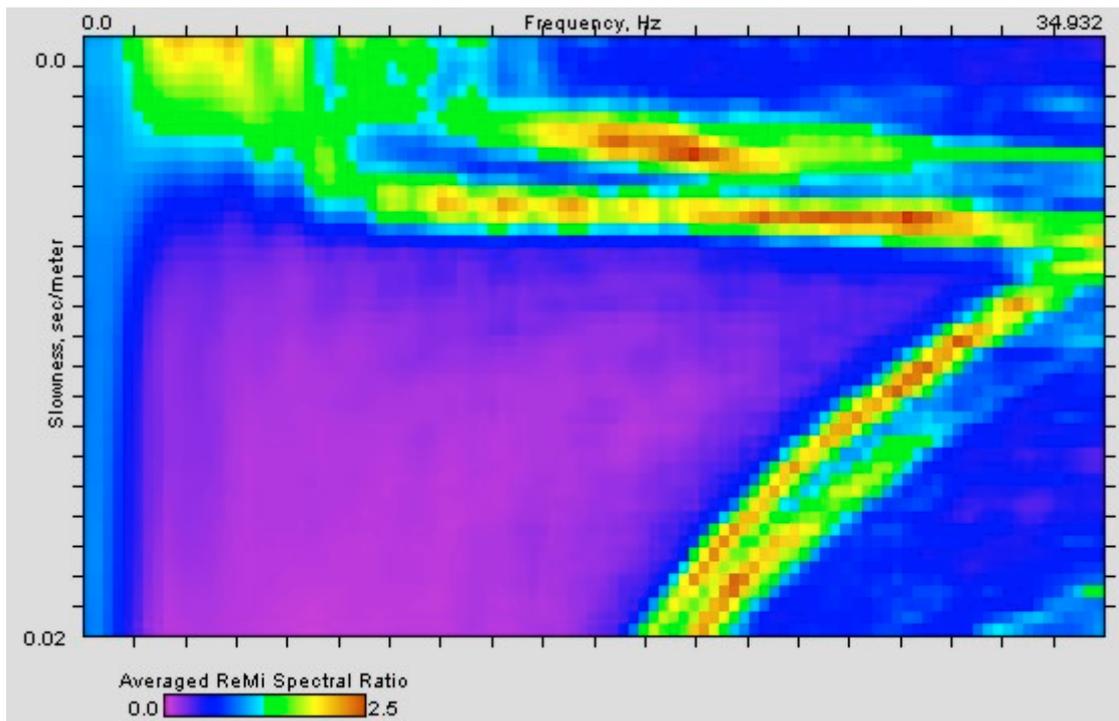
**ID Stazione:** 3044

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5297276

Longitudine: 12.2092665

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

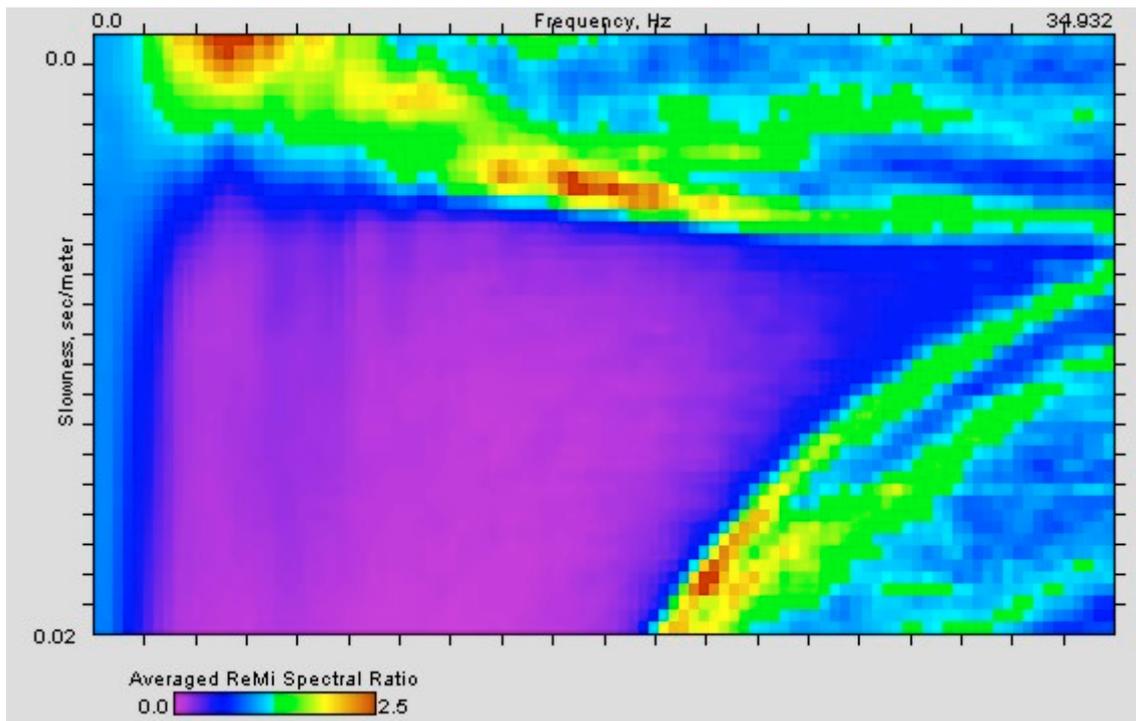
**ID Stazione:** 3045

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4830628

Longitudine: 12.1137985

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

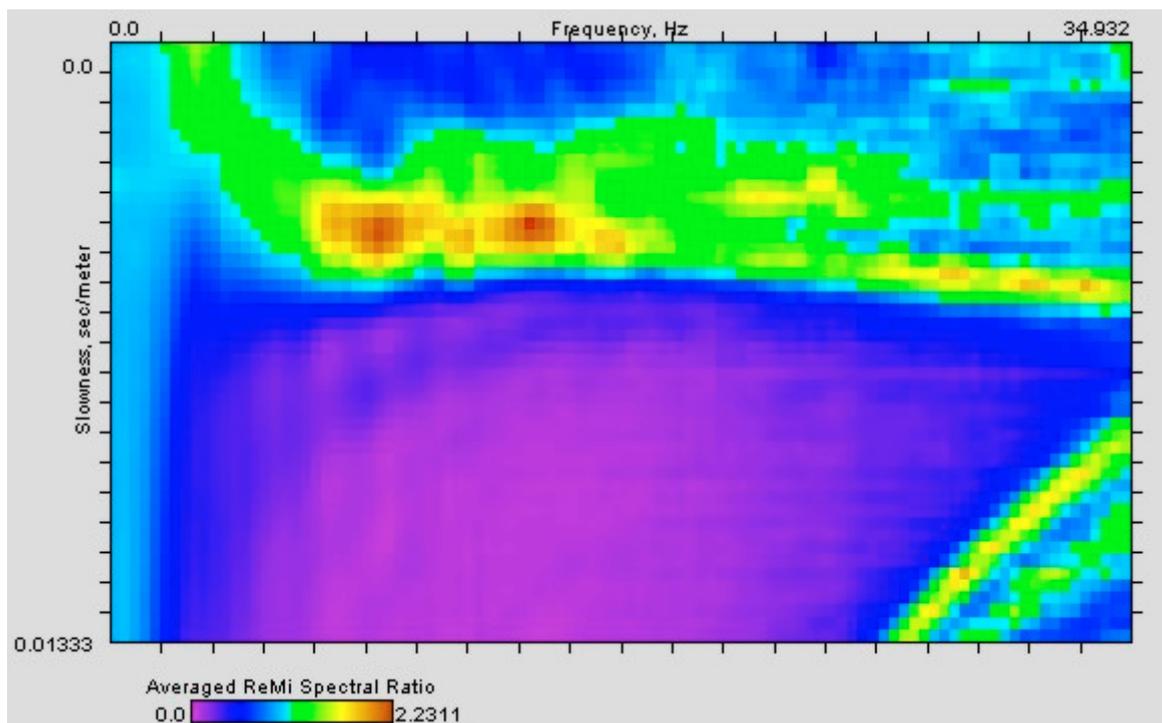
**ID Stazione:** 3046

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5215014

Longitudine: 12.0938375

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

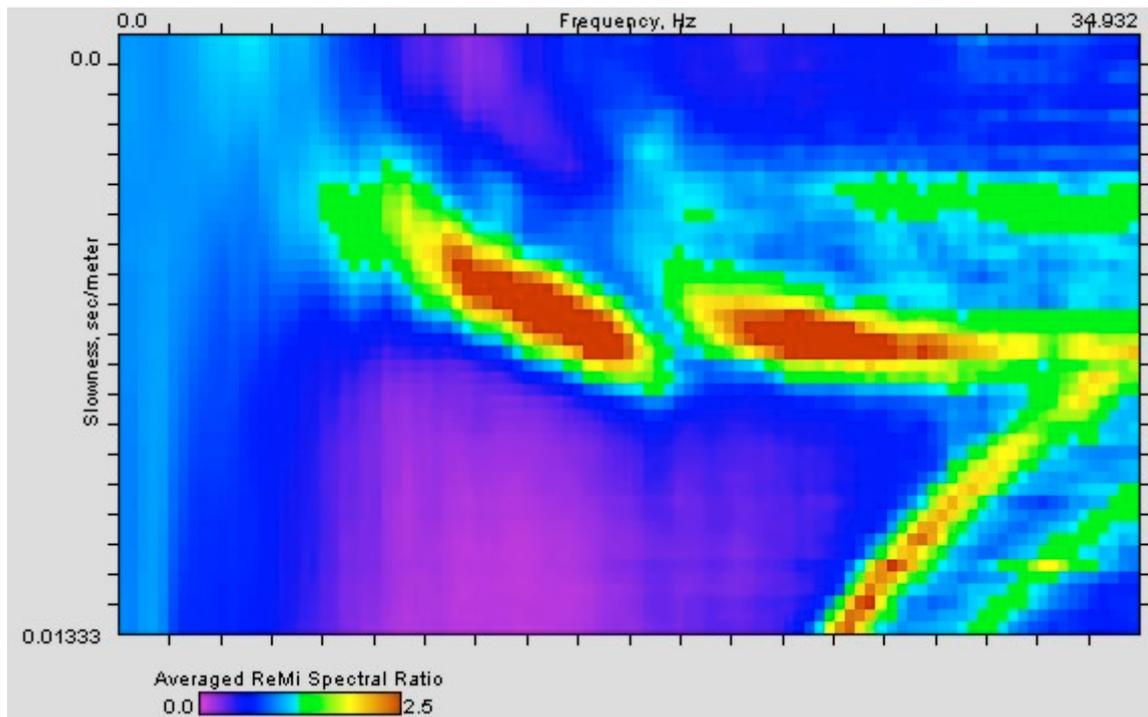
**ID Stazione:** 3047

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4850551

Longitudine: 12.0399135

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

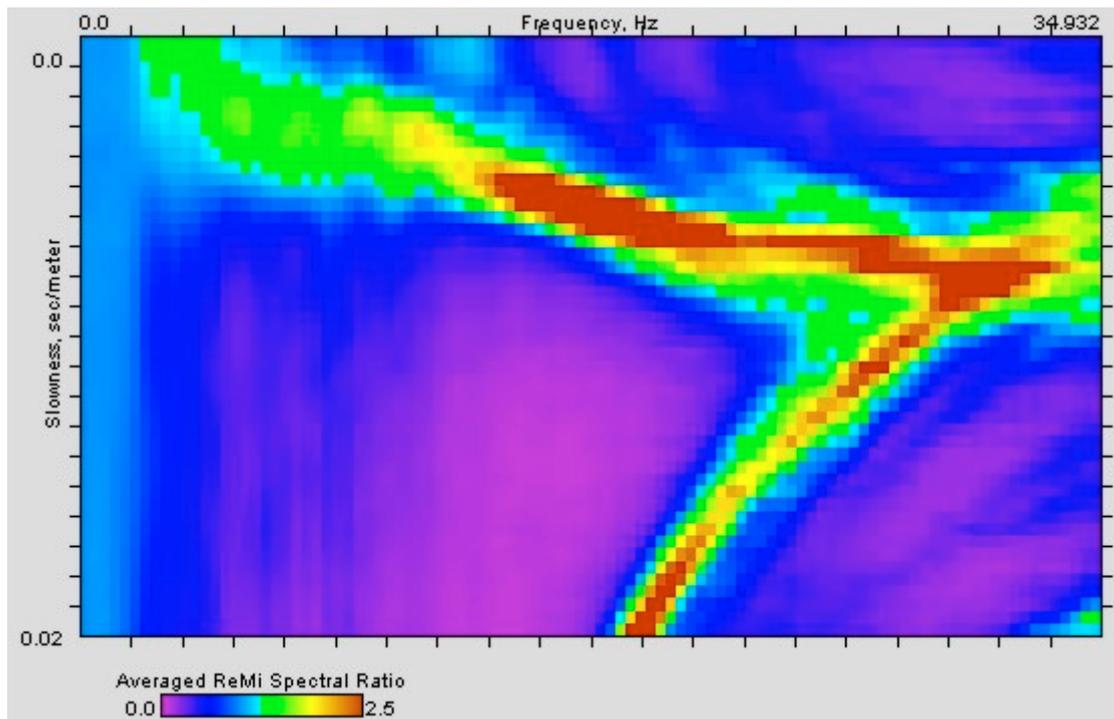
**ID Stazione:** 3048

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4794115

Longitudine: 12.0117012

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

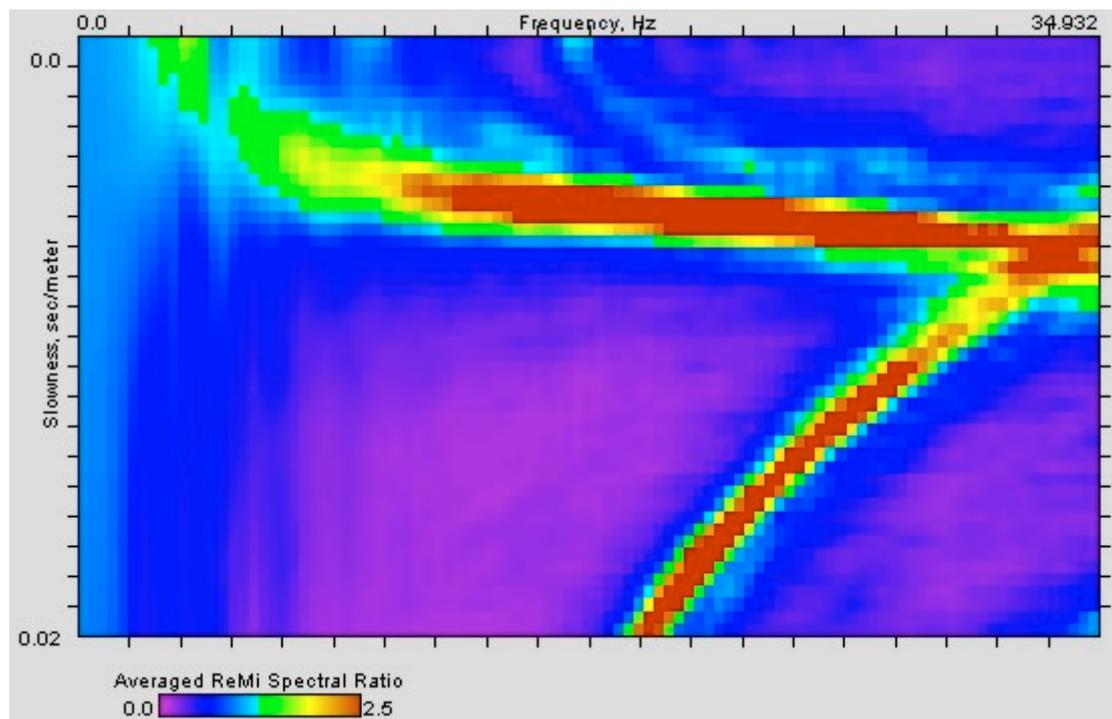
**ID Stazione:** 3049

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4640807

Longitudine: 12.0043961

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 270

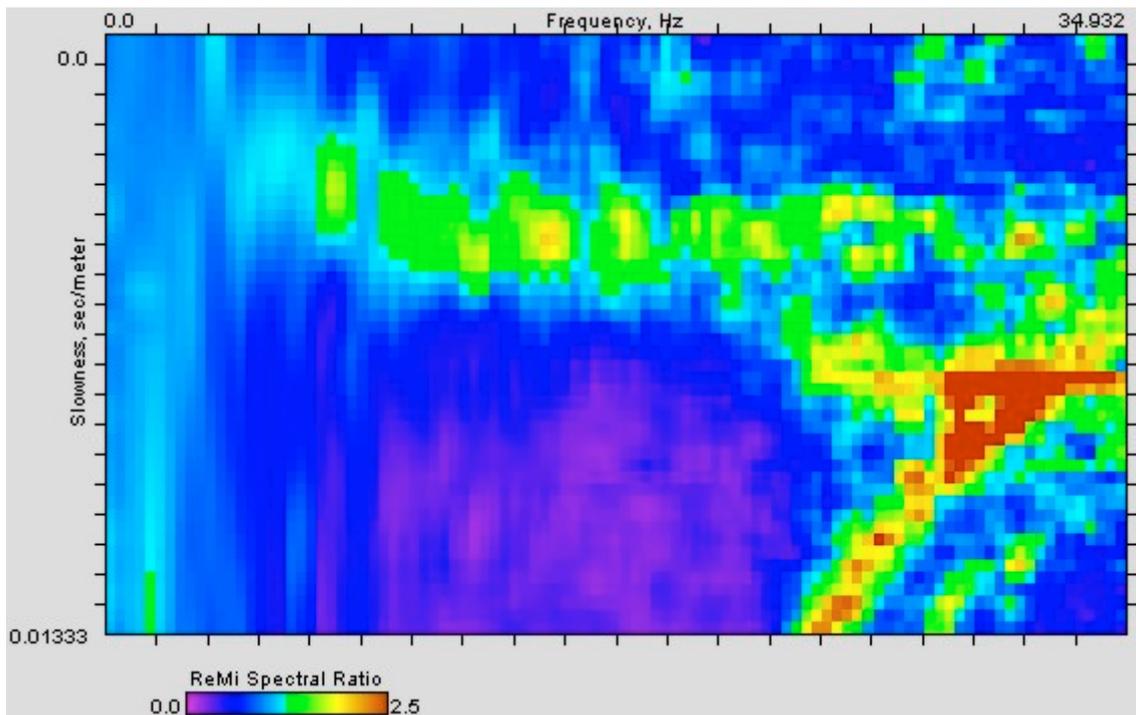
**ID Stazione:** 3050

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3852766

Longitudine: 12.0319638

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 285

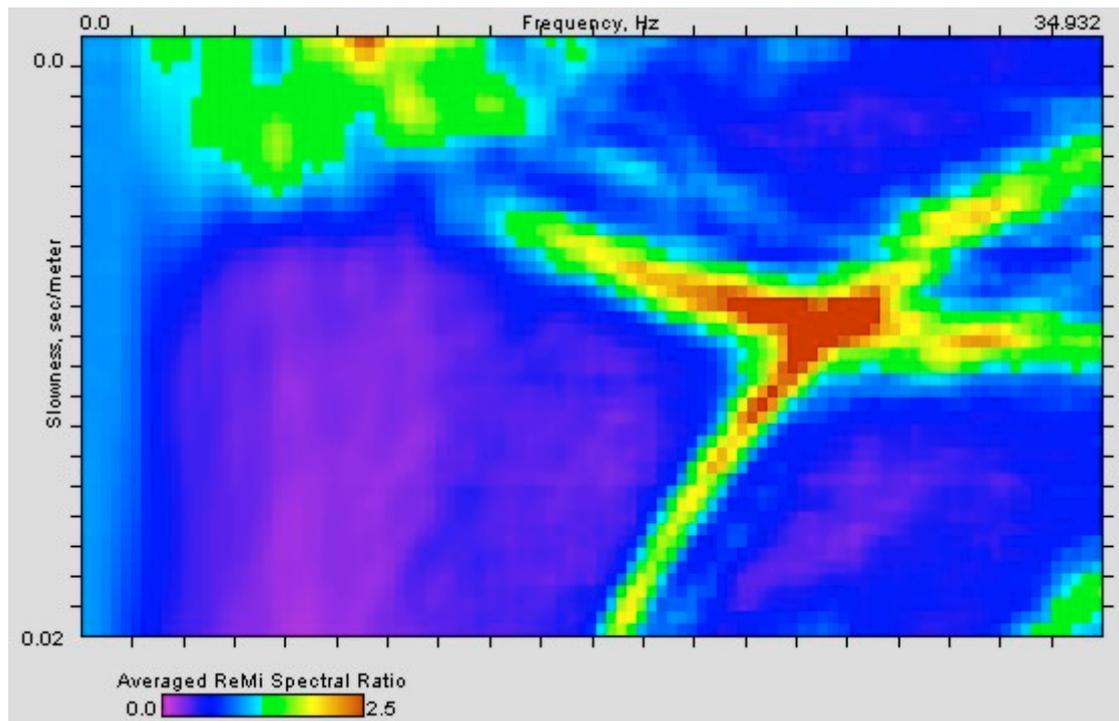
**ID Stazione:** 3051

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4433723

Longitudine: 12.2114965

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

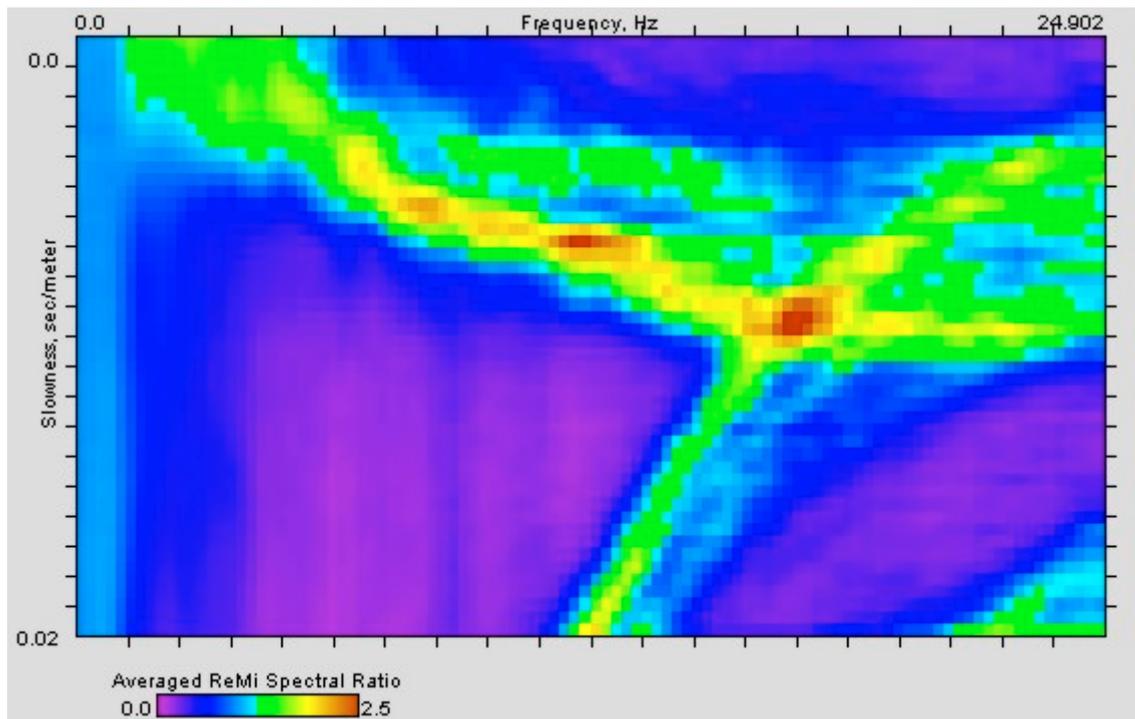
**ID Stazione:** 3053

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5823605

Longitudine: 12.8284592

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

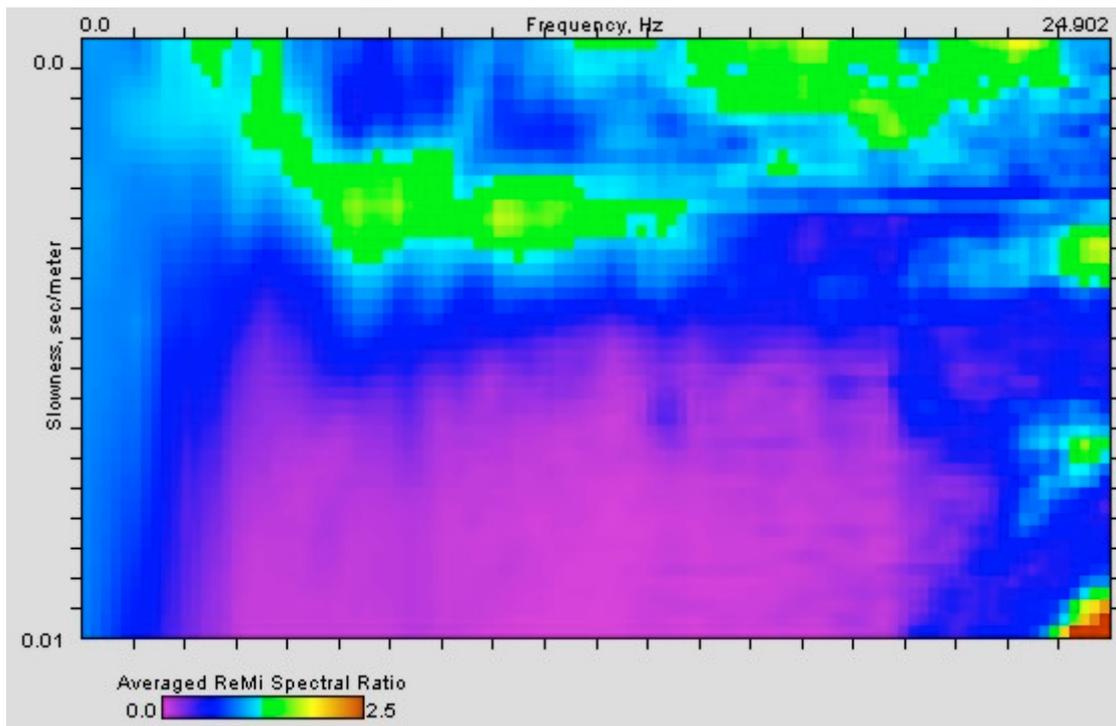
**ID Stazione:** 3054

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5574723

Longitudine: 12.7728128

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

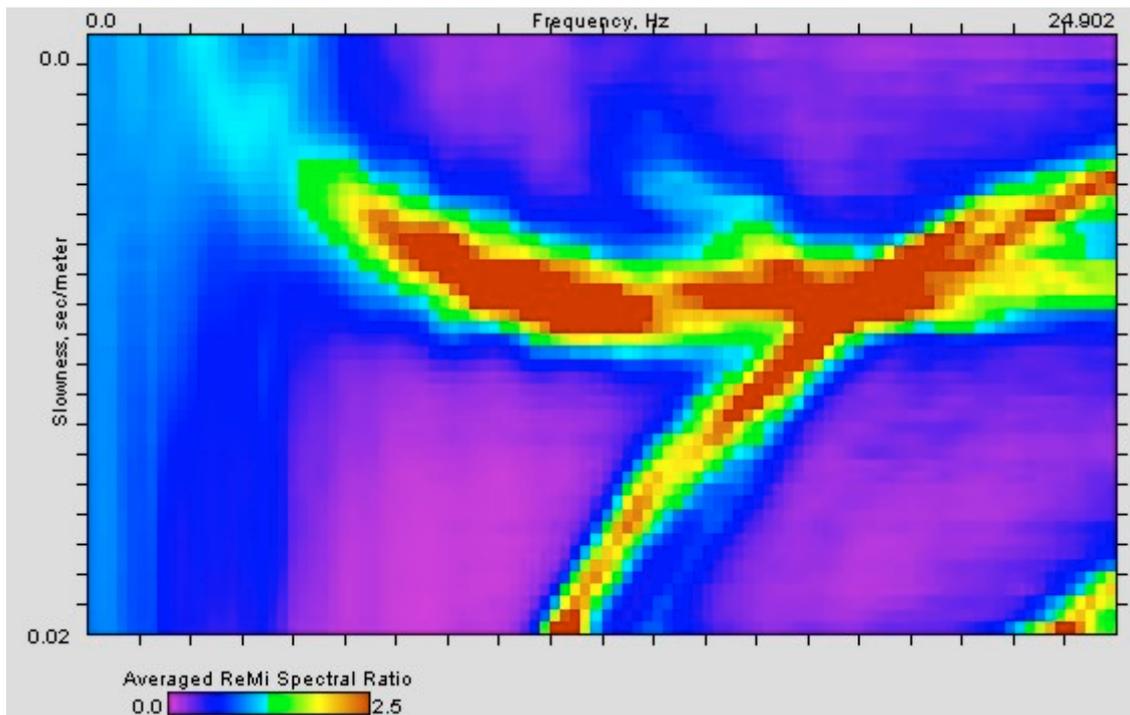
**ID Stazione:** 3056

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5944657

Longitudine: 12.6233915

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

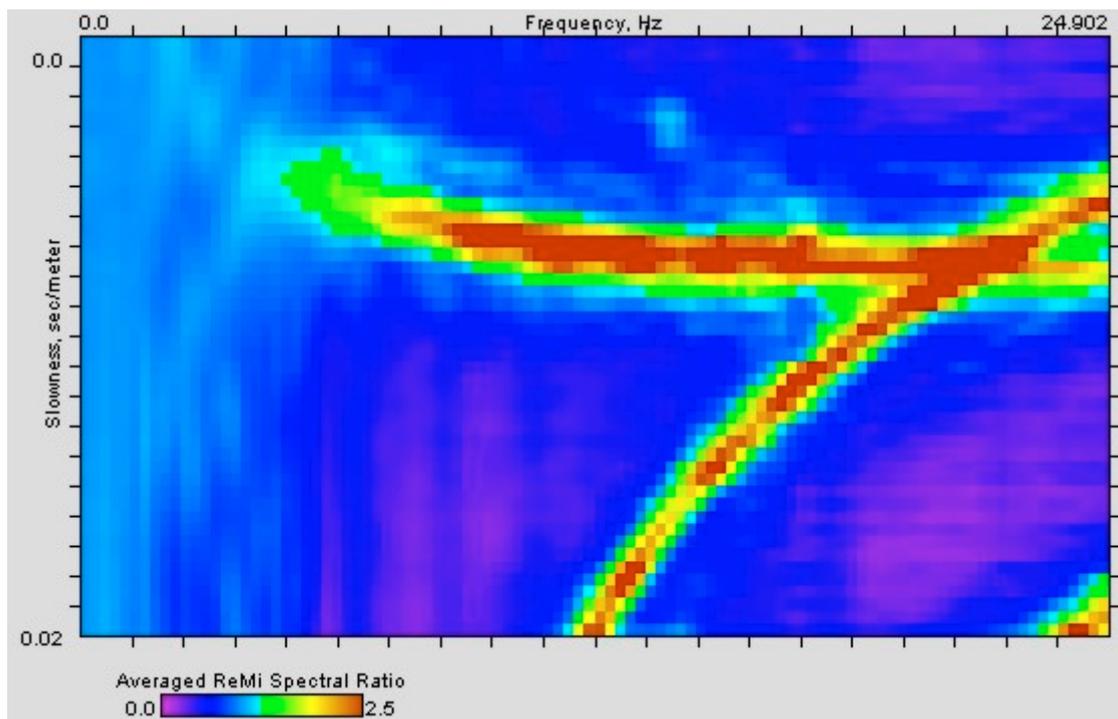
**ID Stazione:** 3062

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6742752

Longitudine: 13.0353499

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

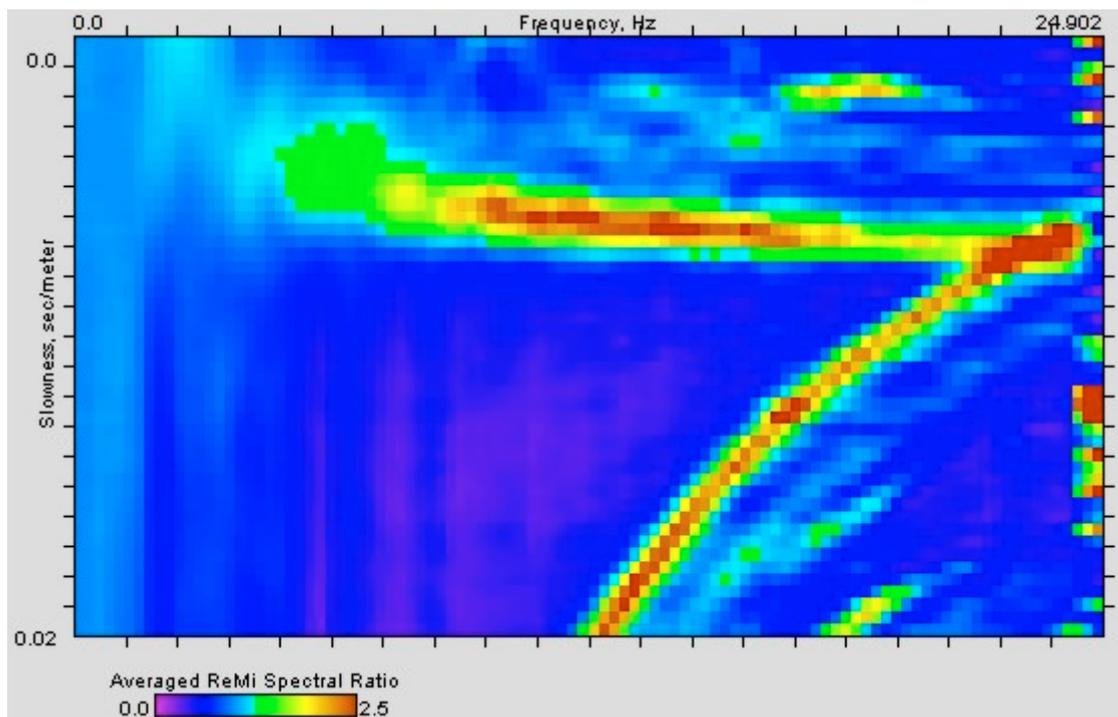
**ID Stazione:** 3063

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6417255

Longitudine: 13.0889649

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

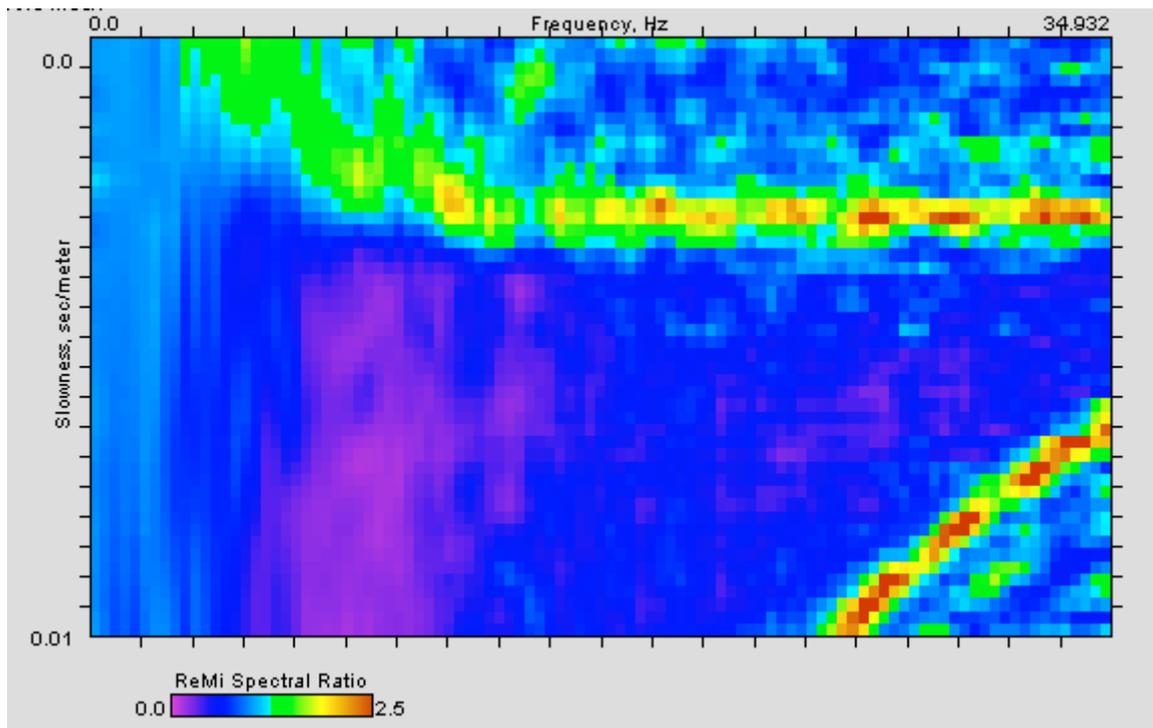
**ID Stazione:** 4001

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8480483

Longitudine: 12.8670506

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 360

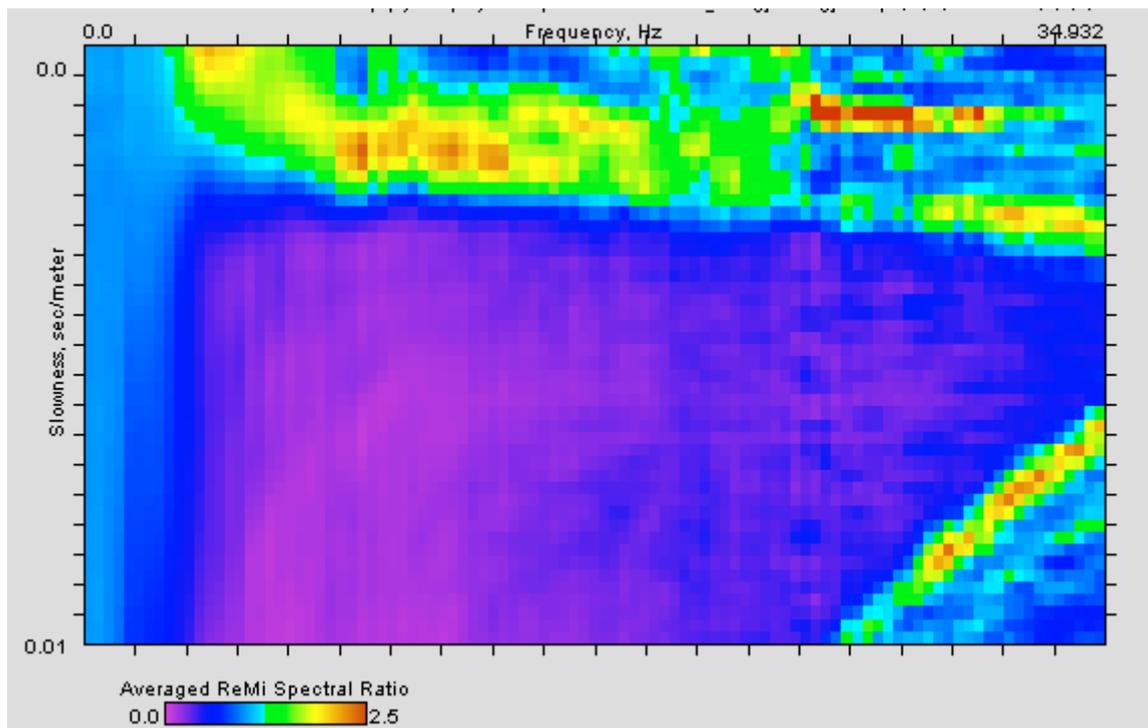
**ID Stazione:** 4002

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8224373

Longitudine: 12.8477730

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 390

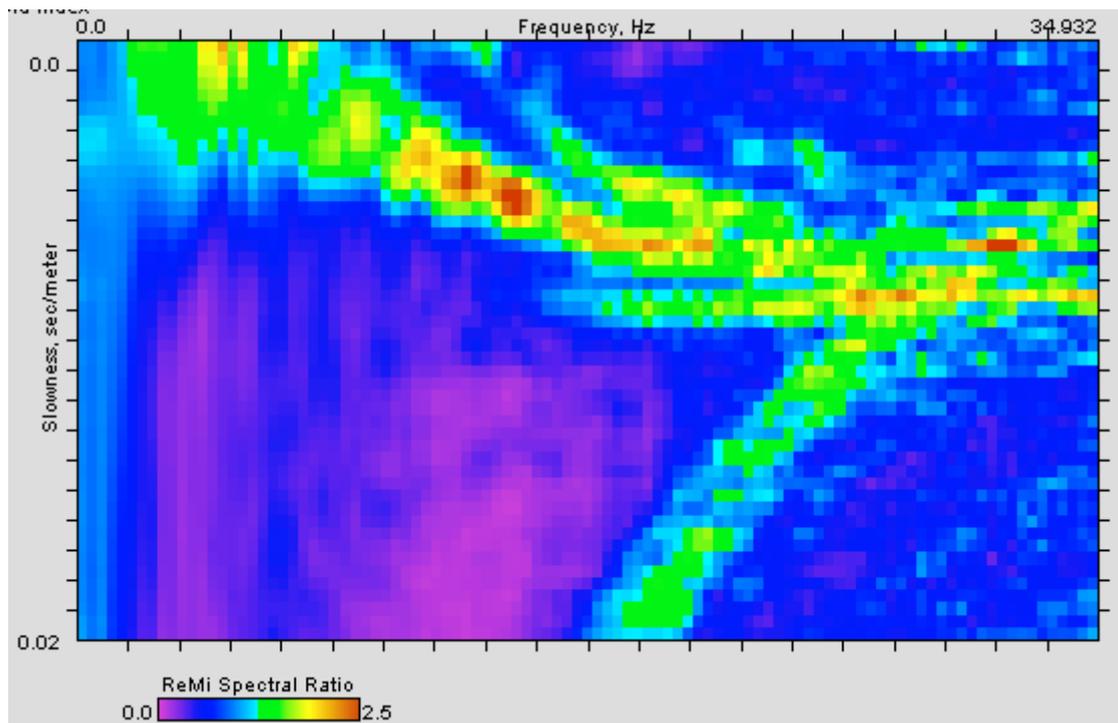
**ID Stazione:** 4003

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8502261

Longitudine: 12.7711957

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

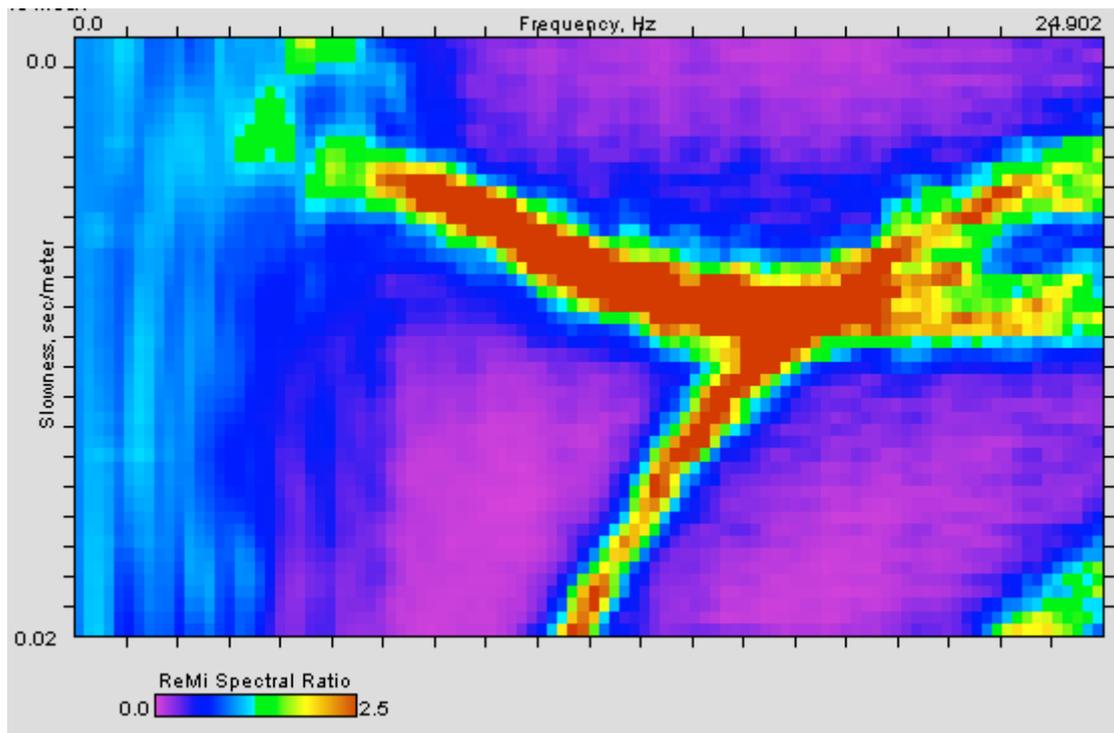
**ID Stazione:** 4004

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8240933

Longitudine: 12.7800469

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

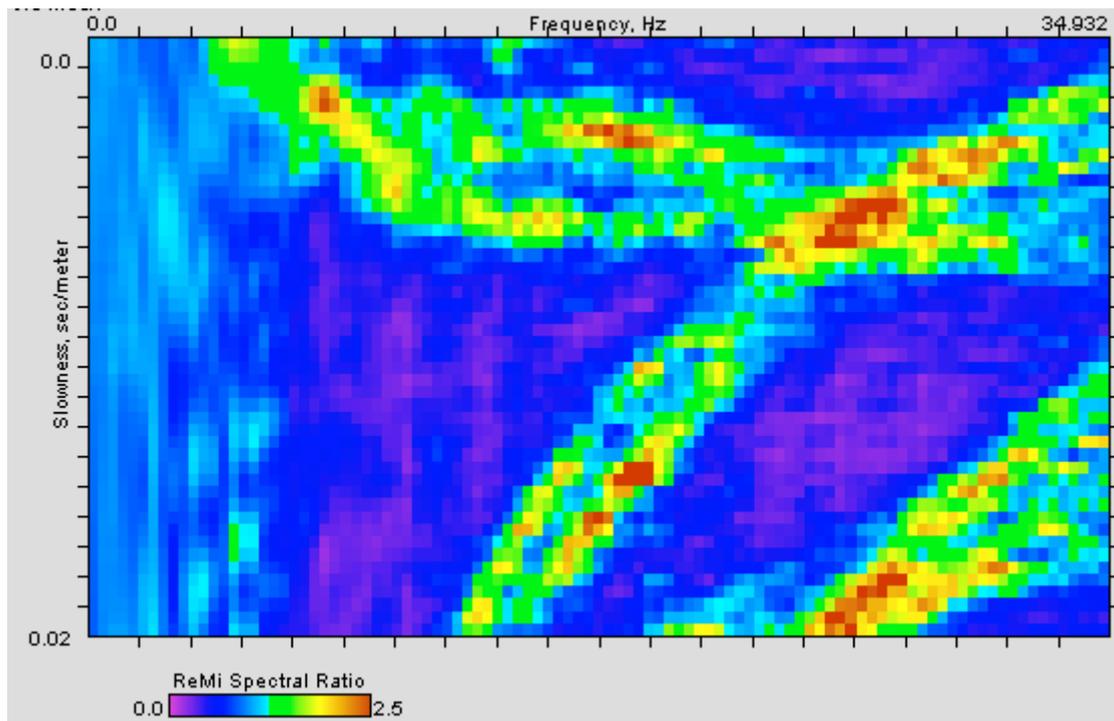
**ID Stazione:** 4005

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8146614

Longitudine: 12.9507164

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 370

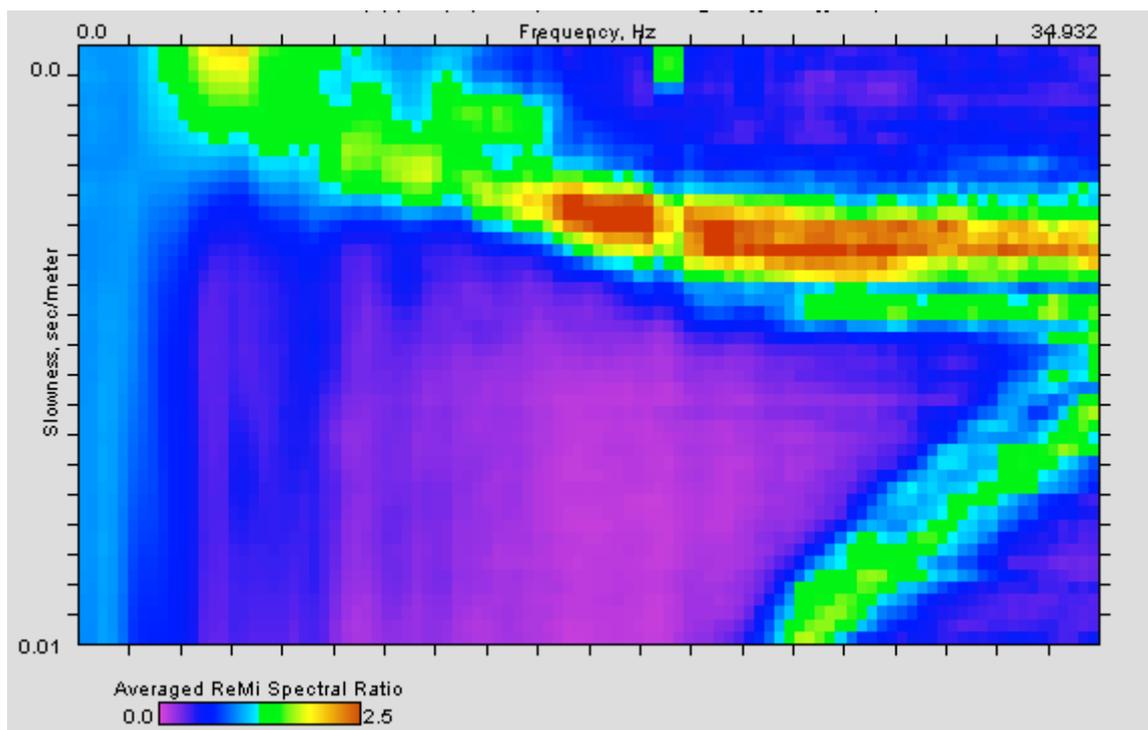
**ID Stazione:** 4006

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8085074

Longitudine: 12.8998517

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 390

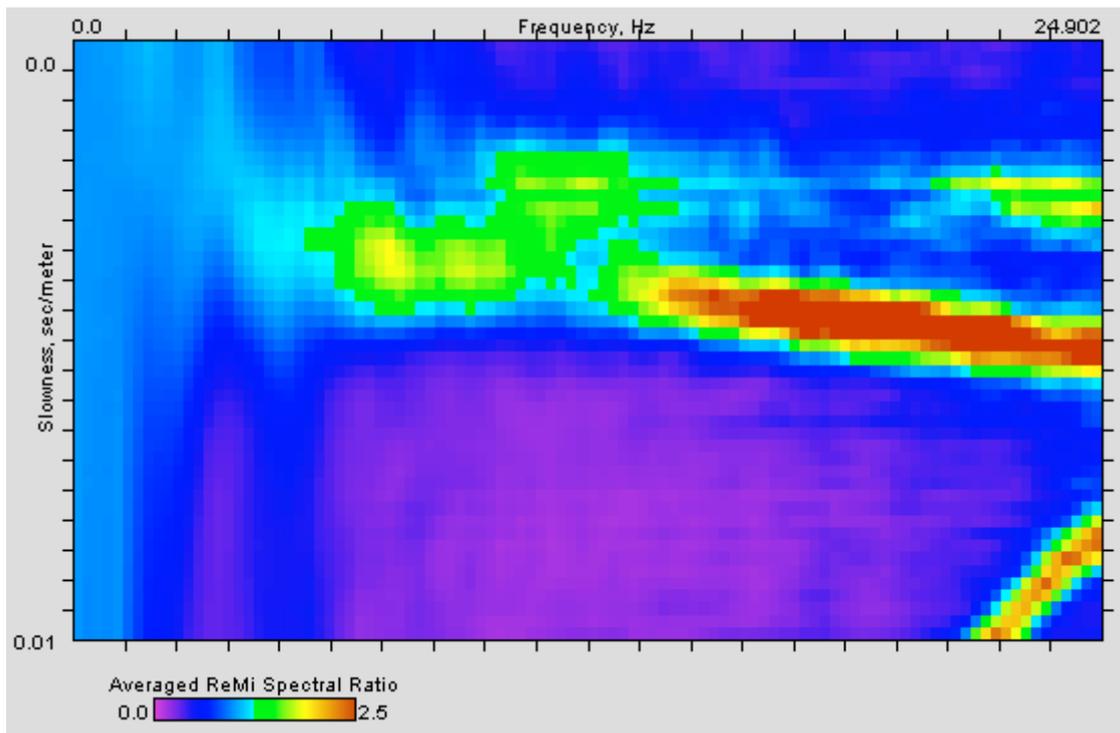
**ID Stazione:** 4007

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8143058

Longitudine: 12.8724305

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

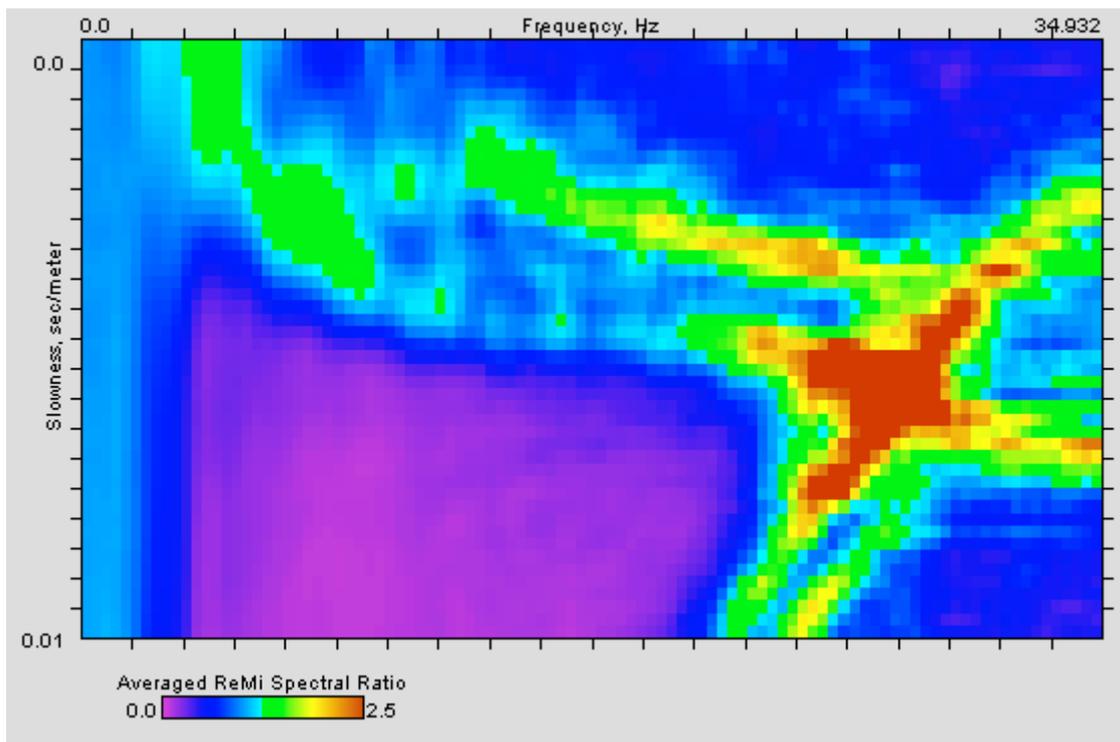
**ID Stazione:** 4008

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7931916

Longitudine: 12.8674872

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 280

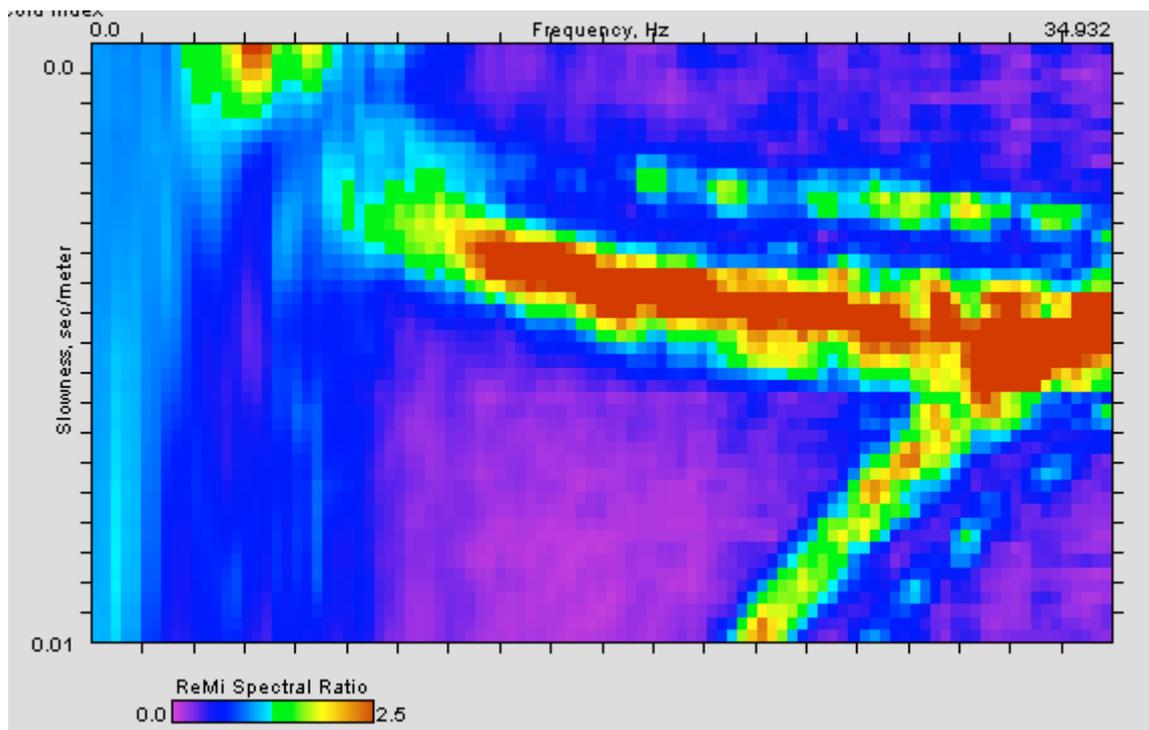
**ID Stazione:** 4009

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7795215

Longitudine: 12.9117311

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 365

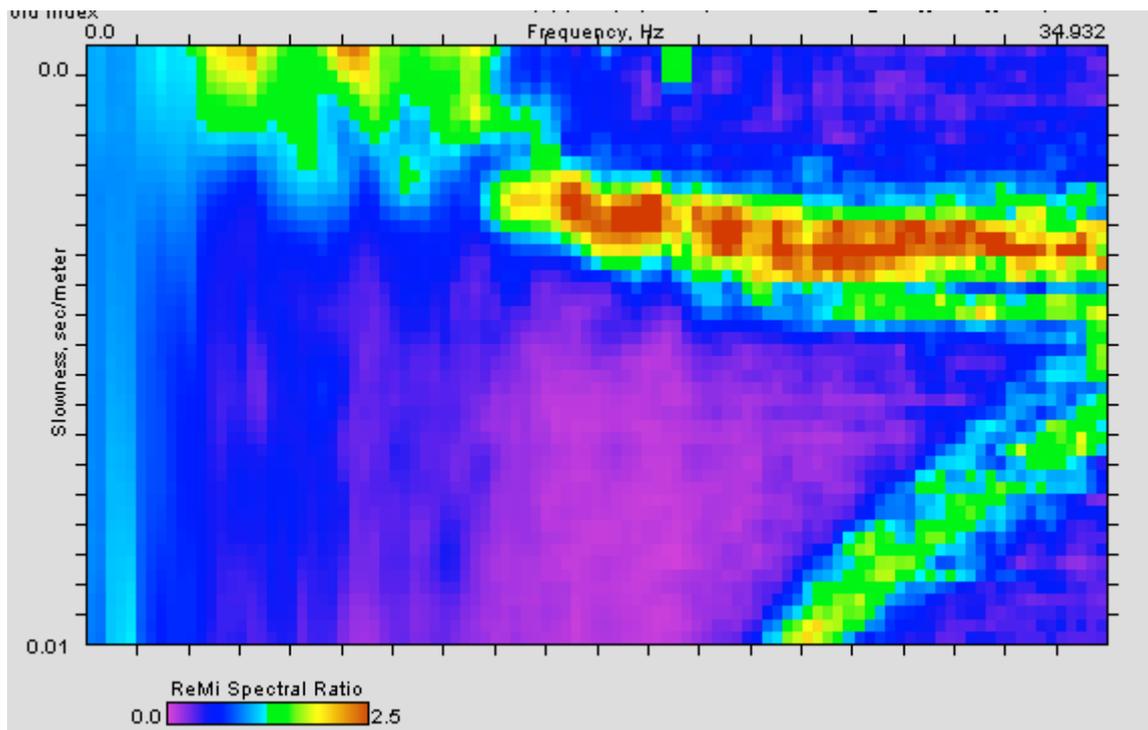
**ID Stazione:** 4010

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7807839

Longitudine: 12.9457109

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 390

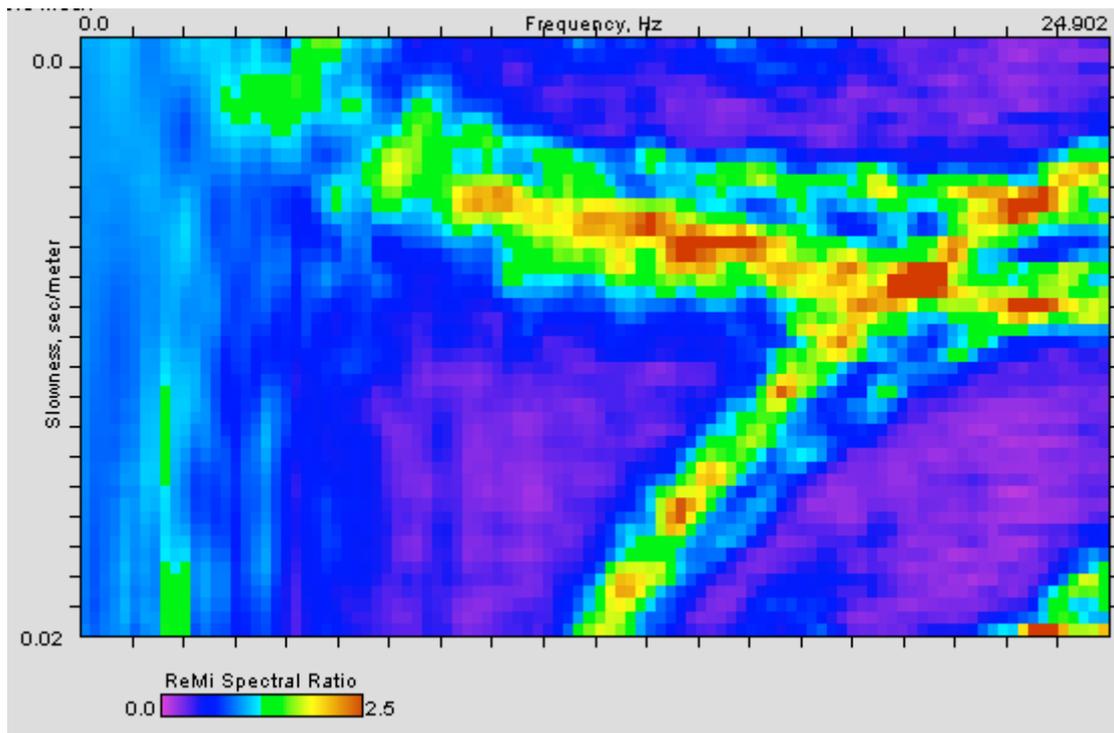
**ID Stazione:** 4011

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7625342

Longitudine: 12.9809077

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 280

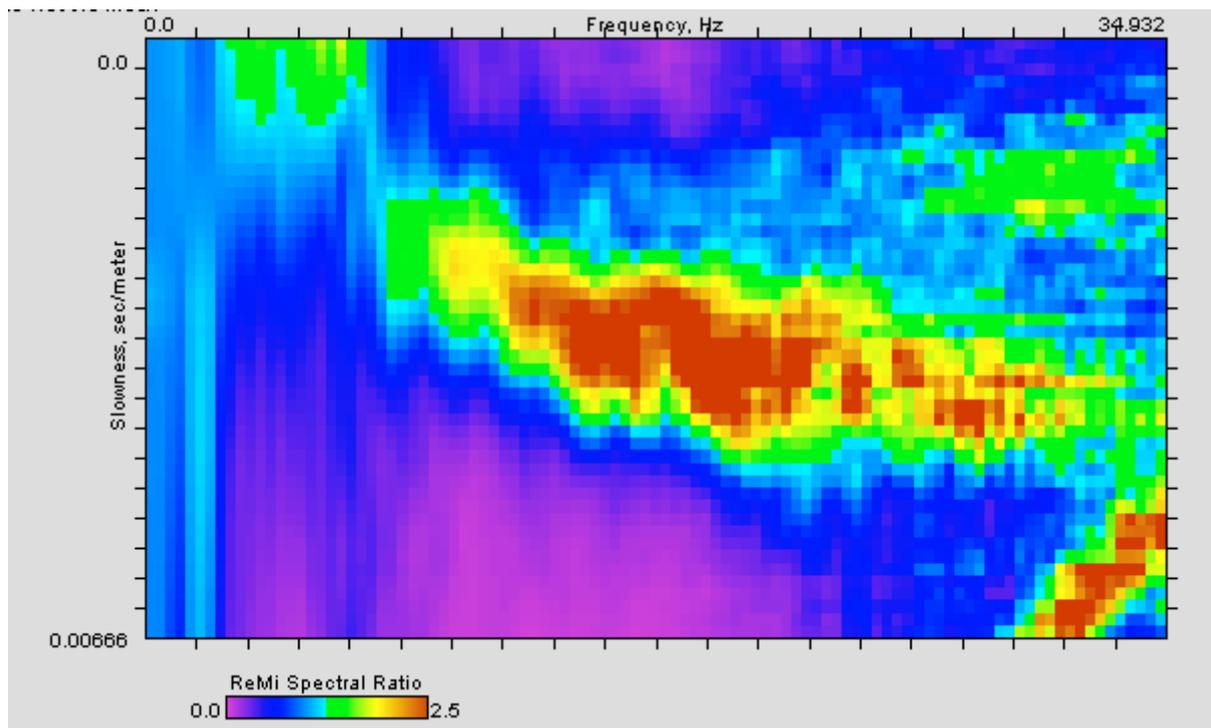
**ID Stazione:** 4012

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7493732

Longitudine: 12.9494461

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 355

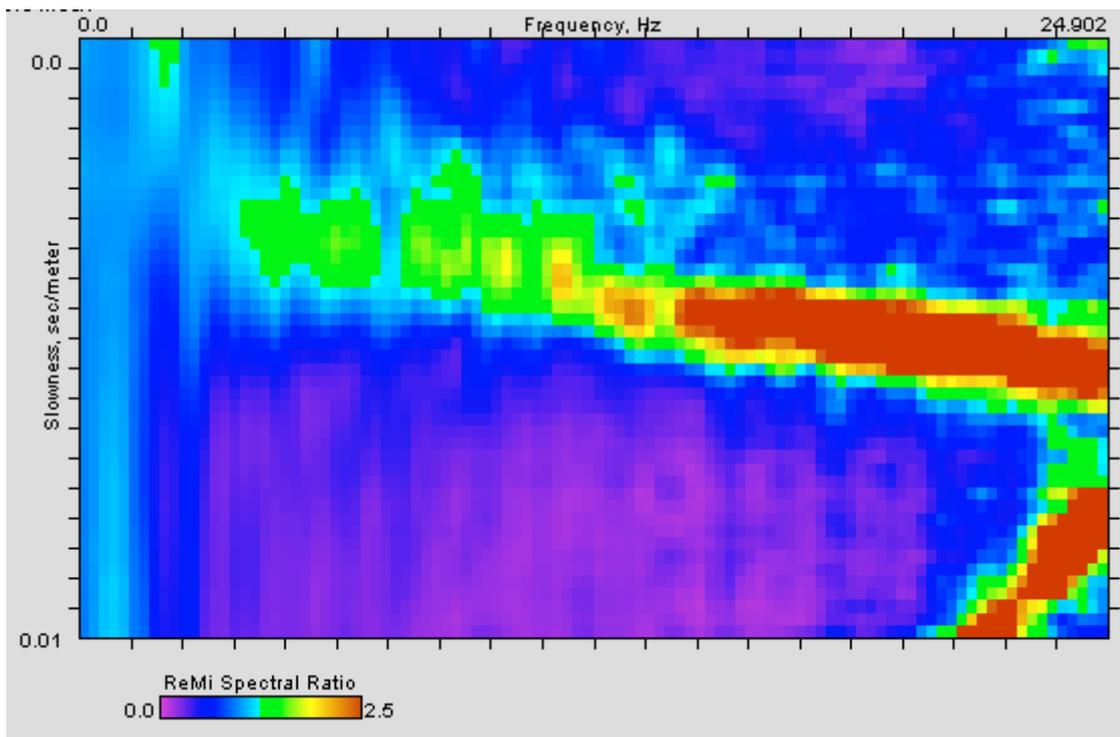
**ID Stazione:** 4013

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7707053

Longitudine: 12.8850456

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

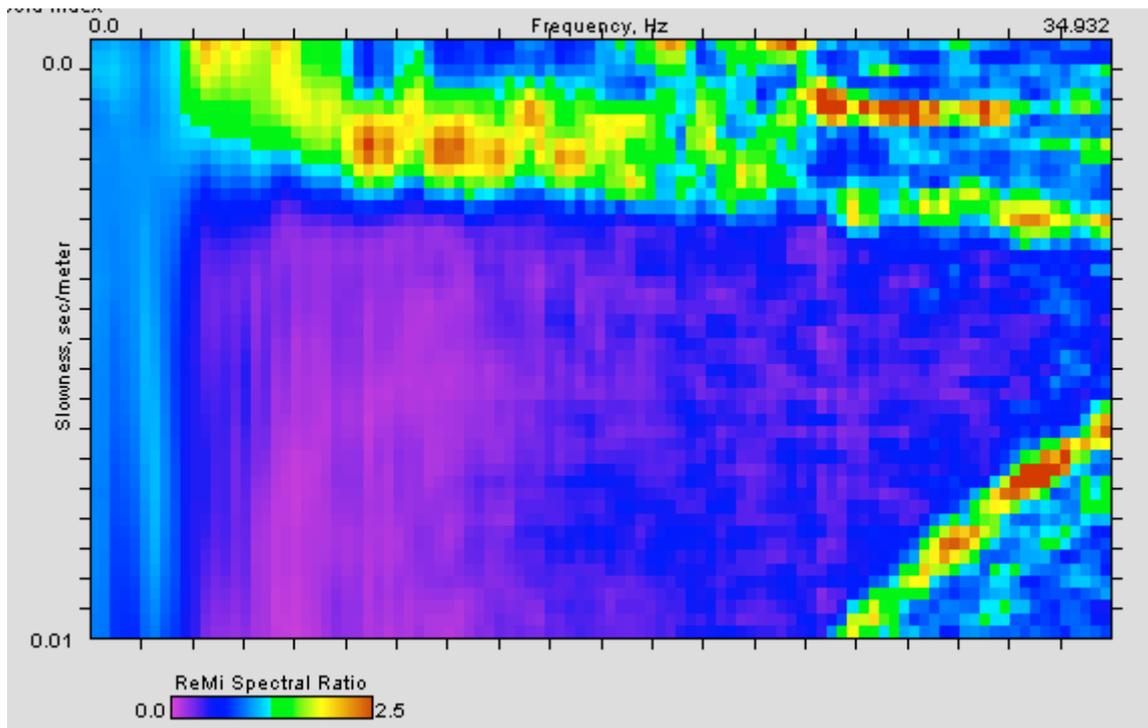
**ID Stazione:** 4014

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7716540

Longitudine: 12.8390599

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 385

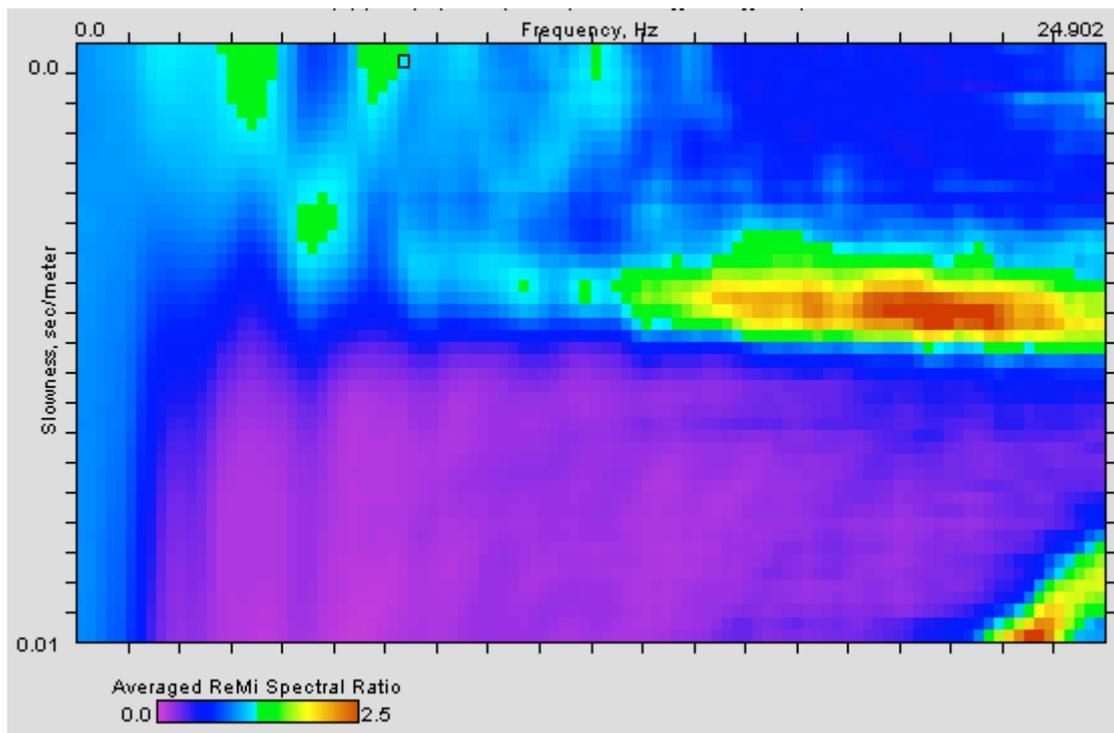
**ID Stazione:** 4015

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7774352

Longitudine: 12.7751497

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

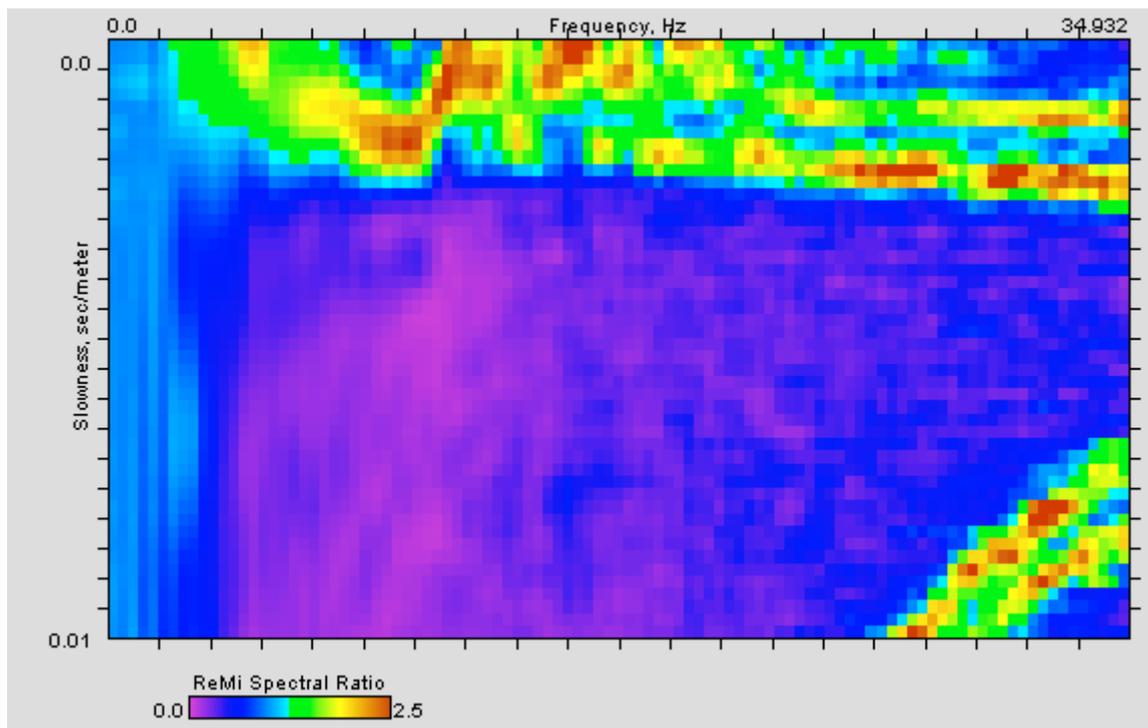
**ID Stazione:** 4016

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7470665

Longitudine: 12.8469244

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 390

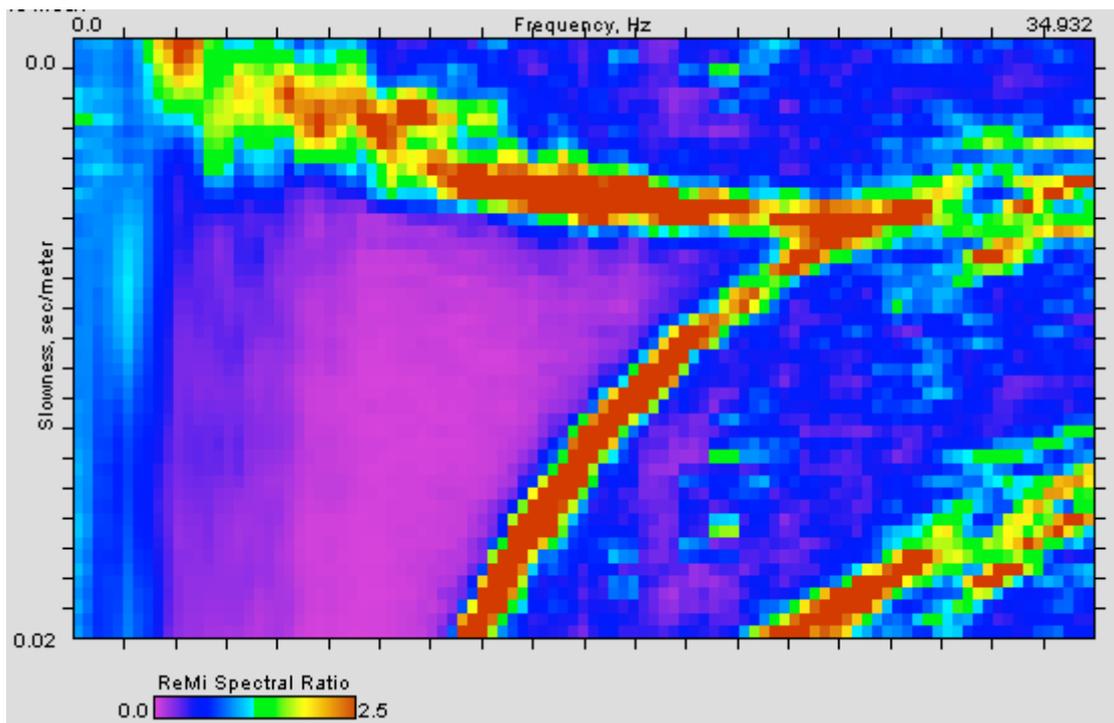
**ID Stazione:** 4017

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.8355514

Longitudine: 12.7360614

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

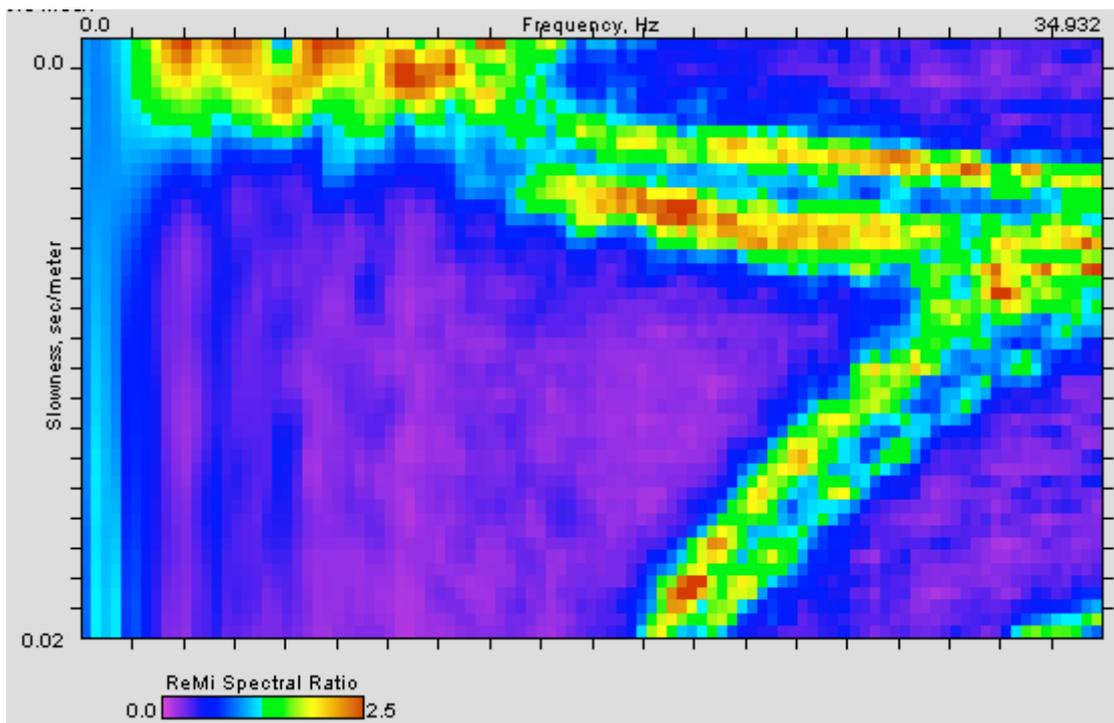
**ID Stazione:** 4018

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7379925

Longitudine: 12.8992713

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 275

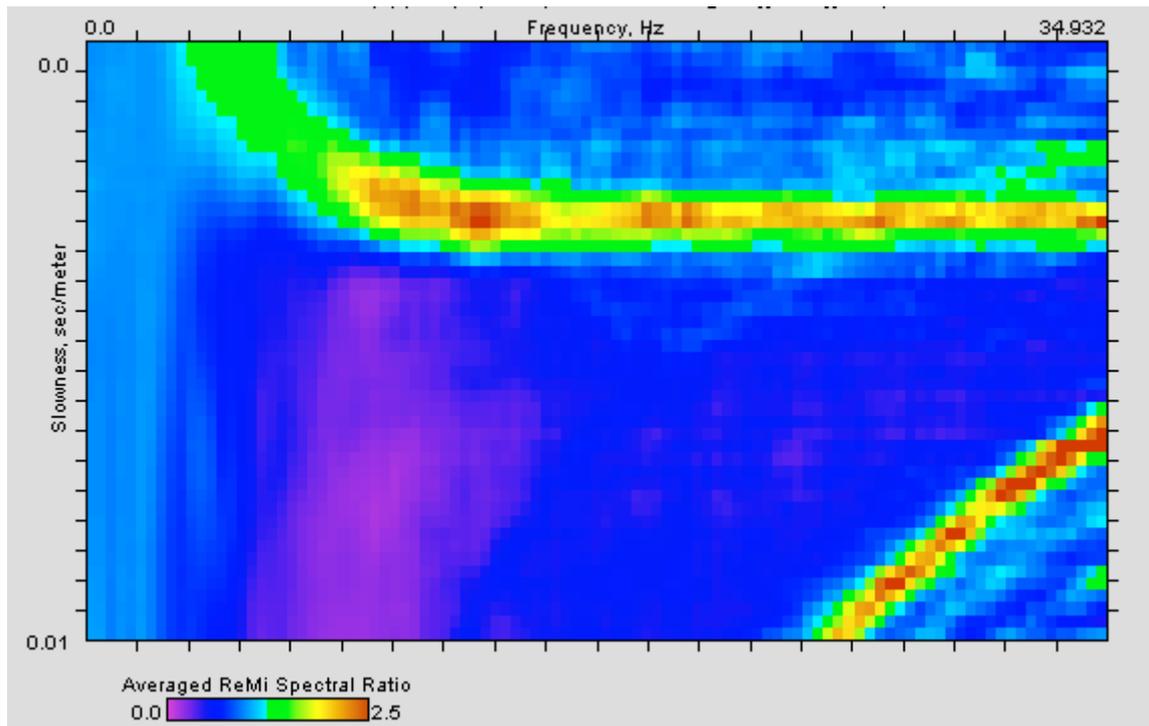
**ID Stazione:** 4019

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7181515

Longitudine: 12.8388588

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 365

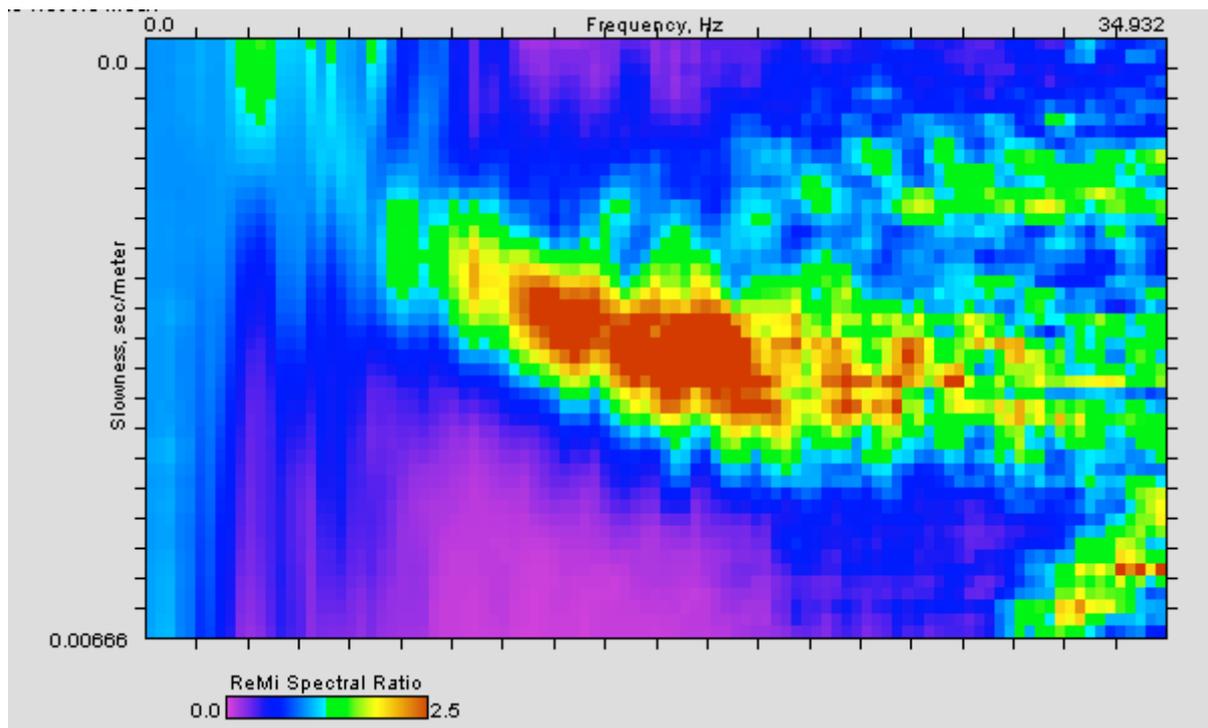
**ID Stazione:** 4020

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7038965

Longitudine: 12.9359472

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 365

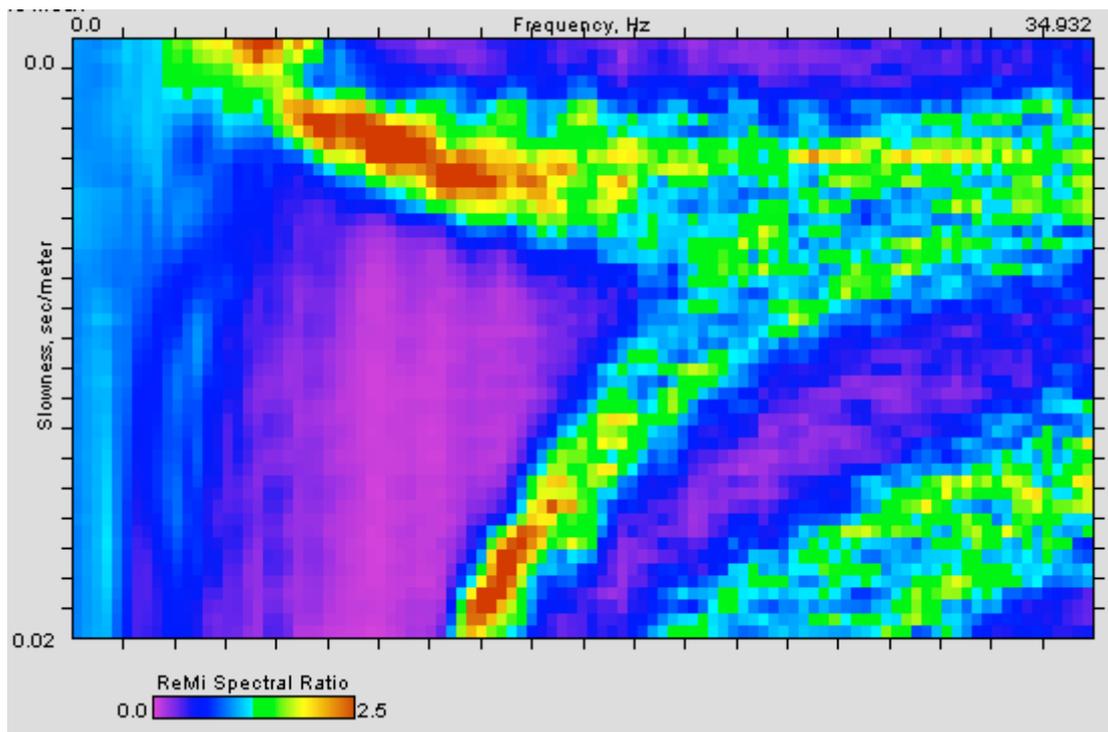
**ID Stazione:** 4021

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6995233

Longitudine: 12.8861764

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 295

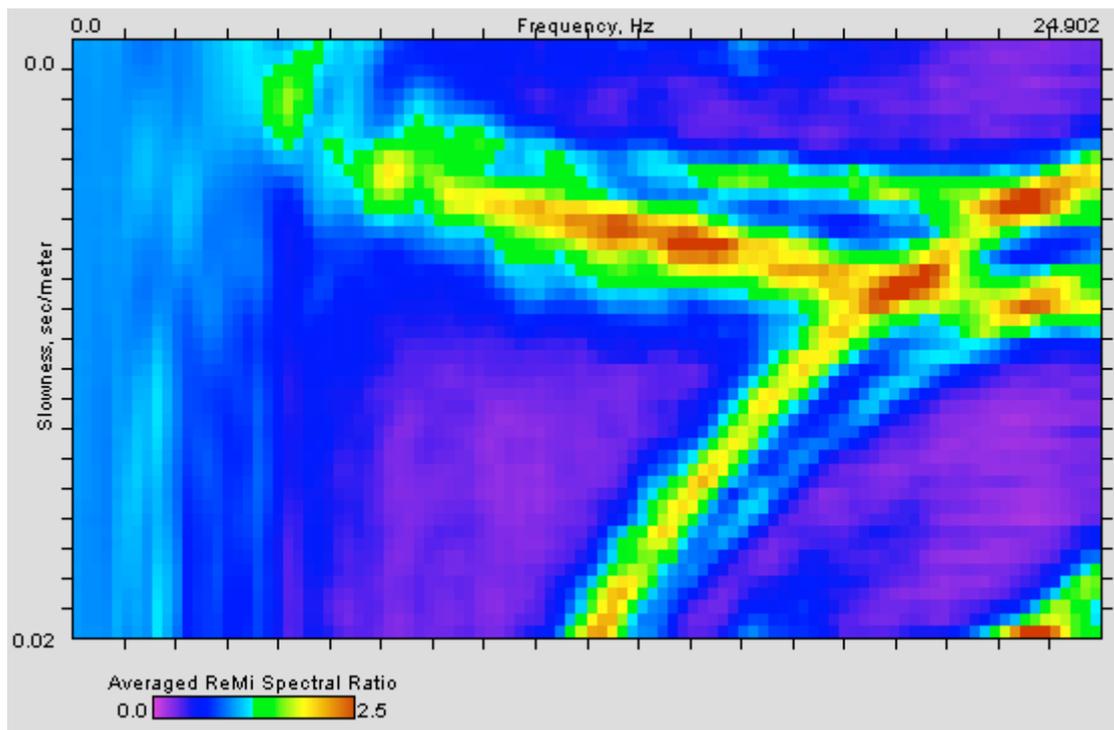
**ID Stazione:** 4022

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7120373

Longitudine: 12.7807246

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 285

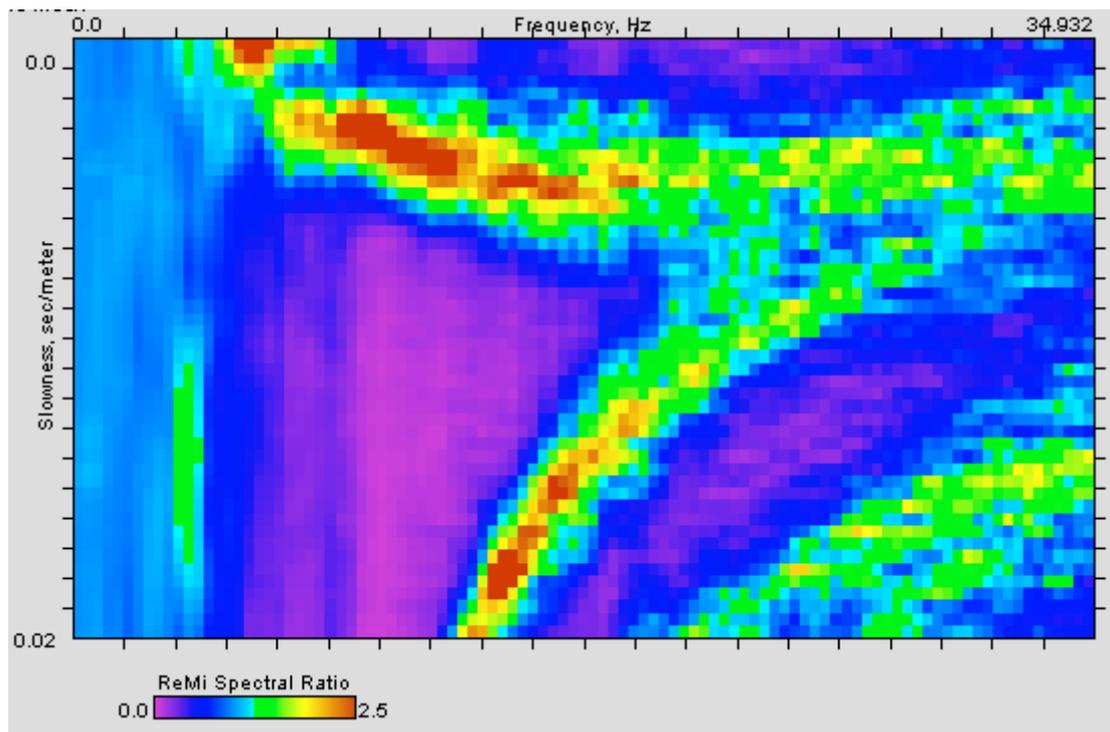
**ID Stazione:** 4023

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6928173

Longitudine: 12.7781193

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 280

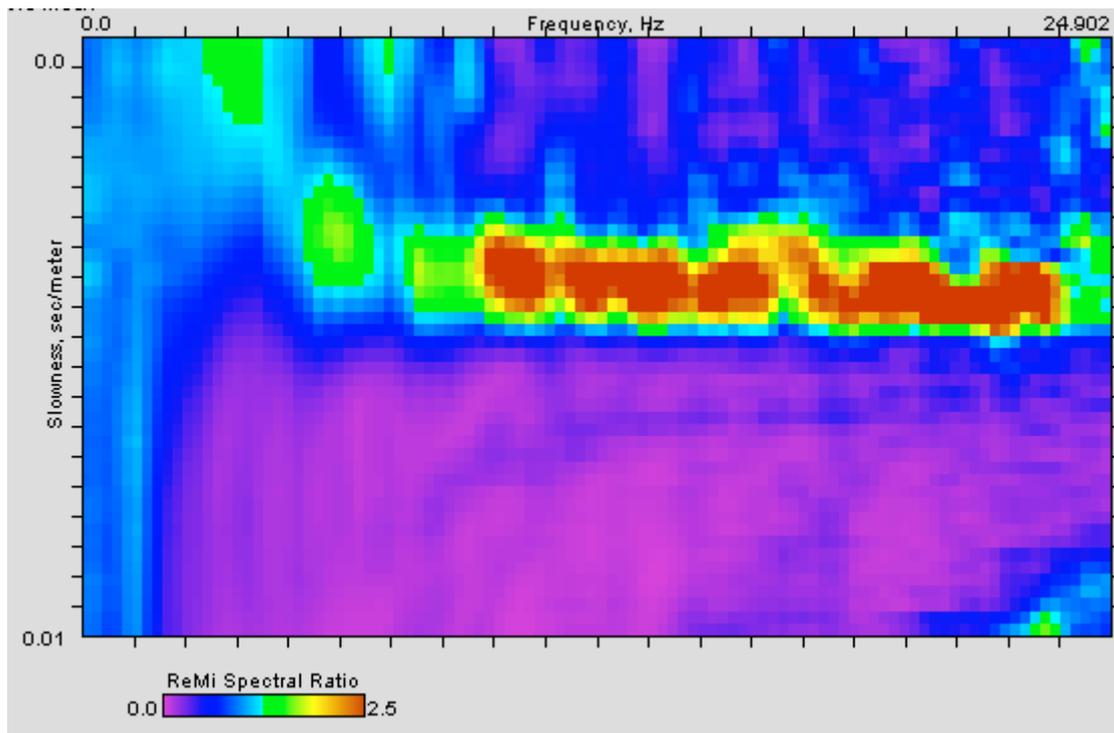
**ID Stazione:** 4024

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7226623

Longitudine: 12.7211006

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 275

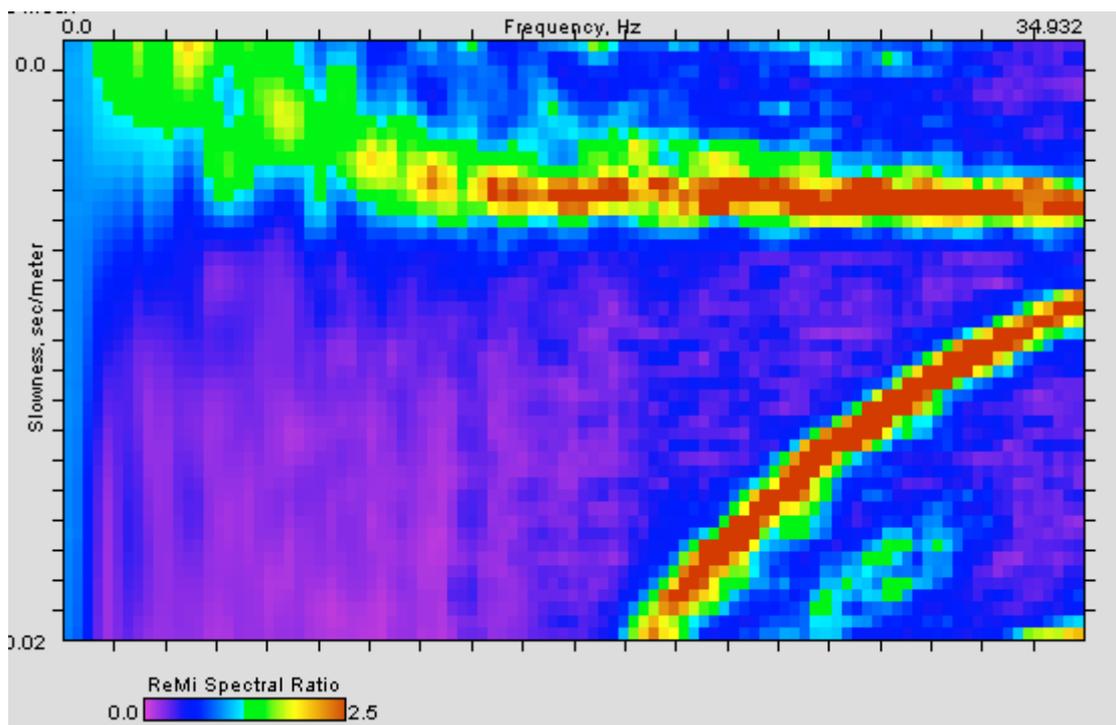
**ID Stazione:** 4025

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7294695

Longitudine: 12.7577128

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 270

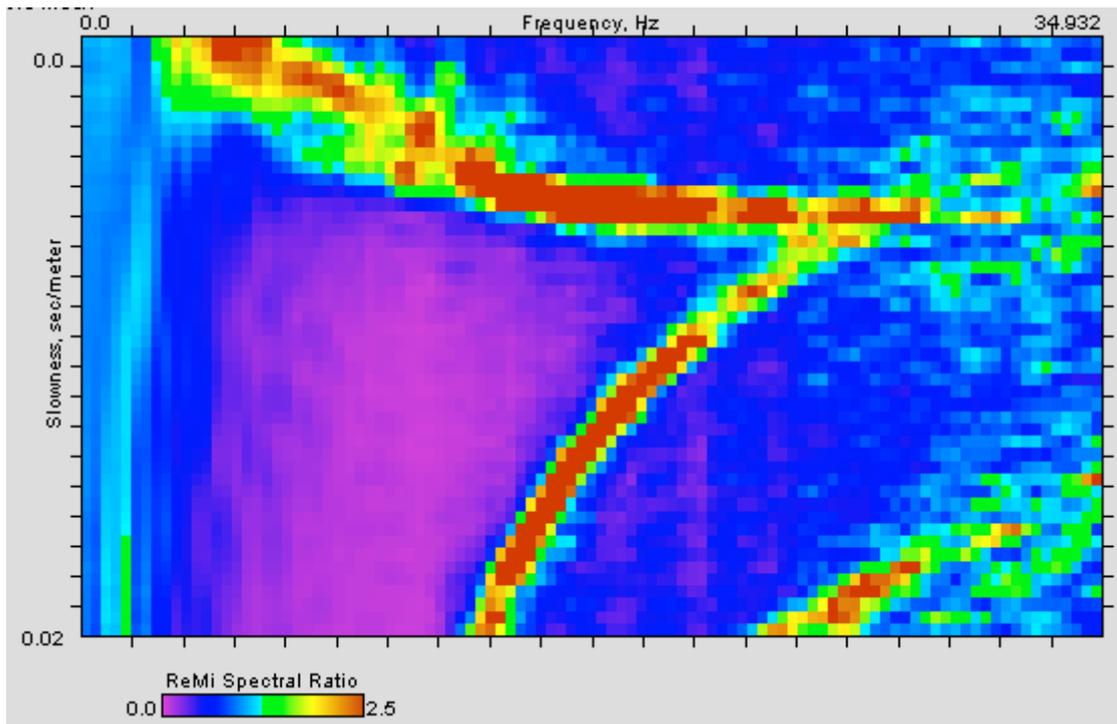
**ID Stazione:** 4026

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7627652

Longitudine: 12.7591838

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

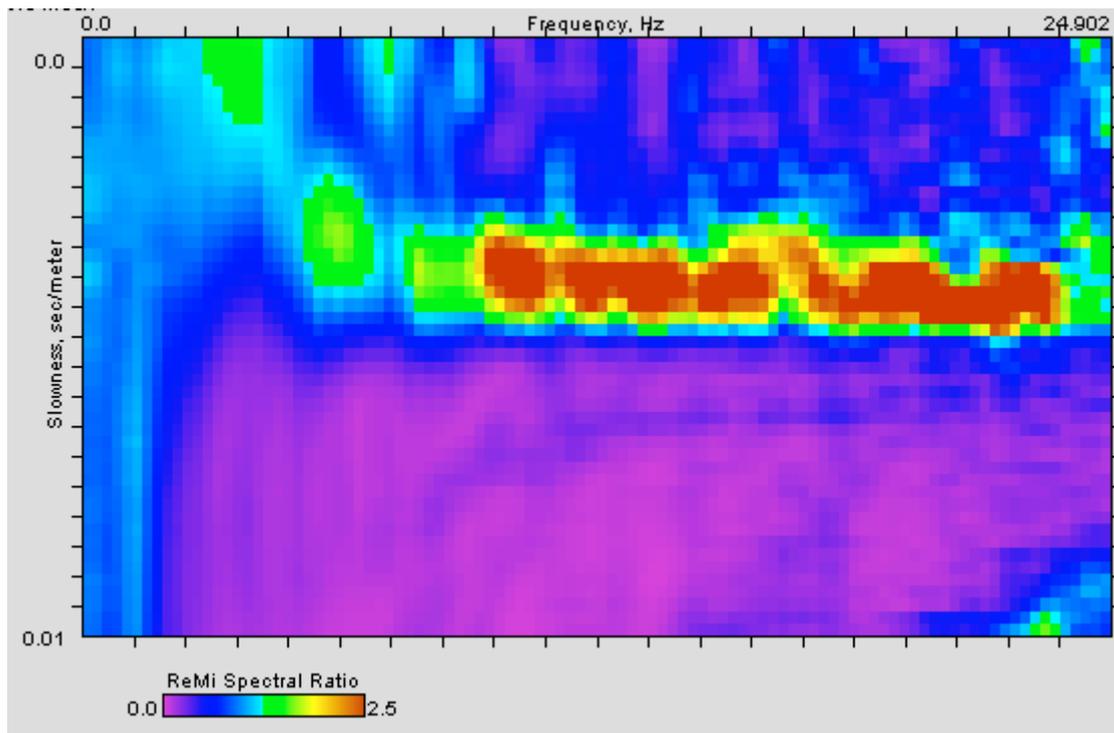
**ID Stazione:** 4027

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7248205

Longitudine: 12.6352948

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

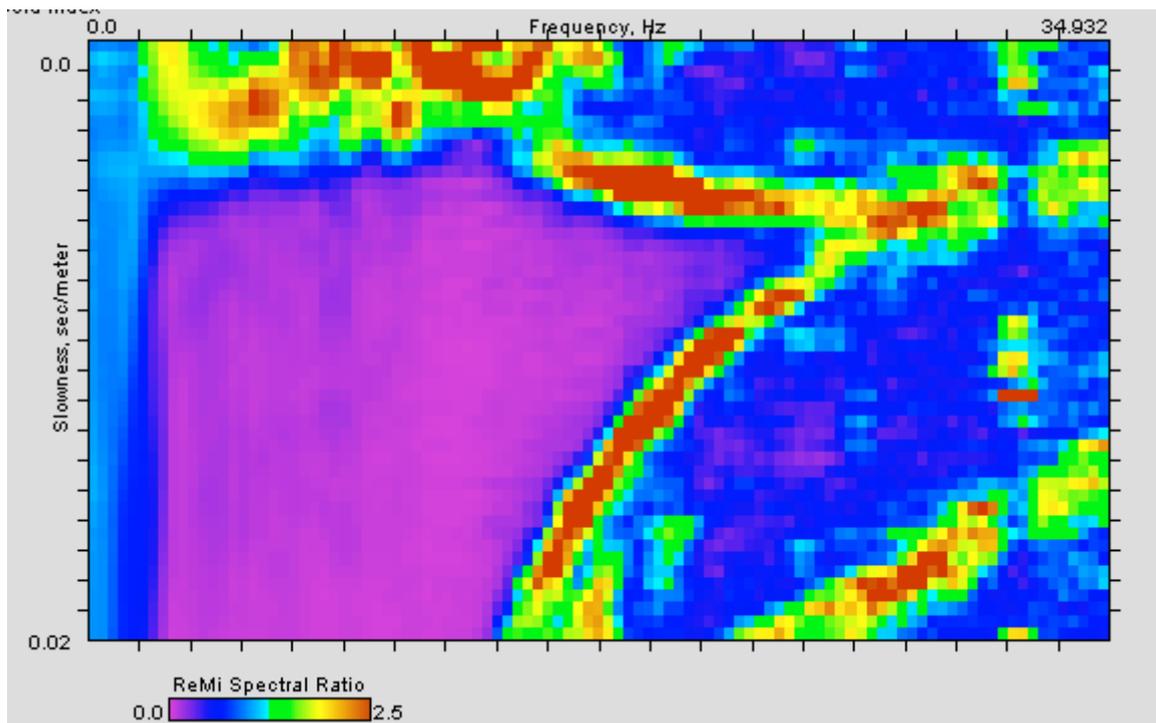
**ID Stazione:** 4028

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6955511

Longitudine: 12.5995542

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

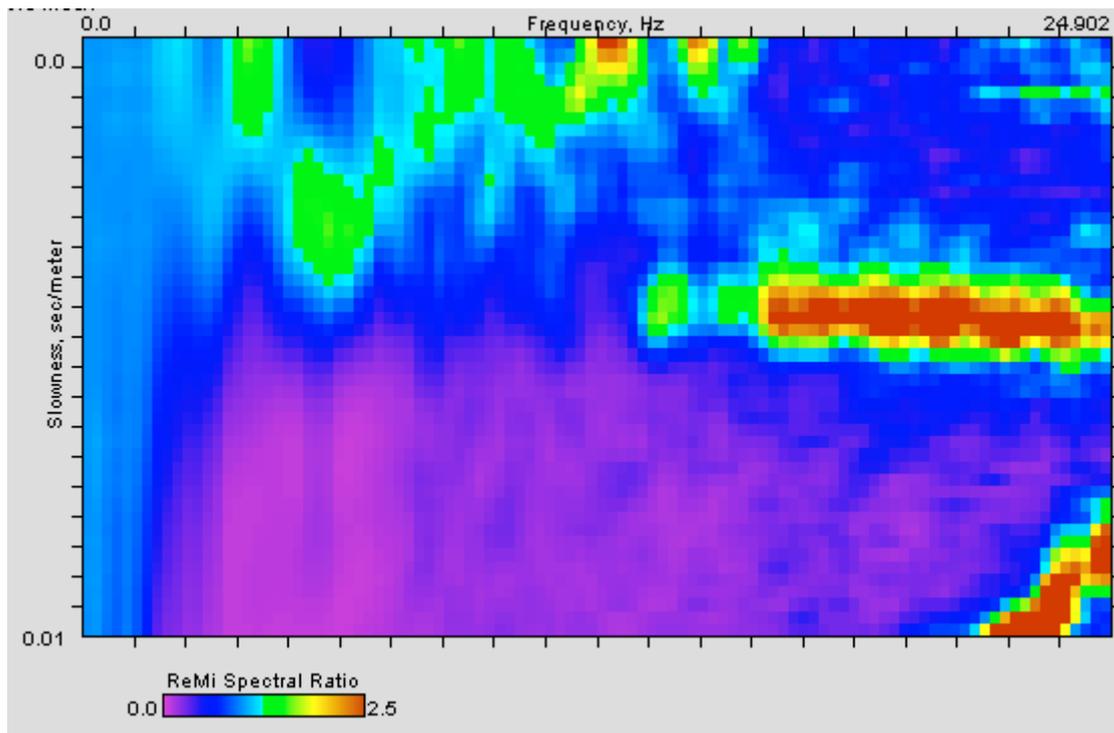
**ID Stazione:** 4029

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6826039

Longitudine: 12.6163491

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

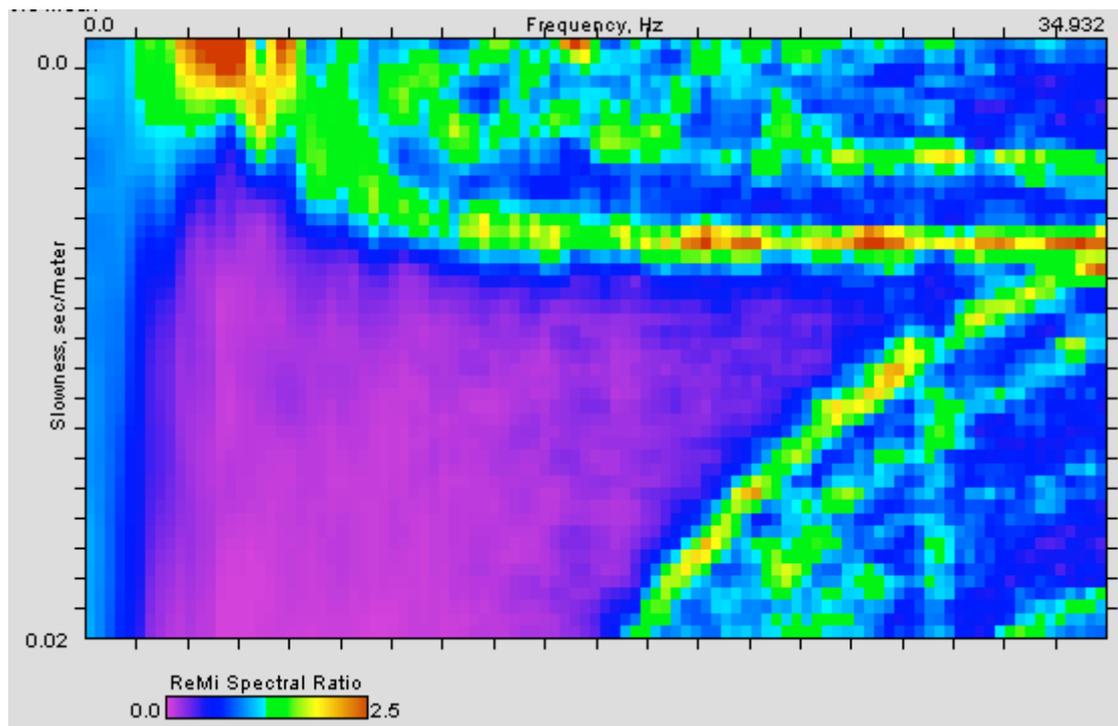
**ID Stazione:** 4030

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6732968

Longitudine: 12.6424909

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

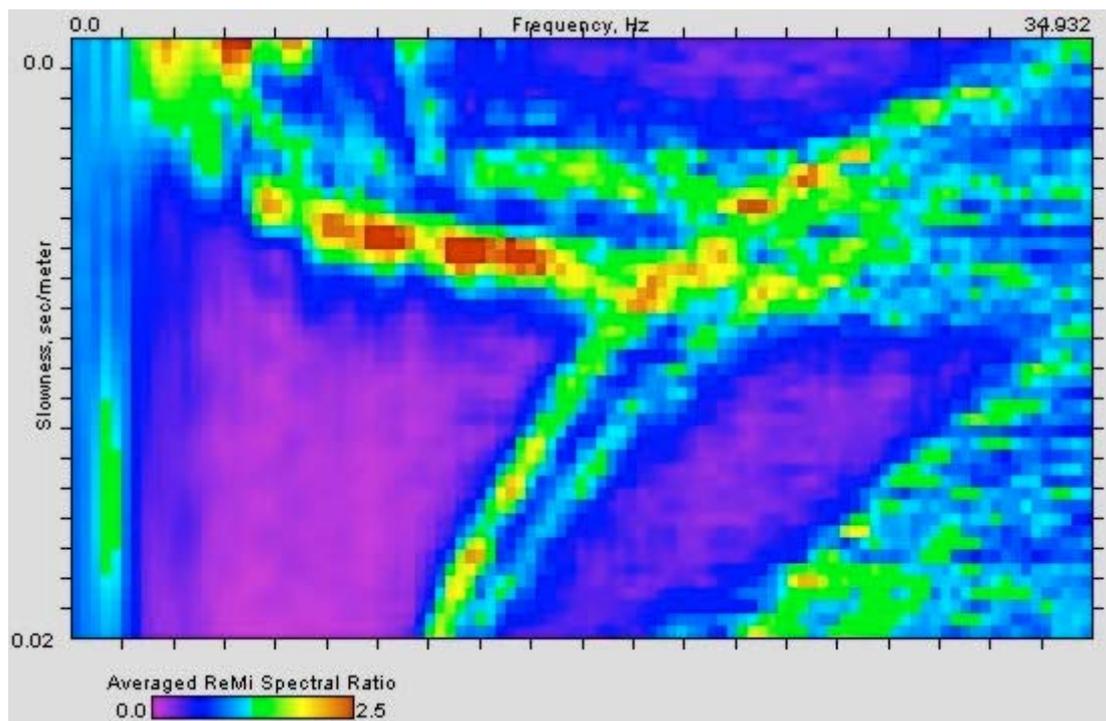
**ID Stazione:** 4031

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6865565

Longitudine: 12.7318450

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

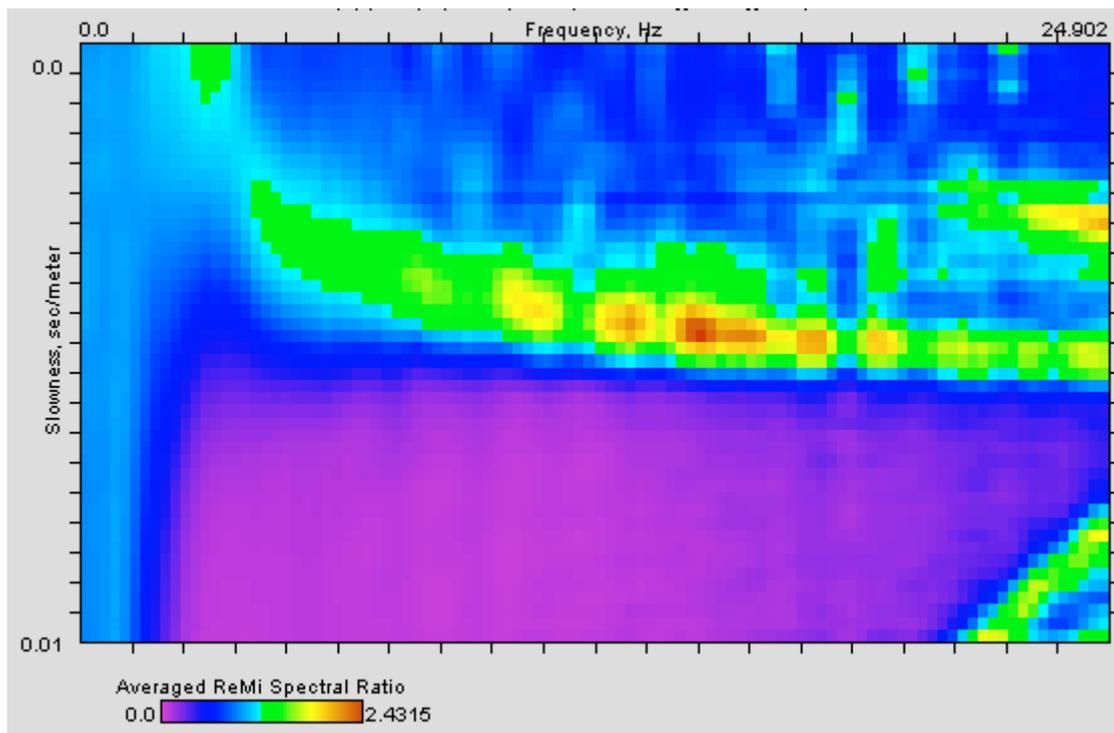
**ID Stazione:** 4032

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7721035

Longitudine: 12.6965867

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 245

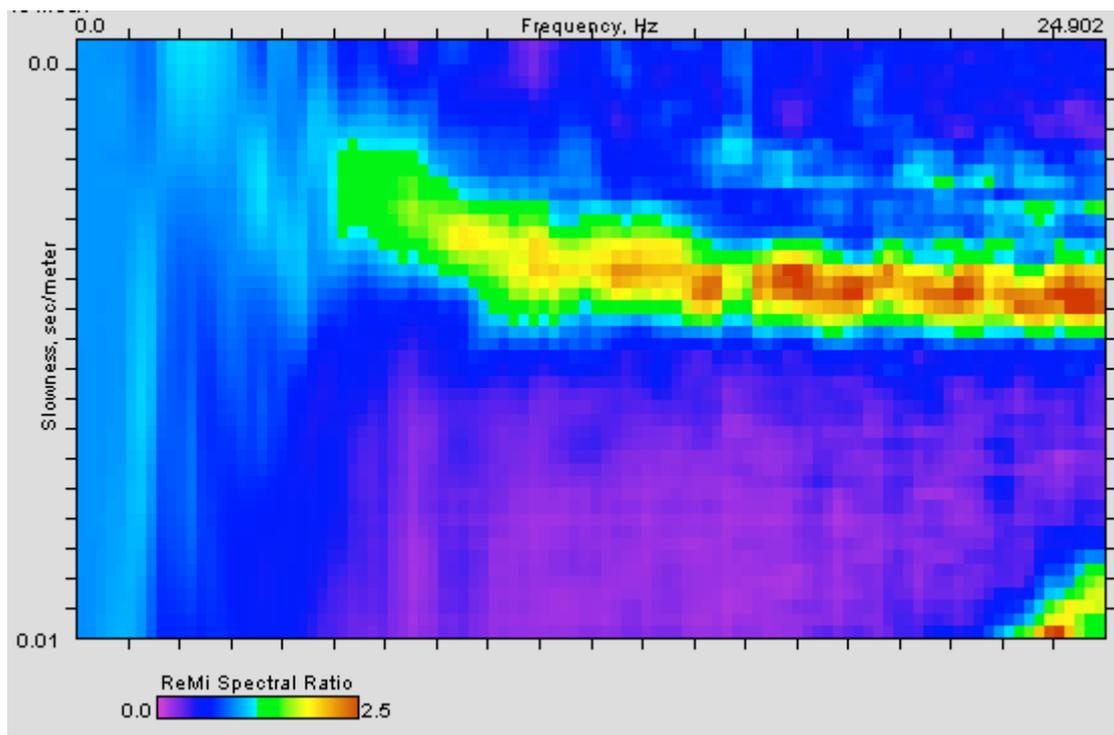
**ID Stazione:** 4033

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6765194

Longitudine: 12.8472817

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 345

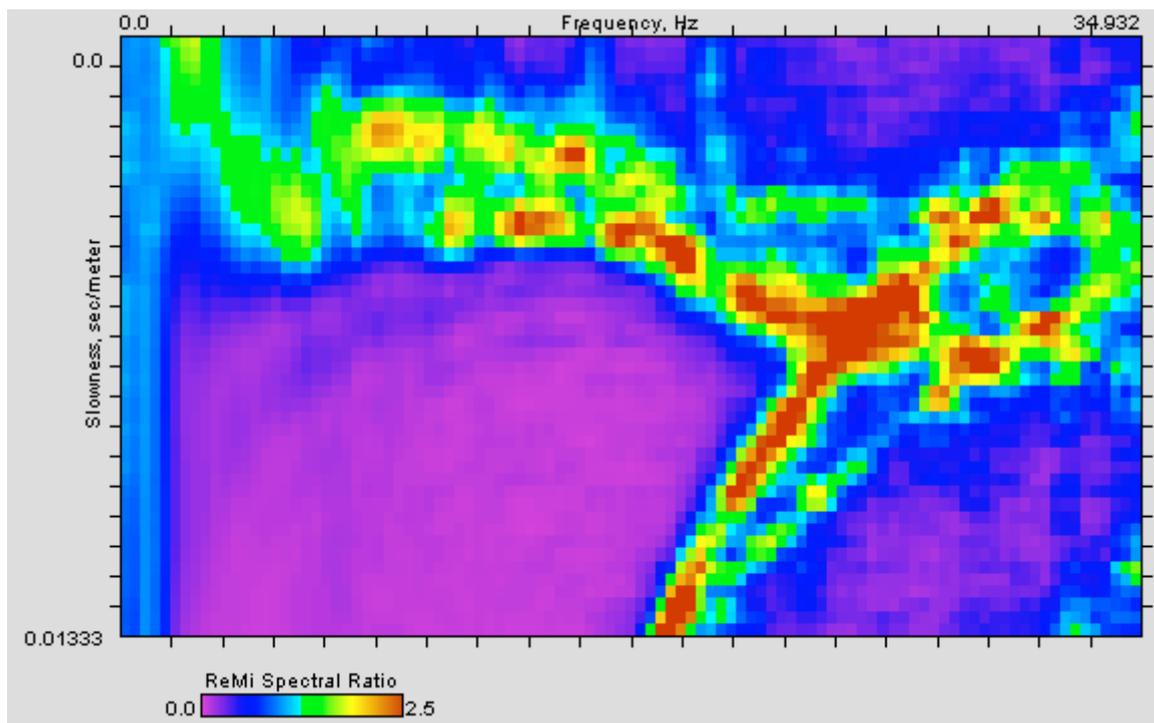
**ID Stazione:** 4034

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6716155

Longitudine: 12.8122506

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

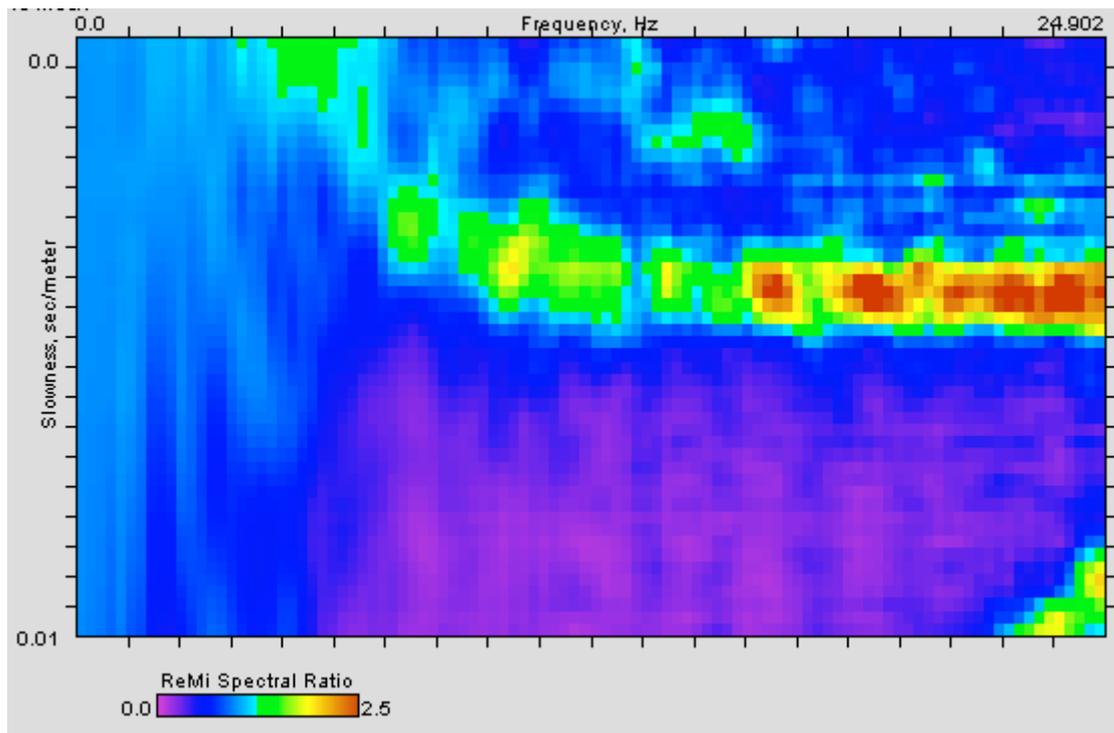
**ID Stazione:** 4035

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6218029

Longitudine: 12.8469964

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 340

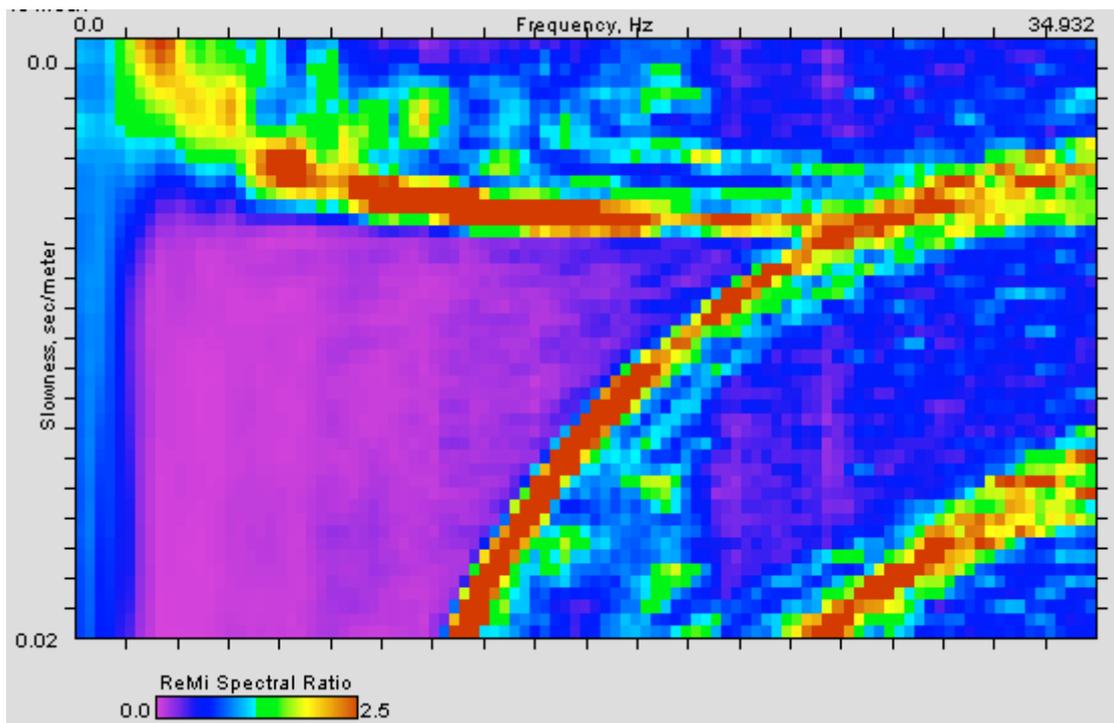
**ID Stazione:** 4036

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6252752

Longitudine: 12.8160352

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

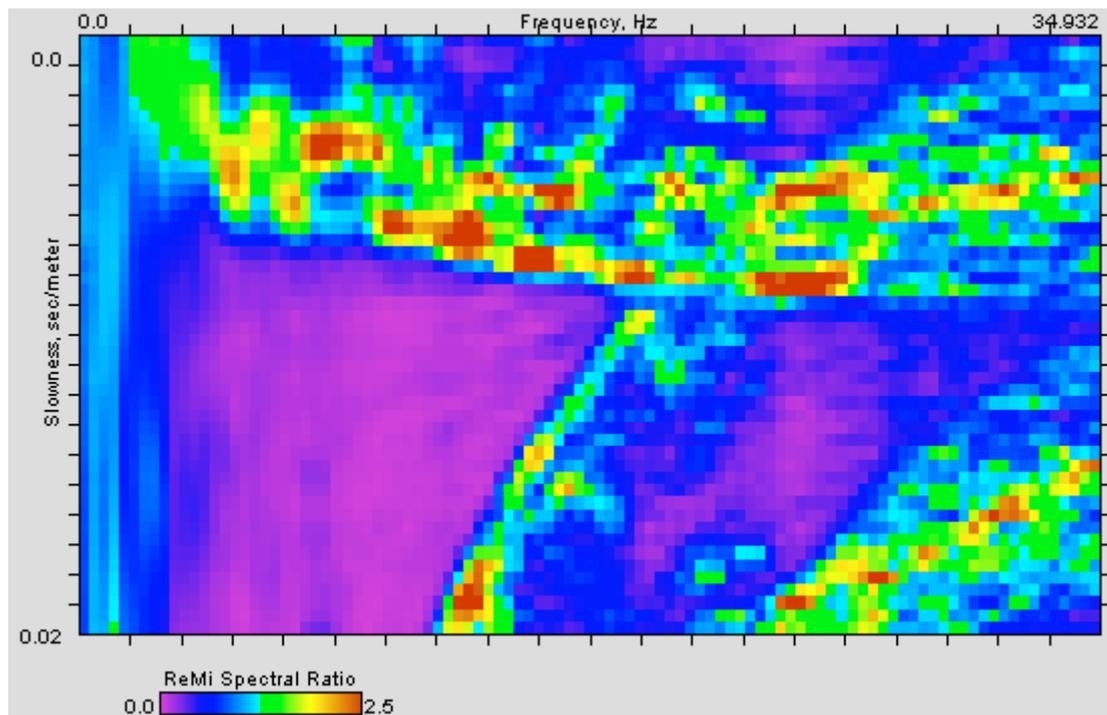
**ID Stazione:** 4037

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6294554

Longitudine: 12.7634516

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

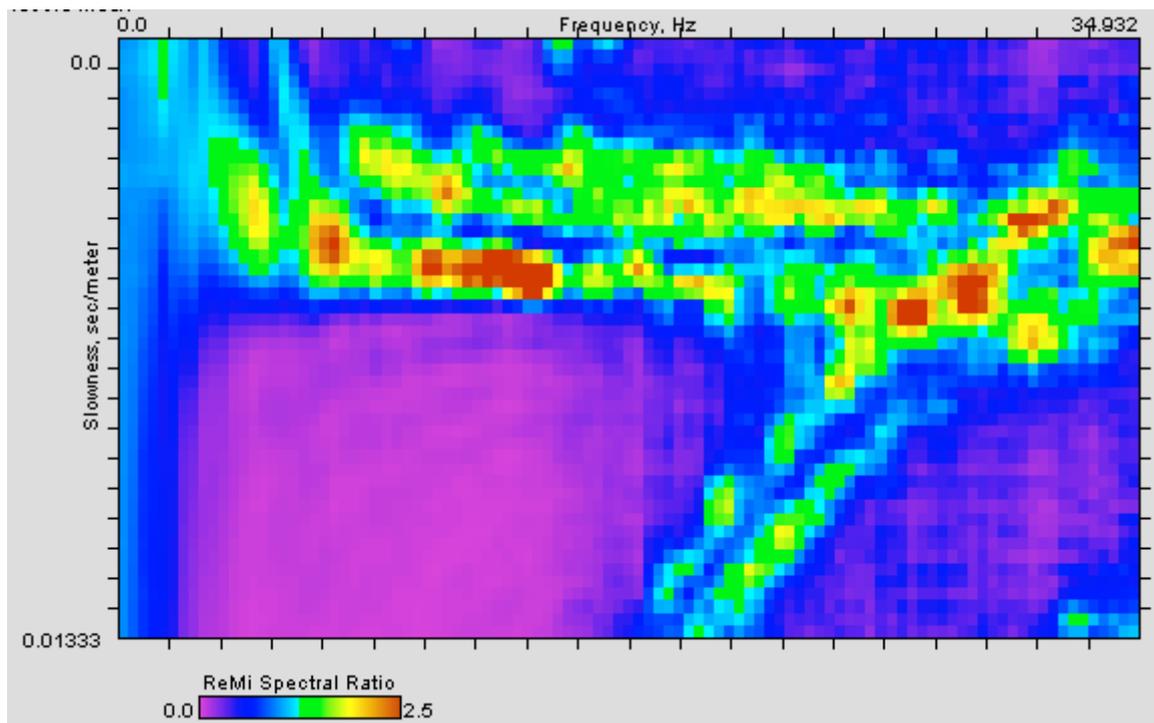
**ID Stazione:** 4038

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6452403

Longitudine: 12.7432496

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

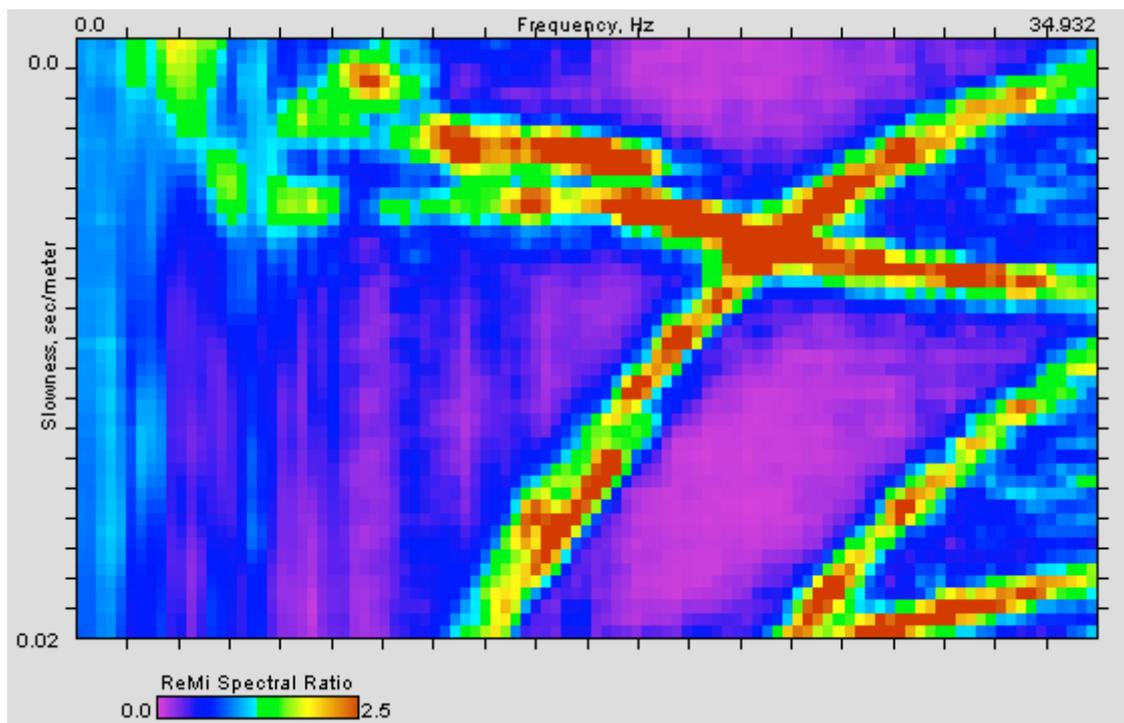
**ID Stazione:** 4039

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6010082

Longitudine: 12.8143868

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

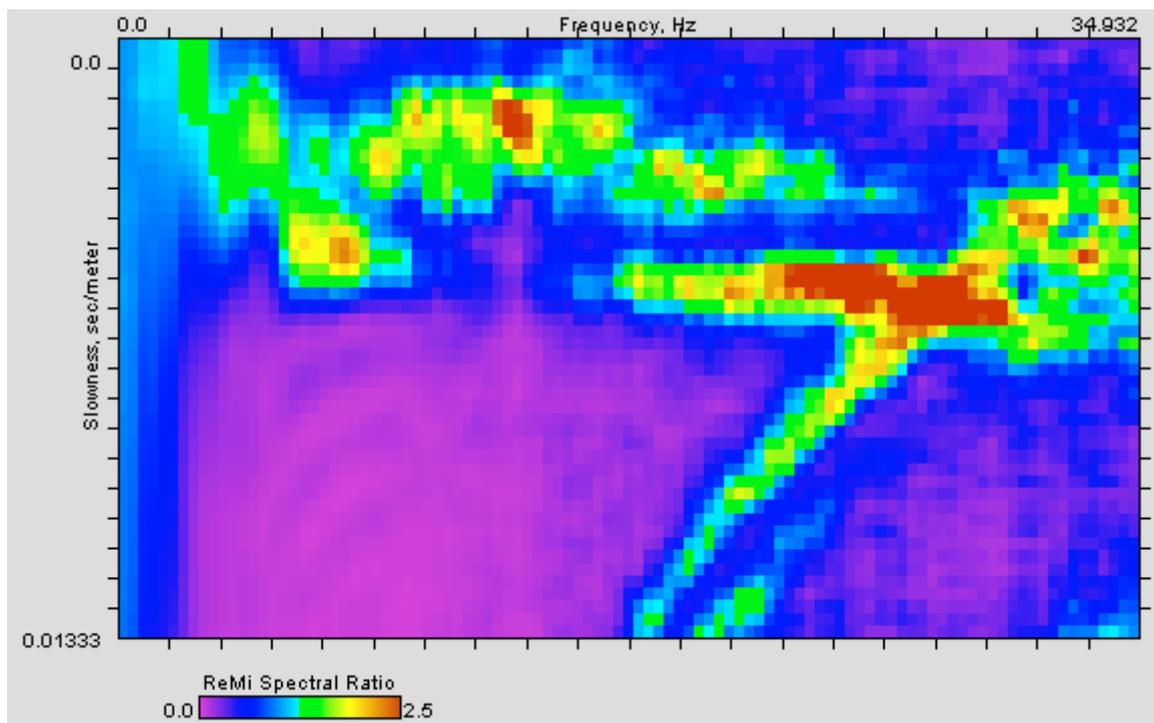
**ID Stazione:** 4040

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5990808

Longitudine: 12.7440924

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

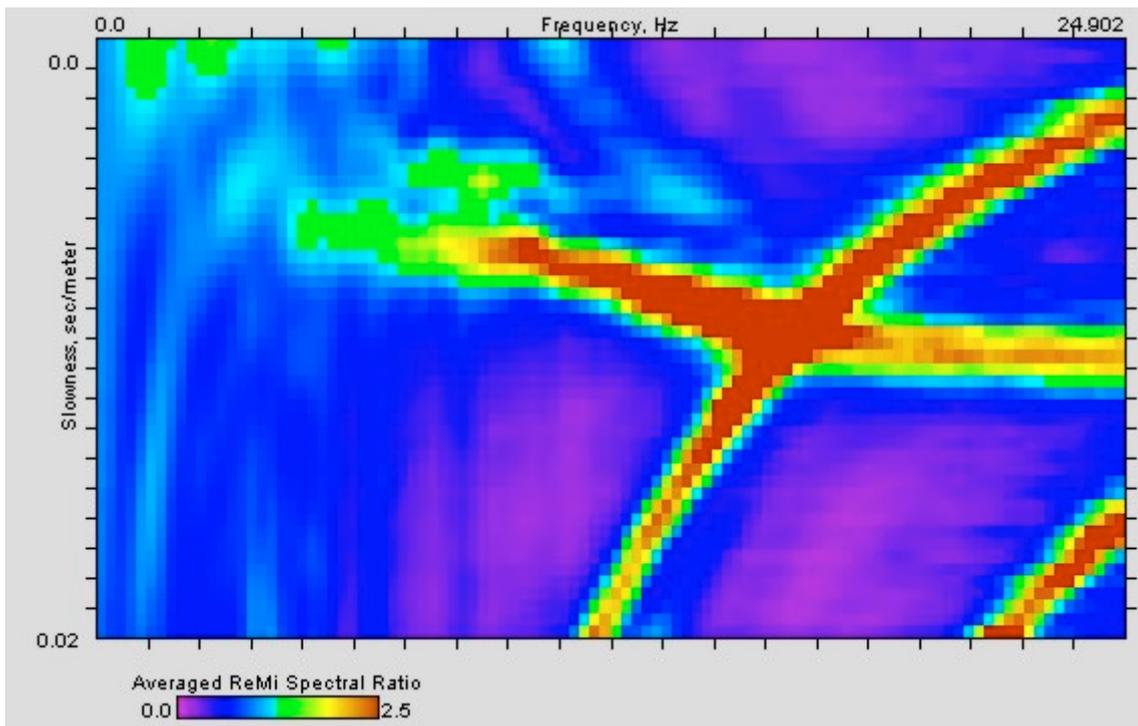
**ID Stazione:** 4041

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6156436

Longitudine: 12.7025745

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

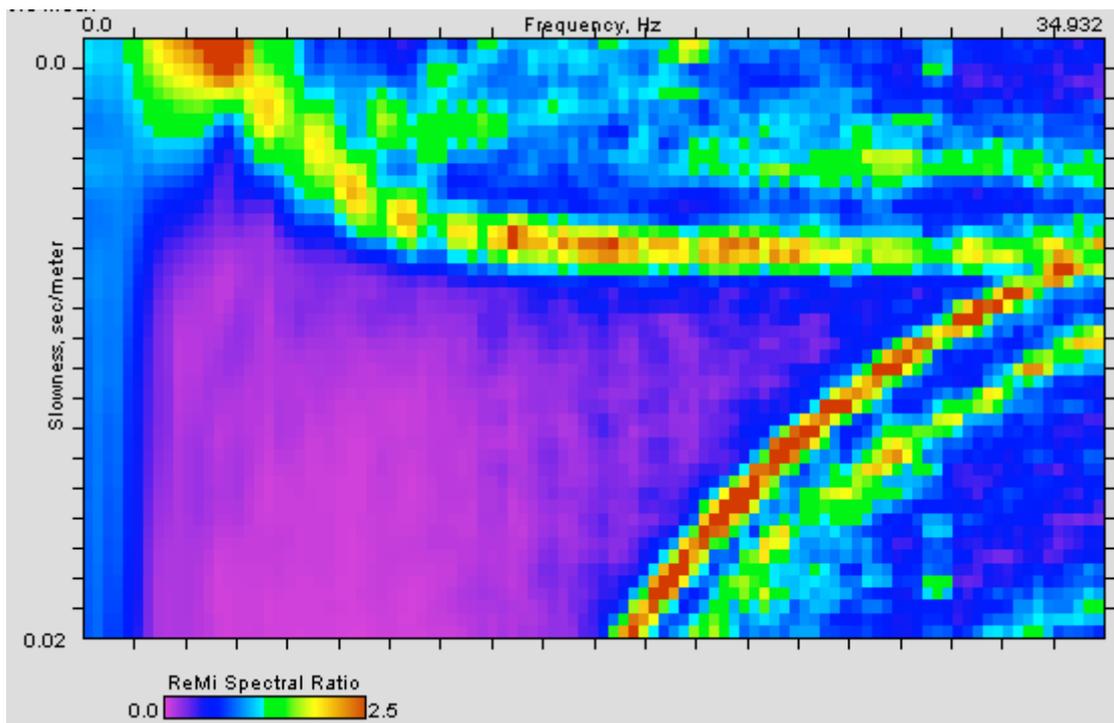
**ID Stazione:** 4042

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6662072

Longitudine: 12.5095547

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

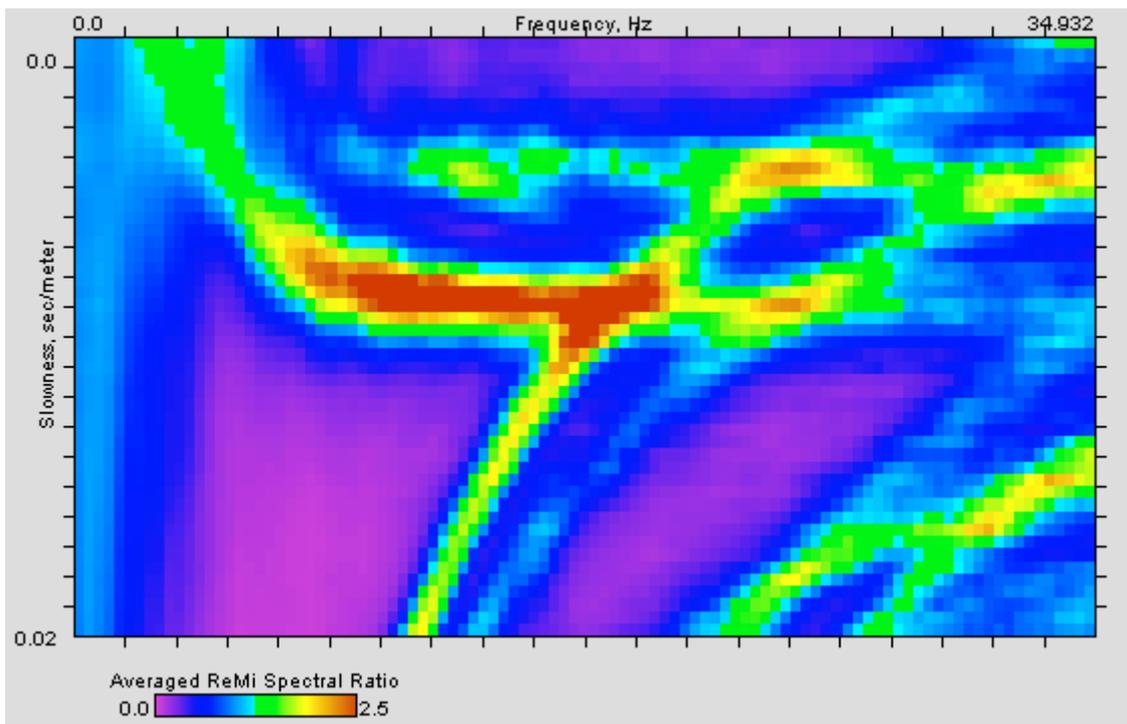
**ID Stazione:** 4043

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6514101

Longitudine: 12.6102283

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

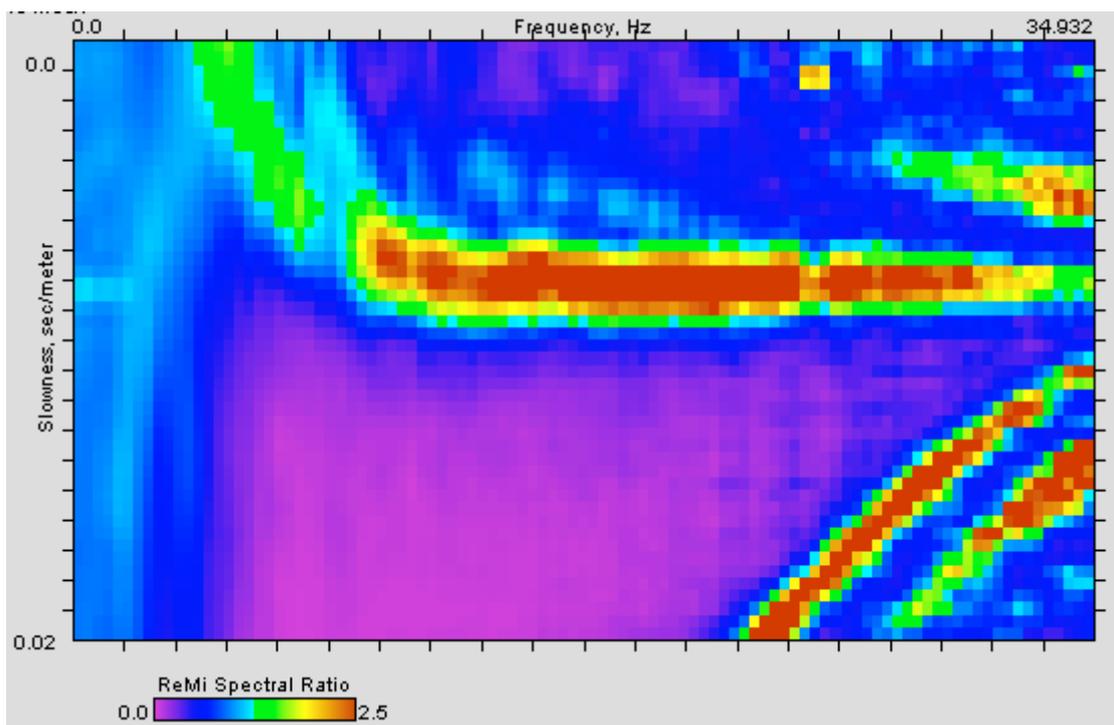
**ID Stazione:** 4044

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6261394

Longitudine: 12.6438631

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

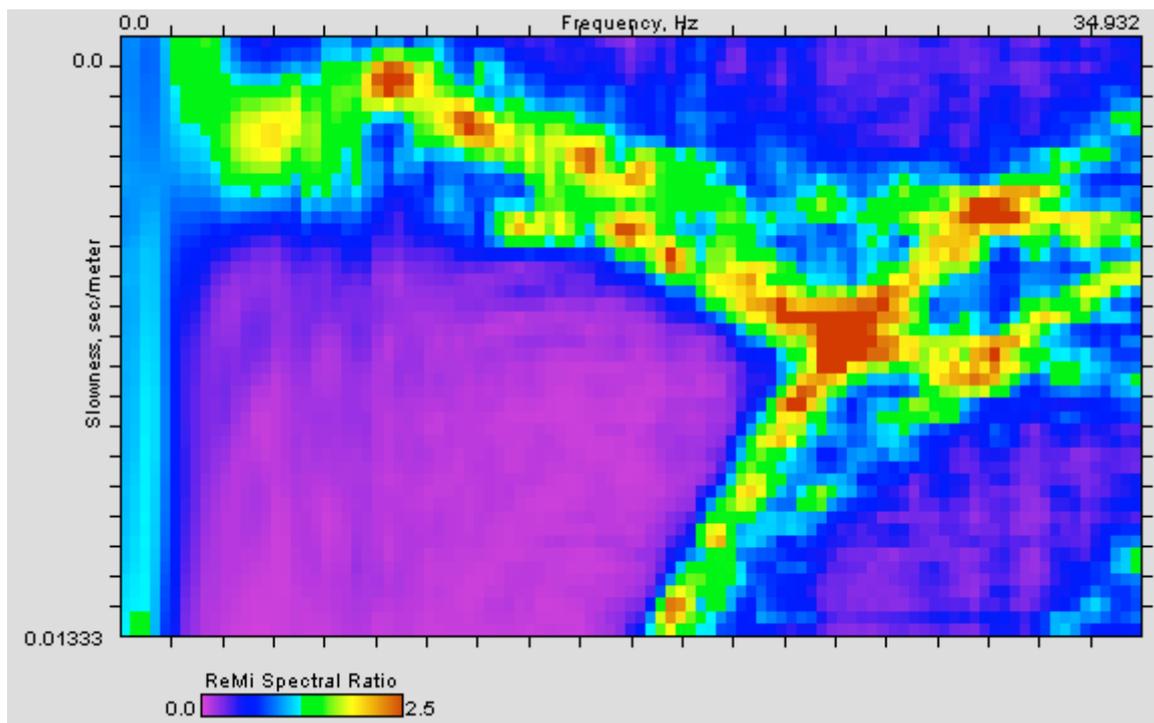
**ID Stazione:** 4045

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6273761

Longitudine: 12.5631156

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

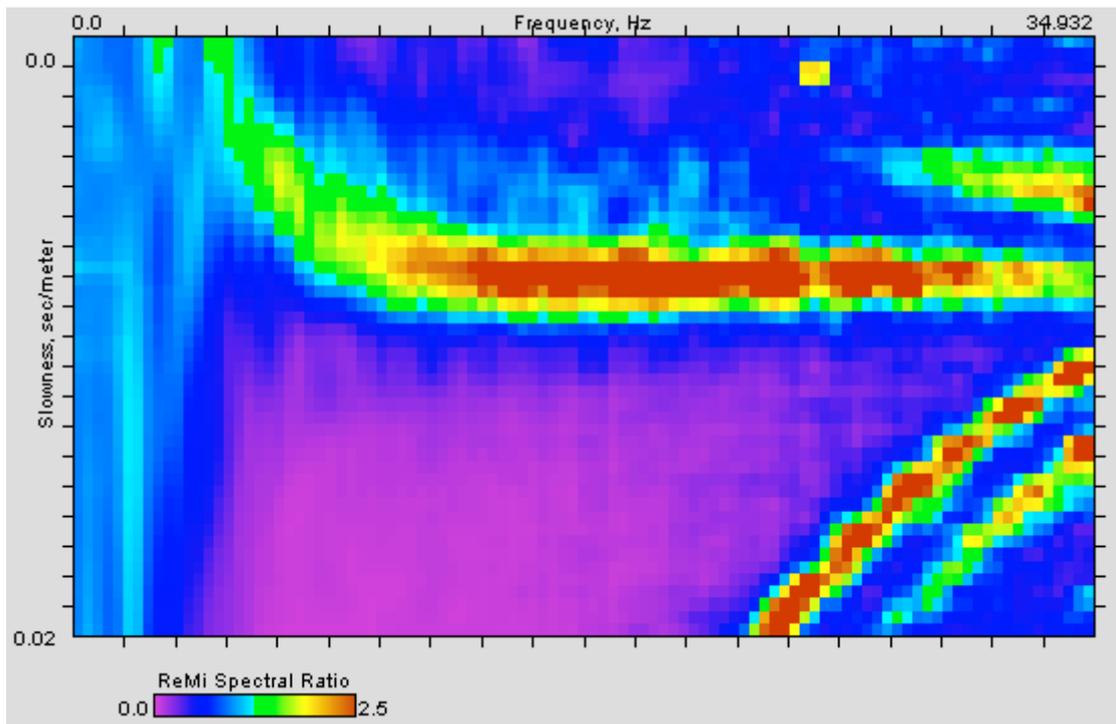
**ID Stazione:** 4046

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6237866

Longitudine: 12.5962115

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

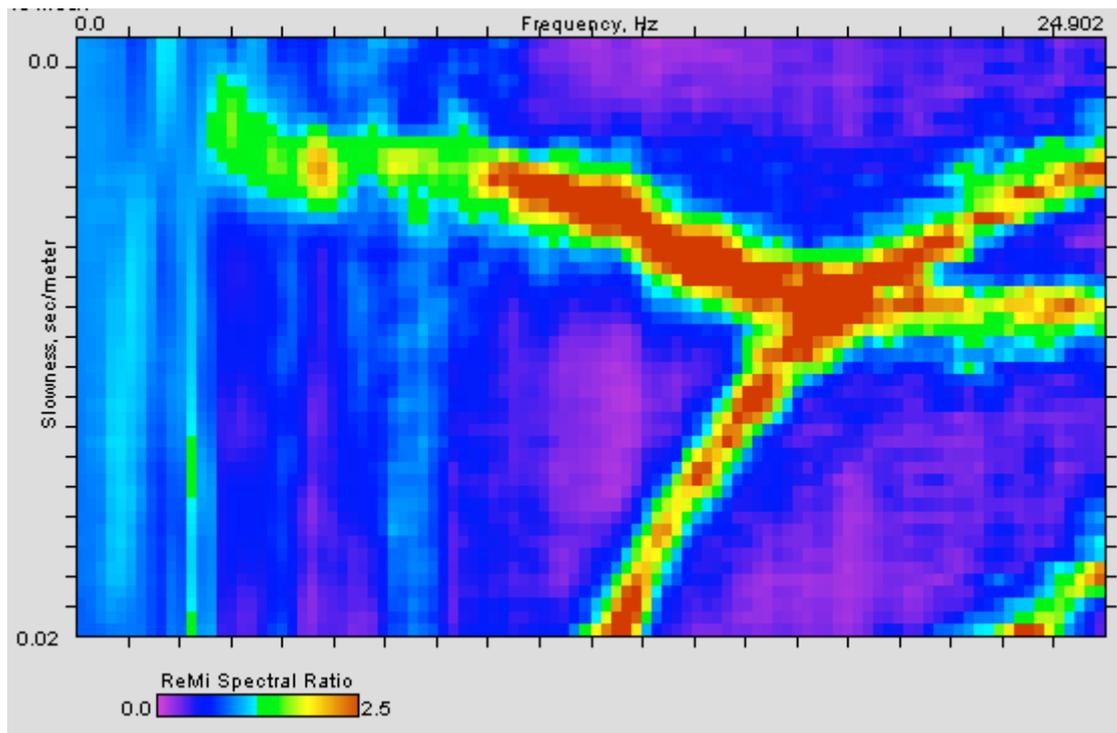
**ID Stazione:** 4047

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6274348

Longitudine: 12.5051465

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

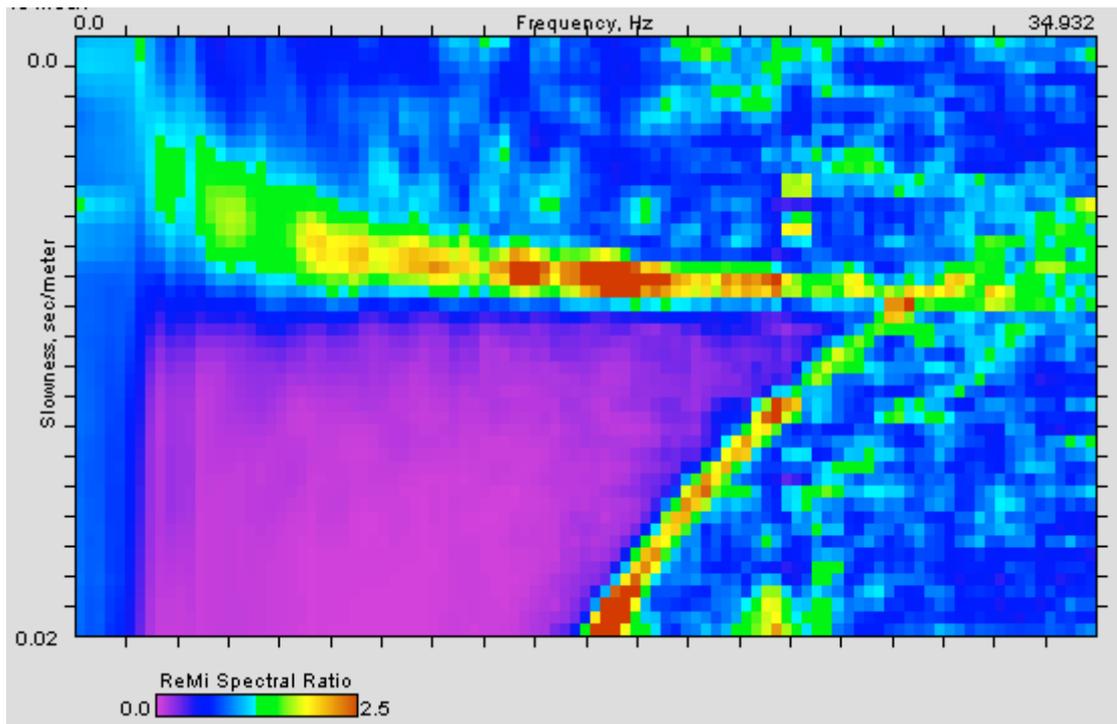
**ID Stazione:** 4048

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6086642

Longitudine: 12.5762156

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

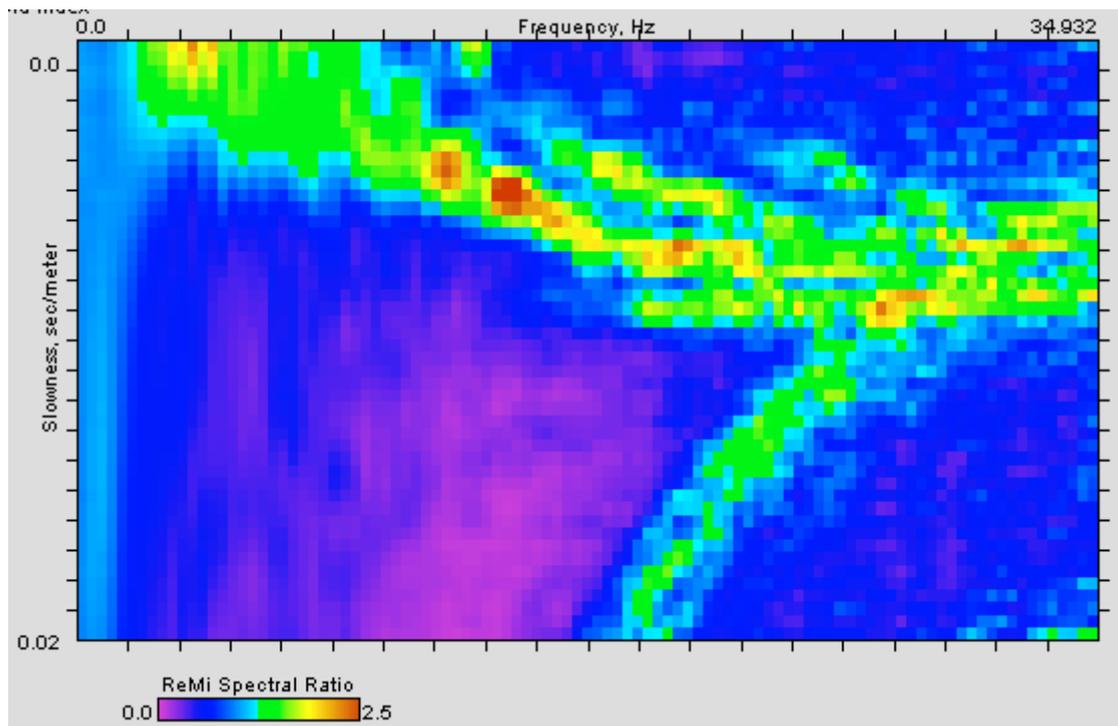
**ID Stazione:** 4049

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5949654

Longitudine: 12.4057693

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

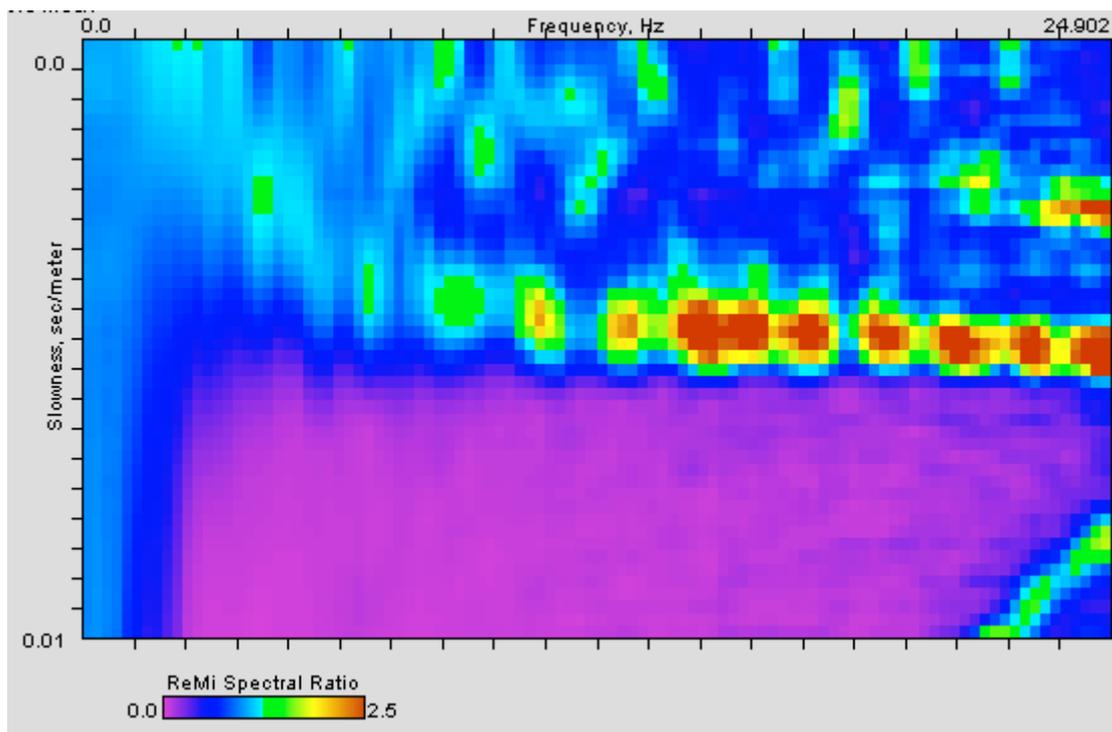
**ID Stazione:** 4050

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5910131

Longitudine: 12.4427969

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 245

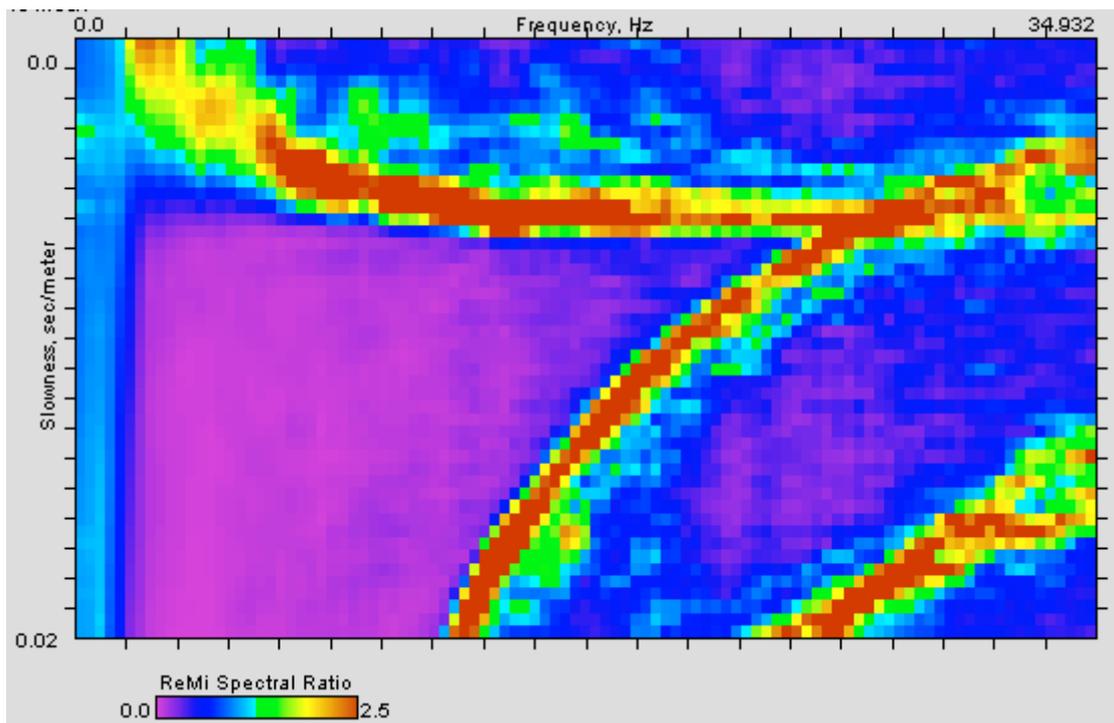
**ID Stazione:** 4051

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5769494

Longitudine: 12.3584116

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

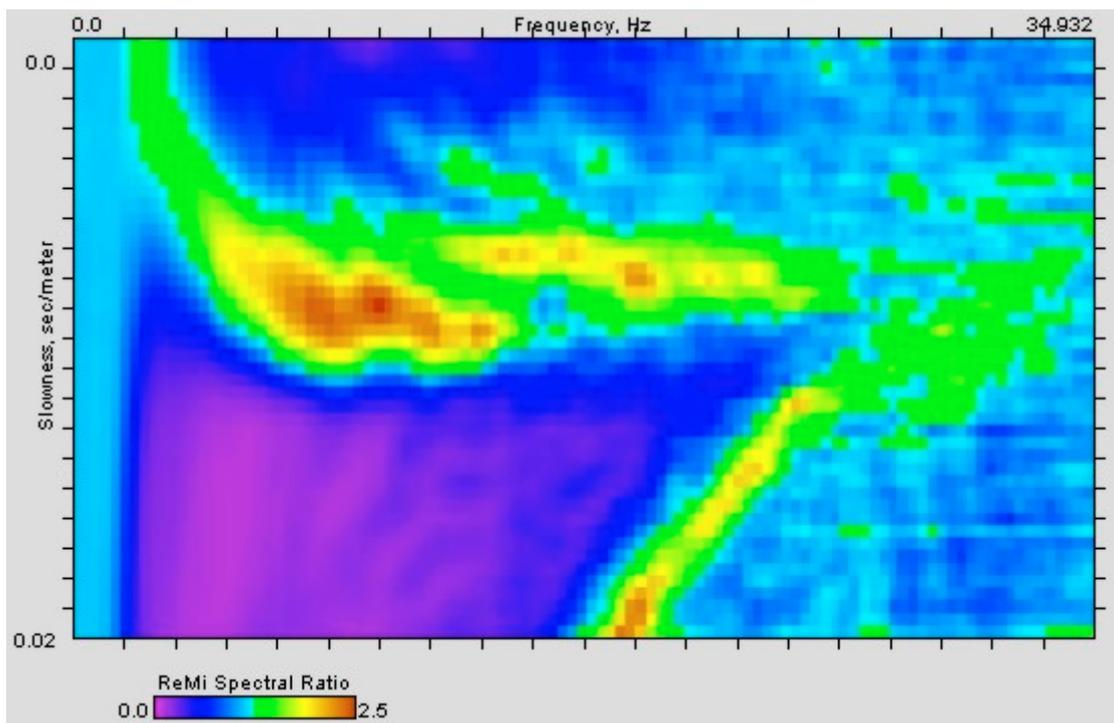
**ID Stazione:** 4052

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5572062

Longitudine: 12.4626801

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

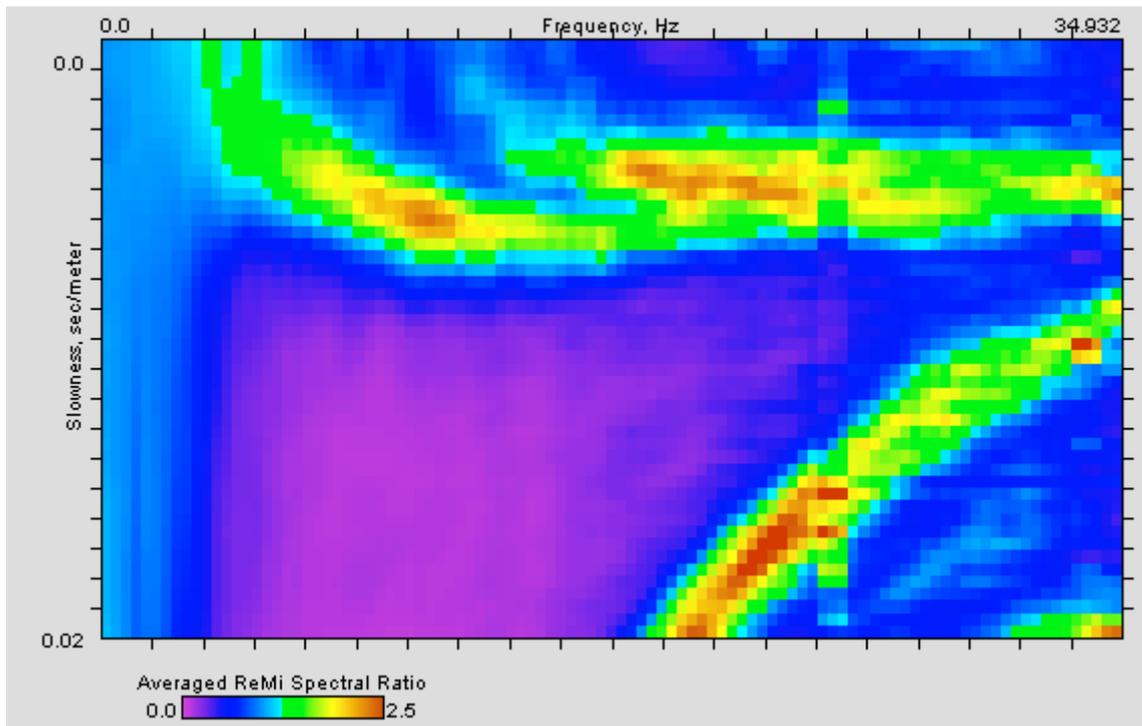
**ID Stazione:** 4053

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5685986

Longitudine: 12.4930091

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 210

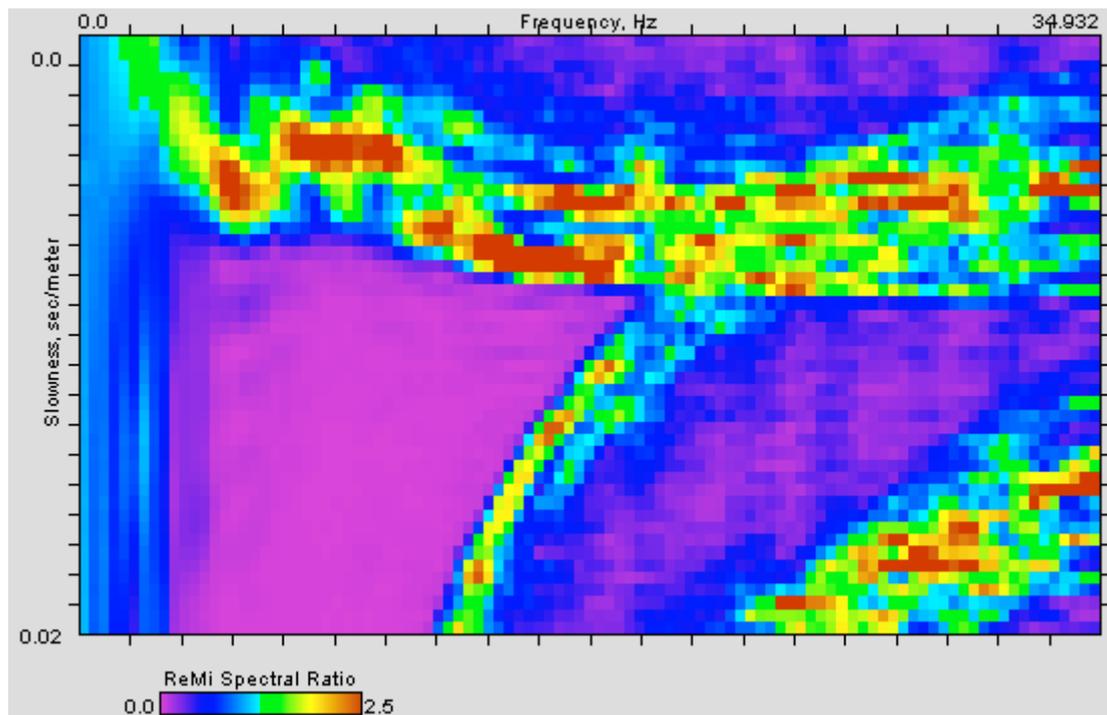
**ID Stazione:** 4054

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5417900

Longitudine: 12.5225871

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 180

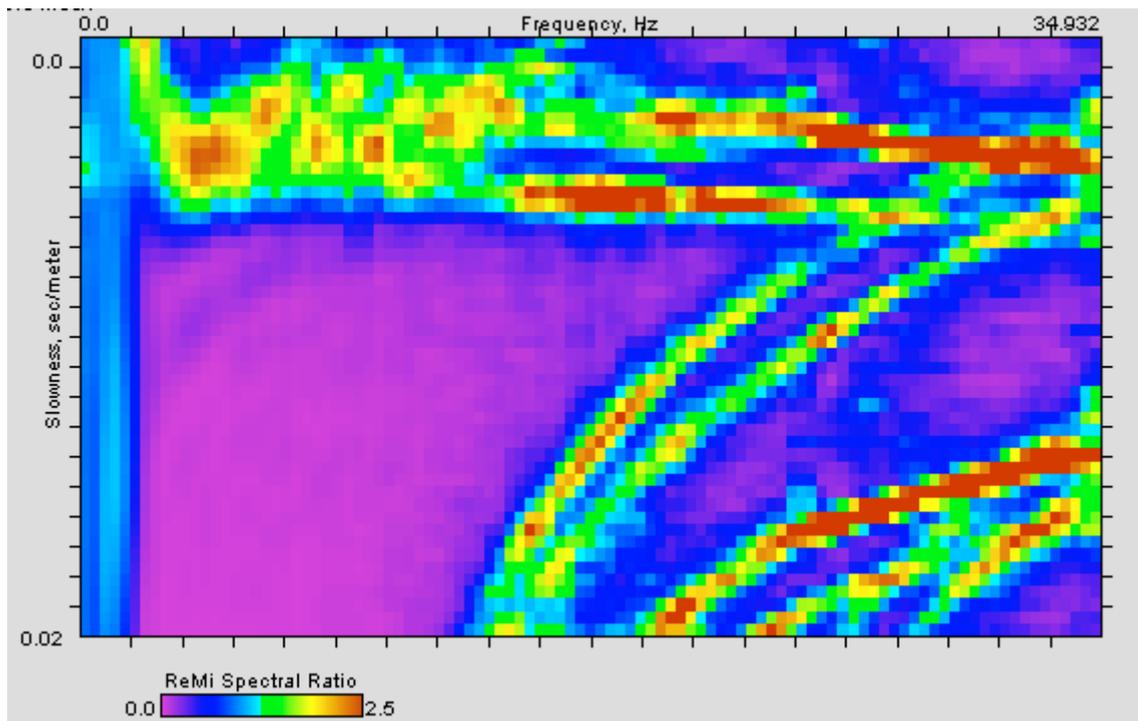
**ID Stazione:** 4055

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5324247

Longitudine: 12.4086563

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

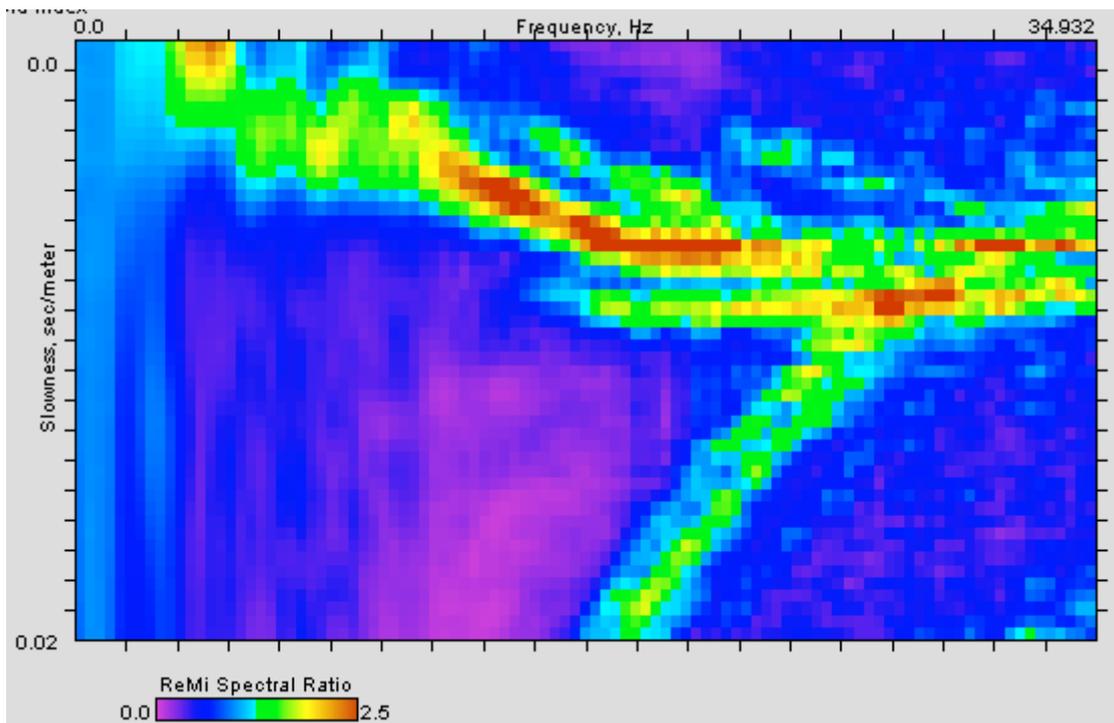
**ID Stazione:** 4056

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5740982

Longitudine: 12.0666262

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

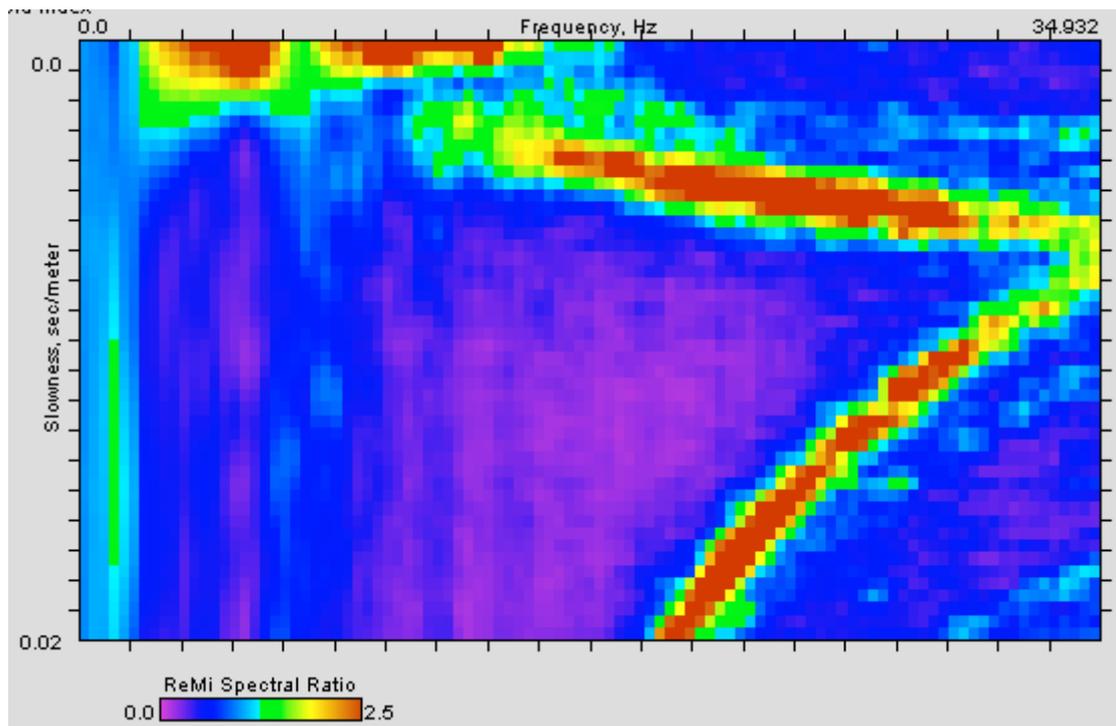
**ID Stazione:** 4057

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5559879

Longitudine: 12.0600948

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 280

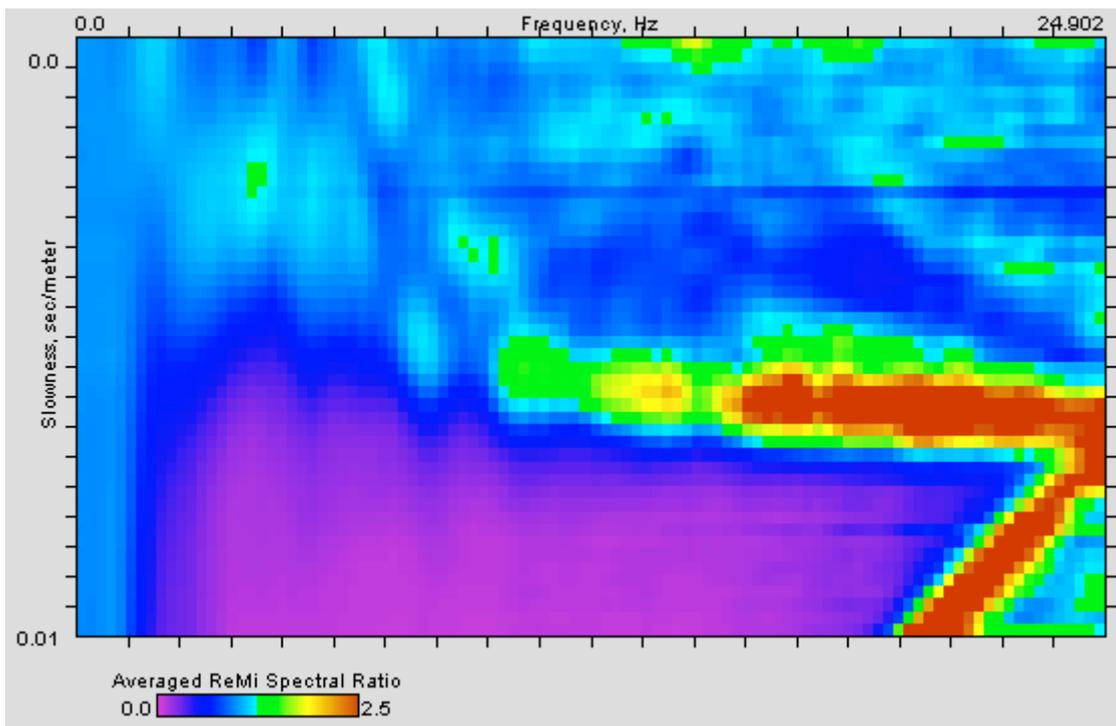
**ID Stazione:** 4058

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5295253

Longitudine: 12.0191529

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

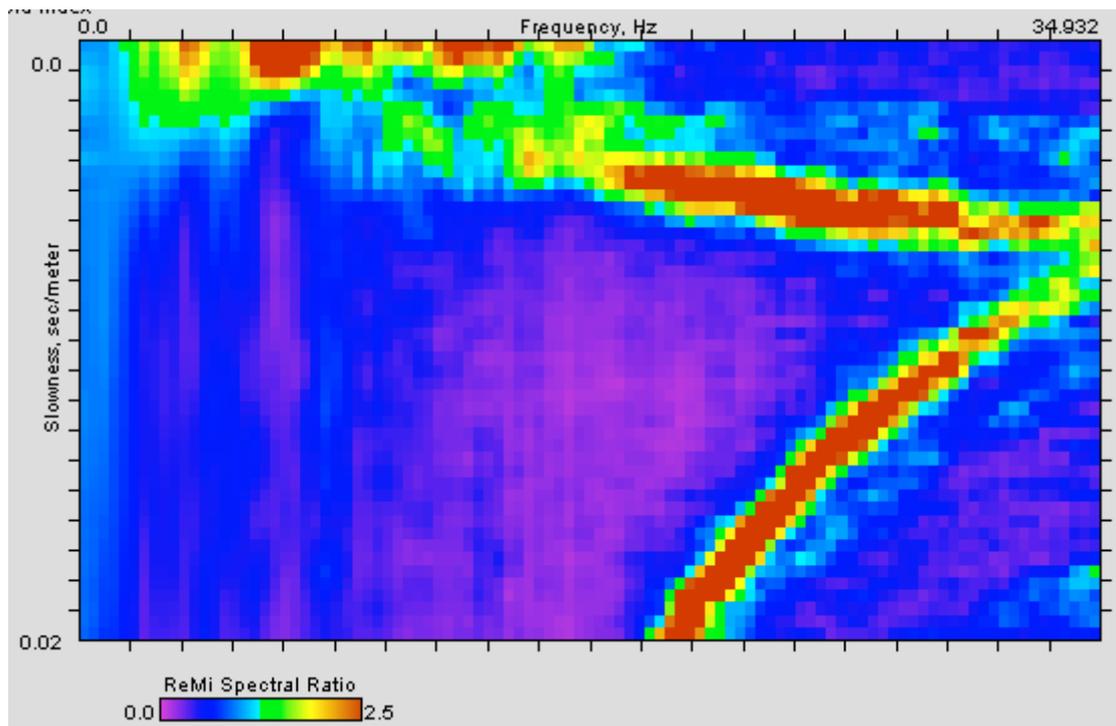
**ID Stazione:** 4059

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5355893

Longitudine: 12.0546017

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

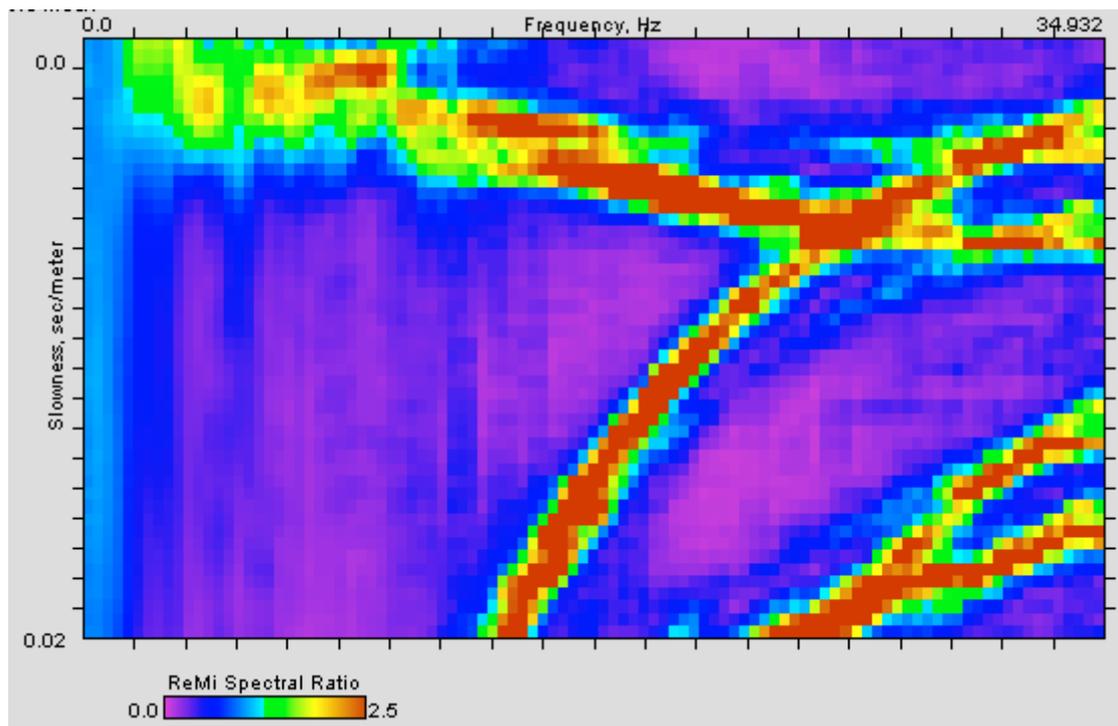
**ID Stazione:** 4060

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5130899

Longitudine: 12.0636111

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

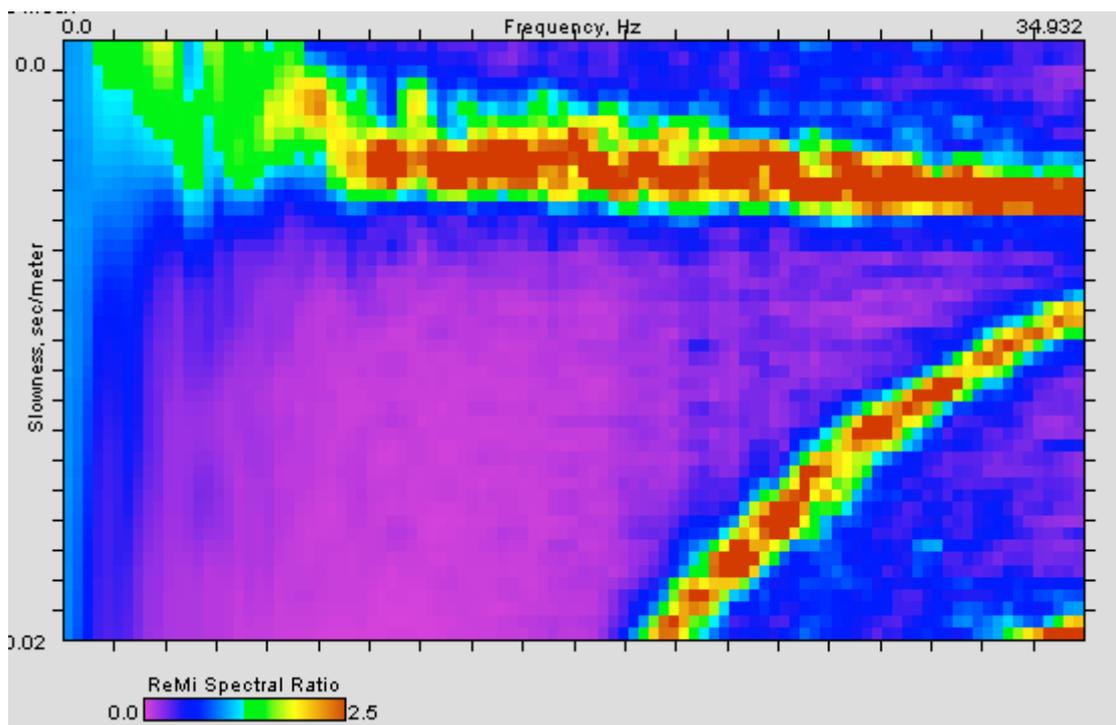
**ID Stazione:** 4061

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4320698

Longitudine: 11.9766103

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 270

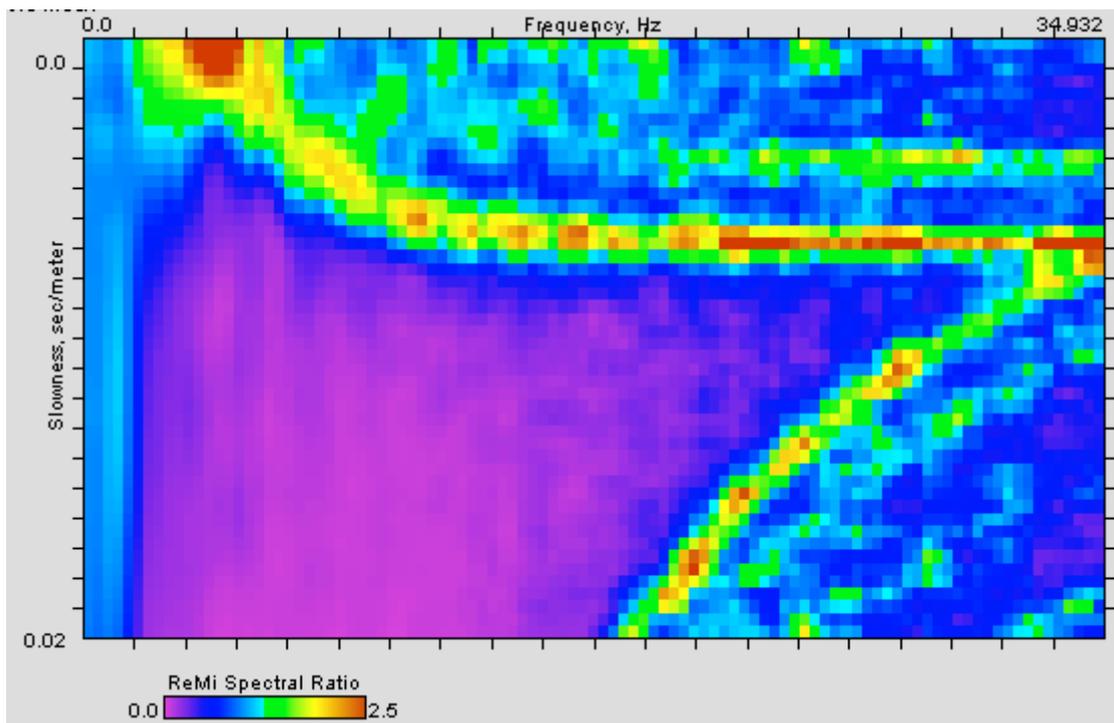
**ID Stazione:** 4062

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4670269

Longitudine: 12.0948518

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

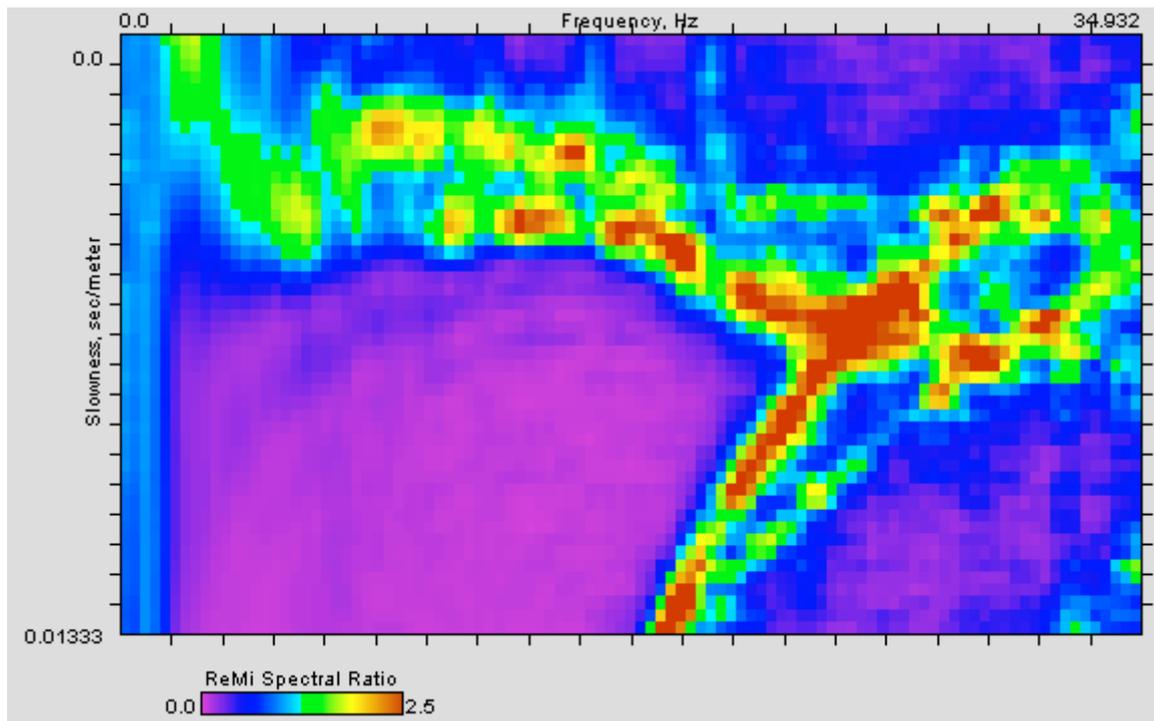
**ID Stazione:** 4063

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4723530

Longitudine: 12.1878918

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

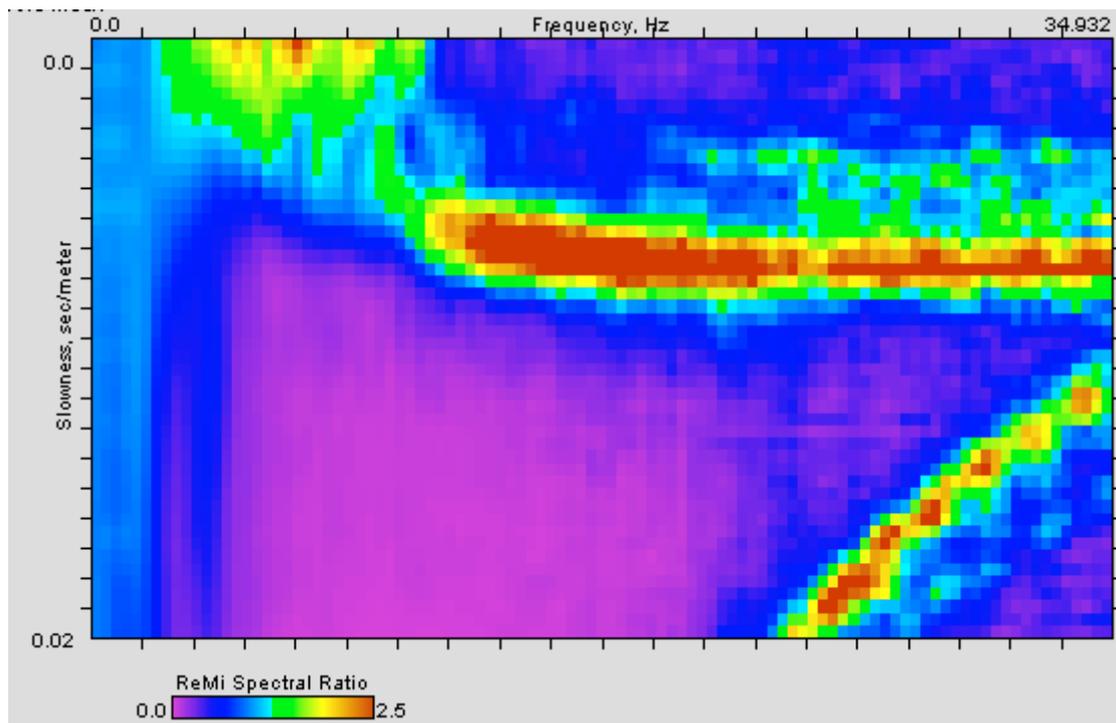
**ID Stazione:** 4064

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4728825

Longitudine: 12.2327675

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

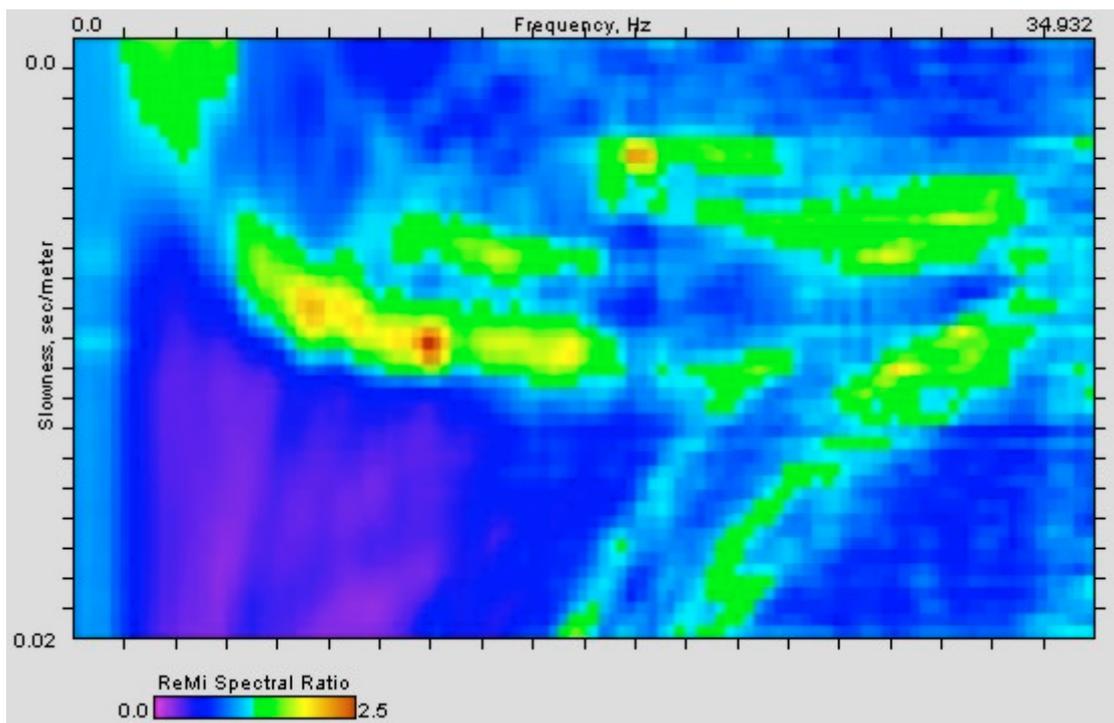
**ID Stazione:** 4065

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4552174

Longitudine: 12.1594145

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

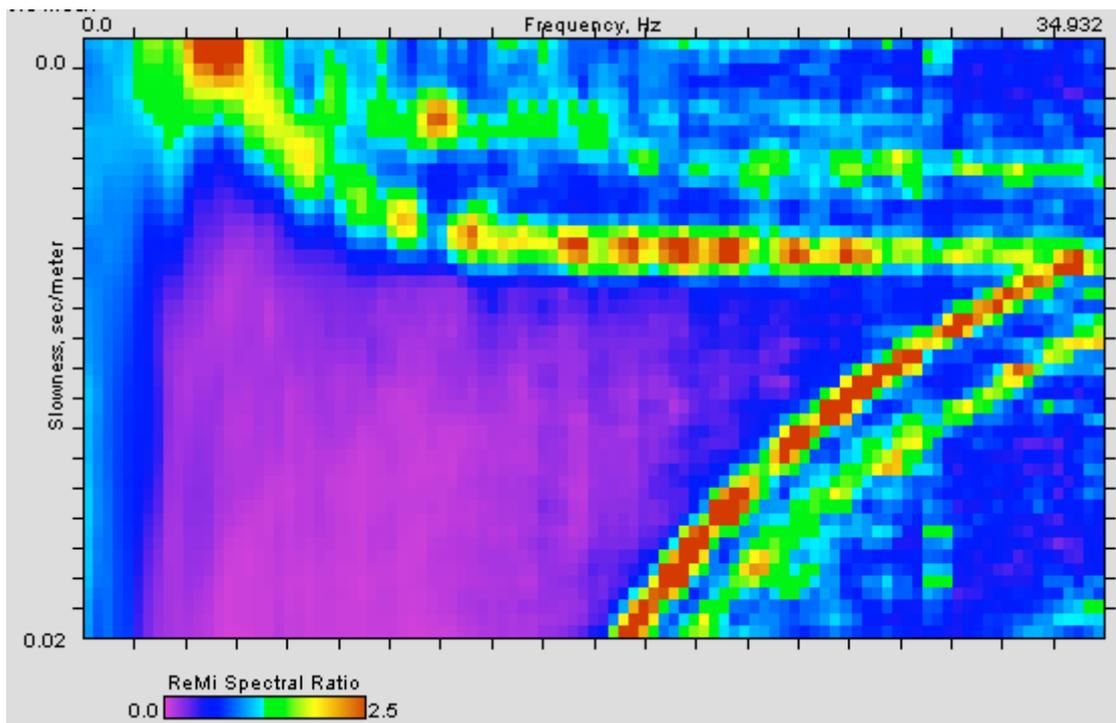
**ID Stazione:** 4066

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4221358

Longitudine: 12.2395404

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 245

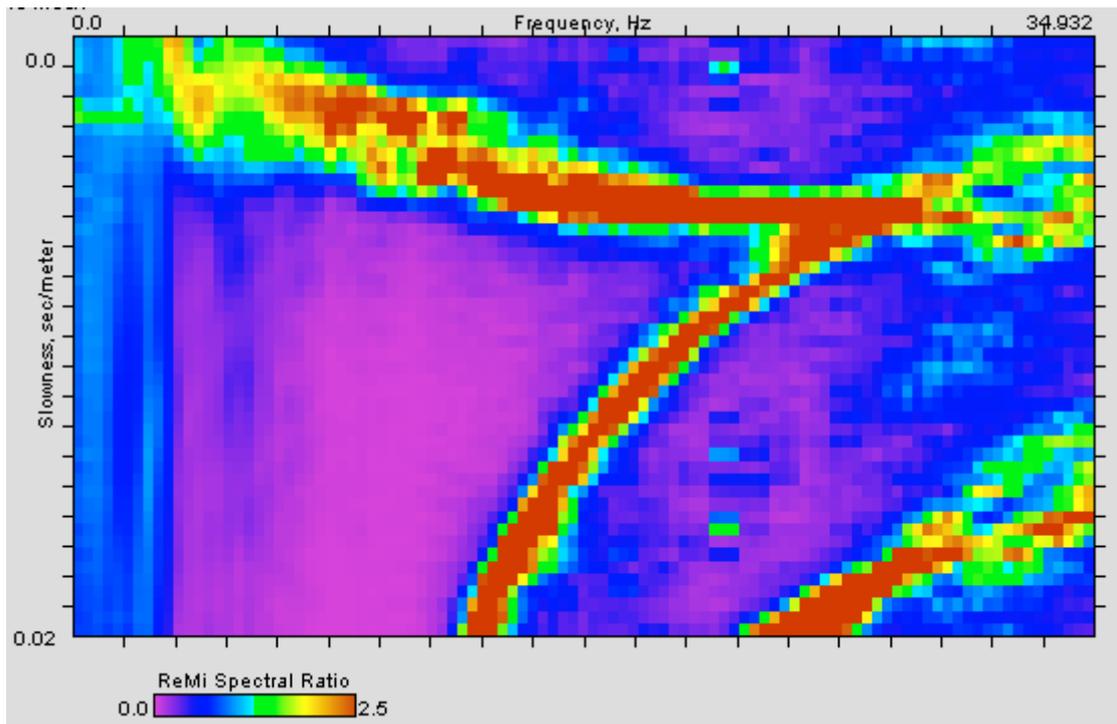
**ID Stazione:** 4067

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4601628

Longitudine: 12.2680306

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

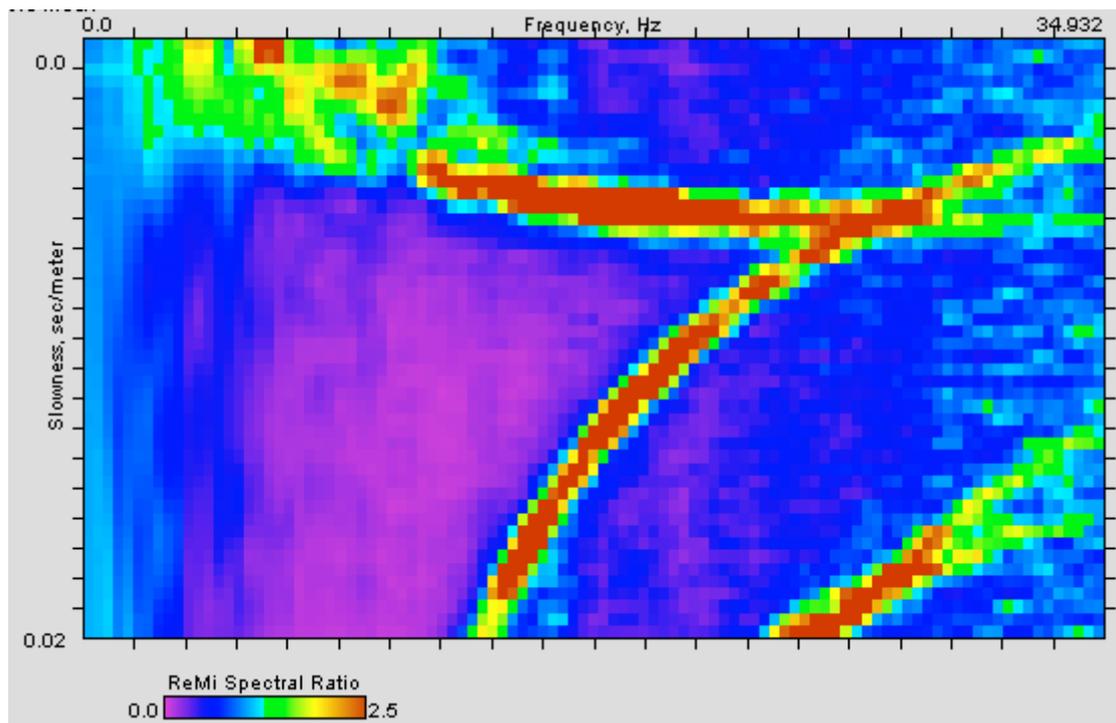
**ID Stazione:** 4068

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4274927

Longitudine: 12.0315843

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

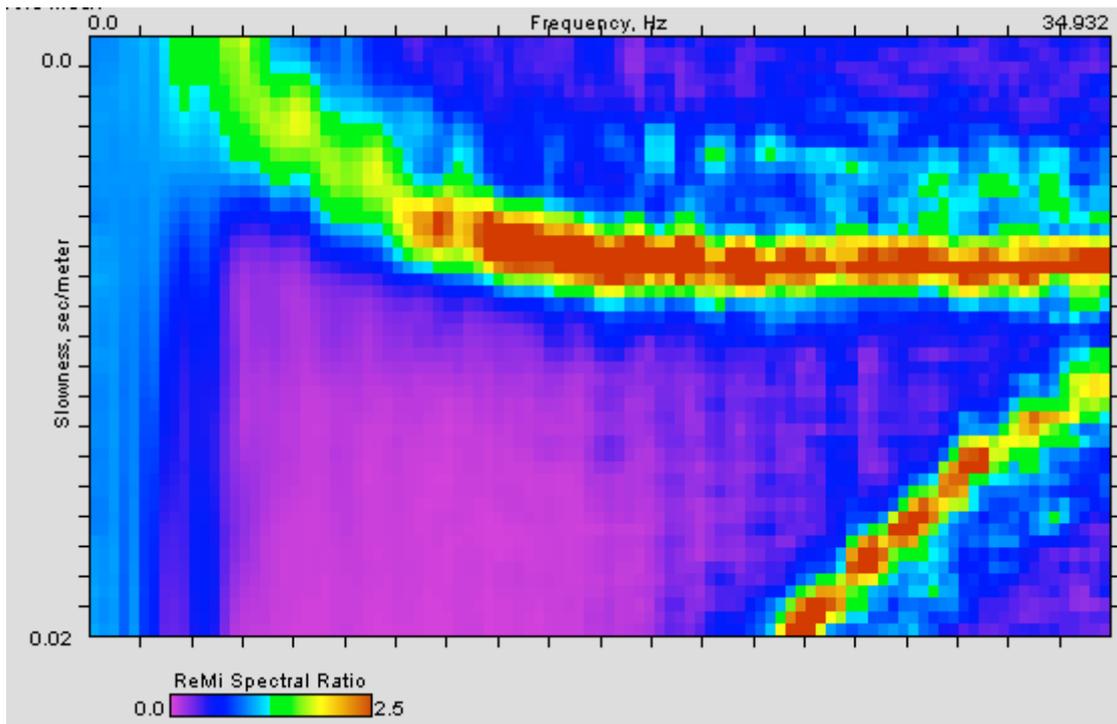
**ID Stazione:** 4069

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4074262

Longitudine: 12.0579967

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

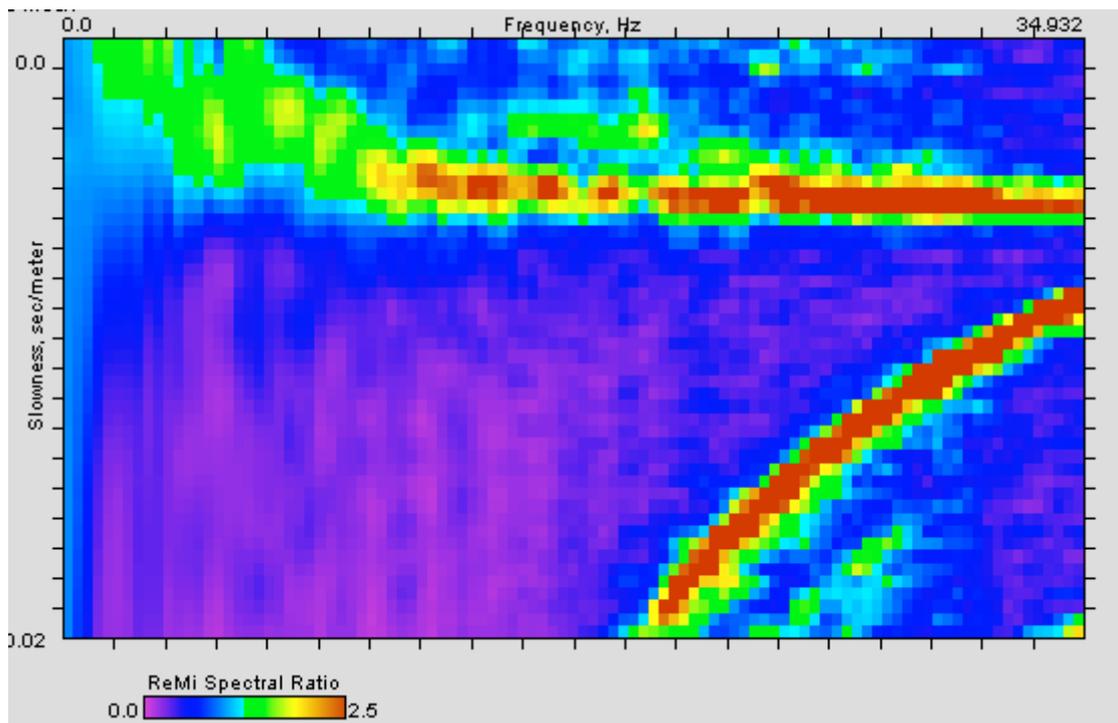
**ID Stazione:** 4070

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3948400

Longitudine: 12.0054099

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 275

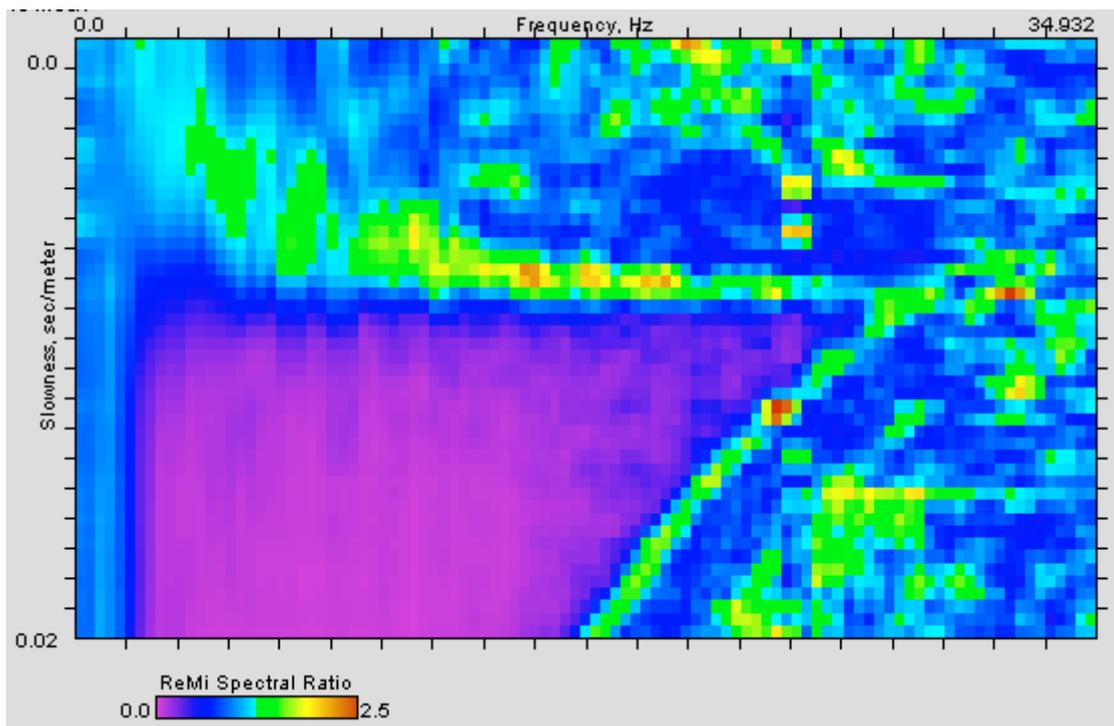
**ID Stazione:** 4071

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3625658

Longitudine: 12.0156134

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

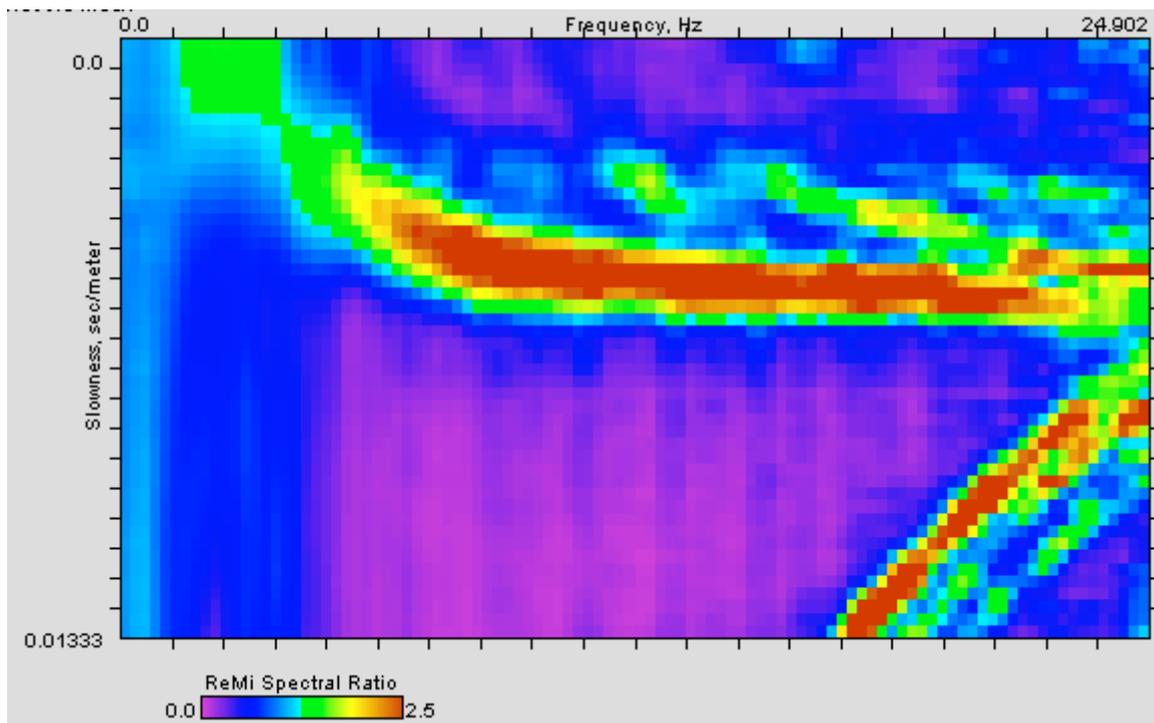
**ID Stazione:** 4072

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3607350

Longitudine: 12.0742959

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

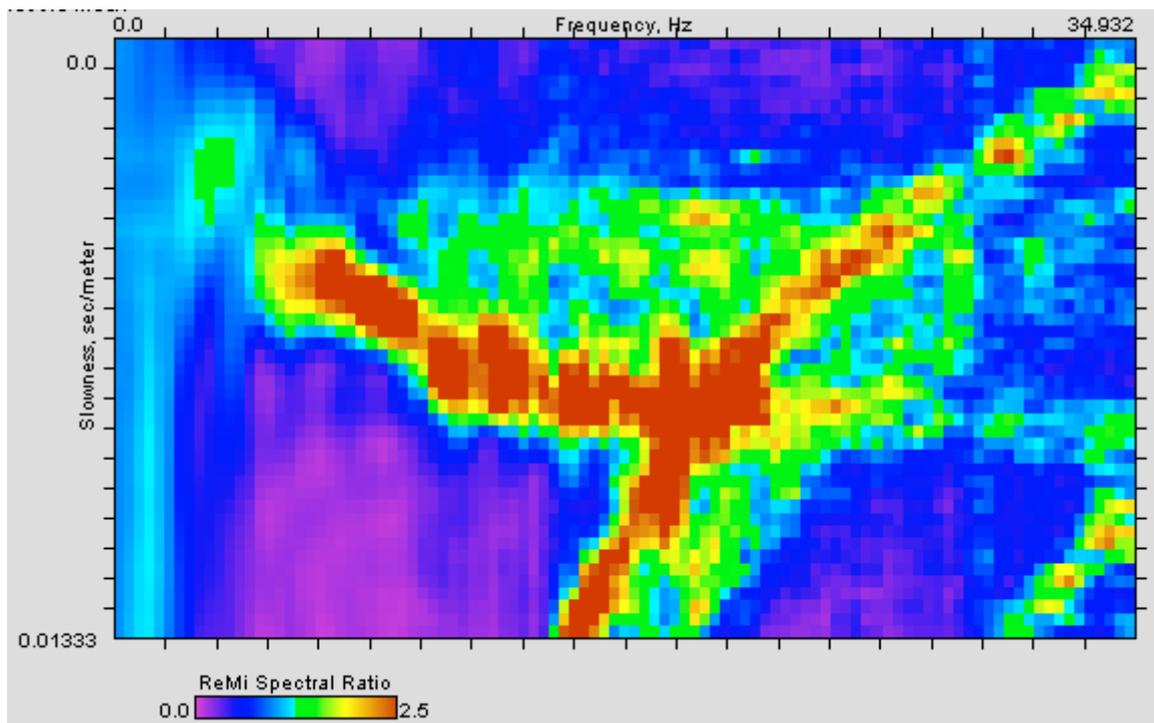
**ID Stazione:** 4073

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3173241

Longitudine: 12.0819034

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

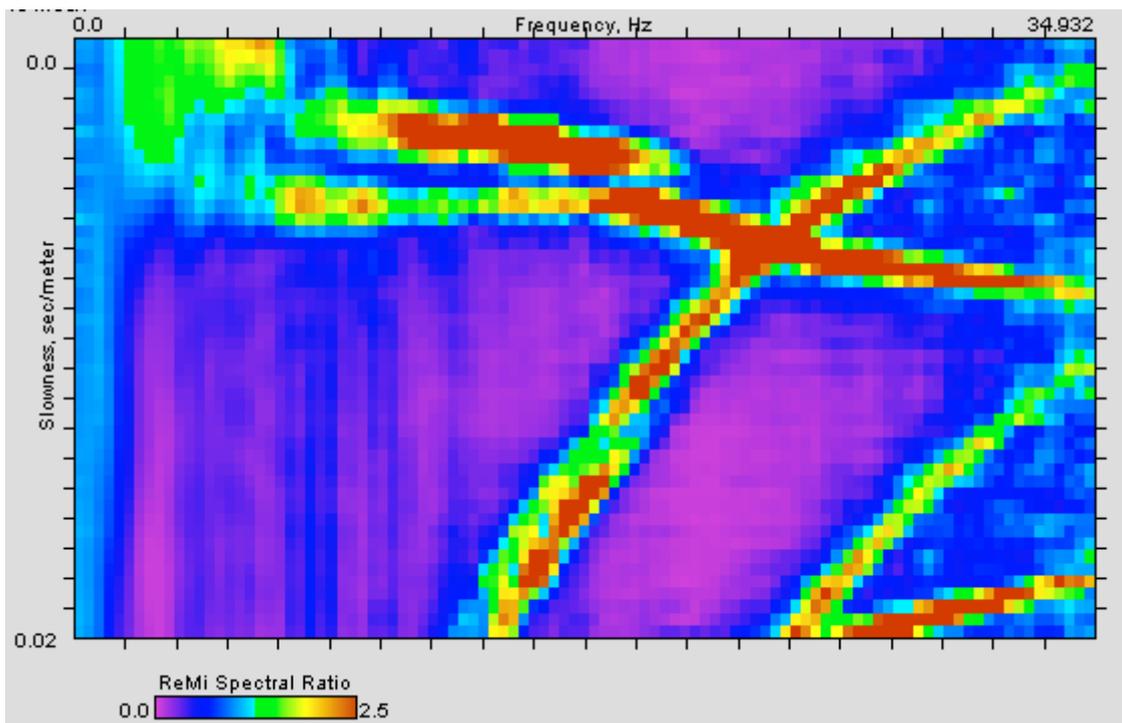
**ID Stazione:** 4074

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3068353

Longitudine: 12.1328103

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

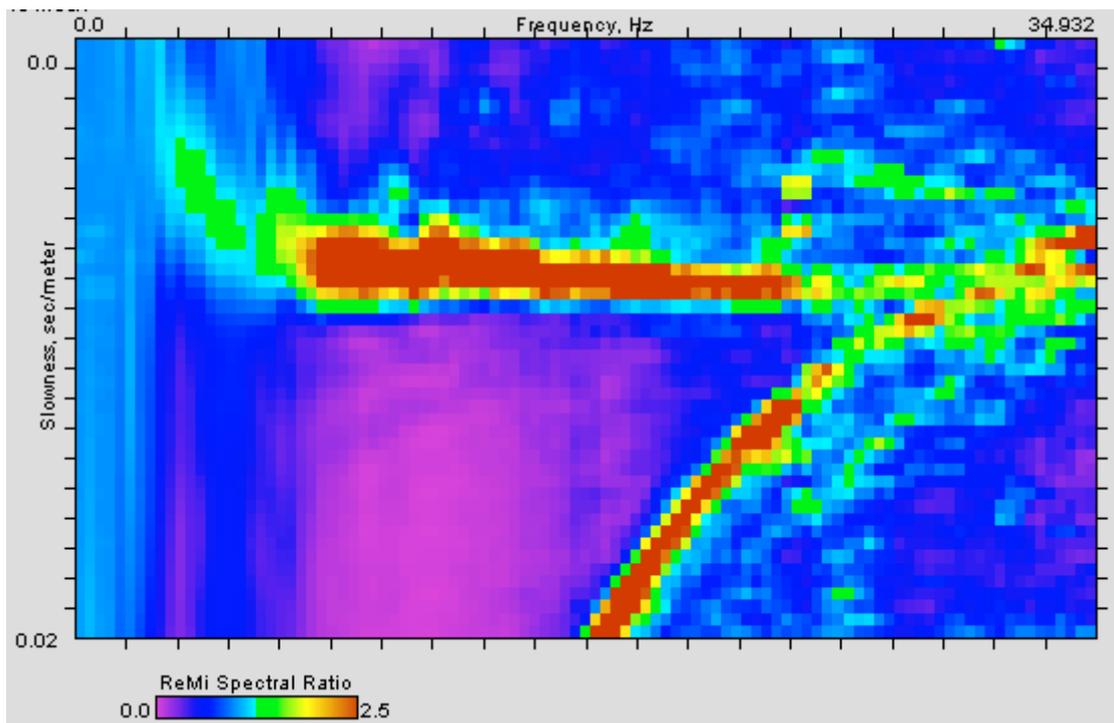
**ID Stazione:** 4075

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2536237

Longitudine: 12.2074527

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

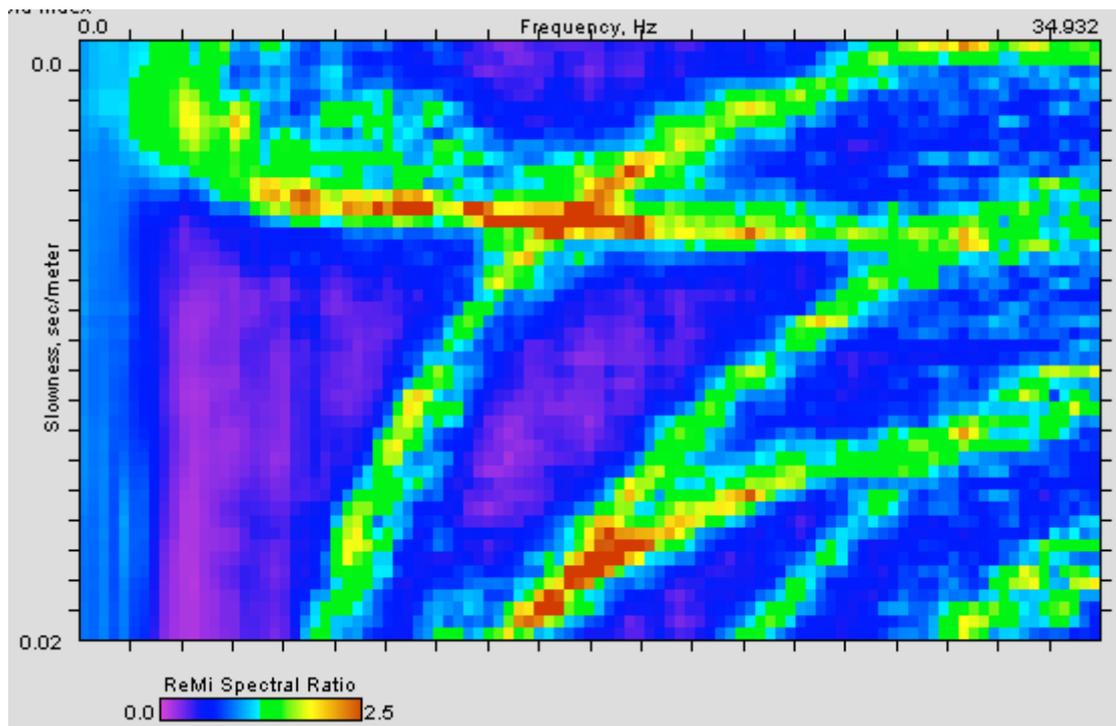
**ID Stazione:** 4076

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2149787

Longitudine: 12.1597667

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

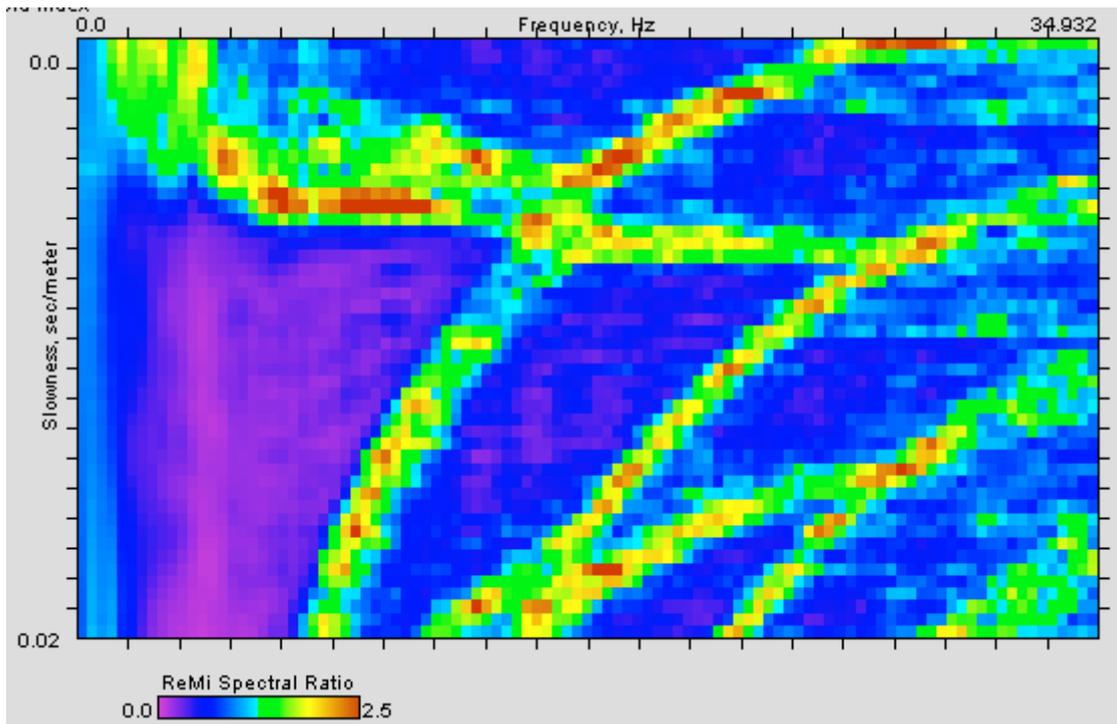
**ID Stazione:** 4077

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2057308

Longitudine: 12.2084535

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

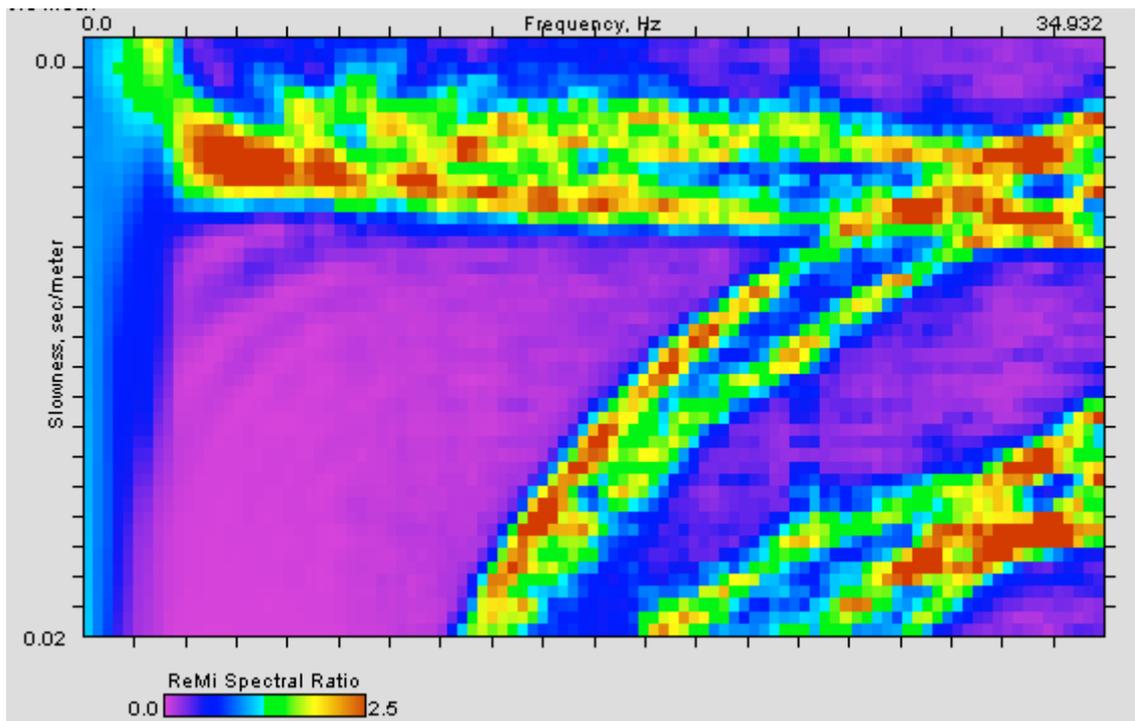
**ID Stazione:** 4078

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1892342

Longitudine: 12.1771409

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 200

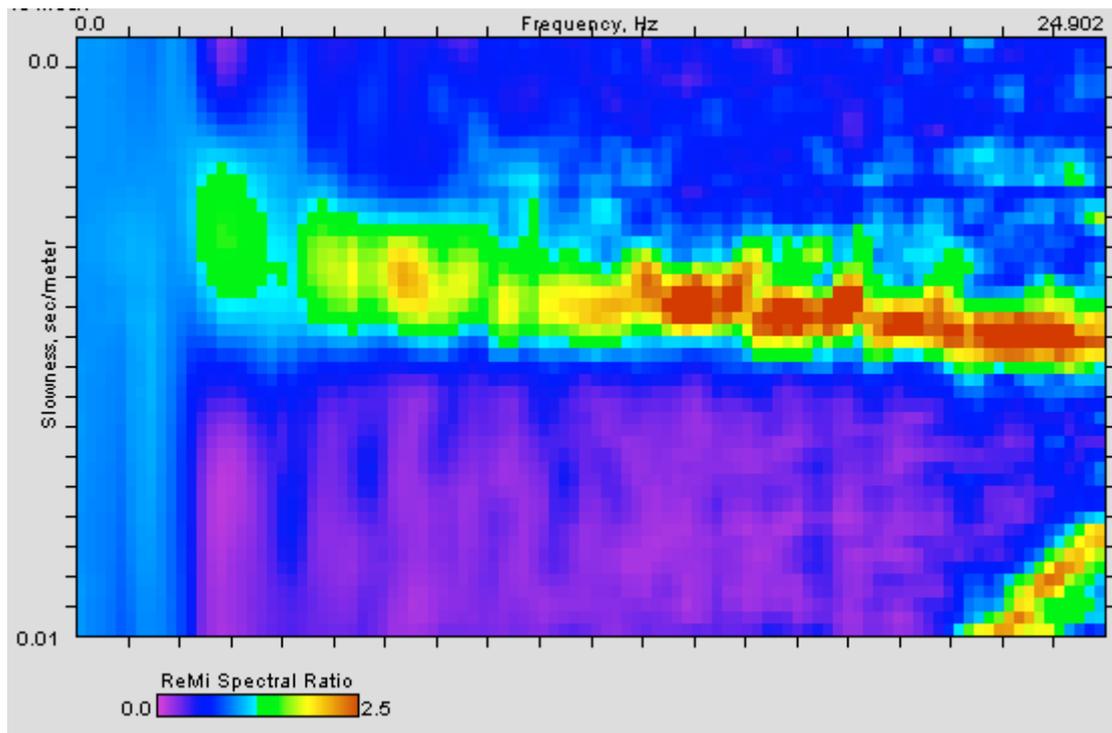
**ID Stazione:** 4079

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1829071

Longitudine: 12.2168025

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

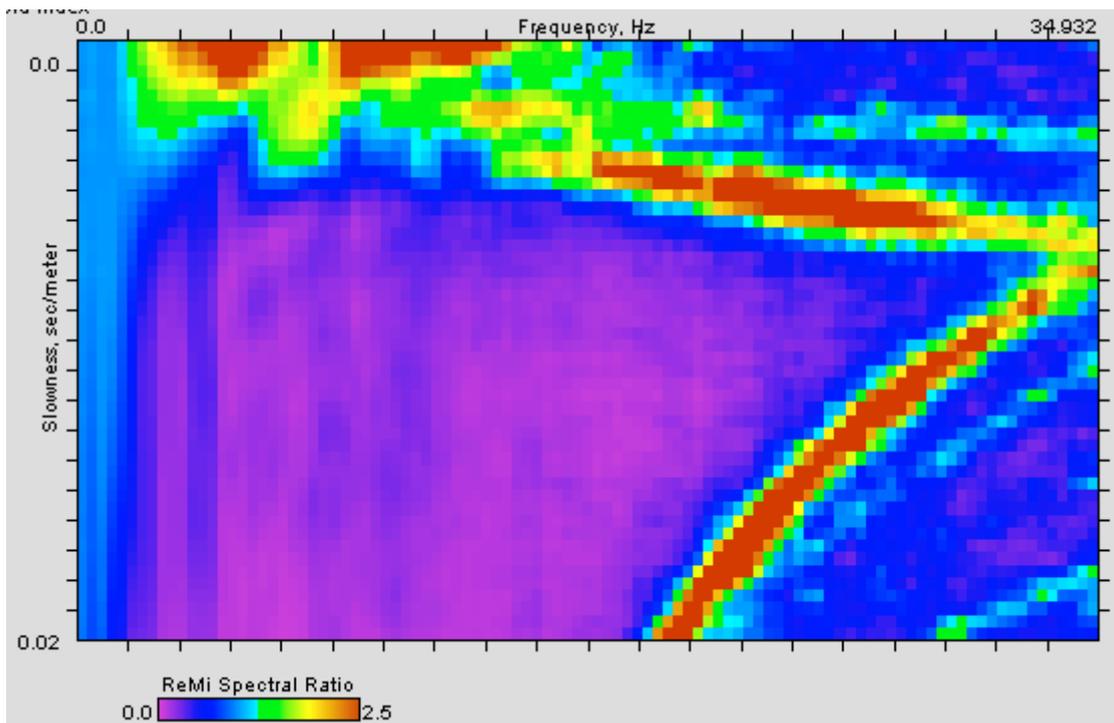
**ID Stazione:** 4080

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2128571

Longitudine: 12.2921468

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 295

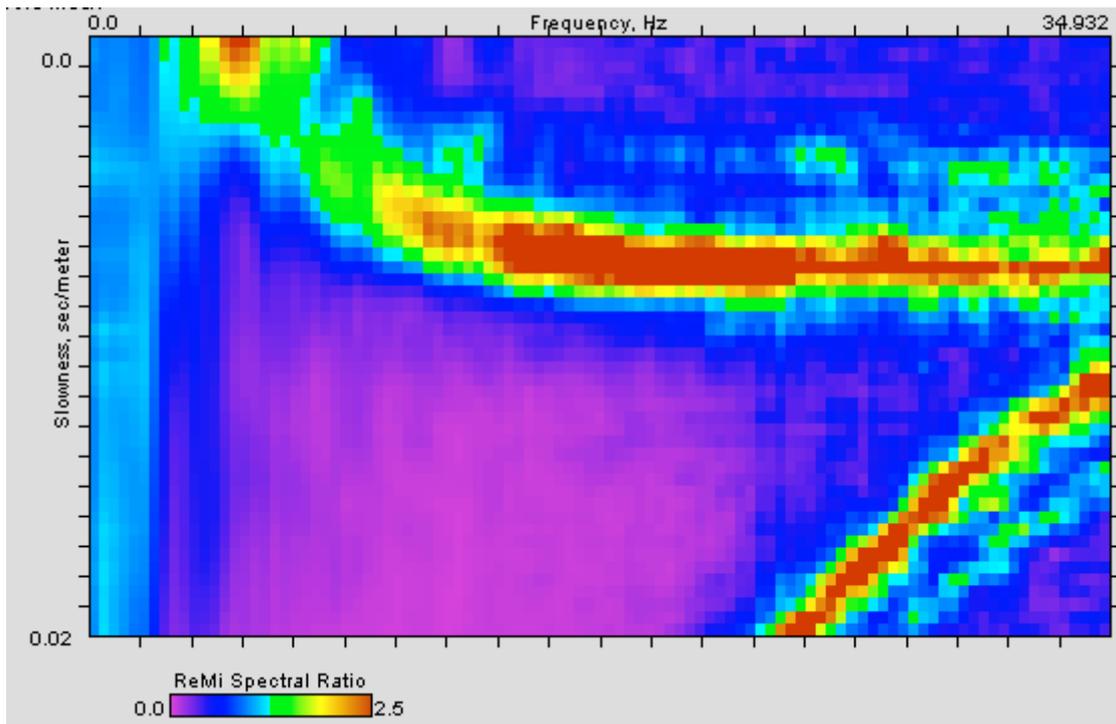
**ID Stazione:** 4081

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1729784

Longitudine: 12.2633867

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

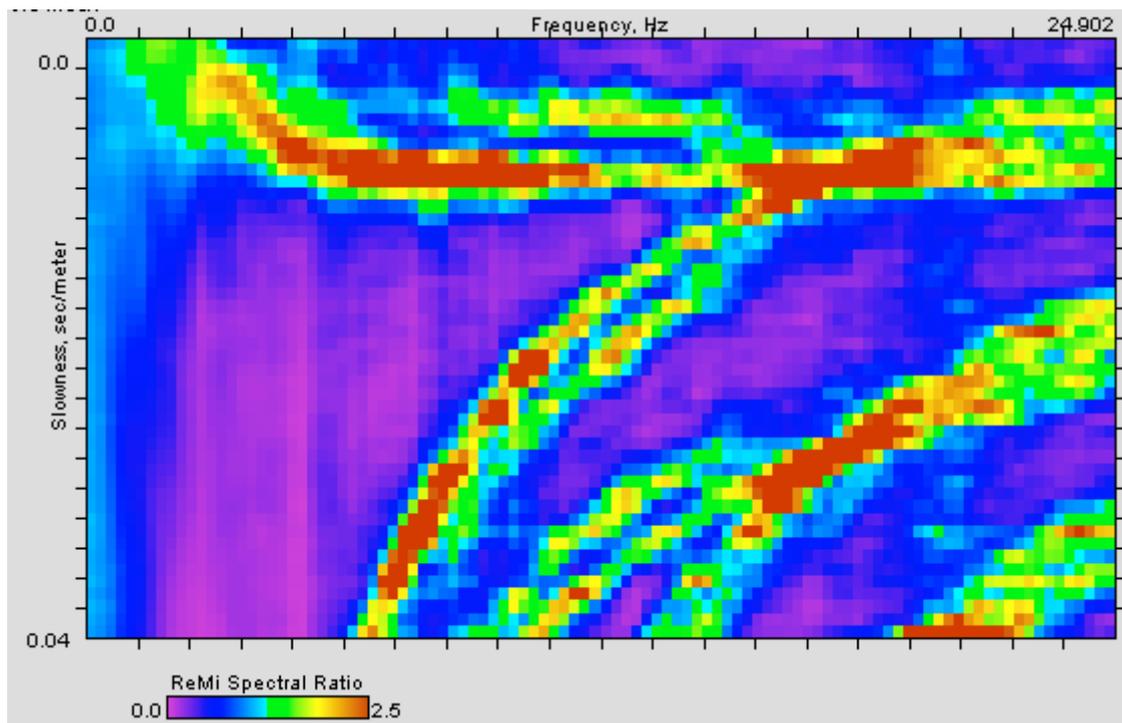
**ID Stazione:** 4082

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1689853

Longitudine: 12.1242730

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 185

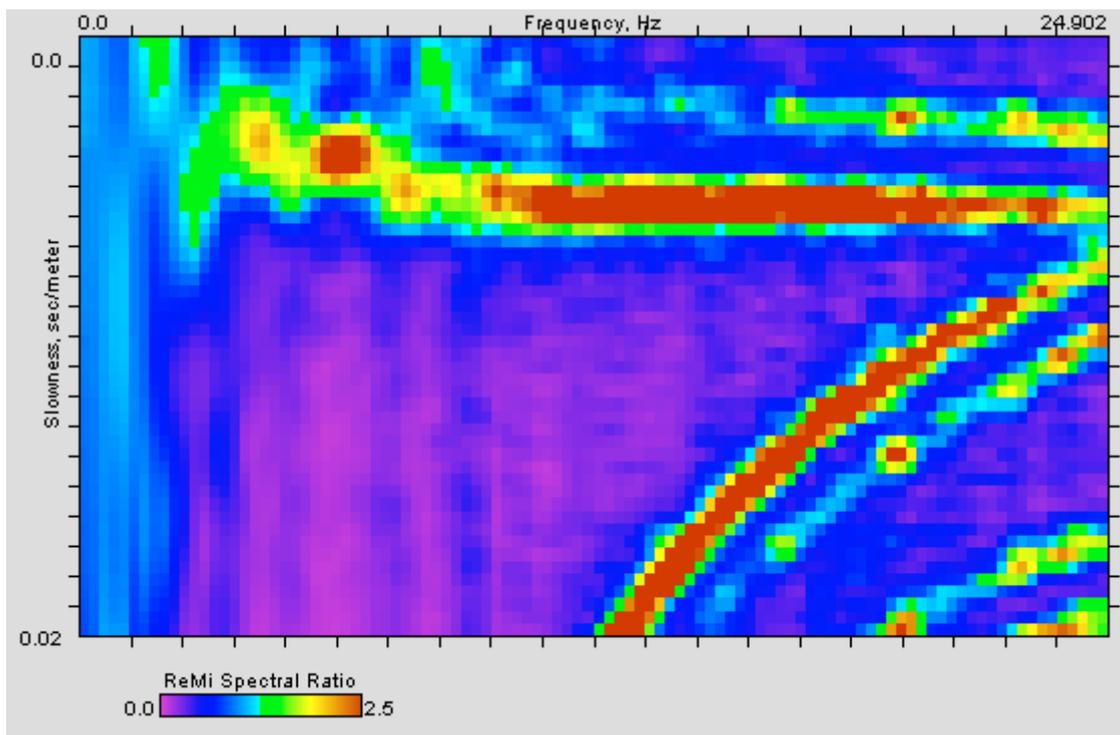
**ID Stazione:** 4083

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1672997

Longitudine: 12.1723327

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 215

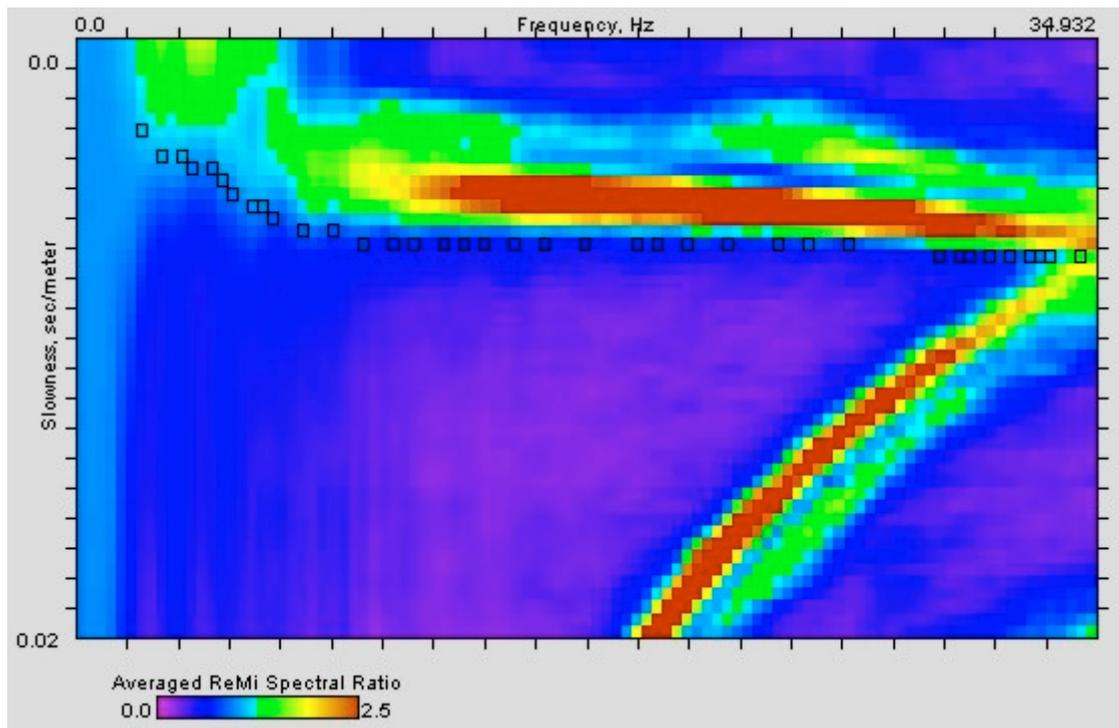
**ID Stazione:** 4084

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1629135

Longitudine: 12.3140006

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

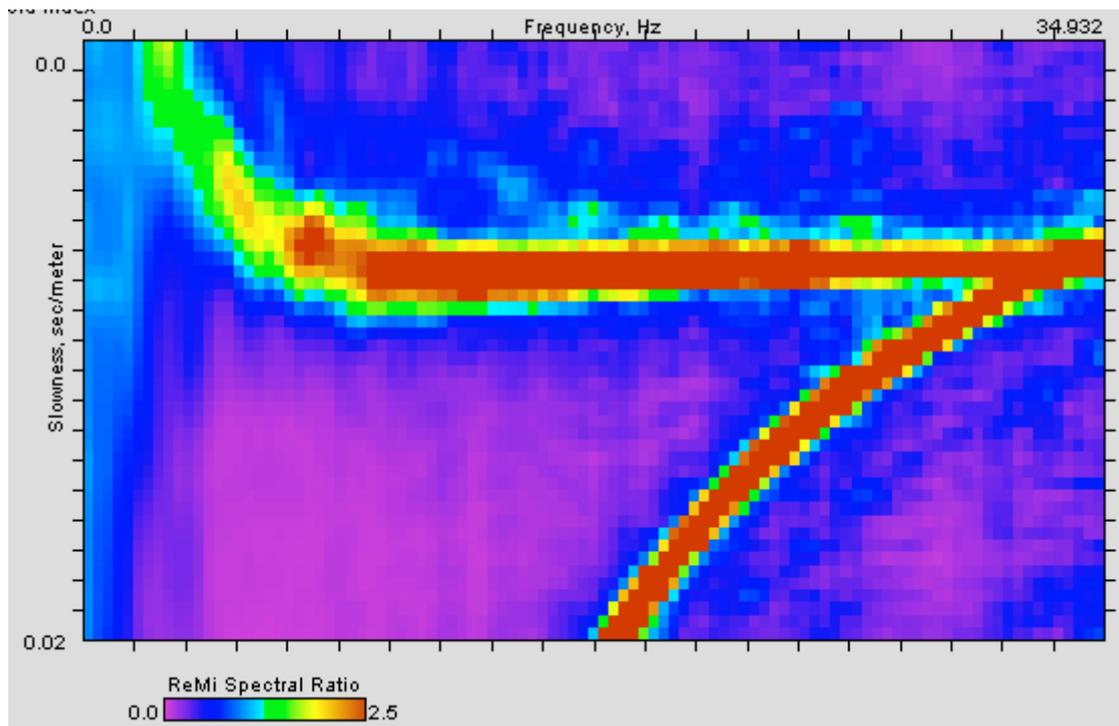
**ID Stazione:** 4085

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1763372

Longitudine: 12.0780354

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 175

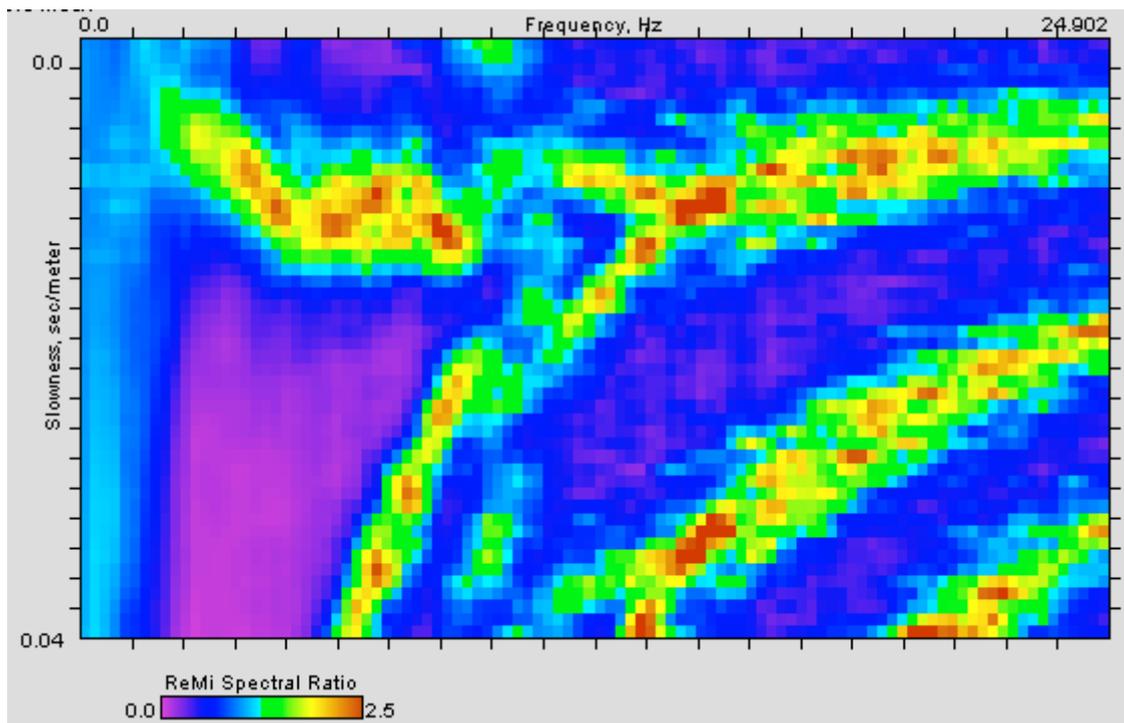
**ID Stazione:** 4086

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1598905

Longitudine: 12.0477251

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 165

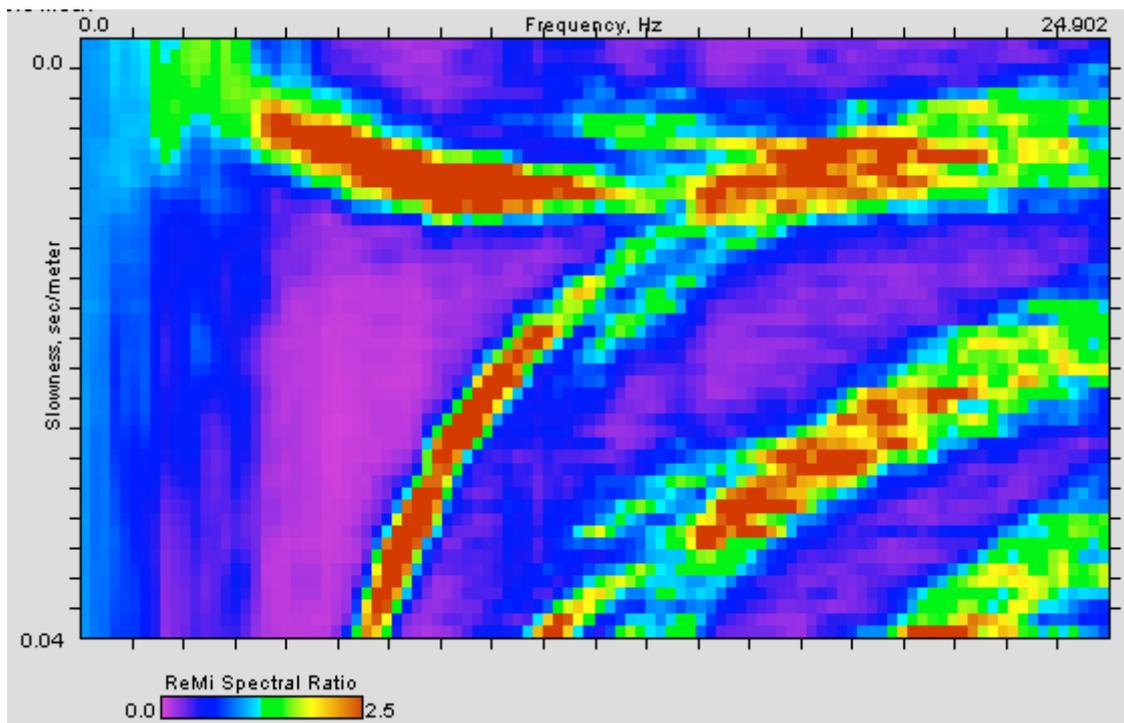
**ID Stazione:** 4087

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1469445

Longitudine: 11.9832218

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 175

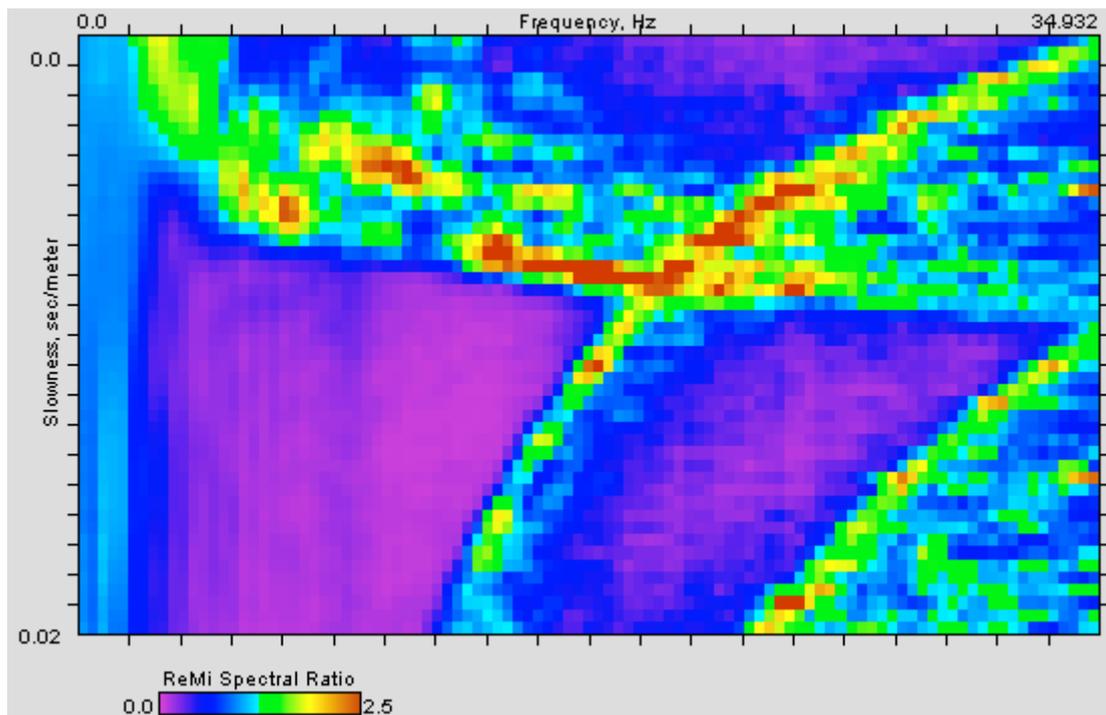
**ID Stazione:** 4088

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1450189

Longitudine: 12.0155480

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 175

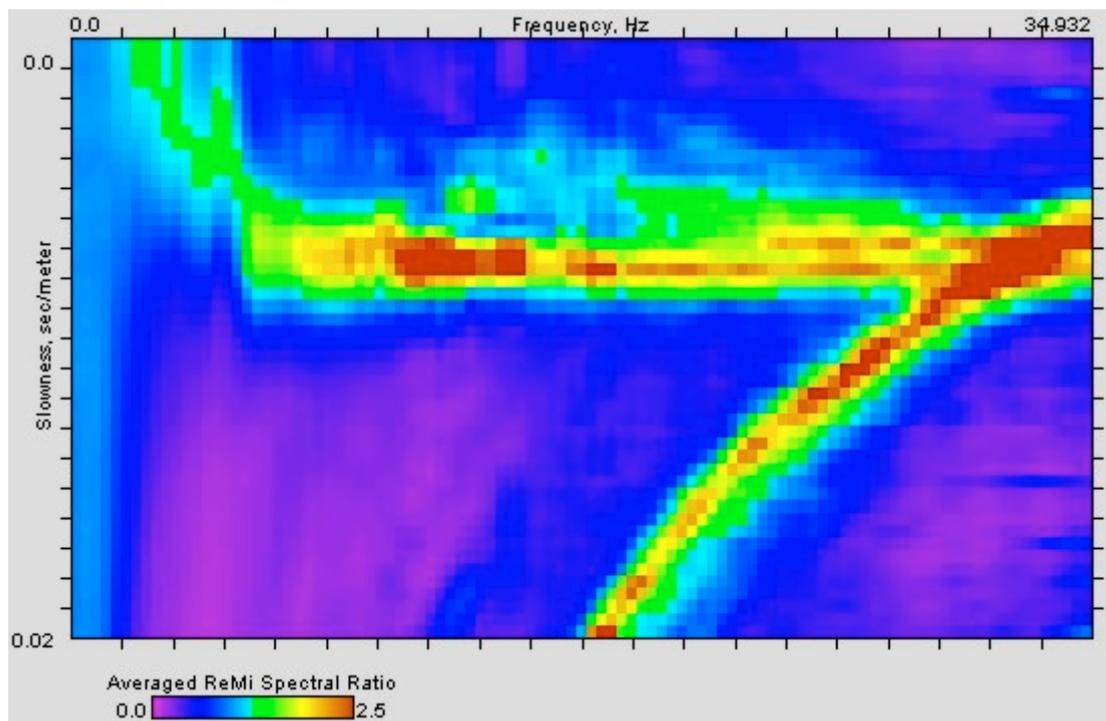
**ID Stazione:** 4089

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1189301

Longitudine: 12.1190044

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 180

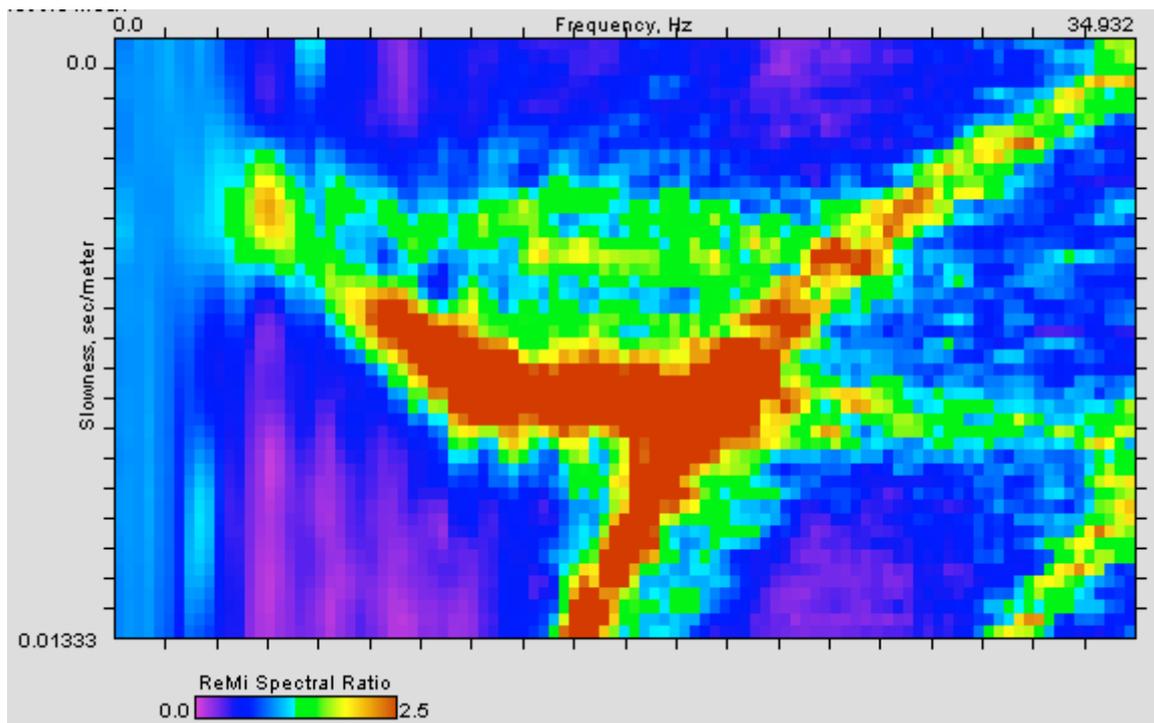
**ID Stazione:** 4090

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1504206

Longitudine: 12.1344049

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

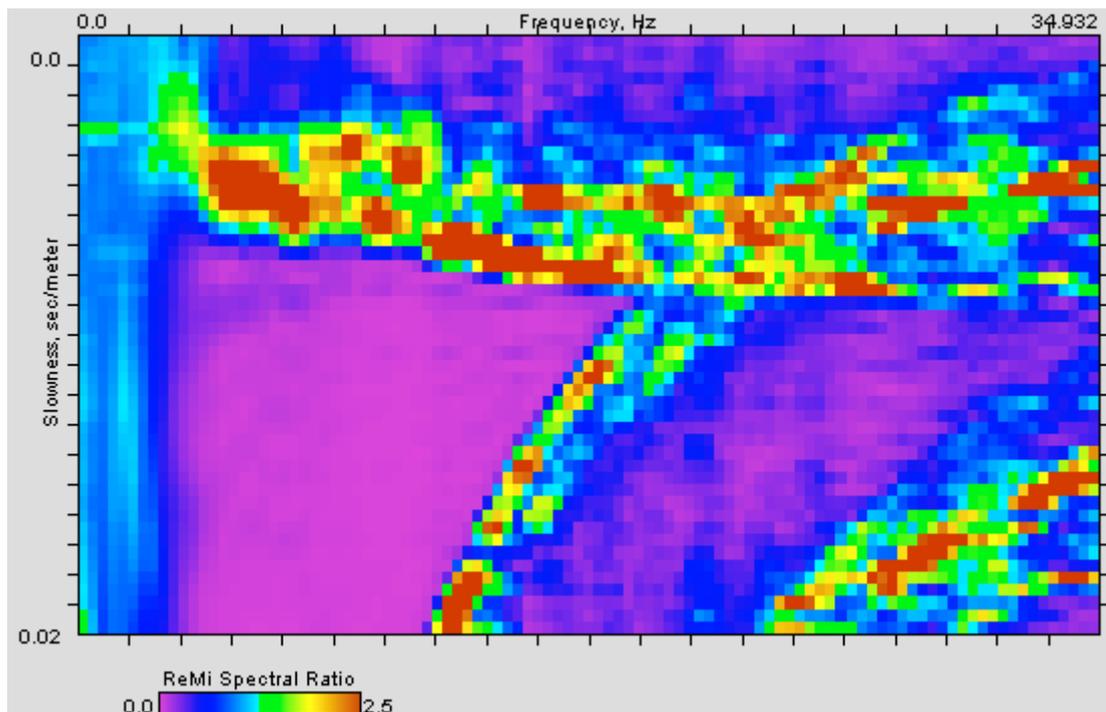
**ID Stazione:** 4091

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1754174

Longitudine: 11.9912995

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 175

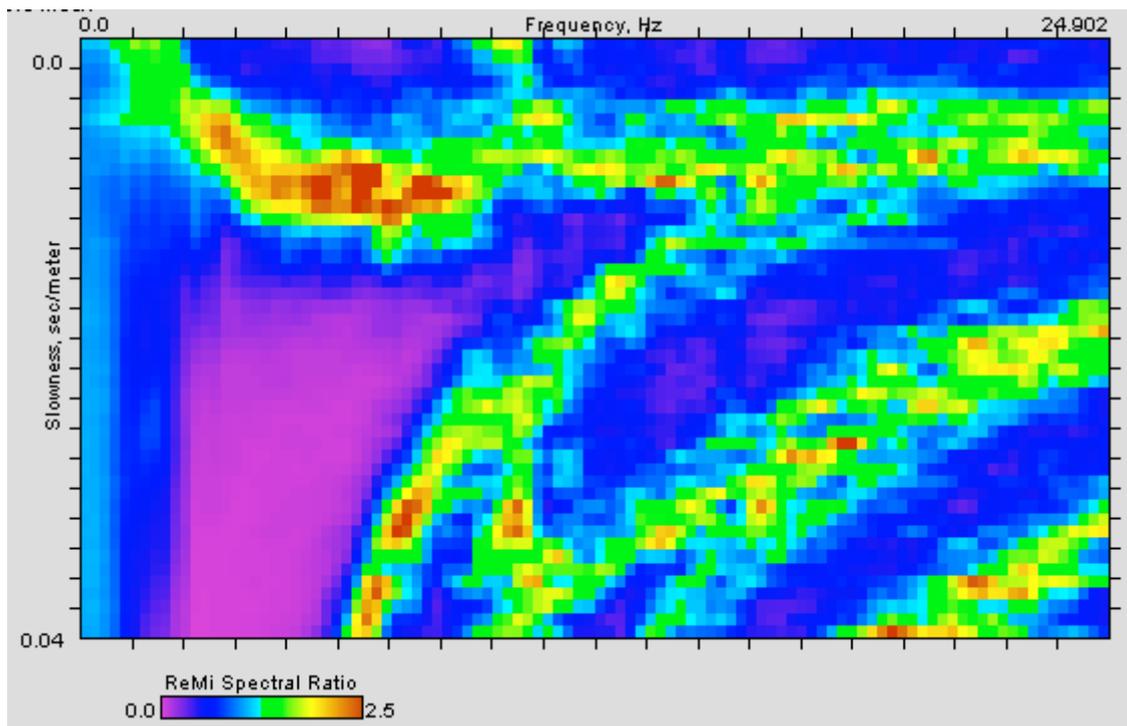
**ID Stazione:** 4092

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.0553269

Longitudine: 12.1333907

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 160

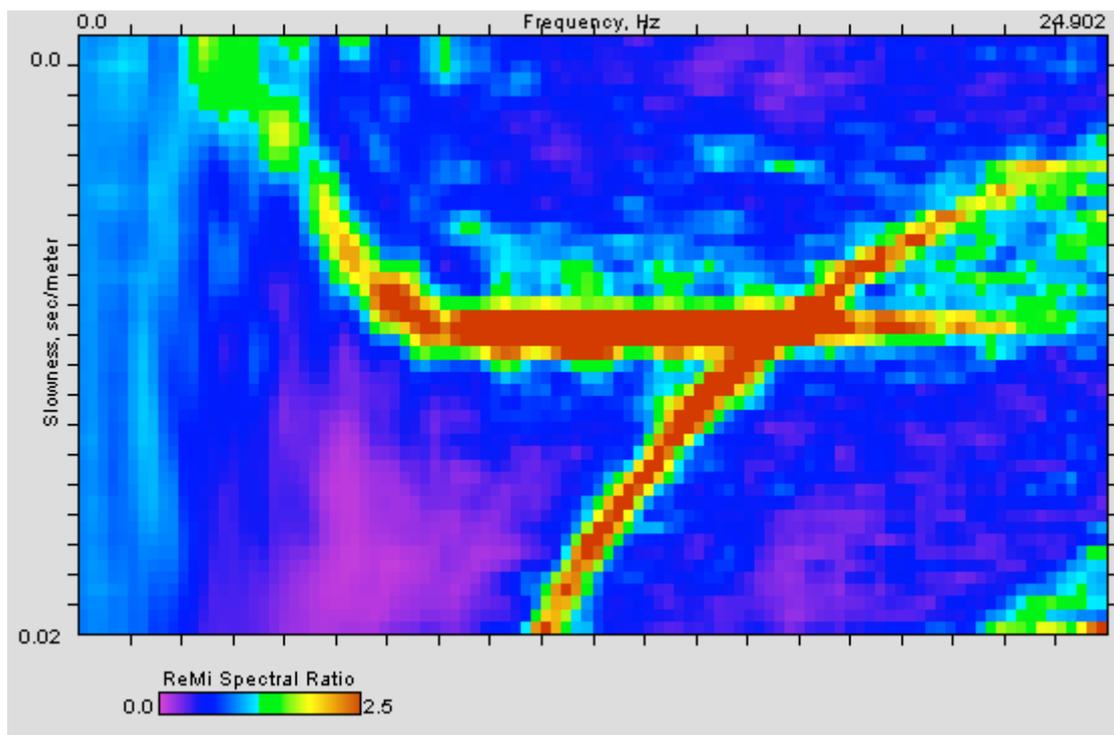
**ID Stazione:** 4093

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.0920251

Longitudine: 12.1843555

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 210

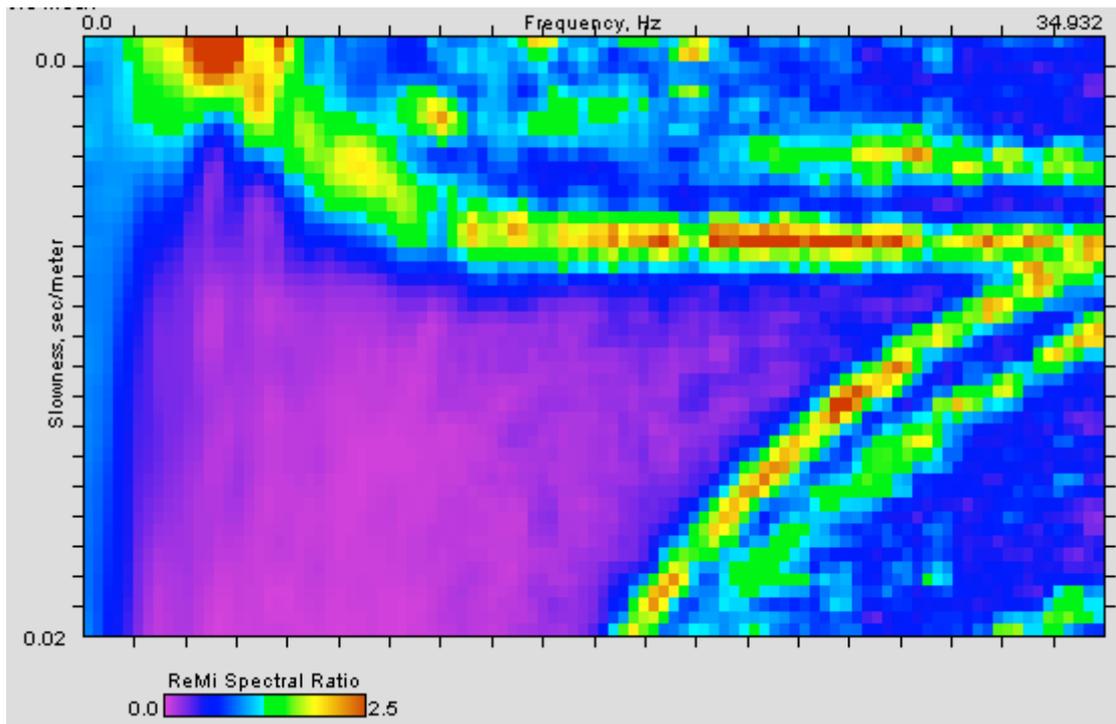
**ID Stazione:** 4094

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2873049

Longitudine: 12.2769891

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

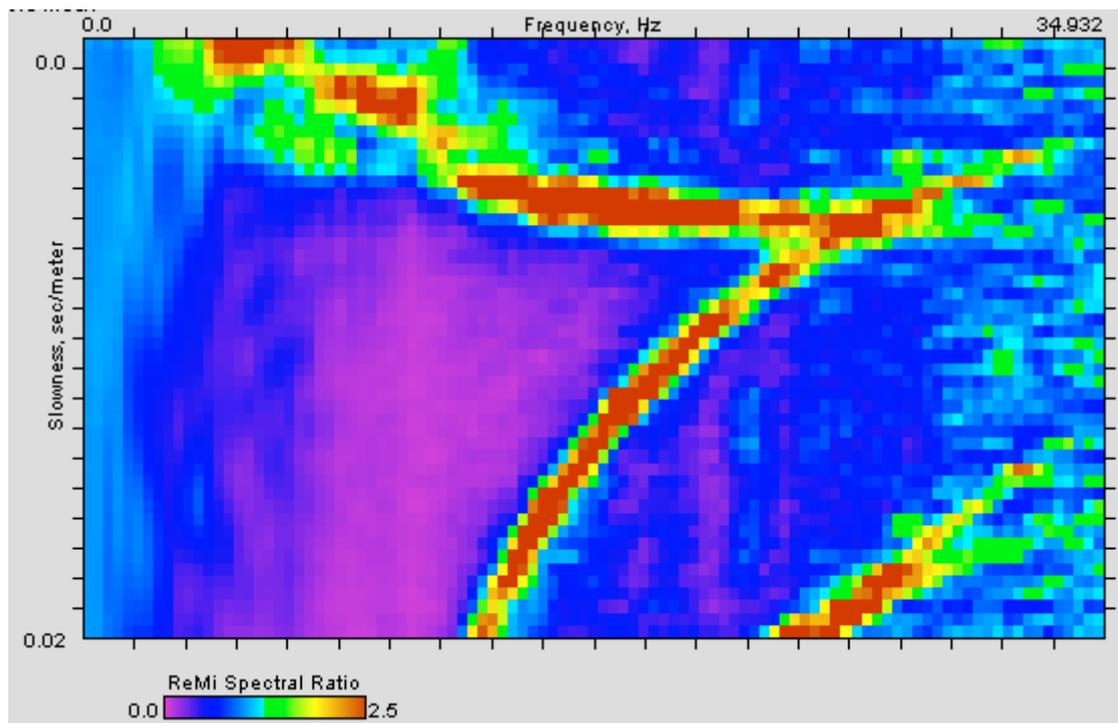
**ID Stazione:** 4095

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.2805323

Longitudine: 12.3007437

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 255

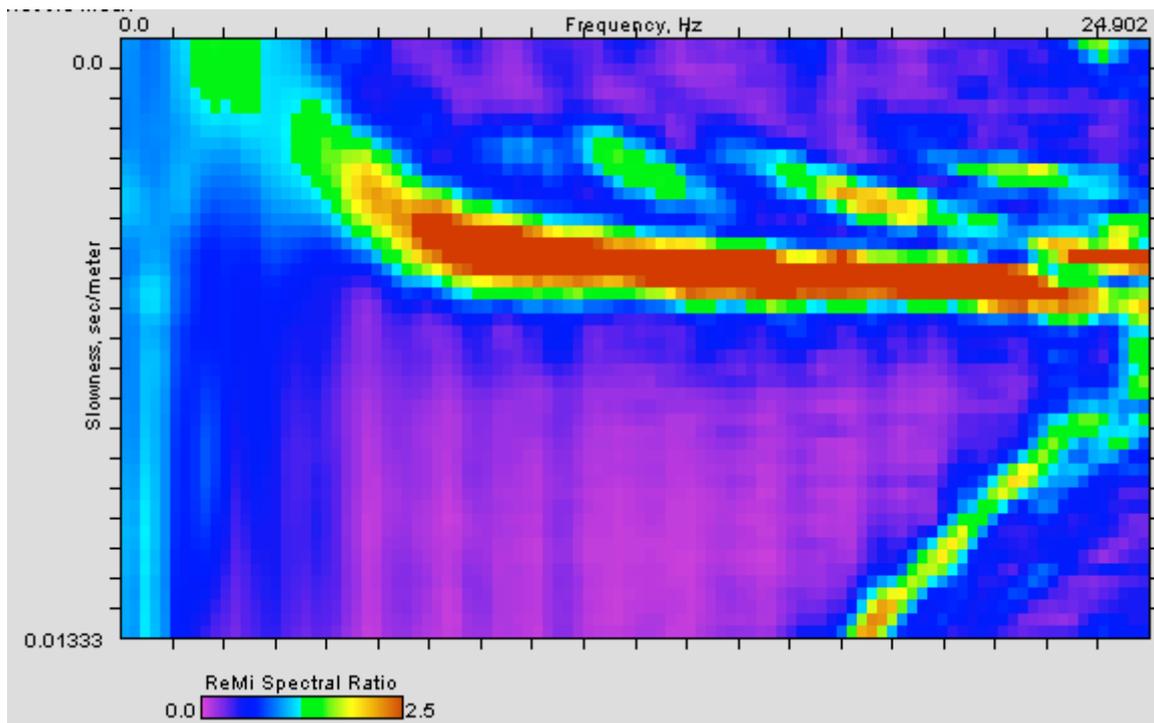
**ID Stazione:** 4096

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3817360

Longitudine: 12.1715967

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 225

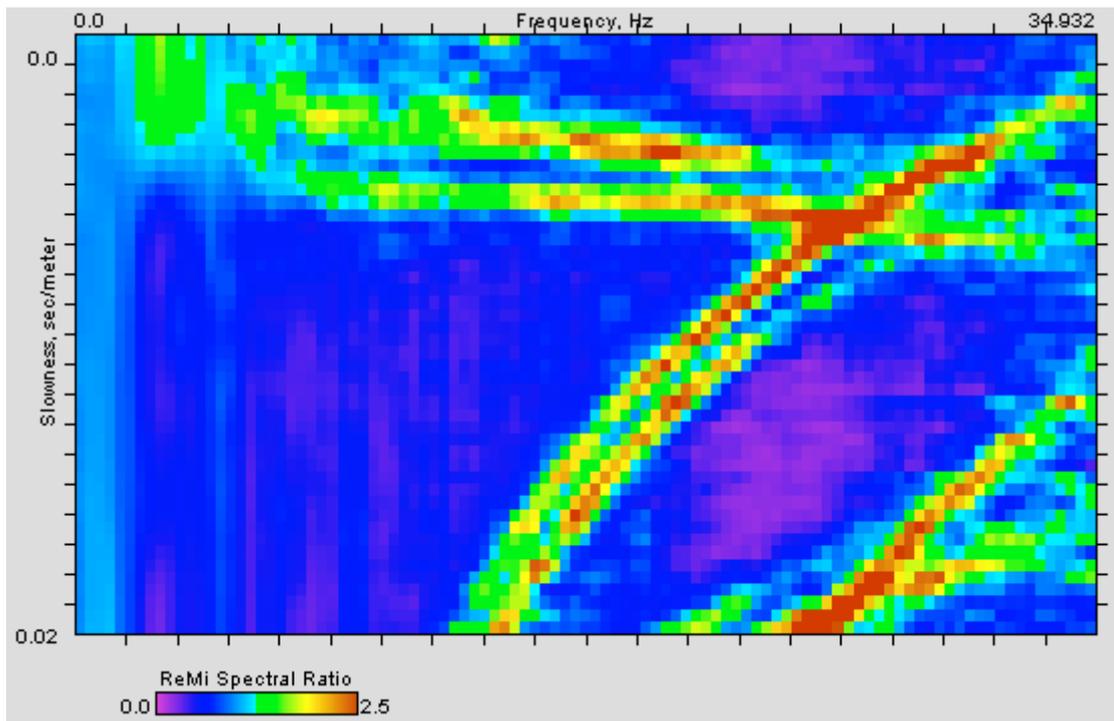
**ID Stazione:** 4097

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3760666

Longitudine: 12.2273309

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

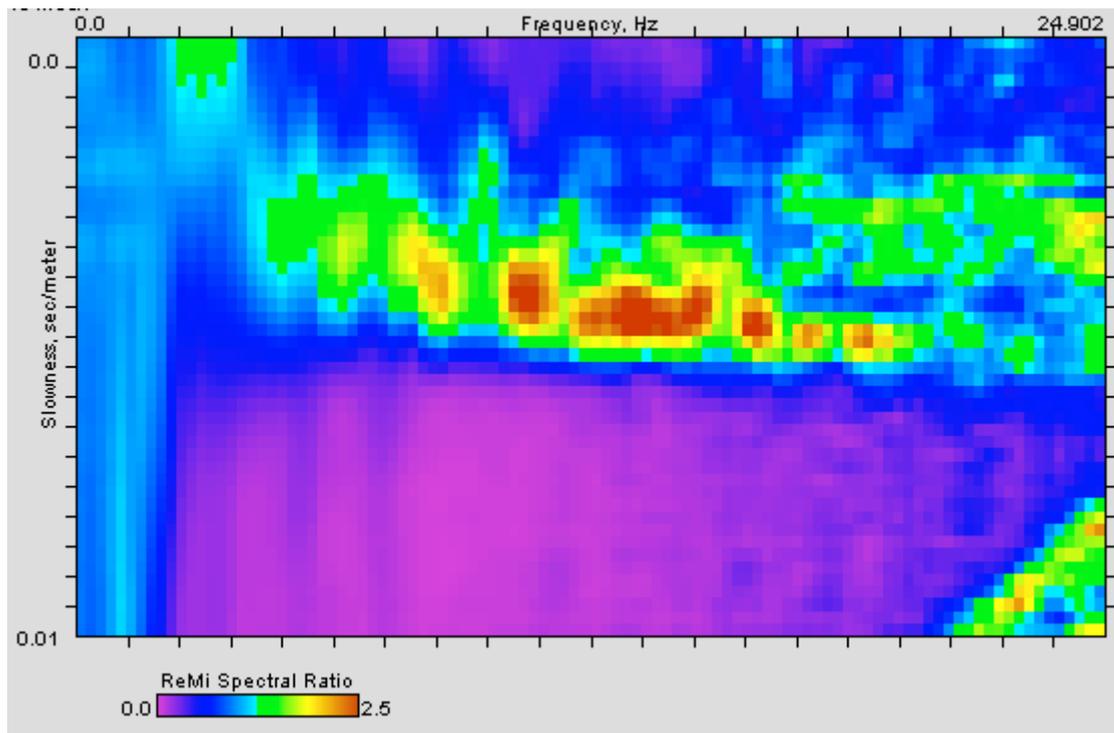
**ID Stazione:** 4098

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3548509

Longitudine: 12.2867742

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 245

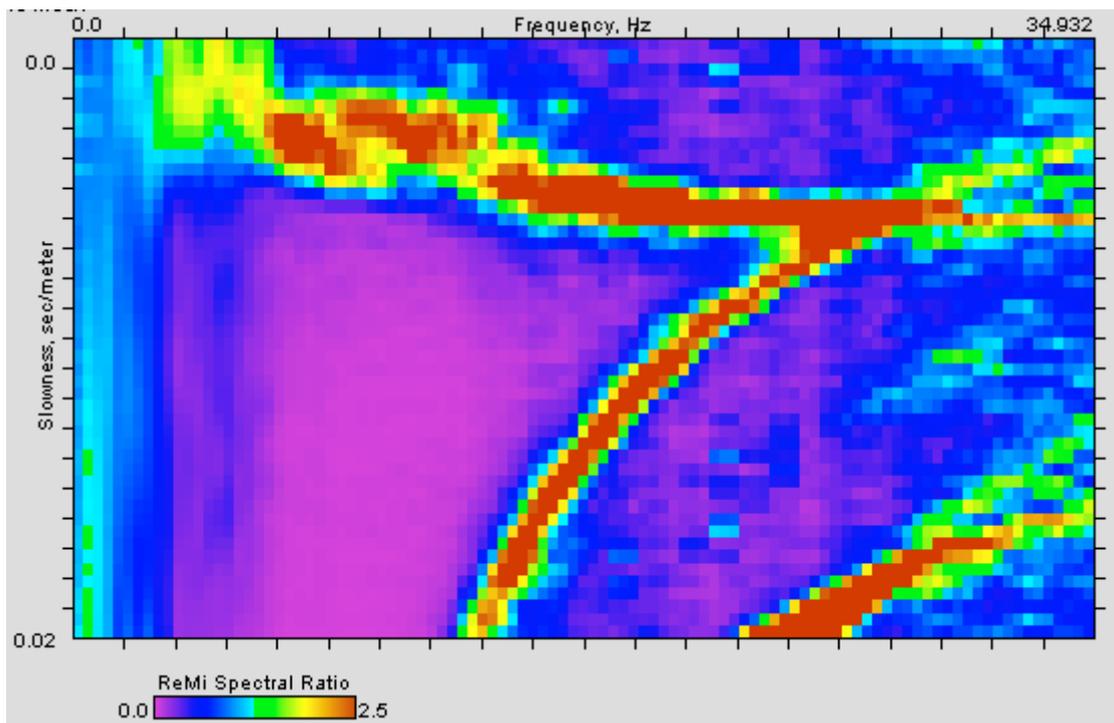
**ID Stazione:** 4099

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4408409

Longitudine: 12.3087472

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

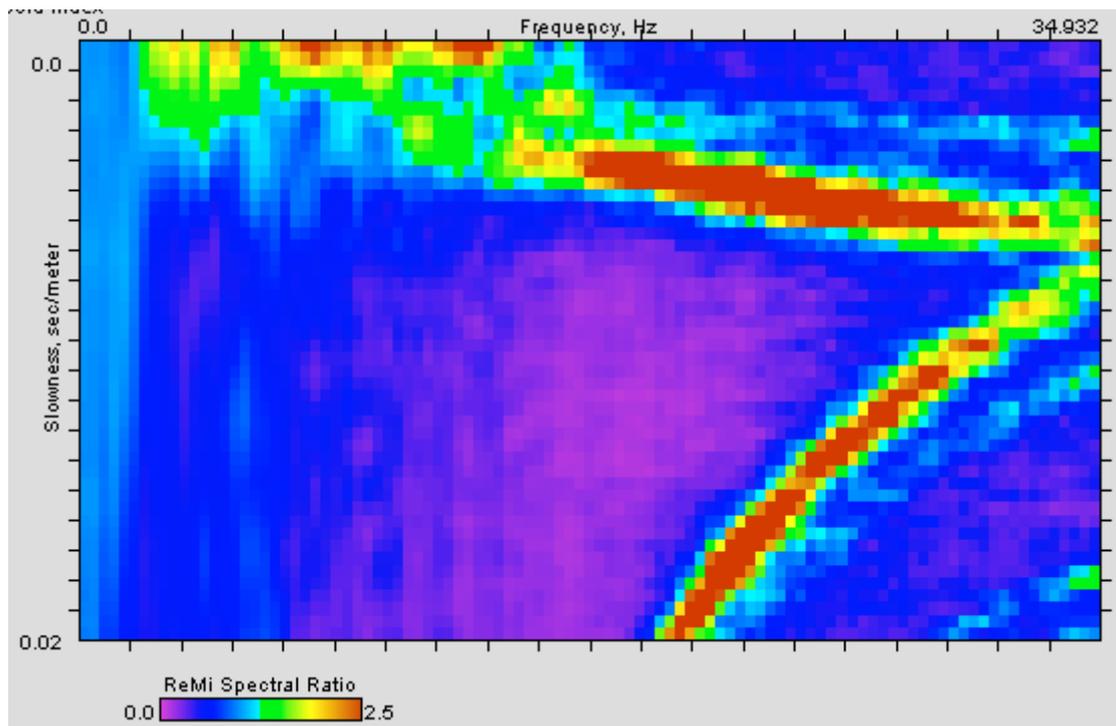
**ID Stazione:** 4100

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6642412

Longitudine: 12.9747883

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 290

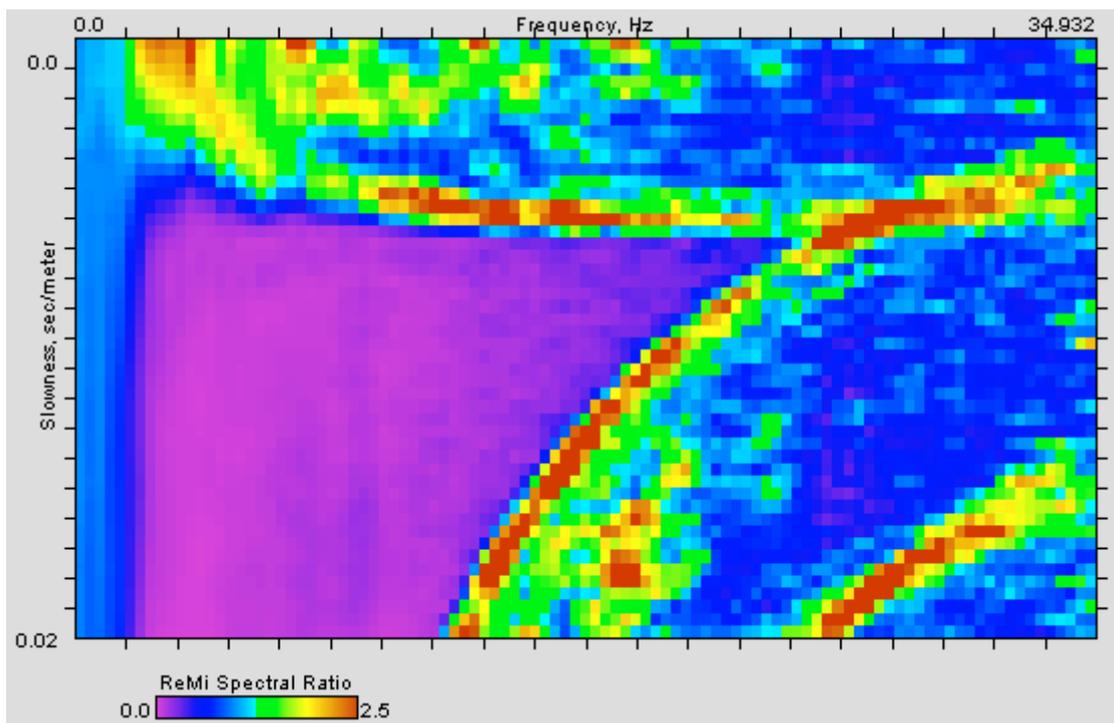
**ID Stazione:** 4101

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6426177

Longitudine: 13.0192015

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

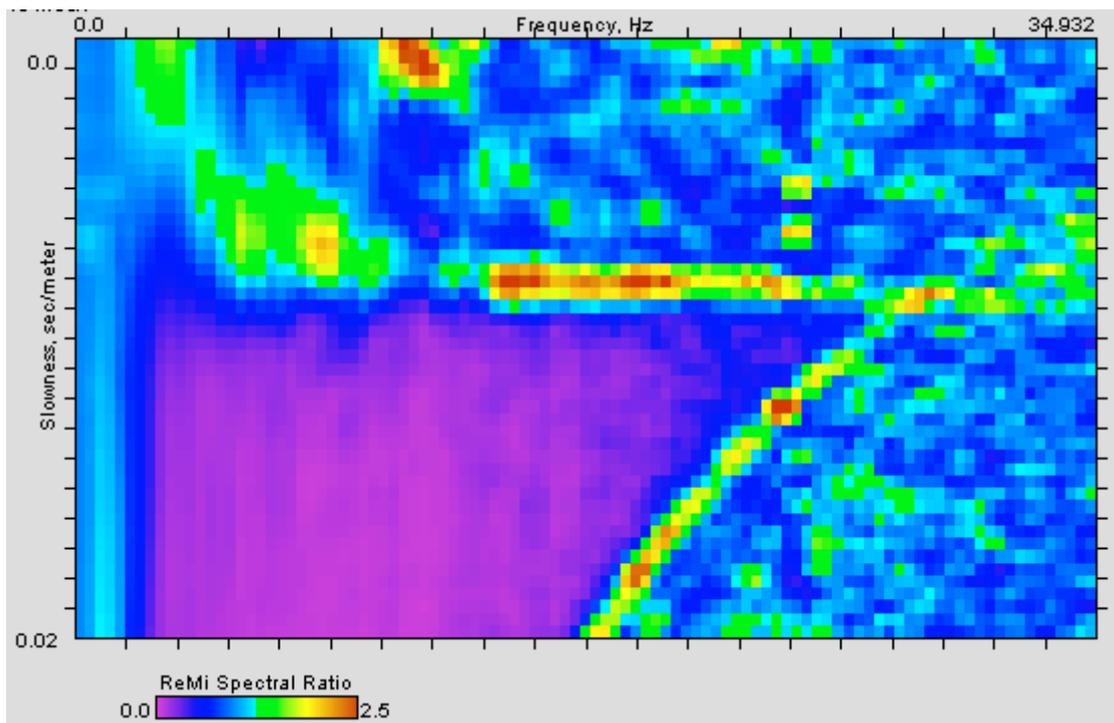
**ID Stazione:** 4102

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5747261

Longitudine: 12.7078383

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

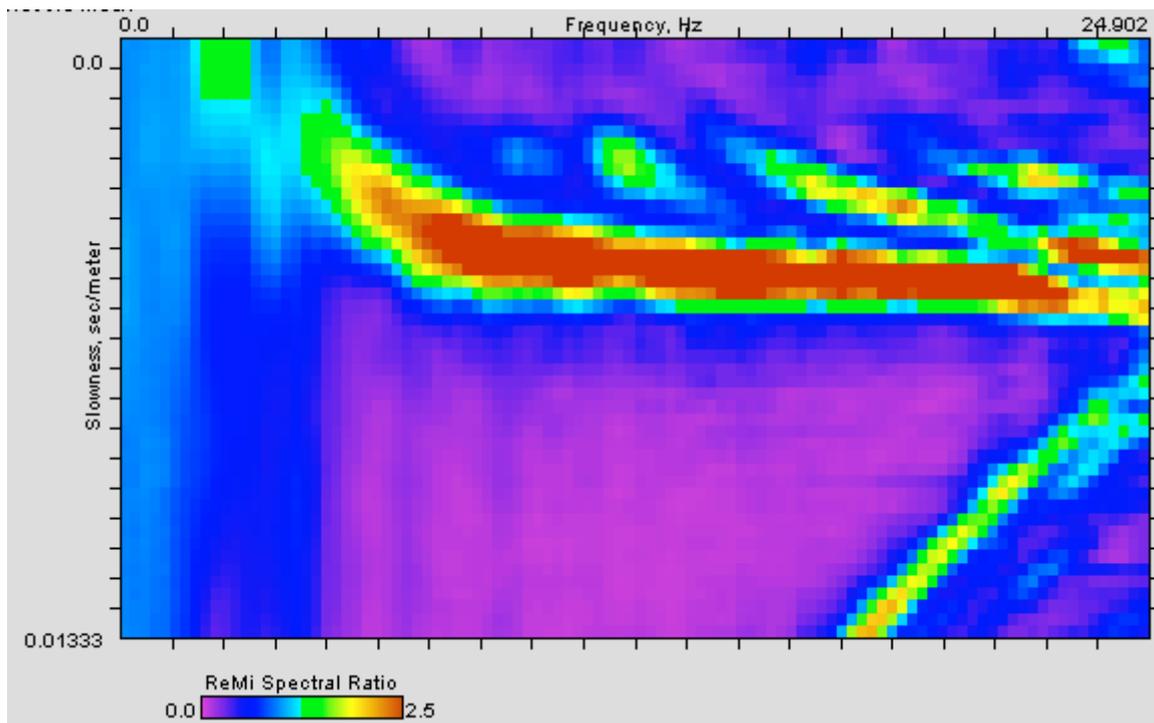
**ID Stazione:** 4103

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5801679

Longitudine: 12.7644817

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 220

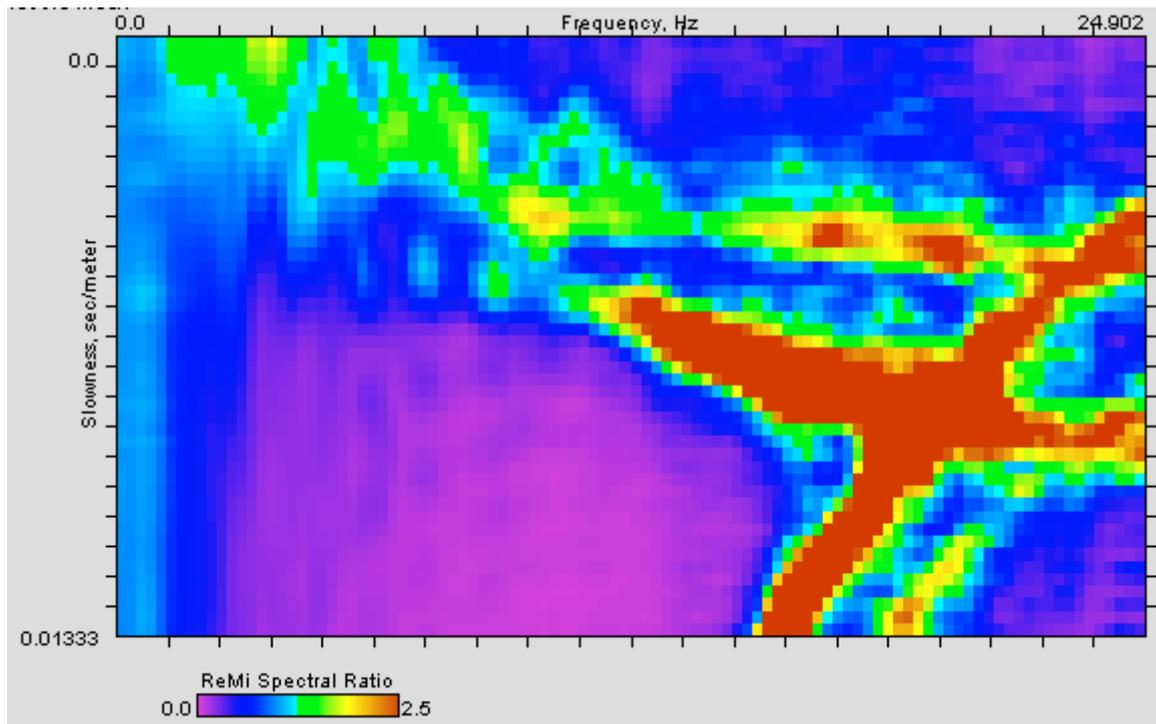
**ID Stazione:** 4104

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6654934

Longitudine: 12.8855505

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 305

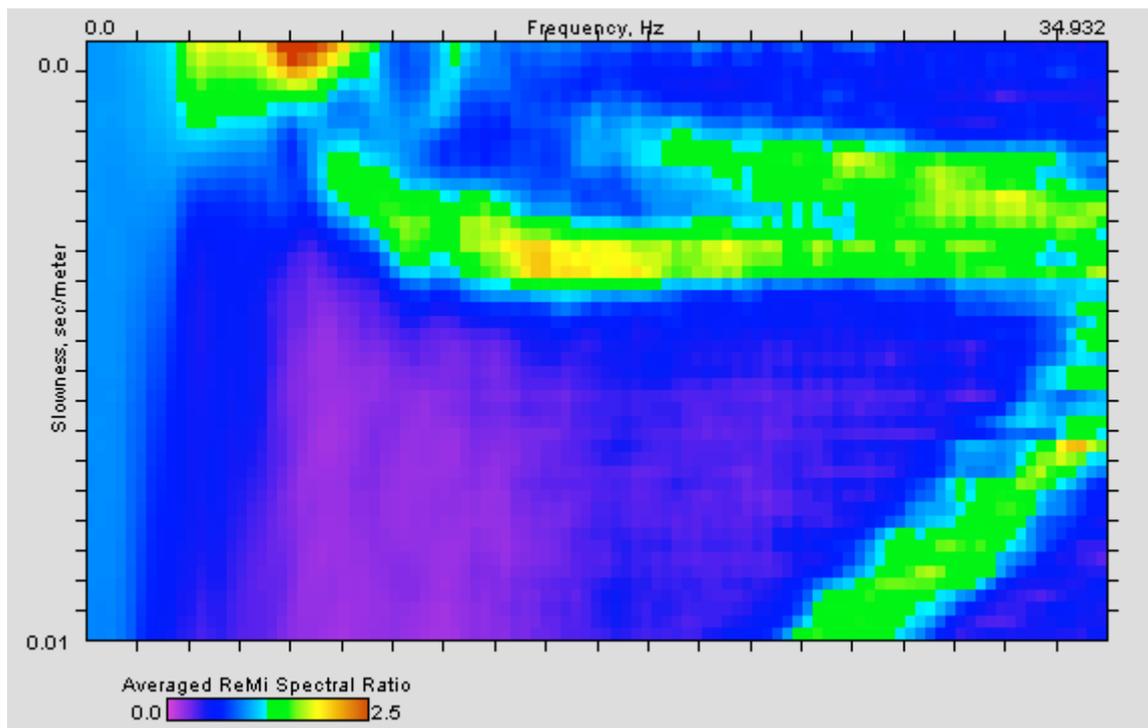
**ID Stazione:** 4105

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6615542

Longitudine: 12.9295044

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 375

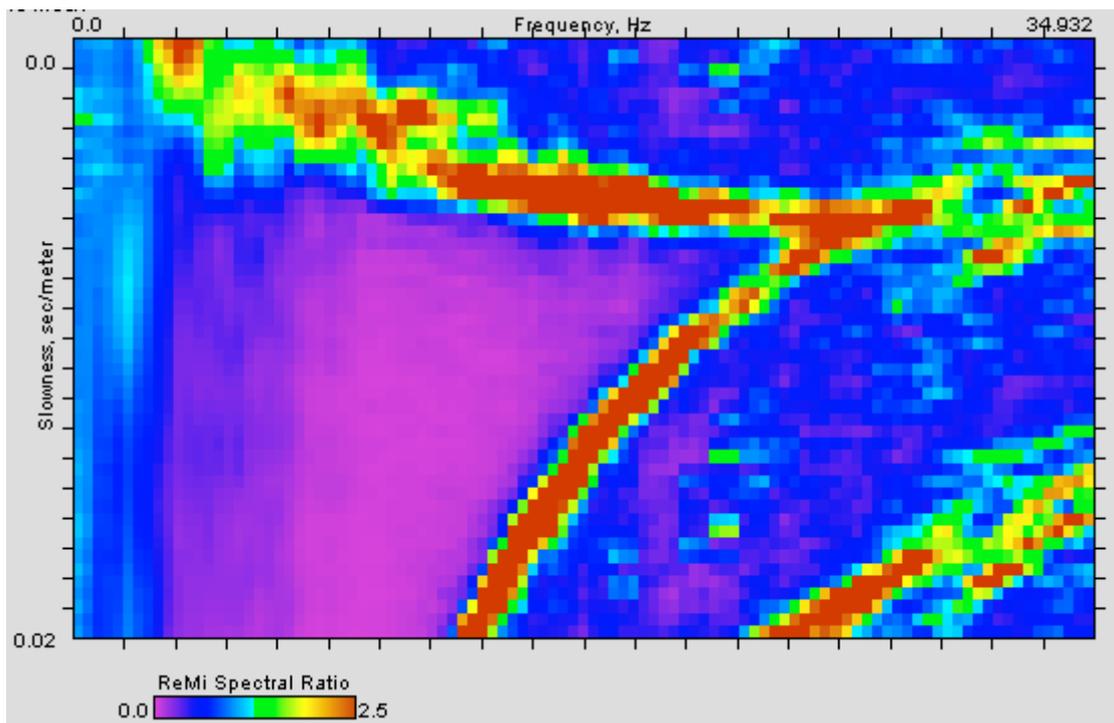
**ID Stazione:** 4106

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6225396

Longitudine: 12.8791102

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

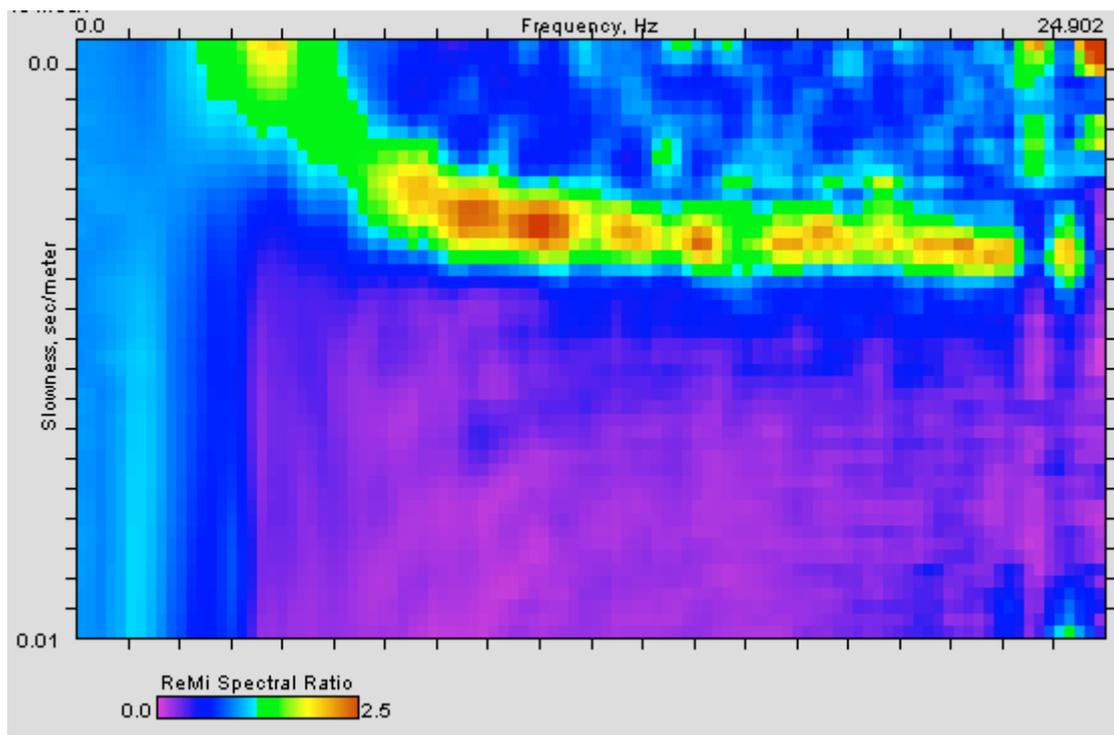
**ID Stazione:** 4107

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6400933

Longitudine: 12.9522726

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 360

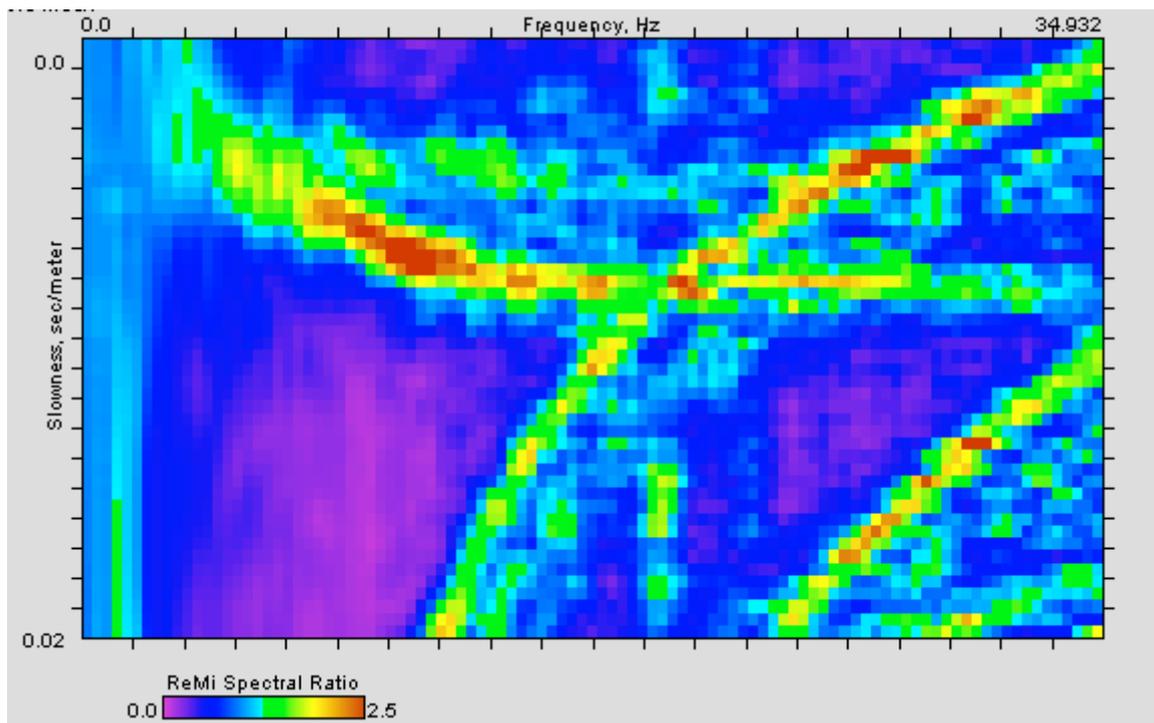
**ID Stazione:** 4108

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4802154

Longitudine: 12.4529965

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

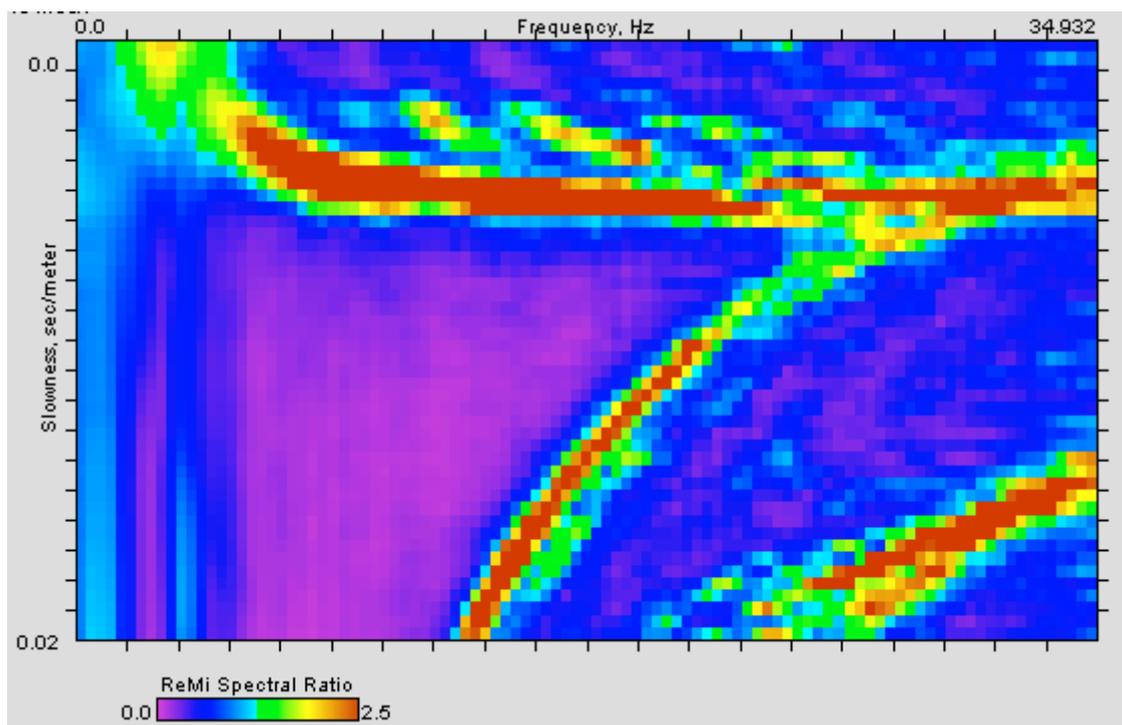
**ID Stazione:** 4109

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5404736

Longitudine: 12.5917571

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

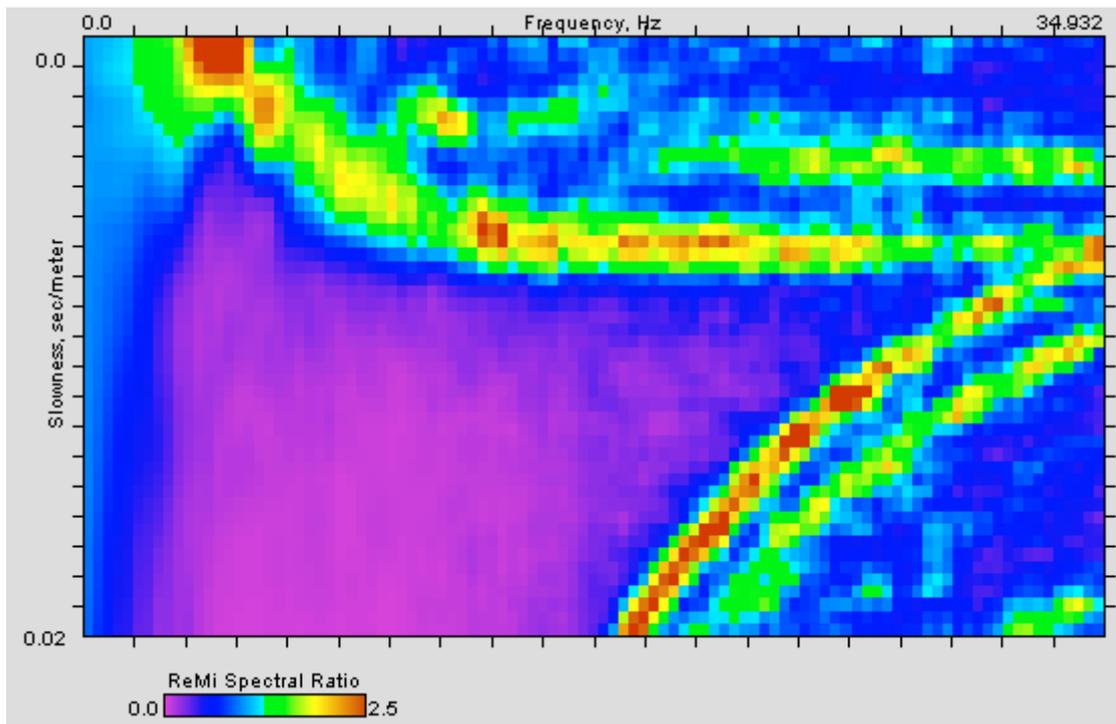
**ID Stazione:** 4110

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4492379

Longitudine: 12.4478666

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 235

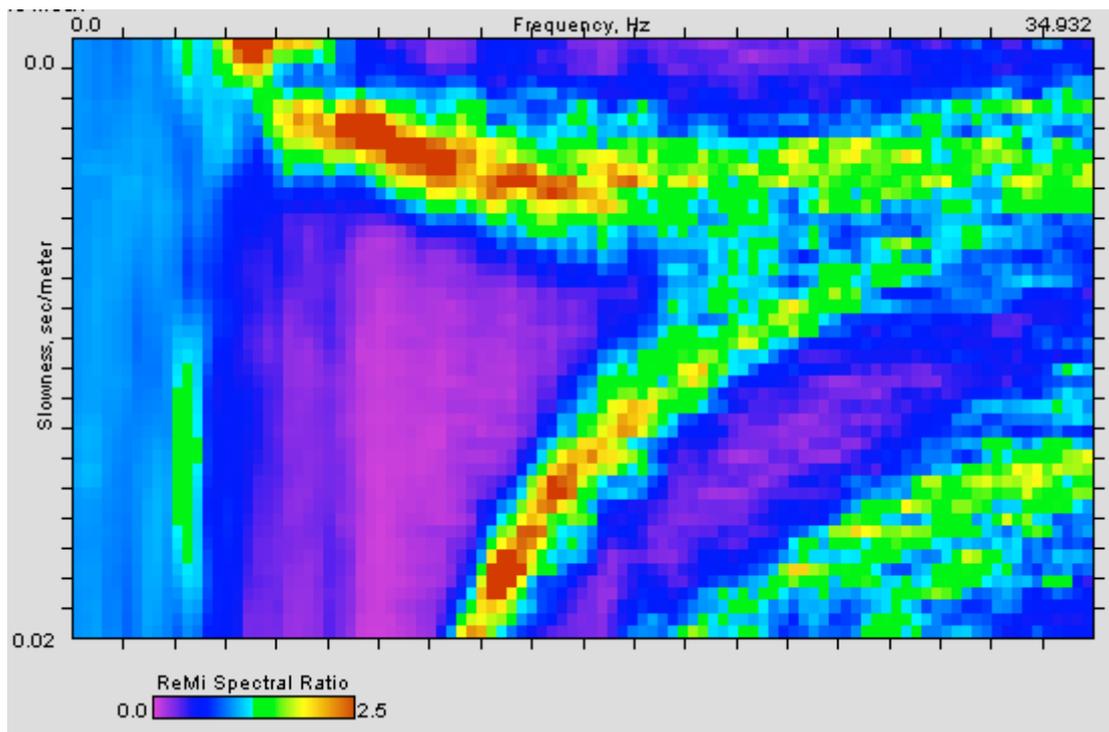
**ID Stazione:** 4111

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6999065

Longitudine: 13.0155017

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 295

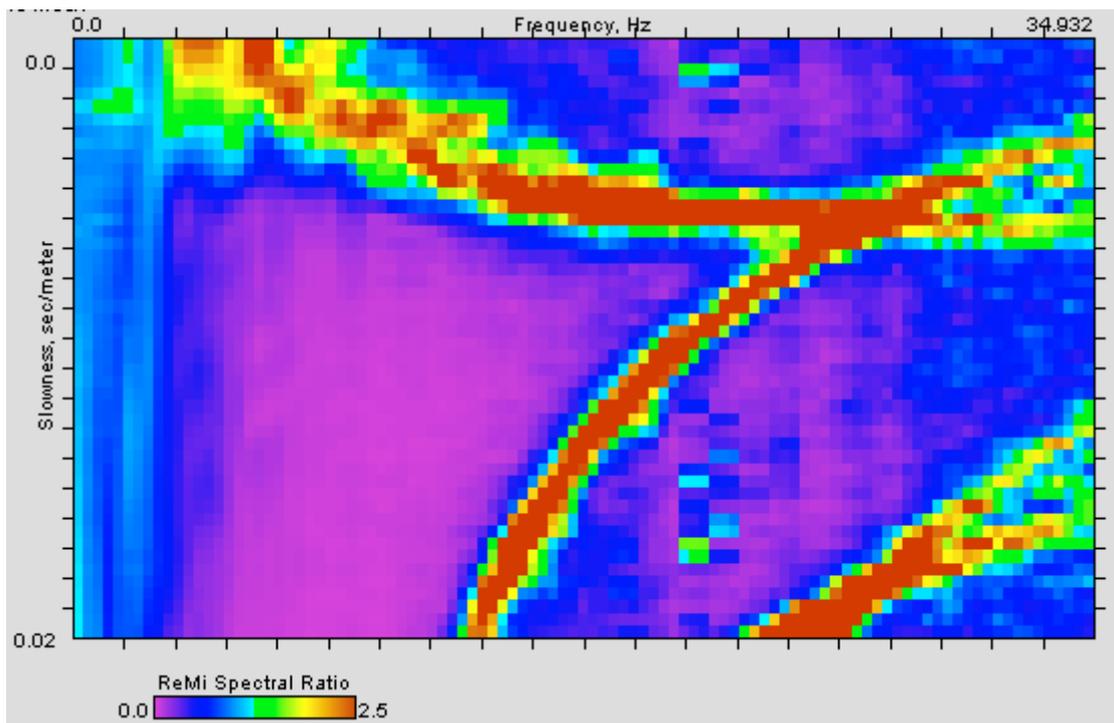
**ID Stazione:** 4112

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7431447

Longitudine: 12.7823867

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

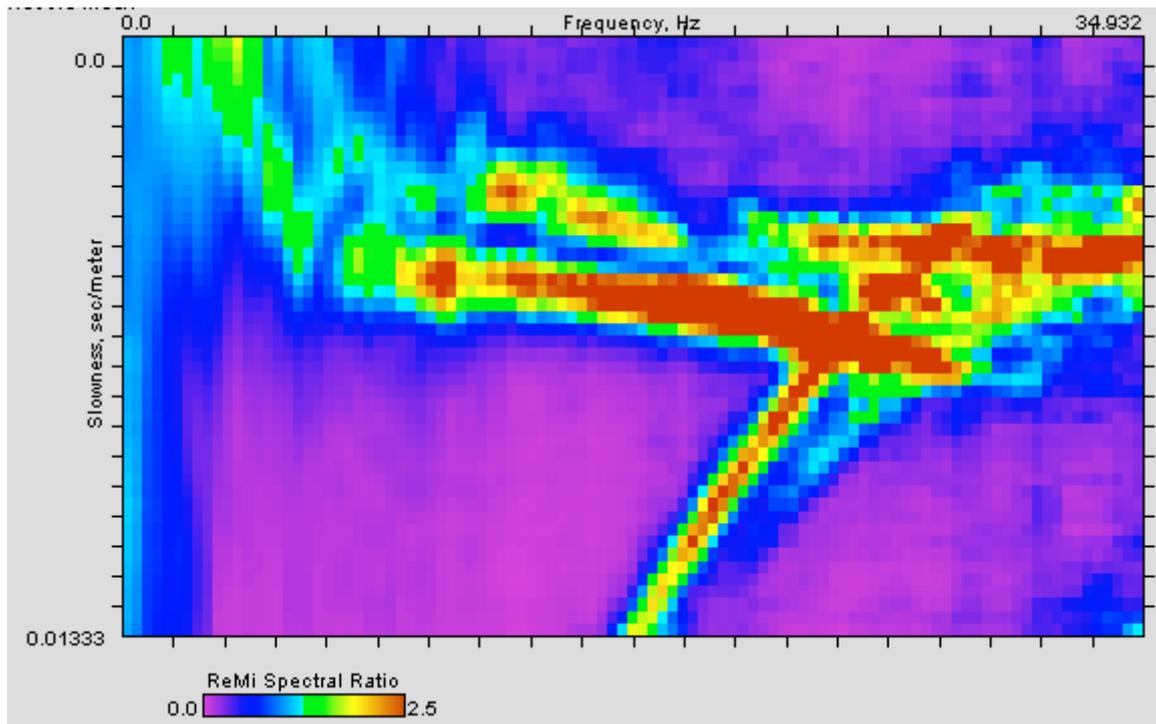
**ID Stazione:** 4113

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5764794

Longitudine: 12.6724524

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

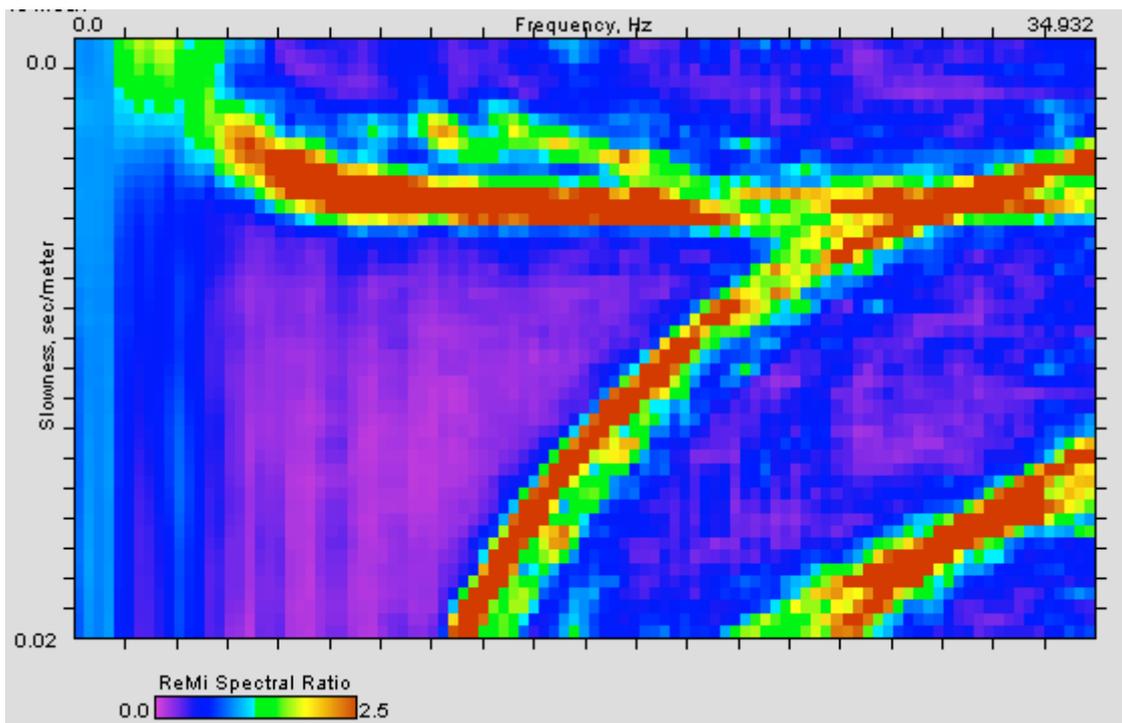
**ID Stazione:** 4114

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5704145

Longitudine: 12.5947482

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 190

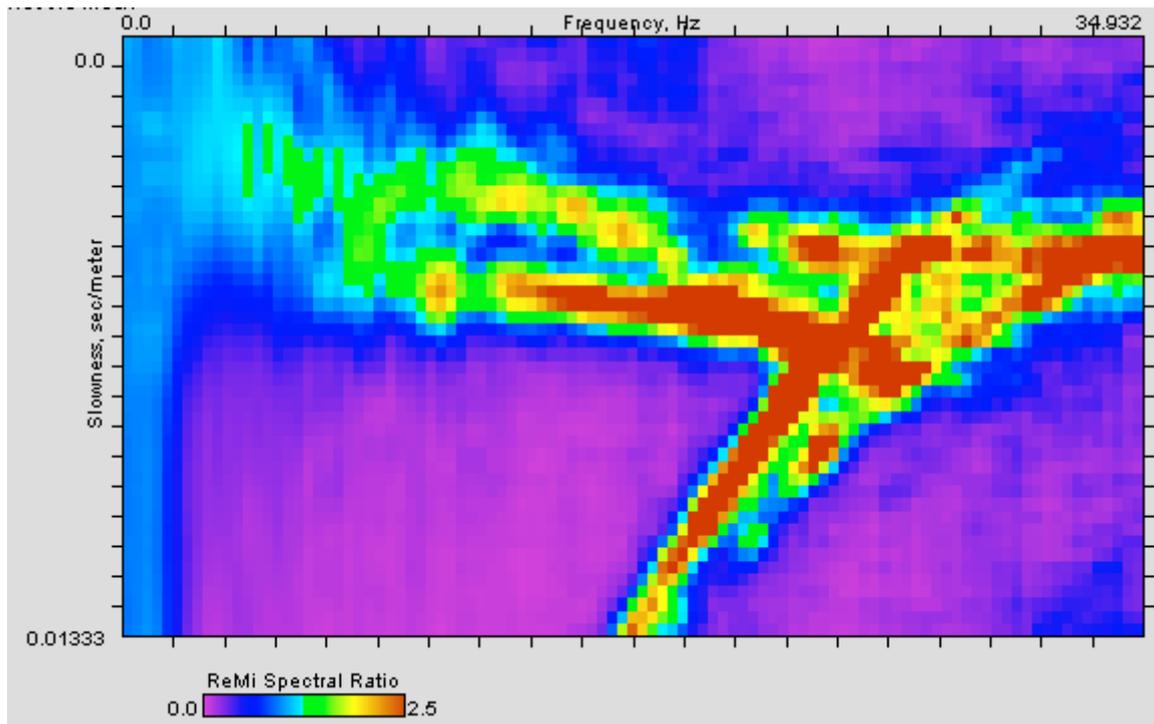
**ID Stazione:** 4115

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4997397

Longitudine: 12.5387889

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

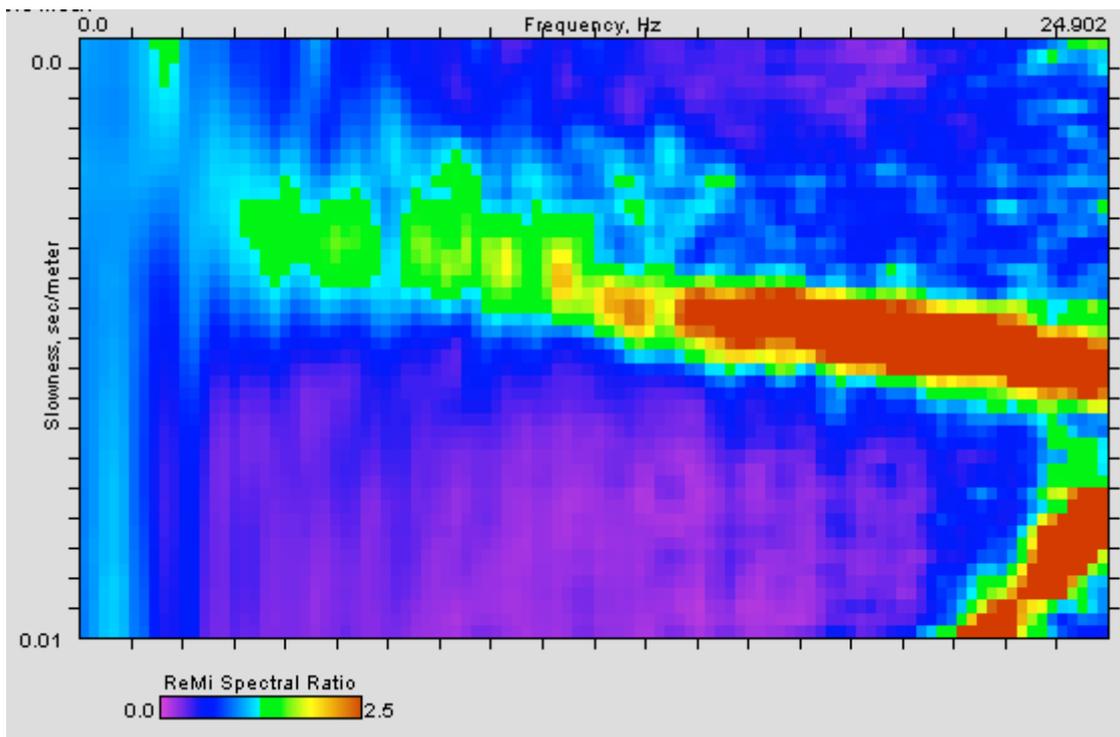
**ID Stazione:** 4116

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.4895041

Longitudine: 12.2478209

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 265

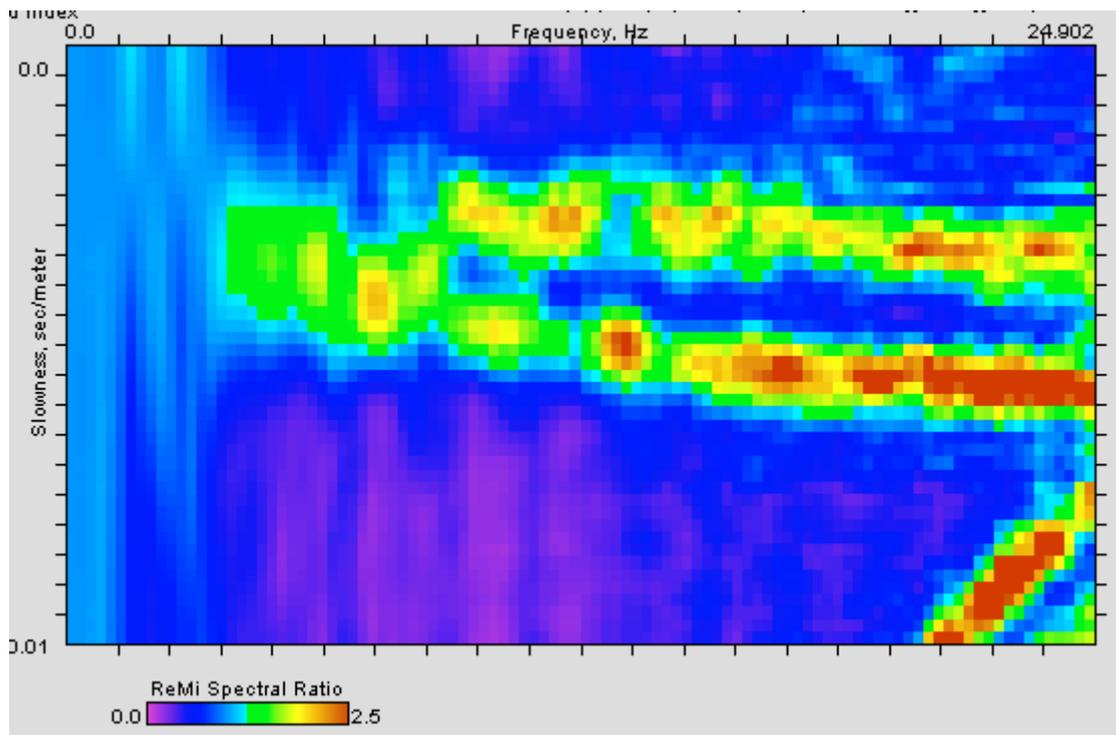
**ID Stazione:** 4117

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5978992

Longitudine: 12.1122903

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

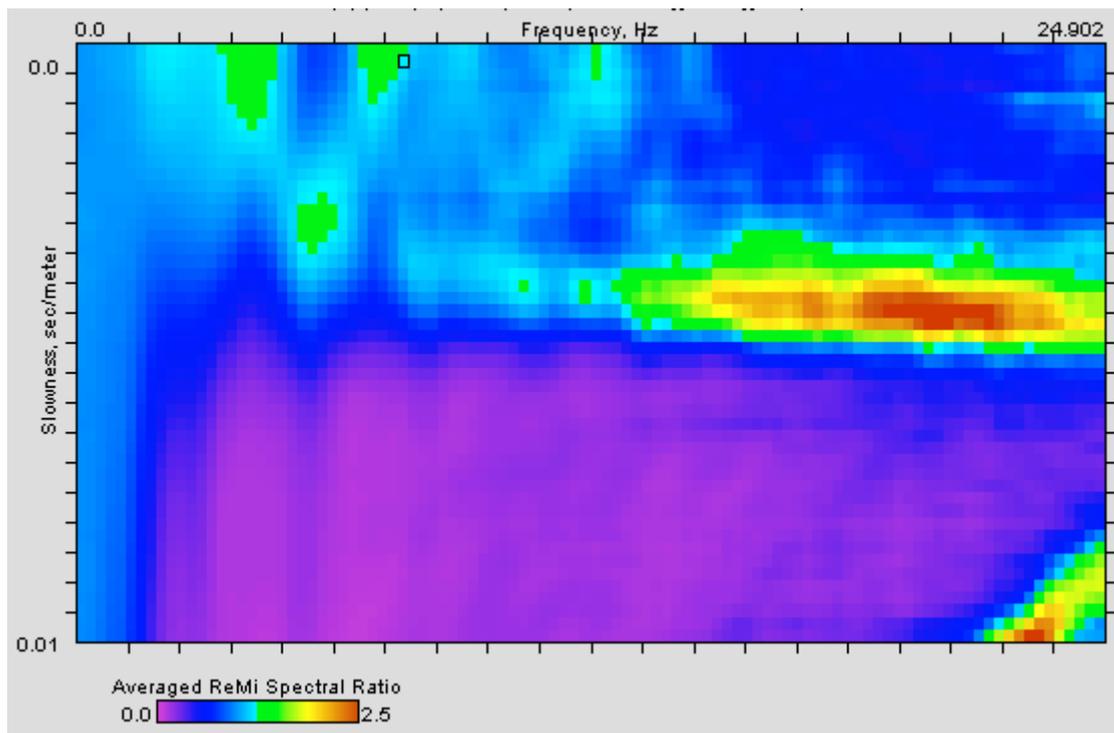
**ID Stazione:** 4118

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.7479538

Longitudine: 12.7105593

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 260

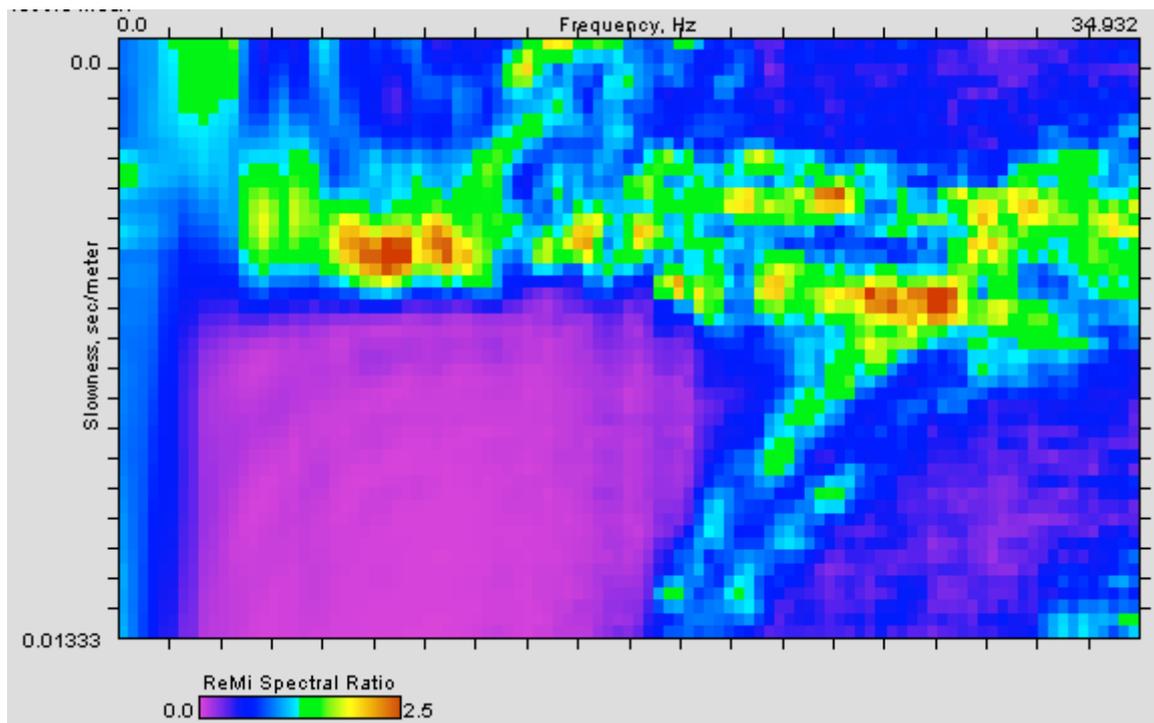
**ID Stazione:** 4119

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5175158

Longitudine: 12.6601673

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 195

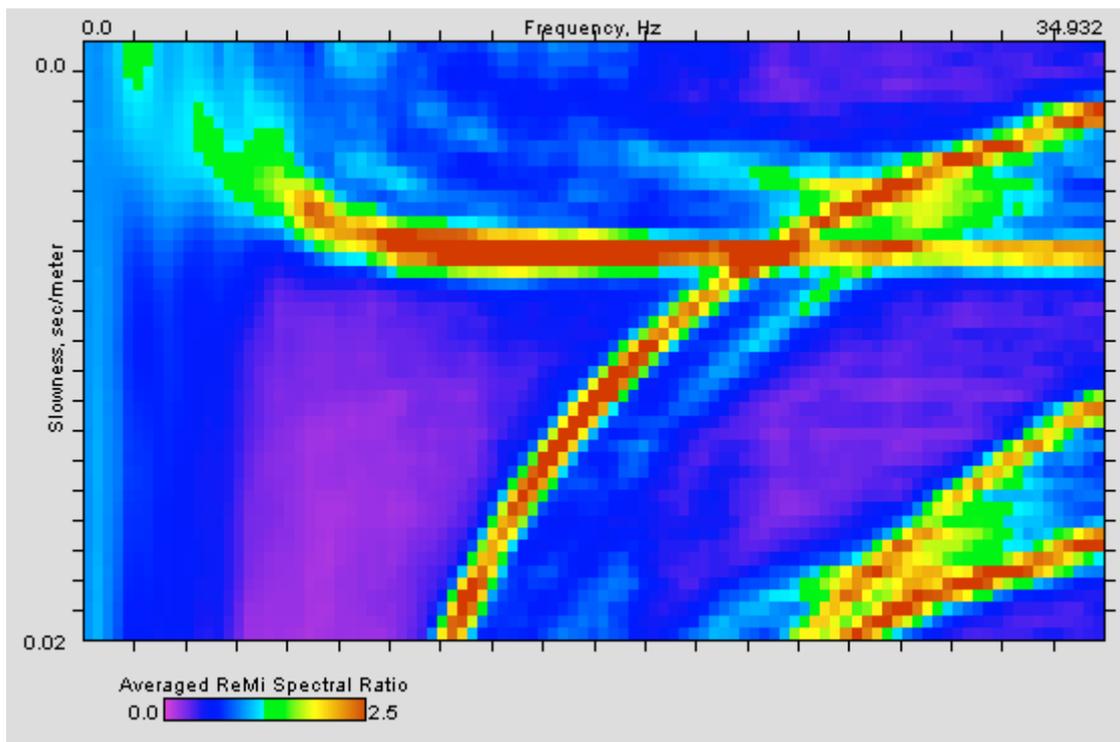
**ID Stazione:** 4120

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5016422

Longitudine: 12.6098074

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 205

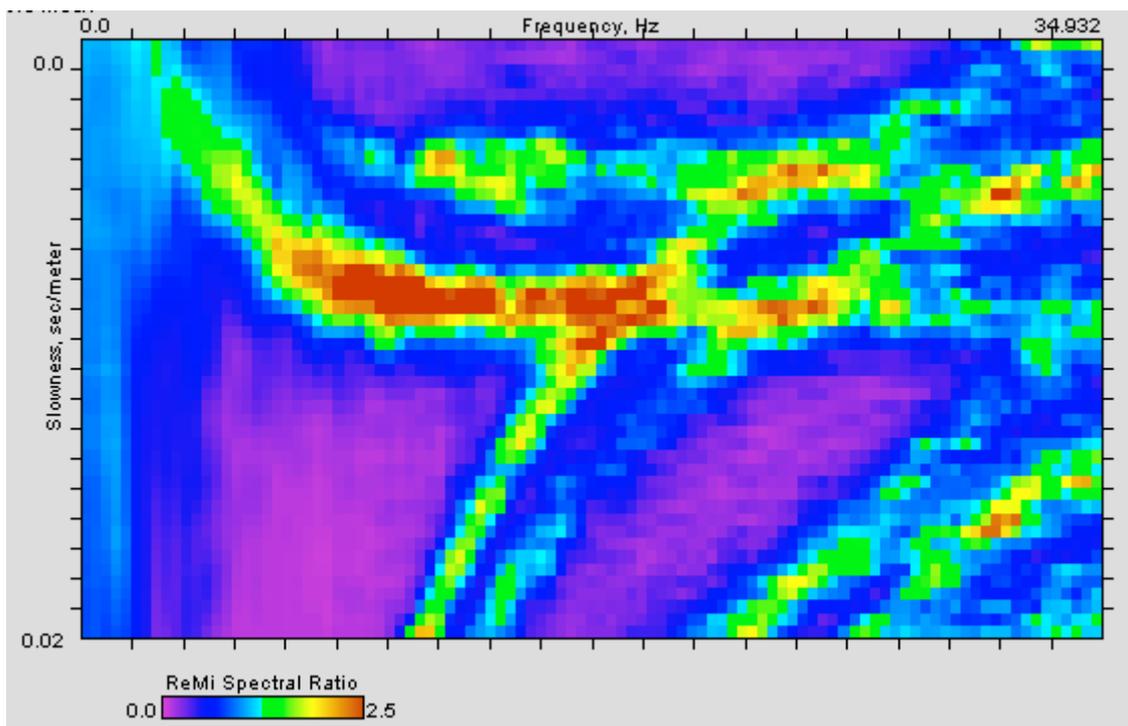
**ID Stazione:** 4121

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5681234

Longitudine: 12.3000003

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 230

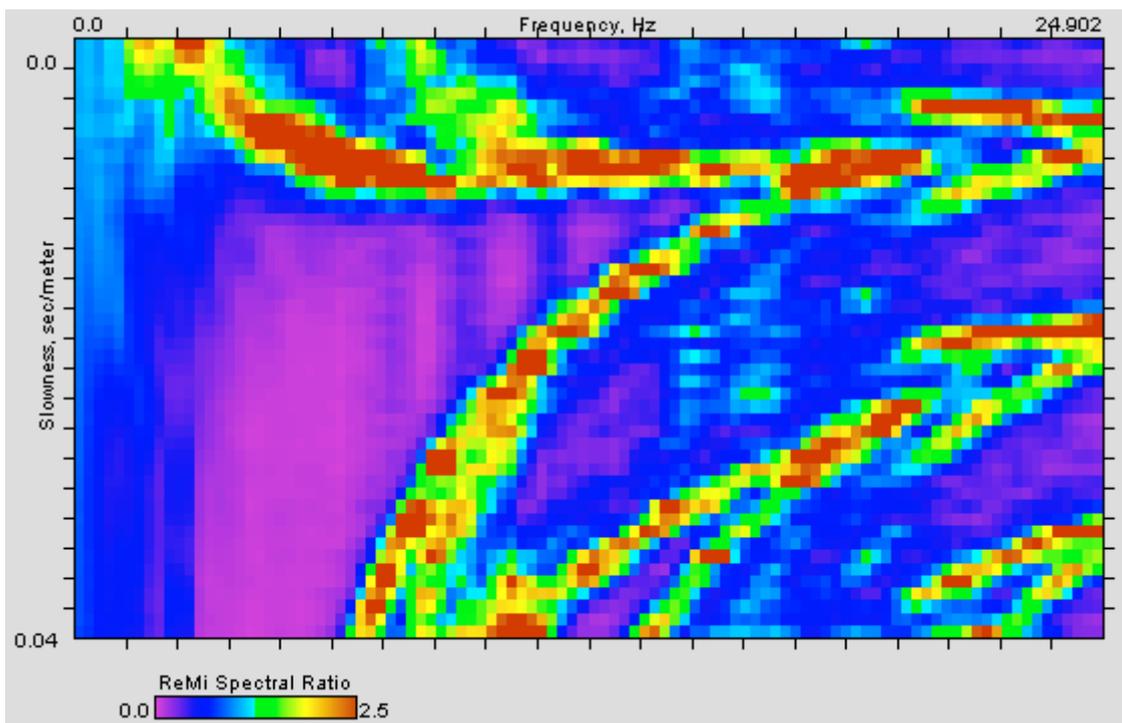
**ID Stazione:** 4122

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.1911143

Longitudine: 12.0215330

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 165

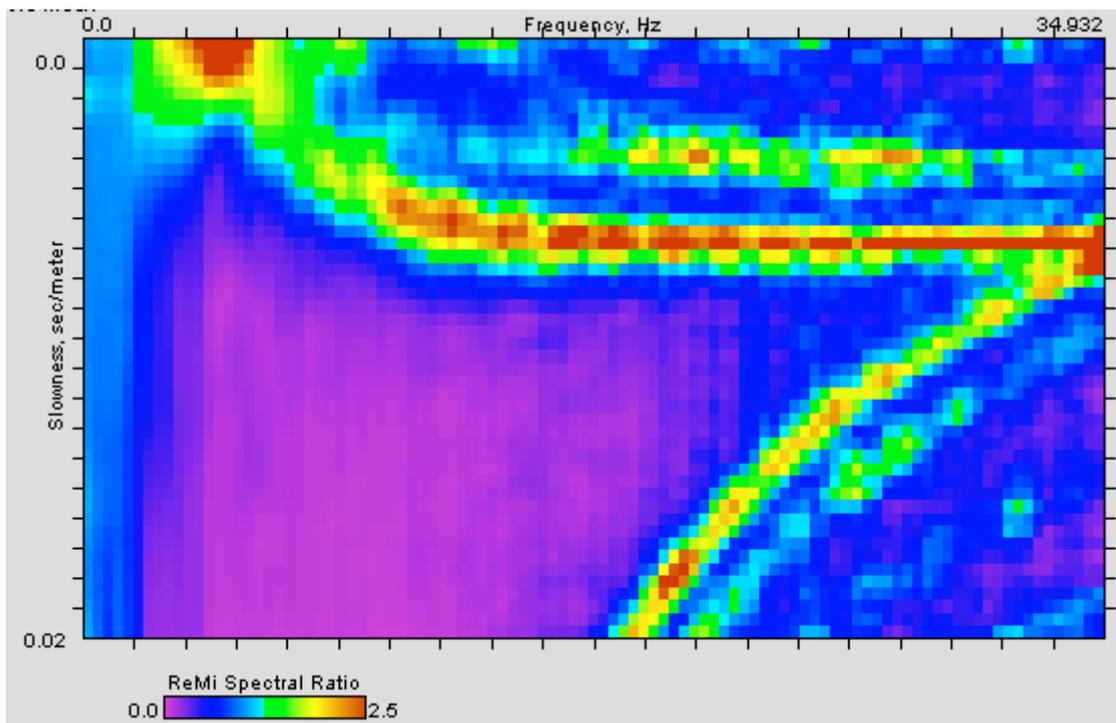
**ID Stazione:** 4123

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.3749827

Longitudine: 12.1305198

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 240

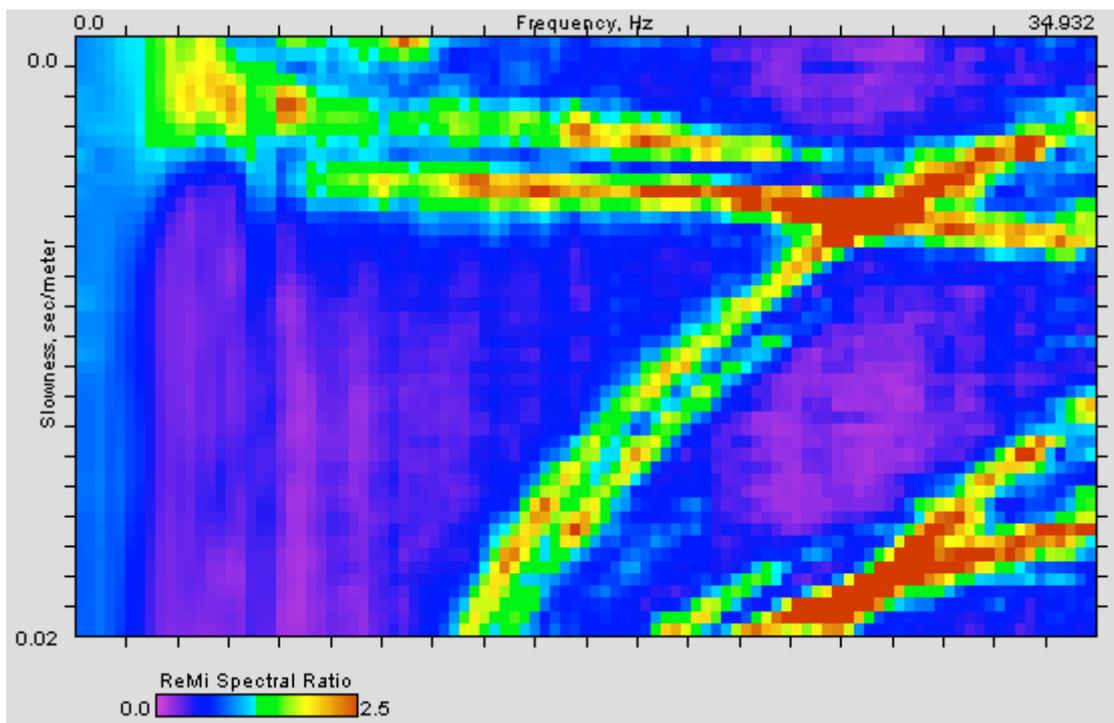
**ID Stazione:** 4124

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5010452

Longitudine: 12.3134100

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

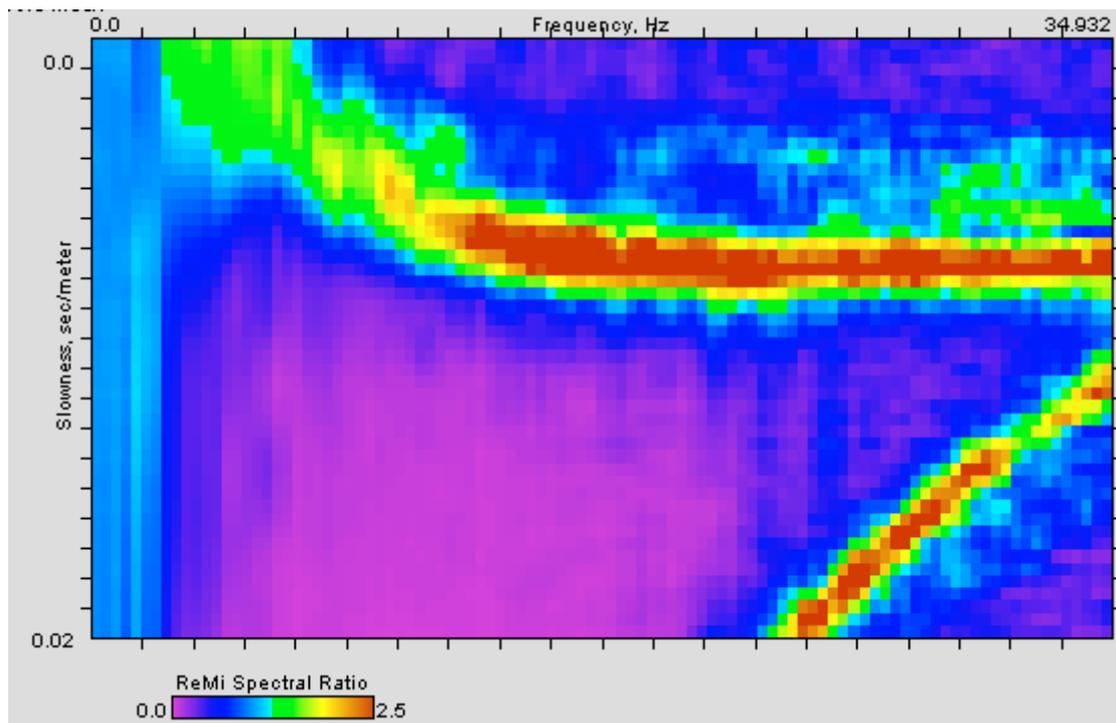
**ID Stazione:** 4125

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6851851

Longitudine: 12.5540932

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 250

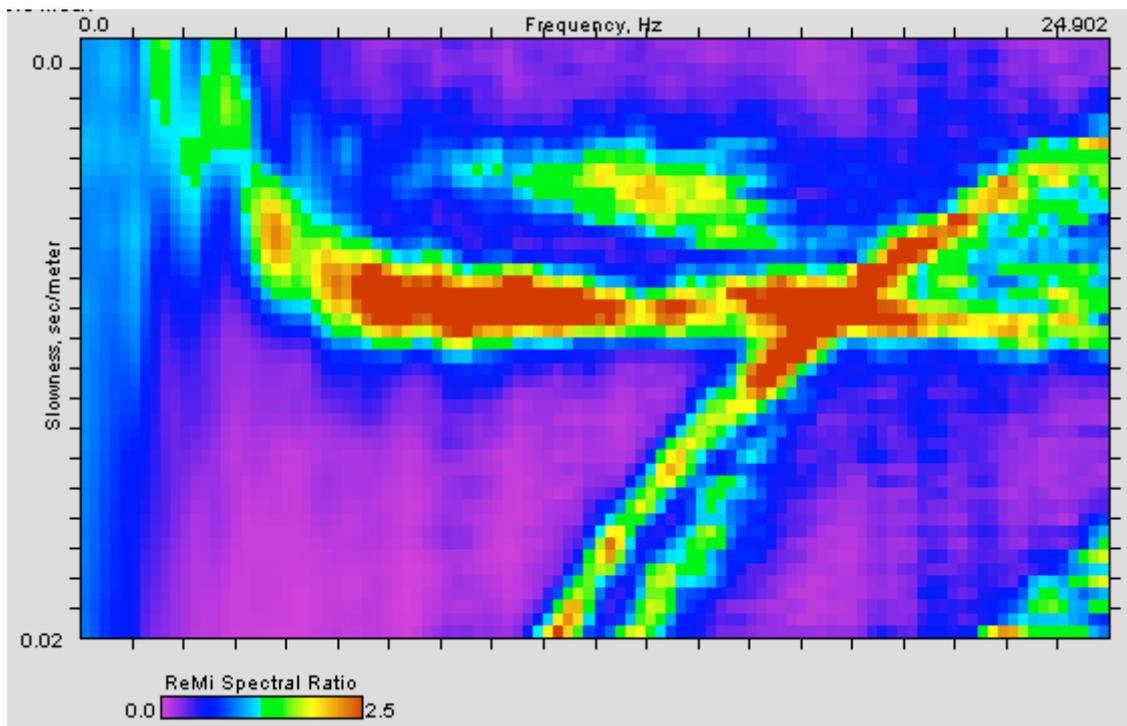
**ID Stazione:** 4126

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.5688033

Longitudine: 12.5600509

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 185

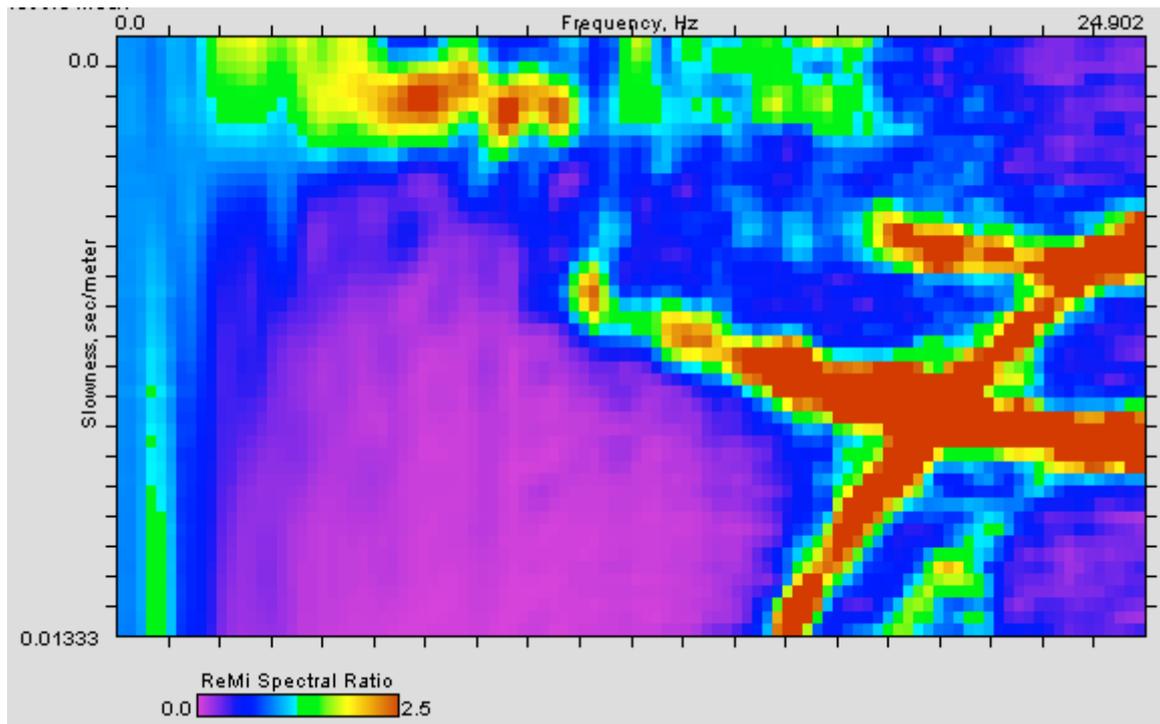
**ID Stazione:** 5001

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6267864

Longitudine: 12.9699542

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 315

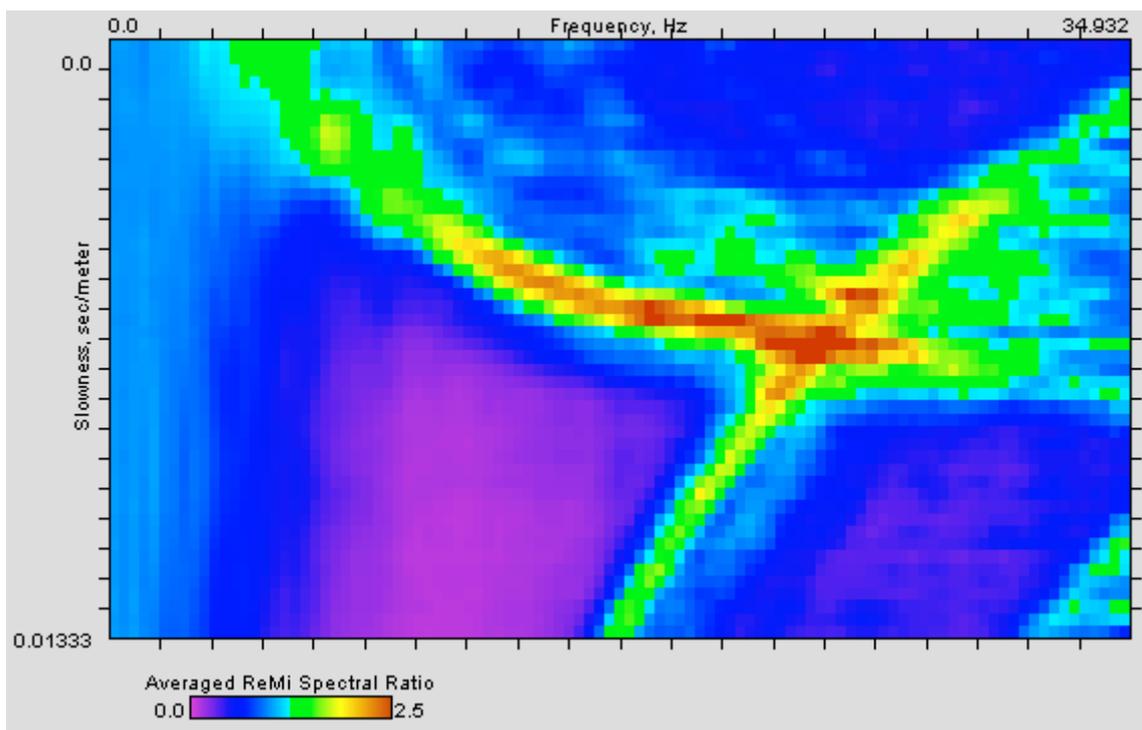
**ID Stazione:** 5002

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6264804

Longitudine: 12.9606624

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 330

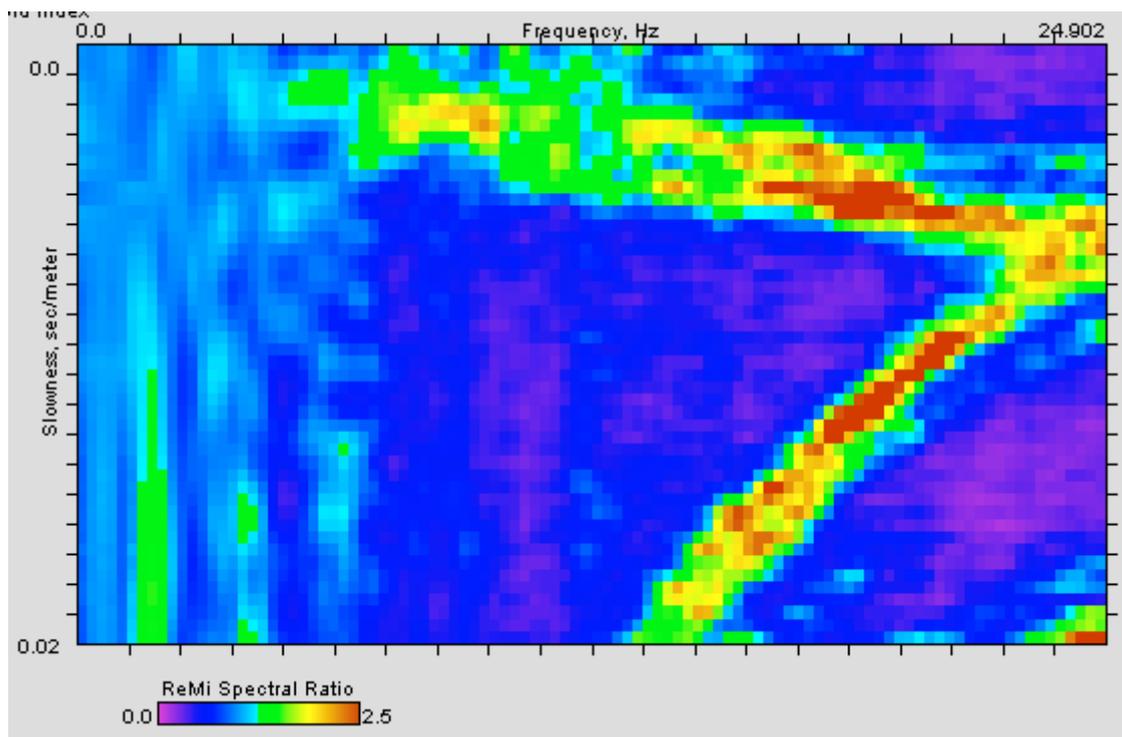
**ID Stazione:** 41xx

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6234417

Longitudine: 12.9514772

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 360

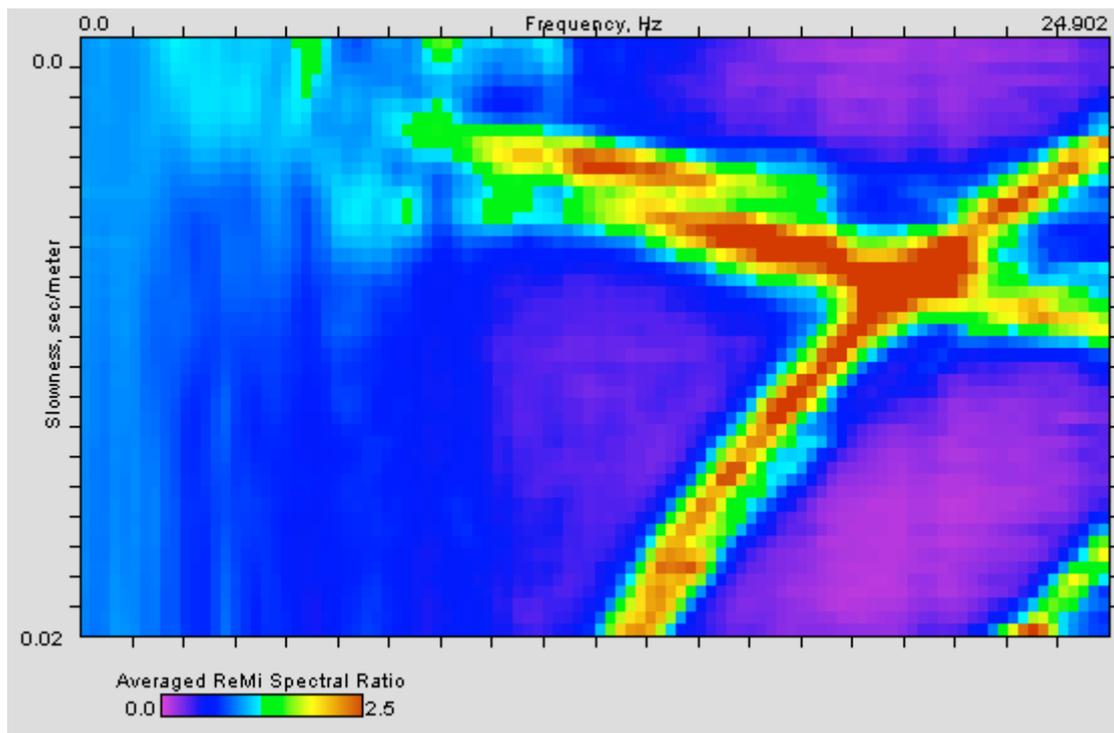
**ID Stazione:** 5004

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6231341

Longitudine: 12.9421860

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 340

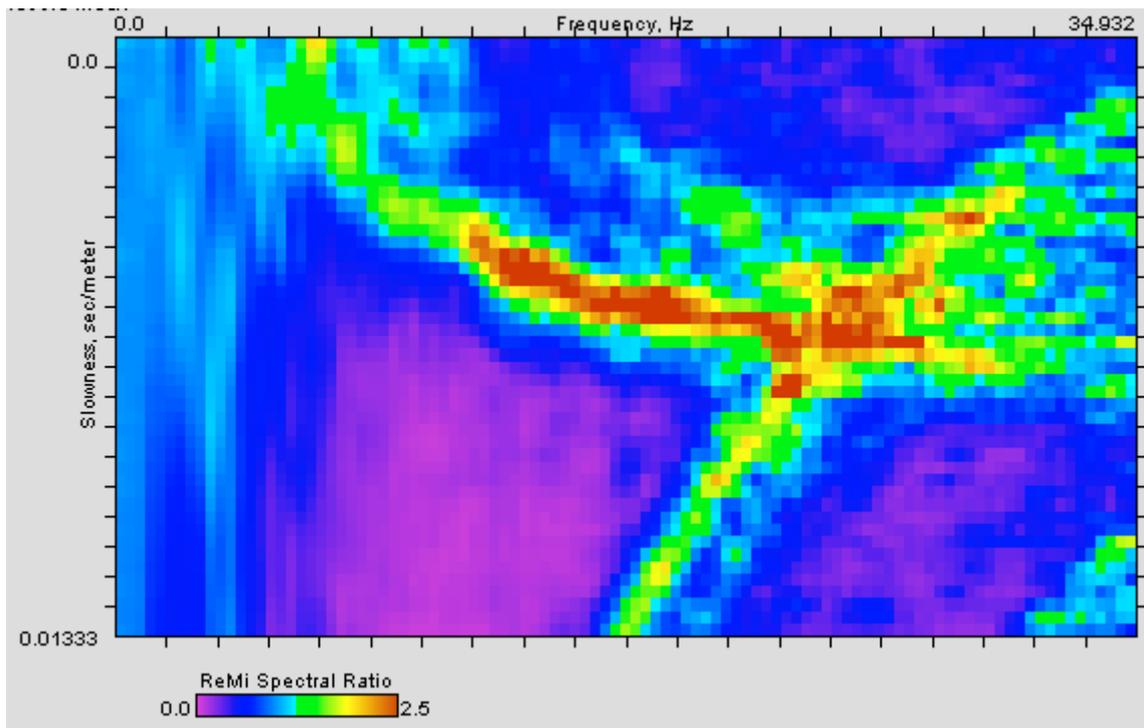
**ID Stazione:** 5005

**Coordinate (DD)**

Latitudine: 45.6200527

Longitudine: 12.9341949

**Spettro p-f:**



**Vs30 (m/s):** 325